



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA PESADA EN LA  
EMPRESA CONSTRUCTORA JANLEY S.R.L CAJAMARCA-2023”**

**Tesis para optar al título profesional de:**

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Jose De La Cruz Saavedra

**Asesor:**

Mg. Ing. Elmer Aguilar Briones  
<https://orcid.org/0000-0003-2228-0026>

Cajamarca - Perú

2023

### JURADO EVALUADOR

Jurado 2	PIEDRA CABANILLAS, FANNY EMELINA	47602202
		N.º DNI

Jurado 1 presidente(a)	SISNIEGAS NORIEGA, KARLA ROSSEMARY	46071719
		N.º DNI

Jurado 3	MENDOZA AZAÑERO, ANA ROSA	45512232
		N.º DNI

## INFORME DE SIMILITUD

“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA PESADA EN LA EMPRESA CONSTRUCTORA JANLEY S.R.L CAJAMARCA-2023”

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>6%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Privada del Norte</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias < 1%

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios por obrar grandemente en esta travesía de esfuerzo y sacrificio, por bendecirme con la vida y salud, conocimientos, sabiduría, fuerza y fortaleza, a todas las personas que me apoyaron desde el principio que me propuse a cumplir este sueño de ser un profesional, a mis familiares, amigos y en especial a mi madre y a mis hijos que son mi fuerza y mis razones de ser. A todos que siempre me apoyaron en todos los momentos difíciles de mi carrera, a mis compañeros que formamos un equipo unido para lograr nuestras metas trazadas.

## **AGRADECIMIENTO**

No podría dejar de agradecer a Dios del universo también en este espacio por darme la vida, la salud, la sabiduría, la inteligencia, la fortaleza y las fuerzas necesarias para que, a pesar de los obstáculos y dificultades pueda concluir con éxito mi carrera.

A mis profesores por sus enseñanzas y comprensión, a la empresa Johensa S.R.L por el apoyo para este proyecto en mi persona, a la empresa Constructora Janley S.R.L, por abrirme sus puertas para realizar el estudio para esta tesis, hoy les agradezco a todos por su granito de arena que aportaron en este objetivo que me propuse y hoy puedo hacerlo realidad.

## Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR .....	2
INFORME DE SIMILITUD .....	3
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
Tabla de contenido .....	6
Índice de tablas .....	9
Índice de figuras.....	12
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	14
RESUMEN .....	15
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	16
1.1. Realidad problemática .....	16
1.2. Formulación del problema.....	22
1.3. Objetivos.....	22
1.4. Hipótesis General .....	22
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....	25
2.1. Tipo de investigación.....	25
2.2. Población y muestra .....	26
2.2.1. Población .....	26
2.2.2. Muestra .....	26
2.2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	26
2.2.4 Procedimiento .....	30

2.2.4.1	Procedimiento metodológico .....	30
2.2.5	Análisis de criticidad .....	31
2.2.6	Aspectos éticos de la investigación .....	33
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....		35
3.1	Descripción de la empresa.....	35
3.1.1.	Resultado del diagnóstico del área de mantenimiento.....	43
3.1.2.	Criticidad de la flota de equipos de la empresa Constructora Janley S.R.L.....	50
3.2.	Resultados del diagnóstico de la variable independiente .....	53
3.2.1.	Deficiencias encontradas que ocasionan la baja disponibilidad de la maquinaria.....	53
3.2.2.	Resultados del mantenimiento y análisis global de la flota de equipos.....	59
3.3.	Análisis de, tiempo promedio de fallas, reparación y disponibilidad (V.D) 3.3.1.- Tiempo promedio entre fallas.....	70
3.4.	Implementación del plan de mantenimiento preventivo.....	81
3.4.1.	Aplicando la mejora continua PHVA o ciclo de Deming .....	81
3.4.2.	Mantenimiento Total Productivo (TPM).....	84
3.4.3.	Respuesta para controlar los eventos con el plan de mantenimiento preventivo Tabla 45	92
3.4.4.	Aplicación en el control de ocurrencias según los procedimientos .....	94
3.4.5.	Capacitación al personal de la empresa Constructora Janley S.R.L.....	94
3.4.6.	Cronograma de tareas para el mantenimiento preventivo .....	97
3.5.	Resultados de la implementación del plan de mantenimiento preventivo V.I.....	101
Figura 35.....		101
3.5.1.	Porcentaje (%) de la realización del plan del mantenimiento preventivo.....	102
3.5.2.	Nivel alcanzado en las inspecciones del mantenimiento preventivo.....	103
3.6.	Resultados después de la implementación de plan de mantenimiento preventivo (V.D) 103	
Tabla 59 .....		108

3.6.1.	Tiempo promedio entre fallas (MTBF) .....	109
3.6.2.	Tiempo promedio entre reparaciones (MTTR) .....	110
3.6.3.	Evaluación de la disponibilidad de la maquinaria después de la implementación del plan.	111
3.7.	Evaluación económica.....	112
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>		<b>121</b>
4.1.	Discusiones .....	121
4.2.	Conclusiones.....	123
Referencias.....		125
Anexos .....		128



## Índice de tablas

Tabla 1. Encuesta realizada sobre la situación actual del mantenimiento.....	Pág.25
Tabla 2. Relación de maquinaria.....	Pág. 30
Tabla 3. Registro del mantenimiento del tractor de oruga D65EX-16.....	Pág. 38
Tabla 4. Registro del mantenimiento del tractor de oruga D65EX-16.....	Pág. 39
Tabla 5. Registro de mantenimiento del tractor de oruga D155AX-6.....	Pág. 40
Tabla 6. Registro de mantenimiento del volquete Mercedes Benz.....	Pág. 41
Tabla 7. Matriz de valores de ponderación.....	Pág. 45
Tabla 8. Escala de referencia.....	Pág. 46
Tabla 9. Evaluación de criticidad de los equipos.....	Pág. 46
Tabla 10. Eventos del tractor de oruga D65EX-16.....	Pág. 47
Tabla 11. Eventos del tractor de oruga D6T-XL.....	Pág. 48
Tabla 12. Eventos del tractor de oruga D155AX-6.....	Pág. 50
Tabla 13. Eventos del volquete Mercedes Benz ACTROS 3344.....	Pág. 51
Tabla 14. Situación global de los equipos.....	Pág. 54
Tabla 15. Situación consolidada.....	Pág. 55
Tabla 16. Eventos del tractor D65EX-16.....	Pág. 57
Tabla 17. Eventos del tractor de oruga D6T-XL.....	Pág. 58
Tabla 18. Eventos del tractor de oruga D155AX-6.....	Pág. 59
Tabla 19. Eventos del volquete Mercedes Benz.....	Pág. 60
Tabla 20. Evaluación del mantenimiento aplicada a los equipos.....	Pág. 61
Tabla 21. % del resultado según evaluación del mantenimiento.....	Pág. 62
Tabla 22. Dimensión del mantenimiento predictivo.....	Pág. 63
Tabla 23. Dimensión del mantenimiento preventivo.....	Pág. 63
Tabla 24. Dimensión del mantenimiento correctivo.....	Pág. 64
Tabla 25. Evaluación del mantenimiento en sus diferentes áreas.....	Pág. 64
Tabla 26. Registro de información del tractor de oruga D65EX-16.....	Pág. 66
Tabla 27. Registro de información del tractor de oruga D6T-XL.....	Pág. 67
Tabla 28. Registro de información del tractor de oruga D155AX-6.....	Pág. 68
Tabla 29. Registro de información del volquete Mercedes Benz.....	Pág. 69
Tabla 30. Registro de información del tractor de oruga D65EX-16.....	Pág. 70

Tabla 31. Registro de información del tractor de oruga D6T-XL.....	Pág. 71
Tabla 32. Registro de información del tractor de oruga D155AX-6.....	Pág. 72
Tabla 33. Registro de información del volquete Mercedes Benz .....	Pág. 73
Tabla 34. Registro de información del tractor de oruga D65EX-16.....	Pág. 75
Tabla 35. Registro de información del tractor de oruga D6T-XL.....	Pág. 76
Tabla 36. Registro de información del tractor de oruga D155AX-6.....	Pág. 77
Tabla 37. Registro de información del volquete Mercedes Benz.....	Pág. 78
Tabla 38. Operacionalizaciones variables.....	Pág.80
Tabla 39. Operacionalización de diagnóstico.....	Pág. 85
Tabla 40. Pilares del TPM.....	Pág. 86
Tabla 41. Etapas para la implementación del TPM.....	Pág. 87
Tabla 42. Registro de actividades rutinarias.....	Pág. 88
Tabla 43. Registro de mantenimiento.....	Pág. 90
Tabla 44. Control de ingresos y salidas.....	Pág. 92
Tabla 45. Respuesta para los eventos del tractor de oruga D65EX-16.....	Pág. 93
Tabla 46. Respuesta para los eventos del tractor de oruga D6T-XL.....	Pág. 94
Tabla 47. Respuesta para los eventos del tractor de oruga D155AX-6.....	Pág. 94
Tabla 48. Respuesta para los eventos del volquete Mercedes Benz.....	Pág. 95
Tabla 49. Capacitación para la implementación de las 5’S.....	Pág. 97
Tabla 50. Capacitación para la implementación del TPM.....	Pág. 98
Tabla 51. Relación del personal de la empresa Constructora Janley.....	Pág. 99
Tabla 52. Inspección cotidiana check list.....	Pág. 100
Tabla 53. Plan de mantenimiento preventivo.....	Pág. 101
Tabla 54. Registro de actividades en el mantenimiento preventivo.....	Pág. 102
Tabla 55. Evaluación de la implementación del mantenimiento PRE-TEST.....	Pág. 106
Tabla 56. Criterios de evaluación PRE-TEST.....	Pág. 107
Tabla 57. Evaluación de la implementación del mantenimiento POS-TEST.....	Pág. 108
Tabla 58. Criterios de evaluación PRE-TEST % de cumplimiento POS-TEST.....	Pág. 109
Tabla 59. Variación del % cumplimiento de la implementación del plan.....	Pág. 110
Tabla 60. Costos por implementación de procedimientos.....	Pág. 114
Tabla 61. Costos en personal profesional.....	Pág. 114
Tabla 62. Inversión en stock de insumos.....	Pág. 115

Tabla 63. Inversión en capacitación.....	Pág. 116
Tabla 64. Presupuesto documentario.....	Pág. 116
Tabla 65. Presupuesto en seguridad.....	Pág. 117
Tabla 66. Presupuesto en higiene y limpieza.....	Pág. 117
Tabla 67. Costos para poner en marcha la implementación del plan.....	Pág. 118
Tabla 68. Evaluación de la producción y una proyección después del plan.....	Pág. 119
Tabla 69. Análisis del flujo de Caja proyectado.....	Pág. 120
Tabla 70. Indicadores de la evaluación.....	Pág. 121
Tabla 71. Operacionalización de resultados.....	Pág. 125

## Índice de figuras

Figura 1. Observación en campo.....	Pág.23
Figura 2. Observación en campo.....	Pág. 23
Figura 3. Observación en campo.....	Pág. 24
Figura 4. Situación actual del mantenimiento según encuesta.....	Pág. 25
Figura 5. Tractor de oruga D155AX-6.....	Pág. 31
Figura 6. Especificaciones técnicas del tractor de oruga D155AX-6.....	Pág. 31
Figura 7. Especificaciones técnicas del tractor de oruga D155AX-6.....	Pág.32
Figura 8. Tractor de oruga D65EX-16.....	Pág. 33
Figura 9. Especificaciones técnicas del tractor de oruga D65EX-16.....	Pág. 33
Figura 10. Especificaciones técnicas del tractor de oruga D65EX-16.....	Pág. 34
Figura 11. Volquete Mercedes Benz 3344.....	Pág. 35
Figura 12. Especificaciones técnicas del volquete Mercedes Benz 3344.....	Pág. 35
Figura 13. Tractor de oruga D6T-XL.....	Pág. 36
Figura 14. Especificaciones técnicas del tractor de oruga D6T-XL.....	Pág. 36
Figura 15. Diagrama de causa efecto según los problemas encontrados.....	Pág. 41
Figura 16. Personal realizando trabajos sin EPP.....	Pág. 42
Figura 17. Ambiente inadecuado de trabajo.....	Pág. 43
Figura 18. Diagrama de pareto 80 20 para el tractor D65EX-16.....	Pág. 48
Figura 19. Diagrama de pareto 80 20 para el tractor D6T-XL.....	Pág. 49
Figura 20. Diagrama de pareto 80 20 para el tractor D155AX-6.....	Pág. 50
Figura 21. Diagrama de pareto 80 20 para el volquete Mercedes Benz 3344.....	Pág. 51
Figura 22. Situación global del mantenimiento.....	Pág. 55
Figura 23. Situación consolidada.....	Pág. 56
Figura 24. Tractor D65EX-16 Komatsu.....	Pág. 56
Figura 25. Tractor D6T-XL CAT.....	Pág. 57
Figura 26. Tractor D155AX-6.....	Pág. 58
Figura 27. Volquete Mercedes Benz 3344.....	Pág. 59
Figura 28. Representación gráfica del cumplimiento del mantenimiento.....	Pág. 62
Figura 29. Objetivo del mantenimiento total productivo.....	Pág. 80
Figura 30. Ciclo del PHVA.....	Pág. 81

Figura 31. Estructura sistemática del plan de mantenimiento preventivo... ..	Pág. 82
Figura 32. Estructura organizacional para el TPM.....	Pág. 83
Figura 33. Inspección de equipos.....	Pág. 87
Figura 34. Orden de trabajo.....	Pág. 89
Figura 35. Representación del % de las tareas del mantenimiento preventivo.....	Pág. 101
Figura 36. El % del cumplimiento del mantenimiento preventivo.....	Pág. 102
Figura 37. Demostración del nivel en las tareas de inspección.....	Pág. 103
Figura 38. Cumplimiento de la implementación del mantenimiento preventivo PRE-TEST...Pág.	105
Figura 39. Cumplimiento de la implementación del mantenimiento preventivo POS-TEST...Pág.	107
Figura 40. Gráfica comparativa del proceso del mantenimiento.....	Pág. 108
Figura 41. Tiempo promedio entre fallas después del plan.....	Pág. 109
Figura 42. Tiempo promedio en reparaciones después del plan.....	Pág. 110
Figura 43. Disponibilidad de la maquinaria después del plan.....	Pág. 111
Figura 44. Breve cálculo del COK.....	Pág.118

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de disponibilidad.....	Pág.49
Ecuación 2. Tiempo promedio entre fallas.....	Pág. 66
Ecuación 3. Tiempo promedio para reparar.....	Pág. 70
Ecuación 4. Disponibilidad operacional.....	Pág.74

## RESUMEN

La presente tesis tiene el objetivo importante de proponer la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa Constructora Janley S.R.L, El tipo de la siguiente investigación es documental, pre experimental, descriptiva, explicativa, cuantitativa y aplicada, en este trabajo se realizó un análisis comparativo, utilizando registros de disponibilidad de los equipos, información de algunos archivos existentes sobre mantenimiento preventivos y correctivos, entrevistas, encuestas. El resultado obtenido en dos equipos críticos tractores de oruga D155AX-6 y D65EX Komatsu de empresa Constructora Janley S.R.L, según la implementación del plan se puede estimar el aumento de la disponibilidad de la maquinaria pesada del tractor D155AX-6 de 21% a 96% y del tractor de orugas D65EX de 61% a 96% respectivamente. Se concluye que los beneficios de la implementación del plan de mantenimiento programado mejorarán notablemente la disponibilidad de la maquinaria de la empresa, por lo que se recomienda poner a la práctica el proyecto.

**PALABRAS CLAVES:** Diseño, mantenimiento preventivo y disponibilidad.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En los últimos tiempos la tecnología ha escalado de una forma acelerada y muchas empresas por desconocimiento, por falta de iniciativa, por supuestamente economizar recursos económicos o por no querer darle la importancia a la instrucción de los manuales de los equipos sugeridos por las casas de fabricación y un interés responsable al avance de la ciencia, siguen llevando a cabo sus actividades de forma empírica o inadecuada, abordaré el tema específico el mantenimiento preventivo de las maquinarias, en esta área la mayoría de empresas ya sea grandes, medianas o pequeñas vienen teniendo enormes pérdidas y hasta el quiebre económico por falta de mejoras en los sistemas de gestión administrativas y gerenciales en el área de equipos, recurriremos a métodos que garanticen un eficaz mantenimiento preventivo, lo cual involucra a una buena gestión en el mantenimiento, programación de tiempos, capacitaciones, historiales, y evaluaciones en ambos puntos logrando así una notable producción operacional, minimización o eliminación de accidentes y durabilidad de los equipos, logrando que la empresa o las empresas estén convencidos de la importancia así como lo indispensable que es aplicar buenas prácticas y la mejora continua en el área de mantenimiento preventivo estableciendo como un sistema de fiabilidad para aumentar la disponibilidad de la maquinaria.

Rey S (2001). La estrategia de la Logística Industrial tiene una rama práctica que denominamos Terotecnología. El origen de este término es británico y su fundador Dennis Parkes utilizó dos raíces griegas que podemos traducir por “cuidar la tecnología”, es decir, lograr un estado de buen funcionamiento de las instalaciones industriales, objetivo que no solo ha de conseguir el utilizador (Mantenimiento-fabricación), sino que en el logro han de



intervenir todas las fuerzas que van hacia el mismo objetivo (ingeniería -fabricante del equipo).

El periodo de tasa constante o con averías que se presentan aleatoriamente, el servicio de mantenimiento ha de llevar a cabo un eficaz plan de Prevención, Predicción y Corrección para minimizar su efecto, con ayuda de otras técnicas como puede ser la aplicación rigurosa de reglas del estado de arte y de redundancias. Así mismo ha de conseguir alargar en el tiempo este 2.º período de tasa constante para que aparezca lo más tarde posible el 3.º período de envejecimiento o desgaste dando así una mayor vida al equipo. La estrategia, en este caso, será desarrollar una acción firme y continuada a través de un eficaz Mantenimiento Preventivo en los tres niveles ya definidos.

Por último, la fase de rodaje o “mortandad infantil” se puede acortar en el tiempo con un Plan de Deverminage que comentaremos a continuación, complementándolo con una acción de Asistencia Técnica eficaz por parte de los fabricantes del sistema de producción durante el primer periodo de la garantía (Rey, 2001)

Es preciso tener en cuenta que, la fase de rodaje o “mortandad infantil” se puede acortar en el tiempo con un Plan de Deverminage que comentaremos a continuación, complementándolo con una acción de Asistencia Técnica eficaz por parte de los fabricantes del sistema de producción durante el primer periodo de la garantía (Pacheco Coello, 2020)

Henry Marcelino, Pinargote et a. (2020) autores del libro Dirección de Operaciones, desarrollan un concepto integrador que revoluciona la gestión y la operación de mantenimiento: al gestionar el proceso de transformación de manera eficiente y eficaz es la tarea del director de operaciones en cualquier tipo de organización, concepción que involucra los costos en la gestión de mantenimiento bajo la orientación del LCC, término que denota la integración de todos los esfuerzos de las etapas de fabricación, producción,

explotación, mantenimiento y operación integral de los equipos, para optimizar los rendimientos mediante un excelente mantenimiento bajo un enfoque de costos adecuados y una excelente dirección de operaciones (Pinargote, 2020).

Así como todos los demás aspectos pertinentes que permitan aplicar el análisis integral de fallas, es necesario considerar que la limpieza en los componentes de los equipos juega un papel muy importante, toda máquina cuenta con su manual de mantenimiento es indispensable guiarse por tal instrumento para el adecuado mantenimiento, los técnicos deben llevar un estricto control de las incidencias de los equipos escritos en formatos donde indique las pautas y el procedimiento para cada tarea (Orozco Roldán, 2020).

Por medio del análisis de fallas se puede detectar en forma preventiva, predictiva o anticipada cualquier anomalía que pudiera ocurrir en la funcionalidad del equipo. Para ello se sigue una serie de pasos que se describen más adelante. Éste es un proceso sistémico que permite identificar las fallas potenciales o reales de diseño, de funcionamiento y de proceso, antes de que éstas ocurran, con la intención de eliminarlas o controlarlas para erradicar o minimizar los riesgos asociados con ellas. Su aplicación permite documentar las tareas proactivas y correctivas que controlan o eliminan las fallas. El instrumento avanzado de análisis de fallas (enfocado a erradicar o controlar la causa raíz del problema) se debe abordar bajo la óptica del modelo de causalidad, el cual implanta algunos pasos. Entre éstos sobresalen el establecimiento del método apropiado, la construcción de los procesos de solución, configuración del grupo caza fallas (GCF), con sus metodologías de pensamiento, el planteamiento y el desarrollo del análisis en sí y, por último, la implementación de los controles (Iberdrola S.A, 2022)

Un síntoma normal en las empresas que no practican la metodología estriba en que en la mayoría de los problemas que se evalúan. En el momento de tratar de encontrar las

causas, escasamente se llega hasta las inmediatas y en algunos eventos hasta algunas básicas que no son exactamente la causa raíz. Por lo general, en estas empresas no se dispone de tiempo para la metodología, lo cual sirve como excusa y barrera para no utilizar el método (Somaza Mora, 2020)

Con el tiempo estos elementos van sufriendo una serie de degradaciones, algunas causadas por el hombre y otras por el mismo ambiente; estas degradaciones afectan la disponibilidad de las máquinas, afectan negativamente La productividad, incrementan los costos de mantenimiento y ponen a su vez en un riesgo mayor la seguridad de los mismos operarios, y de esta manera las empresas no cumplen con los objetivos por los cuales fue establecida la organización.

Por eso todos los equipos y herramientas necesitan un uso adecuado y mantenimientos permanentes y que incrementen la vida útil de los mismos, para así poder cumplir con determinados parámetros que van a llevar a un producto o servicio de calidad. (Huillca Paniura, 2020)

Según el estudio realizado por Cisneros al taller de CAD-CAM se pudo ver que no cuenta con un plan de mantenimiento debido a que recientemente se encuentra en proceso de implementación y de continuar con el actual sistema de gestión, el tiempo de vida útil de la maquinaria será acortado significativamente, repercutiendo en elevadas pérdidas económicas para la institución, considerando el alto precio de adquisición de la maquinaria del taller. A través de la evaluación técnica realizada a la maquinaria del taller de CAD-CAM se determinó que a pesar de que no todas se encuentran en las mejores condiciones, están en la capacidad de prestar el servicio para el cual están designadas, encontrándose en un estado general “Regular” según los resultados obtenidos del método de valoración (Cisneros Silva, 2017)

Perrilla Romero explica en su tesis que, para el diseño y la implementación del plan de mantenimiento programado para el banco de maquinaria del municipio de Nunchía, se basó en actos repetitivos como horas y kilómetros recorridos por la maquinaria, esto lo ha permitido programar un mantenimiento para diferentes tiempos y kilómetros recorridos. ¿Por qué kilómetros y horas y no otro tipo de medida?... porque estas dos medidas son las más constantes en el tiempo, y permiten llevar un control más exacto respecto a los gastos (combustible, mantenimiento, operadores, etc.) El haber aplicado criticidad a los sistemas de la maquinaria, facilita centrar los esfuerzos en los más críticos, por ello se elaboraron los planes de mantenimiento basados en AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Falla), tomando acciones que conllevaran a evitar que ocurran dichos modos de falla dentro de cada uno de los sistemas críticos. El hecho de haber diseñado un aplicativo, que sirve de alarma para el mantenimiento respectivo de cada máquina, generó un impacto positivo ante los directivos de la empresa, además de darle credibilidad a su proyecto. Y por otra parte facilita de manera muy eficiente la forma en que se lleva el control de horas previas a cada mantenimiento. (Perilla Romero, 2016)

Para Fernández Alvares el mantenimiento industrial es un campo de gran interés en la ingeniería con un ámbito económico importante que justifica el hecho de que los costes en mantenimiento constituyen un amplio porcentaje. En la mayoría de los sectores industriales, el desarrollo de los programas de mantenimiento sobre la actividad en la que se aplica resulta esencial y es uno de los elementos más importantes para tener una competitividad dentro del sector. Esto quiere decir que el tan hecho de que se produzca una avería no solo recae en la reparación, sino que constituye un sistema de gestión de recursos, una organización que previene y predice las averías, garantizando la disponibilidad, fiabilidad y utilización de las instalaciones, dentro de los criterios de seguridad, calidad y competitividad (Fernández Álvarez, 2018)

De acuerdo al estudio realizado en la tesis de Tenuco Calderón, Reussheman Mijael a la empresa Mediterráneo Operadores Logísticos S.A.C. Arequipa –Perú 2020” lo que lograron deducir respecto a la entrevista con el Ing. Rafael Caparo es que su empresa conlleva los mantenimientos de una manera básica y sencilla lo cual tiene consecuencias como la baja disponibilidad y mantenimientos correctivos altos, además de no contar con el número suficiente de personal para que puedan llevar un seguimiento a cada una de las diecinueve maquinarias con las que cuenta la empresa, y que por la falta de una planificación conllevan hacer mantenimientos espontáneos. Según esta entrevista con el planner o encargado que también cumple las funciones de administrador se puede deducir que la empresa no tiene las áreas definidas con el personal correspondiente, haciendo que el personal que labora cumple varias funciones y que en parte es beneficiosa para la empresa, pero al mismo tiempo descuidan sus funciones principales, perjudica también el control de las maquinarias y sus reportes diarios. En cuanto al presupuesto veintidós se puede deducir que solo emplean para cuando la maquina este parado a consecuencia de una falla en este caso un mantenimiento correctivo, y para un mantenimiento preventivo presupuestan para los cambios de aceites, filtros llantas, mangueras y algunos componentes hidráulicos. (Tenuco Calderón, 2021)

Cabrejos B, afirma que con referencia al objetivo general: determinar la influencia entre la aplicación de la gestión por competencias en la productividad en los trabajadores de mantenimiento de maquinaria pesada en Mypes de Cajamarca (periodo 2016- 2017), pudo concluir que el valor "sig." es de 0,000 que es menor a 0.05 el nivel de significancia, luego se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se afirma con nivel de confianza de 95% que, SI existe una relación significativa entre la variable gestión por competencias y productividad, en los trabajadores de mantenimiento de maquinaria pesada en Mypes de Cajamarca periodo 2016-2017 (Cabrejos Burga, 2017)

Según el área de estudio es necesario plantear la siguiente pregunta.

## **1.2. Formulación del problema**

¿En qué medida la implementación del plan de mantenimiento preventivo mejorará la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa constructora Janley S.R.L. Cajamarca 2023?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general de este estudio nos permite**

Implementar el plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa constructora Janley S.R.L. Cajamarca 2023.

### **1.3.2 Los objetivos específicos se enfocan en los siguientes puntos**

- Evaluar la situación actual del mantenimiento, así como la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa Constructora Janley S.R.L.
- Implementar el plan y sistema de mantenimiento preventivo en la empresa Constructora Janley S.R.L.
- Medir el nivel de disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa constructora Janley S.R.L.
- Ejecutar evaluación económica de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Constructora Janley S.R.L.

## **1.4. Hipótesis General**

En la hipótesis general se logrará demostrar el efecto del plan aplicado.

La implementación del plan de mantenimiento preventivo permite mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa constructora Janley S.R.L. Cajamarca 2023.

Para concluir la principal ventaja de una adecuada gestión de mantenimiento es aumentar la disponibilidad de maquinarias y equipos, consecuentemente se traduce como reducción de costos y aumento en la eficiencia de la producción. También se debe tener en cuenta el cuidado del impacto ambiental y tener una alta eficiencia energética en el proceso de mantenimiento. Dentro del cuadro del manejo de talento humano, es muy importante fomentar la cultura de jerarquización e identificación de los protocolos a seguir por cada articulación del esqueleto del departamento de mantenimiento. (Galloso Cruzado, 2020)

Es el grupo de tareas de mantenimiento que se realizan sobre un equipo o instalación siguiendo un programa establecido, según el tiempo de trabajo, la cantidad producida, los kilómetros recorridos, de acuerdo con una periodicidad fija o siguiendo algún otro tipo de ciclo que se repite de forma periódica. Este grupo de tareas se lleva a cabo sin importar cuál es la condición del equipo (García Córdoba, 2017)

Por último, el mantenimiento preventivo responde a un programa preconcebido, basado en un conjunto de actividades programadas de acuerdo con un cronograma que, según el cumplimiento de fechas calendario, horas, días de operación o unidades procesadas, establece las actividades de mantenimiento a efectuar a cada una de las máquinas, equipos o instrumentos. Las suspensiones de operación son mínimas y están previstas con anticipación. Así mismo, es mínimo el reproceso o reprogramación de trabajos. Se prevén los recursos necesarios en cuanto a repuestos, lubricantes, personal especializado, etc., lo que ayuda a minimizar el costo y el impacto sobre la continuidad de las operaciones. (Arango Marín, 2023)

El mantenimiento preventivo es un camino que dirige a las empresas hacia la excelencia, puesto que promueve que los procesos se acerquen más al flujo continuo, a un ritmo definido y con metas fijadas (Drożyner, 2020). La comunicación entre los involucrados se mejora, desde los altos puestos hasta los más bajos, porque la senda en

cuestión permite visualizar la planeación y lo necesario para cumplir con dicha planeación, lo que a su vez permite tomar acciones necesarias para que se continúe trabajando en tiempo y forma. También impulsa el uso óptimo de los equipos, acorde a los requerimientos del takt time y con los niveles de efectividad más altos posibles; mantiene, en suma, el equipo en niveles óptimos de desempeño y confiabilidad (Pillado Portillo, 2022)



## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Esta investigación corresponde a un tipo de observación directa en campo y documental, de campo, porque se basó en visitas al área de trabajo para obtener datos e información y observación directamente al grupo de equipos estudiados, documental debido a que la información fue extraída de algunos registros existentes en el área administrativa, manuales y catálogos suministrados por lo proveedores; además de la revisión de trabajos anteriores. La investigación descriptiva, su objetivo: describir el estado de los equipos, las características, factores y procedimientos presentes en eventos y hechos que ocurren en forma natural, sin explicar las relaciones que se identifiquen los motivos de la baja disponibilidad.

Una vez identificadas las oportunidades de rutinas de las máquinas, proceda a redactar las tareas del mantenimiento preventivo utilizando el manual de la máquina y el conocimiento empírico del técnico de mantenimiento, es un hecho que el mantenimiento preventivo debe realizarse en algún momento para que el tiempo invertido siga siendo el mismo, pero la tarea comprometida debe mantenerse en las fechas para evitar sobrecargar el plan, y para evitar posponerlo hasta que se superponga entre sí (Pillado Portillo, 2022). Esto podemos demostrar que será de tipo aplicada dicha investigación.

El presente estudio se realizó con una investigación pre experimental de tipo descriptivo y evaluativo, se procedió a realizar observaciones ya existentes lo cual permitió describir y conocer el funcionamiento de cada uno de los equipos pesados que conforman la flota de la empresa, el tipo evaluativo consistió en determinar la factibilidad de un plan de mantenimiento preventivo enfocados a mejorar la disponibilidad de la maquinaria.

Luego hacer una investigación cuantitativa se buscó identificar, analizar, formular y resolver problemas con algunas herramientas de análisis (diagrama de causa efecto, diagrama de Pareto) en las áreas de operaciones de la empresa.

## **2.2. Población y muestra**

### **2.2.1. Población**

La población está conformada por la flota de 12 equipos entre pesados y livianos tanto propios como de terceros administrados por la empresa Constructora Janley S.R.L.

### **2.2.2. Muestra**

La muestra está representada por 4 equipos seleccionados según información disponible con lo que cuenta la empresa Constructora Janley S.R.L.

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

Se empezó por hacer un inventario de los equipos para ver el nivel de disponibilidad de los mismos, se solicitó los registros de los mantenimientos de cada una de las máquinas, reportes de disponibilidad horaria de cada equipo de forma individual y los registros de fallas mecánicas de las unidades con el firme propósito de hacer un análisis profundo de la disponibilidad de la maquinaria.

En la realización de esta investigación se revisó y recolectó información relacionada con los equipos pesados de la empresa. Entre las técnicas empleadas para la recolección de la información, se encuentran:

#### **2.2.3.1. Análisis documentario**

- Se solicitó a la gerencia la autorización de acceso a su información.
- Revisión de formatos o cualquier otro medio de control de mantenimiento de los equipos.
- Se recurrió a los manuales de los equipos según su tipo.

- Se revisó el folleto de operatividad.
- Se revisó el manual de mantenimiento recomendado por fabricante.

### 2.2.3.2. Observación directa en campo

Se realizó un muestreo no aleatorio. La técnica usada para la recolección de datos del presente estudio fue de campo.

Se realizó un muestreo no aleatorio. La técnica usada para la recolección de datos de la presente investigación será de campo. Como técnica de recolección de datos será a través de la observación de las ocurrencias en campo, que se registrarán en una ficha de observación (instrumento), datos obtenidos de las fallas fueron analizadas primero en los indicadores: MTTR (Tiempo medio de reparación) y MTBF (Tiempo medio entre fallas), estos dos nos muestran la disponibilidad de maquinaria. Para la ejecución de este informe se utilizó primero la técnica documental, porque se recopiló una lista de los 12 equipos que conforman la flota de maquinaria de la empresa para ver el nivel de confiabilidad, así como los manuales de los principales equipos de operación y mantenimiento proporcionados por los proveedores de estos equipos.

### Figura 1

*Observación en campo al modo de operación de los equipos*



*Nota.* Según las condiciones de las vías, modo y técnica de operación se puede analizar el desgaste de los neumáticos.

**Figura 2**

*Observación directa en campo con respecto al mantenimiento de carrilería del tractor D65E-16*



**Nota.** En la imagen 2 se puede apreciar personal ejecutando recalce de zapatas de tractor de orugas sin EPP y área sin señalización.

**Figura 3**

*Observación en campo condiciones en que se realiza el mantenimiento al tractor D155AX-6*



**Nota.** Se observa las condiciones en que se realiza el mantenimiento del tractor en observación.

### 2.2.3.3 Entrevista al personal de mantenimiento y operadores

En este espacio se tomará en consideración algunos entes informantes para recabar datos e información. El Gerente general conocedor de como maneja el plan de mantenimiento, abastecimiento logístico y administrativo de la flota de equipos de su empresa, jefe de mantenimiento encargado de la planeación y programación de las actividades de mantenimiento y establece los indicadores de mantenimiento preventivo. Ayudante de mantenimiento el encargado del almacén quien es el que siempre se disponga con los repuestos, insumos y herramientas para el mantenimiento preventivo, operador de tractor D155AX-6, es quien viene trabajando en la empresa un largo periodo de más de 5 años conocedor de la situación real de la disponibilidad de la máquina que opera, la entrevista se considerará un tiempo de 8 a 10 minutos por entrevistado.

### 2.2.3.4 Encuesta sobre el mantenimiento actual en la empresa

Esta técnica se utilizará para recabar información de forma escrita del área de mantenimiento, la encuesta será realizada a 20 personas directas e indirectas, involucradas con los clientes de la empresa Constructora Janley S.R.L, complementando a las entrevistas realizadas. Para ello, se elaborarán una serie de cuestionarios con la finalidad de que el personal pueda expresar sus ideas, opiniones de forma precisa para contribuir con el logro de los objetivos propuestos, como muestra de este proceso se muestra el cuadro 1 y la figura 4.

**Tabla 1**

*Encuesta realizada sobre la situación actual del mantenimiento en la empresa Constructora Janley S.R.L.*

RESPUESTAS	PREGUNTA 1	PREGUNTA 2	PREGUNTA 3	PREGUNTA 4	PREGUNTA 5	PREGUNTA 6	PREGUNTA 7	PREGUNTA 8	PREGUNTA 9	PREGUNTA 10	TOTAL
Muy bueno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bueno	0	0	7	7	1	0	0	0	1	0	16
Regular	7	5	11	8	8	4	2	5	8	0	58
Malo	13	10	2	5	7	8	11	10	7	9	82
Muy malo	0	5	0	0	4	8	7	5	4	11	44
Totales	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	200

**Nota.** En esta tabla se puede observar el nivel de cumplimiento en el área de mantenimiento de la empresa.

**Figura 4**  
*Situación actual del mantenimiento según encuesta.*



**Nota.** En la figura podemos apreciar en porcentajes los niveles del área de mantenimiento de los equipos en la empresa Constructora Janley S.R.L.

## 2.2.4 Procedimiento

### 2.2.4.1 Procedimiento metodológico

De acuerdo con el plan de mantenimiento preventivo. Laguna (2022) comenta que el proceso metodológico se relaciona con la temática de estudio y los objetivos que se persiguen, razón por la cual se destacan los procedimientos metodológicos que enmarca la presente tesis enfocada en mejorar la disponibilidad de la maquinaria de la empresa.

Como se ha expuesto en apartados anteriores, el fundamento del mantenimiento predictivo es la toma y valoración periódica de las variables de estado de los equipos y, por ello, genera un gran flujo de datos que necesariamente ha de estar apoyado en los siguientes medios; físicos, de ordenación, organización, gestión y humanos.

Los medios físicos son necesarios para la captura, de registro, almacenamiento y manejo de los datos obtenidos de las mediciones periódicas de control de estado de los equipos, los medios de ordenación y organización son los programas que permiten gestionar y manejar la multitud de datos captados, elaborando, además, informes y gráficos

de estado, representativos de las evoluciones de cada máquina sometida a mantenimiento. Dentro de estos programas se pueden destacar los módulos de mantenimiento predictivo, de los programas generales de mantenimiento, y los programas específicos de mantenimiento según el tipo de máquina.

Para el análisis de datos recogidos mediante la observación se utilizaron formatos y se procesaron los datos mediante el programa Microsoft Excel a través de gráficos de barras, entre otros, que nos permitieron obtener valores promedios en función de los tiempos para reparar, tiempos entre fallas, tiempos medios entre fallas, tiempos medios para reparar, frecuencia de fallas, que seguido a un cálculo analítico permitió evaluar técnicamente el estado actual de la flota de maquinaria mediante los indicadores de mantenimiento como la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, apoyado en los resultados de la encuesta, entrevista y de la información documentaria (Chuga Mori y otros, 2020)

### **2.2.5 Análisis de criticidad**

El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento y de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de un plan complejo, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable. Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

Donde la frecuencia esta asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad (Huerta Mendoza, 2000).

El Análisis de Criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la Confiabilidad Operacional, basado en la realidad actual. El mismo se basa en la utilización de modelos matemáticos contextualizados. El incumplimiento de esta cualidad en los modelos tiene como riesgo la posibilidad de obtener resultados no representativos del campo analizado (Díaz Concepción y otros, 2011)

#### **2.2.5.1 Análisis de causa raíz**

Es una metodología que permitió el razonamiento lógico y la comprensión de un problema hasta llegar a la posible causa de origen.

El diagrama de esqueleto de Pescado fue inventado por el profesor Kaoru Ishikawa de la universidad de Tokio, experto japonés altamente reconocido en el tema de gerencia de la calidad. Su primer uso fue en 1943 para ayudar a explicar a un grupo de ingenieros de la Kawazaki Steel Works cómo un sistema complejo de factores se puede relacionar para ayudar a entender un problema.

El análisis debe ayudar a identificar las causas reales. Un diagrama de causa efecto de Ishikawa identifica únicamente causas potenciales. Por tanto, será preciso llevar a cabo una toma de datos posterior, y su pertinente análisis, para llegar a conclusiones sólidas sobre las causas principales del efecto. En esta fase posterior, el diagrama de Pareto puede ser utilizado como valiosa herramienta (Díaz Jiménez, 2019)

#### **2.2.5.2 Evaluación de la Confiabilidad de los Equipos Críticos de la Empresa**

El factor determinante que permitirá medir y evaluar la gestión de mantenimiento es el parámetro de la confiabilidad, el cual indica la probabilidad de que un equipo se encuentre operativo para un tiempo determinado. Para el cálculo de la confiabilidad se utilizaron los



valores de los tiempos medios entre fallas (MTTF), el método de Weibull a través de una hoja de cálculo.

La baja disponibilidad de los equipos en el periodo de investigación tiene un promedio de 88% teniendo como resultado una baja considerable en: fiabilidad y una disminución de la producción, se procede a realizar un análisis por el tipo de fallas obtenidas en el proceso las cuales fueron clasificadas por el tipo de falla sea mecánica, eléctrica, hidráulica, estructural y neumáticos, con el objetivo de determinar cuál de estos tipos, es la que se repite con mayor frecuencia y ocasiona demoras (RELIABILITYWEB.COM, 2023)

#### **2.2.6 Aspectos éticos de la investigación**

Es necesario indicar que el trabajo fue auditado por el gerente general de la empresa en estudio para la comprobación de que los datos no fueron adulterados y que los resultados son de utilidad. De igual forma, se espera que el estudio sea considerado como una guía para otras investigaciones. Como la investigación involucra a seres humanos como participantes se trataron con respeto, fraternidad y dignidad, se siguieron estos principios consignados en la declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948, encargada de guiar las investigaciones de todas las disciplinas. Se respetó la propiedad intelectual de diversos autores realizando la debida referencia de las obras utilizadas para el basamento teórico del estudio. Se declara la completa autenticidad de la investigación desarrollada libre de plagio.

**Tabla 2. Operacionalización de variables.**

TIPOS DE VARIABLES	DIFINICIÓN CONCEPTUAL	DIFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Responde a un programa preconcebido, basado en un conjunto de actividades programadas de acuerdo con un cronograma que, según el cumplimiento de fechas calendario, horas, días de operación o	Para el análisis de datos recogidos mediante la observación se utilizaron formatos y se procesaron los datos mediante el programa Microsoft Excel a través de gráficos de barras, entre otros, que nos permitieron obtener valores	<p><b>Situación actual del mantenimiento</b>  <b>Experiencia y capacitación del personal</b></p> <p>Los requerimientos del mantenimiento se revisan mediante la optimización de mantenimiento preventivo. El PMO utiliza el historial de fallas que han sucedido, y propone salir del círculo vicioso de mantenimiento reactivo,</p>	Porcentaje del cumplimiento en los mantenimientos preventivos.
	unidades procesadas, establece las actividades de mantenimiento a efectuar a cada una de las máquinas, equipos o instrumentos. Las	promedias en función de los tiempos para reparar, tiempos entre fallas, tiempos medios entre fallas, tiempos	con un método para optimizar los actuales programas y estrategias de la organización. (Gonzales Jara, M 2019)	Encuesta al personal
<b>Mantenimiento preventivo</b>	suspensiones de operación son mínimas y están previstas con anticipación. Así mismo, es mínimo el reproceso o reprogramación de trabajos. Se prevén los recursos necesarios en cuanto, a repuestos, lubricantes, personal	que seguido a un cálculo analítico medios para reparar, frecuencia de fallas, permitió evaluar técnicamente el estado actual de la flota de maquinaria mediante los indicadores de mantenimiento como la disponibilidad, confiabilidad y	<p><b>Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo</b></p> <p>El cronograma de mantenimiento es el compendio de las actividades de mantenimiento a ser ejecutadas, donde se visualiza los activos con su</p>	Tiempo de horas
	especializado. Arango Marín, Jaime Antero, Rosero Otero et a. (2020)	mantenibilidad, apoyado en los resultados de la encuesta, entrevista y de la información documentaria (Chuga Mori y otros, 2020)	respectiva codificación, fecha de ejecución, tiempo estimado en cada tarea, frecuencia de ejecución, etc. Es importante que el planificador realice la distribución de las actividades para lograr tener una carga equilibrada para un periodo considerable (Chávez Merino José L. 2021)	operacionales de los equipos.
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>			<p><b>Tiempo promedio entre fallas</b></p> <p>Una de las condiciones necesarias para la operación de estos sistemas, requiere de terminar la. Confiabilidad o tiempo promedio entre fallas (TPEFoMTEF), de los equipos que forman parte de las redes de distribución, entre los cuales se encuentran, los transformadores de distribución monofásicos de poste. (Mago, María Gabriela, Vallés Defendine, Luis, Olaya Flórez, Jhon Jairo, Subero Diego. 2023)</p> <p><b>Tiempo promedio en reparaciones</b></p> <p>El MTTR mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por una falla, dentro de un período de tiempo determinado, y considerando al tiempo de fallo igual al tiempo para reparar. Es una medida de la mantenibilidad. (Ortiz Useche, Alexis, Rodríguez Monroy, Carlos, Izquierdo Henry. 2023)</p> <p><b>Disponibilidad</b></p> <p>La disponibilidad de un equipo solo puede aumentarse disminuyendo el tiempo fuera de servicio, lo cual es posible con la mejora de los sistemas administrativos, los procedimientos, la selección, el entrenamiento, la motivación del personal, la calidad y dotación de herramientas, el equipo de diagnóstico, los sistemas de información de equipos y la optimización de los sistemas de abastecimiento. (Alavedra Flores, Carol, Gastelu Pinedo, Yumira, Méndez Orellana, Griseyda, Minaya Luna Christian, Pineda Ocas, Brandon, Prieto Gilio, Krisley, Ríos Mejía Kenny. (2016)</p>	
<b>Disponibilidad</b>	Para concluir la principal ventaja de una adecuada gestión de mantenimiento es aumentar la disponibilidad de maquinarias y equipos, consecuentemente se traduce como reducción de costos y aumento en la eficiencia de la producción. También se debe tener en cuenta el cuidado del impacto ambiental y tener una alta eficiencia energética en el proceso de mantenimiento. Dentro del cuadro del manejo de talento humano, es muy importante fomentar la cultura de jerarquización e identificación de los protocolos a seguir por cada articulación del esqueleto del departamento de mantenimiento. (Galoso Cruzado, 2020)	Para estudiar la disponibilidad de los equipos en el periodo de investigación se usó las técnicas de causa efecto y análisis de criticidad y el diagrama de Pareto lo cual nos permitirá estudiar la fiabilidad y la disponibilidad de la producción, se procede a realizar un análisis por el tipo de fallas obtenidas en el proceso las cuales fueron clasificadas por el tipo de falla sea mecánica, eléctrica, hidráulica, estructural y neumáticos, con el objetivo de determinar cuál de estos tipos, es la que se repite con mayor frecuencia y ocasiona demoras (RELIABILITYWEB.COM, 2023)		Número de horas que se registren entre fallas
				Número total de horas entre reparaciones
				% de la disponibilidad de los equipos

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1 Descripción de la empresa

Constructora Janley S.R.L, esta ubicada en la ciudad de Cajamarca creada a inicios del 2010 cuenta con un pool de maquinarias (volquetes, tractores de oruga, excavadoras y camionetas) utilizadas en operaciones de movimiento de tierras para las compañías mineras. Cía. Minera Coimolache proyecto Tantahuatay y Cía. Minera la Gold Fields – Cerro Corona La Cima, ambas ubicadas en la provincia de Hualgayoc región Cajamarca, en estos proyectos los equipos deben tener una actividad de 20 horas diarias a doble turno se considera equipos de alta disponibilidad operacional, los trabajos que se ejecutan son obras de construcción civil y minería a tajo abierto entre las actividades que se realizan enumeramos las siguientes; construcción de carreteras, construcción de depósitos para materiales sulfúricos, orgánicos y arcillas, construcción de canchas de lixiviación de óxidos, construcción de plataformas con relleno estructural para la construcción de las diferentes plantas de procesos, empuje, carguío y acarreo de mineral así como trabajos ambientales, el clima es complejo y la altitud de 4,000 m.s.n.m.

#### 3.1.1 Datos generales de la empresa

Ruc	:	20491672707
Razón social	:	Constructora Janley S.R.L.
Tipo de Empresa	:	Persona jurídica
Condición	:	Activo
Dirección	:	Jr. Las Casuarinas N°167 Urb. La Perlita
Distrito	:	Cajamarca
Provincia	:	Cajamarca
Departamento	:	Cajamarca

### 3.1.2 Relación de la flota de equipos de la empresa Constructora Janley S.R.L.

**Tabla 3**

*Relación de la maquinaria*

Equipo	Código	Año	Modelo	Marca	Lugar	Cliente
Camioneta GIM-972	1	2014	4x4 Hilux	Toyota	Tantahuatay	Coimolache S. A
Camioneta M4T-743	2	215	4x4 Hilux	Toyota	Tantahuatay	Gold Fields S. A
Camioneta M4T-893	3	2012	4x4 Hilux	Toyota	Tantahuatay	Coimolache S. A
Excavadora	4	2011	336 DL	Cat	Tantahuatay	Coimolache S. A
<b>Tractor</b>	5	2011	D65EX	Komatsu	Tantahuatay	Coimolache S. A
Tractor De Oruga	6	2011	D6T XL	Cat	Tantahuatay	Gold Fields S. A
<b>Tractor De Oruga</b>	7	2012	D155AX-6	Komatsu	Tantahuatay	Coimolache S. A
Volquete C4P-791	8	2010	FMX 440	Volvo	Tantahuatay	Coimolache S. A
Volquete T2T-800	9	2012	Actros 3343	Mercedes Benz	Tantahuatay	Coimolache S. A
Volquete T4H-876	10	2012	Actros 3344	Mercedes Benz	Tantahuatay	Gold Fields S. A
Volquete T4H-892	11	2012	Actros 3344	Mercedes Benz	Tantahuatay	Coimolache S. A
Volquete T9S-812	12	2018	Actros 3344	Mercedes Benz	Tantahuatay	Coimolache S. A

*Nota.* En la tabla 3 se muestra la relación de equipos con los que cuenta la empresa Constructora Janley S.R.L, de los cuales elegiremos 4 equipos para estudiar la criticidad y la disponibilidad operacional.

**Figura 5**

*Tractor de oruga D155AX-6 Komatsu*



*Nota.* Presentación actual del tractor Komatsu D155-6

**Figura 6**

*Especificaciones técnicas del equipo D155AX-6 (www.komatulatinoamerica.com)*

# ESPECIFICACIONES

### MOTOR

MÓDELO	Komatsu SAA6D140E-5
TIPO	De 4 ciclos, refrigerado por agua con inyección directa.
ASPIRACIÓN	Turboalimentado, y posenfriado aire-a-aire, enfriador EGR.
NÚMERO DE CILINDROS	6
DIÁMETRO X CARRERA	140 mm. x 185 mm. (5.51" x 6.50").
DESPLAZAMIENTO DEL PISTÓN	15,24 ltr. / 930 in <sup>3</sup> .
GOBERNADOR	A todas las velocidades, electrónico.
POTENCIA NETA	SAE J1995 Bruta: 268 kW / 360 hp. ISO 9249 / SAE J 1349 Neta: 254 kW / 354 hp. RPM NOMINAL 1.900 rpm.
TIPO DE IMPULSOR DE VENTILADOR	Hidráulicos.
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	Bomba de engranajes, lubricación forzada
MÉTODO	Flujo total.
FILTRO	
*Potencia neta a la velocidad máxima de ventilador de enfriamiento del radiador	239 kW (320 hp.)

### TRANSMISIÓN

La transmisión TORQFLOW automática de Komatsu consiste de un convertidor de torsión con traba de una fase, una etapa, 3 elementos, enfriado por agua, y una transmisión de engranajes planetarios con embragues de discos múltiples que es accionada hidráulicamente y con lubricación forzada para lograr una óptima disipación térmica. Palanca de Bloqueo para cambio de marchas e interruptor de seguridad de neutral - previene que la máquina arranque accidentalmente.

VELOCIDAD DE TRASLADO	AVANCE	
1ra	3,8 km/h / 2,4 mph.	4,6 km/h / 2,9 mph.
2da	5,6 km/h / 3,5 mph.	6,8 km/h / 4,2 mph.
3ra	7,5 km/h / 4,7 mph.	9,2 km/h / 5,7 mph.
4ta	11,6 km/h / 7,2 mph.	14 km/h / 8,7 mph.

### MANDOS FINALES

Mando final de doble reducción con planetarios y pñón de dientes rectos inmersos a la tracción. Ruedas motrices en segmentos de montaje con pernos para facilitar reemplazo.

### SISTEMA DE DIRECCIÓN

Controles con palanca PCCS para todos los movimientos direccionales. Inclinando la palanca PCCS hacia adelante hace la máquina desplazarse hacia adelante, mientras que si la inclina hacia atrás hace a la máquina moverse en reversa. Simplemente incline la palanca PCCS hacia el lado izquierdo para hacer un viraje hacia la izquierda. Incline el Joystick hacia la derecha para hacer un viraje hacia la derecha.

El sistema de dirección hidrostático (HSS) está accionado por un engranaje planetario y una bomba y motor hidráulico independientes. Gires de contra rotación también están disponibles. Los frenos de discos múltiples en aceite, controlados mediante pedales son aplicados por resorte y liberados hidráulicamente. La palanca de Bloqueo para cambio de marchas también aplica los frenos de estacionamiento.

RADIO DE GIRO MÍNIMO	2,14 m. / 7'0"
----------------------	----------------

**Nota.** En la figura 6 se detallan las especificaciones técnicas y otros alcances importantes del tractor de orugas D155AX-6.

**Figura 7**


Especificaciones técnicas del equipo D155AX-6 ([www.komatulatioamerica.com](http://www.komatulatioamerica.com))

# ESPECIFICACIONES

TREN DE RODAJE		PESO DE OPERACIÓN	
SUSPENSIÓN	Tipo oscilante con barra estabilizadora y ejes de pivote montados adelante.	PESO DEL TRACTOR 31.000 kg (68.350 lb.)	*Incluye capacidad nominal de lubricantes, refrigerante, tanque de combustible lleno, operador y equipo estándar.
BASTIDOR DE RODILLOS	Mane structural, alta resistencia construcción en acero de alta resistencia.	PESO DE OPERACIÓN 39.500 kg (87.100 lb.)	*Incluyendo SIGMADOZER reforzado, desgarrador gigante, cabina ROPS, operador, equipo estándar, nivel requerido de lubricante, refrigerante, y tanque de combustible lleno.
TREN DE RODAJE K-BOGIE	Los rodillos inferiores lubricados están montados flexiblemente al bastidor de arugas con un sistema de suspensión de bogie cuyo movimiento oscilatorio es amortiguado por almohadillas de caucho.	PRESIÓN SOBRE EL TERRENO 106 kPa, 1,08 kg/cm <sup>2</sup> , 15,4 psi.	
ZAPATA DE LA ORUGA	Cadenas lubricadas. Juntas antiplomo exclusivas para impedir la entrada de materiales abrasivos en la separación entre el pasador y buje, extendiendo la vida de servicio. La tensión de las arugas se ajusta fácilmente mediante una bomba de grasa manual.	DIMENSIONES	
NÚMERO DE ZAPATAS (A CADA LADO)	42	A	4.060 mm. 13'4"
ALTURA DE LA BARRA	80 mm. (3.1")	B	2.140 mm. 7'
ANCHO DE LA ZAPATA (ESTÁNDAR/MÁXIMO)	560 mm. (22") / 710 mm. (28")	C	3.385 mm. 11'1"
SUPERFICIE DE CONTACTO CON EL TERRENO	36.680 cm <sup>2</sup> . (5.685 plg <sup>2</sup> )	D	1.850 mm. 6'1"
PRESIÓN SOBRE EL SUELO (TRACTOR SOLAMENTE)	82,4 kPa, 0,84 kg/cm <sup>2</sup> , 11,9 psi.	E	3.275 mm. 10'9"
NÚMERO DE RODILLOS INFERIORES (A CADA LADO)	7	F	8.225 mm. 27'
NÚMERO DE RODILLOS SUPERIORES (A CADA LADO)	2	G	2.745 mm. 9'
		H	1.240 mm. 4'1"
		I	950 mm. 3'1"
		J	3.395 mm. 11'2"

CAPACIDAD DE REFRIGERANTE Y LUBRICANTES (RELLENO)	
TANQUE DE COMBUSTIBLE	625 lts. (165 U.S. gal.)
REFRIGERANTE	82 lts. (21,7 U.S. gal.)
ACEITE DE MOTOR	37 lts. (9,8 U.S. gal.)
AMORTIGUADOR	1,5 lts. (0,4 U.S. gal.)
TRANSMISIÓN, ENGRANAJE CÓNICO, Y SISTEMA DE DIRECCIÓN	90 lts. (23,8 U.S. gal.)
MANDOS FINALES (A CADA LADO)	31 lts. (8,2 U.S. gal.)

Separación del chasis sobre el suelo: 500 mm. / 1' 8"

## TRACTOR SOBRE ORUGAS D155AX-6

**Nota.** En la figura 7 se siguen detallando las especificaciones técnicas y otros alcances importantes del tractor de orugas D155AX-6.

**Figura 8**  
*Tractor de oruga D65E-16*



**Nota.** Presentación actual del tractor de oruga D65EX-16

**Figura 9**  
*Especificaciones técnicas de tractor de oruga D65EX-16 (www.komatulatioamerica.com)*

**D65EX-16 TRACTOR SOBRE ORUGAS**

## ESPECIFICACIONES

**MOTOR**

Modelo ..... Komatsu SA6D114E-3  
 Tipo ..... 4 ciclos, enfriado por agua, inyección directa  
 Aspiración ..... Turboalimentado, y posenfriado aire-a-aire  
 Número de cilindros ..... 6  
 Diámetro x carrera ..... 114 mm x 135 mm 4.49" x 5.31"  
 Desplazamiento del pistón ..... 8.27 lit 505 pulg<sup>3</sup>  
 Gobernador ..... A toda y media velocidad, electrónico  
 Potencia  
 SAE J1995 ..... Bruta 155 kW 207 HP  
 (ISO 14396) ..... Máxima Bruta 163.7 kW 219 HP)  
 ISO 9249 / SAE J1349 ..... Neta 155 kW 205 HP  
 Rpm nominales ..... 1950 rpm  
 Tipo de impulsor de ventilador ..... Hidráulico  
 Lubricación  
 Método ..... Bomba de engranajes, lubricación forzada  
 Filtro ..... Flujo total  
 \*Potencia neta a la velocidad máxima de ventilador  
 de enfriamiento del radiador ..... 139 kW 186 HP

**TRANSMISIÓN TORQFLOW**

La transmisión TORQFLOW de Komatsu consiste de un convertidor de torsión de dos fases, una etapa, tres elementos, enfriado por agua, y una transmisión de engranajes planetarios con embragues de discos múltiples que es accionada hidráulicamente y con lubricación forzada para lograr una óptima disipación térmica. Palanca de bloqueo para cambio de marchas e interruptor de seguridad de neutral previene que la máquina se arranque accidentalmente.

Velocidad de traslado	Avance	Retroceso
1 <sup>a</sup>	3.8 km/h 2.2 mph	4.4 km/h 2.7 mph
2 <sup>a</sup>	6.6 km/h 3.4 mph	6.6 km/h 4.1 mph
3 <sup>a</sup> L	7.2 km/h 4.5 mph	6.6 km/h 4.1 mph
3 <sup>a</sup>	11.2 km/h 7.0 mph	13.4 km/h 8.3 mph

100 ton 100000  
 50000  
 30000  
 20000  
 10000  
 0  
 0 2 4 6 8 10 12 km/h  
 0 2 4 6 8 10 12 mph  
 Fuerza rebarba de tiro  
 Velocidad de traslado  
 D65EX/PX/WX-16  
 Cambio Servomecánico  
 FUERZA DE BARRERA DE TIPO, (MILÍMETROS)  
 ANILLOS FUERZA DE TIRADO UTILIZANDO  
 CÁLCULO DE LA REACCIÓN FUERZA,  
 PESAJERO, TENSIÓN NEUMÁTICO  
 COEFICIENTE DE FRICCIÓN

**SISTEMA DE DIRECCIÓN**

Controles con palanca PCCS para todos los movimientos direccionales. Inclinando la palanca PCCS hacia adelante o atrás hace la máquina desplazarse hacia adelante o reversa. Simplemente incline la palanca PCCS hacia el lado izquierdo o derecho para hacer un viraje hacia la izquierda o derecha.  
 El sistema de Dirección Hidrostático (HSS) está accionado por un engranaje planetario, y una bomba y motor hidráulico independientes. Giro de contrarrotación también están disponibles. Los frenos de discos múltiples bañados en aceite, controlados mediante pedales, son aplicados por resorte y liberados hidráulicamente. La palanca de bloqueo de cambios de marcha también aplica el freno de estacionamiento.  
 Radio de giro mínimo D65EX-16 ..... 1.9 m 6'3"  
 D65EX-16 con PAT ..... 2.9 m 9'7"

**TREN DE RODAJE**

Suspensión ..... Barra estabilizadora oscilante y eje pivote  
 Basidor de rodillos ..... Monoaxial, sección mayor, construcción durable  
 Rodillos y rueda tensora ..... Rodillos inferiores lubricados  
 Orugas  
 Cadenas lubricadas. Sellos exclusivos que impiden el paso de materias abrasivas entre el espacio del pasador-buje para ofrecer una vida de servicio prolongada. La tensión de las orugas se ajusta fácilmente mediante una bomba de grapa manual.

para Hoja tipo PAT

		D65EX-16
Tipo de hoja		PAT (Power Angin and Fill Dozer)
Número de rodillos inferiores (a cada lado)		7
Tipo de zapatas (estándar)		Gama sencilla
Número de zapatas (a cada lado)		42
Altura de la pata	mm pulg	65 2.6"
Ancho de la zapata (estándar)	mm pulg	540 21"
Superficie de contacto con el suelo	cm <sup>2</sup>	32375 (33655)
	pulg.	5,173 (5,156)
Presión sobre el suelo (tracción)	kPa	52.3 (54.3)
	kgf/cm <sup>2</sup>	0.54 (0.55)
	psi	7.48 (7.84)
Trocho	mm pulg	2050 81"
Longitud de la oruga sobre el suelo	mm pulg	2940 (2940) 9'9" (9'9")

**Figura 10**

Especificaciones técnicas de tractor de oruga D65EX-16 ([www.komatulatioamerica.com](http://www.komatulatioamerica.com))



**MANDO FINAL**

Mando final de doble reducción con engranajes planetarios y piñón para incrementar la tracción y reducir la tensión en los dientes de engranajes para una larga vida de mandos finales. Dientes en segmentos son atornillados para facilitar su reemplazo.



**CAPACIDAD DE REFRIGERANTE Y LUBRICANTES (RELLENO)**

Tanque de combustible	415 ltr	109.6 EE.UU. gal
Refrigerante	36 ltr	9.5 EE.UU. gal
Motor	28 ltr	7.4 EE.UU. gal
Transmisión, convertidor de torsión, engranaje, corona, piñón, y sistema de dirección	48 ltr	12.7 EE.UU. gal
Mando final (cada lado)		
D65EX-16	24 ltr	6.3 EE.UU. gal
D65EX-16 con PAT	27 ltr	7.1 EE.UU. gal



**SISTEMA HIDRÁULICO**

Sistema de control de carga de centro cerrado (CLSS) diseñado para un control preciso y reacción mas eficaz, y para una operación simultanea mas eficiente.

Unidades de control hidráulico:

Todas las válvulas de carrete están montadas externamente, al lado del tanque de aceite hidráulico.

Bomba hidráulica de pistones de caudal variable con una capacidad (descarga) de 248 ltr/min 65.5 U.S. gal/min. a rpm del motor nominales.

Regulación de válvulas de alivio . . . 27.9 MPa 285 kg/cm<sup>2</sup> 4,050 psi

Válvulas de control:

Válvula de carrete para control de la hoja angular y inclinable asistido

- Posiciones: Levantamiento de hoja . . . Elevar, sostener, bajar y flotar
- Inclinación de hoja . . . Derecha, sostener, e izquierda
- Angulo de la hoja . . . Derecha, sostener, e izquierda

Válvula de control adicional requerida para el desgarrador de garras múltiples (EX, WX)

- Posiciones: Levantamiento del desgarrador . . Elevar, sostener, y bajar

Cilindros hidráulicos: . . . . . Pistón de doble acción

	Número de cilindros	Diámetro	
		PAT (Power Angle and Tilt Dozer)	
Levantamiento de hoja	2	90 mm 3.5"	
Inclinación de hoja	1	130 mm 5.1"	
Angulo de la hoja	2	110 mm 4.3"	
Levantamiento del desgarrador	1	125 mm 4.9"	

Capacidad de aceite hidráulico (relleno): . . . . . 55 ltr 14.5 EE.UU. gal

Equipo del desgarrador (volumen adicional):

Desgarrador de garras múltiples . . . . . 7 ltr 1.8 EE.UU. gal



**EQUIPO DE TOPADORA**

Las capacidades de la hoja están basadas en las prácticas recomendadas SAE J1265.

Se utiliza en la vertedera un acero fuerte de alta resistencia para una construcción más reforzada de la hoja.

	Longitud Total Con Topadora mm pies pulg	Capacidad de hoja m <sup>3</sup> yd <sup>3</sup>	Largo x Altura de la hoja mm pies pulg	Máx. Elevación Sobre Suelo mm pies pulg	Máx. Caida de Bajo Suelo mm pies pulg	Máx. ajuste de inclinación mm pies pulg	Peso		Presión sobre suelo* kPa kg/cm <sup>2</sup> psi
							Equipo topadora	kg lb	
D65EX-16 Hoja Recta Inclinable	5330 17'6"	3.99 5.09	3415 x 1225 11'2" x 4'0"	1100 (1105) 3'7" (3'8")	435 (430) 1'5" (1'5")	870 2'10"	2080 4,540	81.8 (83.0)	63 (64) 8.98 (9.15)
D65EX-16 PAT (Hoja Angular e Inclinable Asistido)	5790 19'0"	4.25 5.56	3670 x 1235 12'8" x 4'1"	1165 (1170) 3'10" (3'10")	700 (695) 2'4" (2'3")	500 1'8"	2960 6,530	81.8 (82.8)	63 (64) 8.95 (9.11)
D65EX-16 Hoja angular	5540 18'2"	3.55 4.64	3670 x 1100 13'0" x 3'7"	1175 (1180) 3'10" (3'10")	445 (440) 1'5" (1'5")	400 1'4"	2200 4,850	82.3 (83.5)	64 (65) 9.04 (9.22)

\*Presión sobre el suelo muestra el tractor, cabina, operador todo ROPS, equipo estándar, y hoja aplicable.

( ) . . . Espec PLUS.

**Nota.** En la figura 9 y 10 se detallan las especificaciones técnicas del tractor de oruga

D65EX-16.



**Figura 11**

Especificaciones técnicas volquete Mercedes Benz Actros 3344 ([www.kaufmann.cl](http://www.kaufmann.cl))

MOTOR		TRANSMISIÓN	
Modelo	OM 501 LA EURO V	Embrague	MFZ 400
Tipo	6 Cil en V con Turbo e Intercooler		Bifásico Seco Servoasistido
Potencia	435CV (470HP) @ 1.800rpm	Caja de cambios	G 330-12 / 11.63-0.77
Torque	2.100 Nm @ 1.080rpm	Transmisión Powershift 2	
Cilindrada	11.946cc	Descanso para el conductor mediante las funciones automatizadas de desembrague, acoplamiento de marchas y embragado.	
Alternador	28 / 80 V / A	Favorecimiento de un modo de conducción que ahorra combustible y con mayor potencial gracias a los modos Econoil y Power.	
Batería	2x12 / 165 V / Ah		
Arranque	0.42 / 24 CV / V		
Freno Motor	Top Brake + Obstrucción Gases Escape		
DESEMPEÑO DEL VEHÍCULO		EJES	
Reducción Eje trasero	4,833	Eje Delantero	MB VL 4 / 50 DC - 7,5
Velocidad Máxima	94km / h (Limitado Electrónicamente)	1er Eje Trasero	MB HD 7 / 050 DGS - 13
Pendiente superable con 45.000 kg	46,9%	2do Eje trasero	MB HL 7 / 050 DS - 13
Pendiente superable con 60.000 kg	35,0%	Reducción eje Trasero	Con Reductor de Cubos
CHASIS		SUSPENSIÓN	
Llantas	9,00 x 22,5	Delantera	Resortes Parabólicos Capacidad 7.500kg
Neumáticos Delanteros	12 R 22,5	Trasera	Resortes Parabólicos Capacidad 15.000kg cada uno
Neumáticos Traseros	12 R 22,5		
Dirección Hidráulica	LS 6 / LS8		
Tanque combustible	1 x 400Ll Aluminio		
PESOS Y CAPACIDADES (kg)			
Vacío carrocería		Pesos Admisibles	
Eje Delantero	5.066kg	Capacidad Eje Delantero	7.500kg
1er Eje Trasero	2.071kg	Capacidad Eje Trasero	13.000kg
2do Eje Trasero	2.071kg	Capacidad 2do Eje Trasero	13.000kg
Total	9.208kg	Peso Bruto Vehicular (P.B.V.)	33.500kg
Capacidad de Carga	24.292kg	5ta Rueda	10st Fija, King Pin 2"
SISTEMA DE FRENOS TELLIGENT			
Cuenta con tambor en todas las ruedas. Incluye adicionalmente retardador hidráulico Voith R 115			
Sistema Telligent proporciona una alta deceleración por frenado y armonización de la distribución de la presión de frenado y del desgaste del furo de freno, regulaciones precisas de ABS/ASR, así como una división conveniente del trabajo de frenado sobre el vehículo - en todas las condiciones de carga.			
DIMENSIONES (mm)			

**Nota.** En la figura 11 se muestran las especificaciones técnicas del volquete Mercedes Benz.

**Figura 12**

*Volquete Mercedes Benz Actros 3344*



*Nota.* Presentación actual del volquete Mercedes Benz.

**Figura 13**

*Tractor de oruga D6T-XL CAT*



*Nota.* Presentación actual del Tractor de oruga D6T-XL CAT.

**Figura 14**  
*Hoja técnica de tractor de oruga D6T-CAT (www.cat.com)*

### Tractor de Cadenas Cat® D6T

Motor	
Modelo de motor	Cat C9.3 ACERT™
Emisiones	Motor con certificación Tier 4 Final de la EPA de EE. UU./fase IV de la UE/Tier 4 Final de Corea
Número de fabricación	19
Clasificación de potencia neta a 2.200 rev/min	
ISO 9249/SAE J1349 (DIN)	161 kW 218 hp
Potencia neta (máxima): 1.200 rev/min	
ISO 9249/SAE J1349 (DIN)	183 kW 248 hp
Cilindrada	5,3 L
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los motores diésel extravalios certificados Tier 4 Interim y Final, fase IIIB y IV, y Tier 4 de Corea deben utilizar solo combustible diésel con contenido muy bajo en azufre (ULSD, Ultra Low Sulfur Diesel), con 15 ppm (EPA)/10 ppm (mg/kg) (UE) de azufre o menos. Las mezclas de biodiésel hasta B20 (20 % de mezcla por volumen) son aceptables cuando se mezclan con ULSD con 15 ppm (mg/kg) de azufre o menos. Los B20 deben cumplir con la especificación ASTM D7467 (la mezcla de biodiésel existente debe cumplir las especificaciones de biodiésel Cat ASTM D6751 o EN 14214). Se necesitan aceites Cat DEO-ULS™ o unos que cumplan las especificaciones Cat ECF-3, API CJ-4 y ACEA E9. Consulte el manual de funcionamiento y mantenimiento (OMM) para obtener recomendaciones de combustible aún más específicas para la máquina.</li> <li>• El fluido de escape diésel (DEF, Diesel Exhaust Fluid) utilizado en sistemas Cat de reducción catalítica selectiva (SCR, Selective Catalytic Reduction) debe cumplir los requisitos indicados en la norma 22241 de la Organización Internacional de Normalización (ISO).</li> <li>• El sistema de aire acondicionado de esta máquina contiene el gas refrigerante fluorado de efecto invernadero R134a (potencial de calentamiento global = 1430). El sistema contiene 1,8 kg de refrigerante, equivalente a 2574 toneladas métricas de CO<sub>2</sub>.</li> </ul>	
Capacidades de llenado de servicio	
Depósito de combustible	368 L
Depósito de DEF	17,1 L

Peso de funcionamiento		
SU XL	21 382 kg	
VPAT XL	24 060 kg	
XL para nivelación de precisión	22 650 kg	
XL estrecho	22 580 kg	
SU XW	22 185 kg	
VPAT XW	24 515 kg	
VPAT XW con hoja plegable	26 695 kg	
S LGP	23 299 kg	
VPAT LGP	24 733 kg	
VPAT LGP con hoja plegable	26 913 kg	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El peso de funcionamiento incluye la hoja, los lubricantes, el refrigerante, el depósito de combustible lleno, las cadenas estándar, la cabina ROPS/FOPS (Falling Objects Protective Structure, estructura de protección contra la caída de objetos), la barra de tiro y el operador.</li> </ul>		
Hojas		
	Capacidad	Anchura
6 SU - XL	5,55 m³	3261 mm
6 SU - XL estrecho*	4,95 m³	2990 mm
6 VPAT - XL	4,64 m³	3880 mm
6 SU - XW	5,64 m³	3562 mm
6 VPAT - XW	5,02 m³	4160 mm
6 VPAT - XW plegable	5,99 m³	3856 mm
6 S - LGP	3,79 m³	4063 mm
6 VPAT - LGP	5,02 m³	4160 mm
6 VPAT - LGP plegable	5,99 m³	3856 mm
*No disponible en todos los mercados.		

	Dimensiones									
	XL	XL para nivelación de precisión	XL estrecho	XW	LGP	VPAT XL	VPAT XW	VPAT XW plegable	VPAT LGP	VPAT LGP plegable
Anchura del tractor sin muñones (cadena estándar)	2440 mm	2440 mm	2440 mm	2792 mm	3201 mm	2717 mm	2996 mm	2996 mm	3143 mm	3143 mm
Altura de la máquina hasta antena Product Link <sup>1)</sup>	3253 mm	3253 mm	3253 mm	3253 mm	3303 mm	3253 mm	3303 mm	3303 mm	3303 mm	3303 mm
Longitud de cadena sobre el suelo	2814 mm	2814 mm	2814 mm	2814 mm	3245 mm	2814 mm	3245 mm	3245 mm	3245 mm	3245 mm
Longitud del tractor básico <sup>2)</sup>	4210 mm	4210 mm	4210 mm	4210 mm	4415 mm	4894 mm	5002 mm	5002 mm	5002 mm	5002 mm
Altura libre sobre el suelo	375 mm	375 mm	375 mm	375 mm	406 mm	375 mm	406 mm	406 mm	406 mm	406 mm
Presión sobre el suelo (ISO 16754) <sup>3)</sup>	59,7 kPa	64,7 kPa	64,5 kPa	45,8 kPa	35,2 kPa	67,4 kPa	47,7 kPa	52,0 kPa	43,3 kPa	47,2 kPa
<sup>1)</sup> Altura medida desde el nivel del suelo. Es necesario sumar la altura de la garra para obtener las dimensiones totales sobre superficies duras. Si se instala Cat GRADE con las antenas de 3D, la altura total de la máquina aumenta aproximadamente 82 mm.										
<sup>2)</sup> Añadir 218 mm para la barra de tiro. Es necesario sumar 1387 mm/1291 mm para máquinas con ripper en un bastidor de rodillos de cadena corto y largo respectivamente.										
<sup>3)</sup> Todas las dimensiones anteriores con el tren de rodaje de servicio pesado. XL y XW con hoja SU, LGP con hoja S sin implementos traseros a no ser que la norma ISO 16754 especifique o estime lo contrario.										

**Nota.** En la figura 14 se observa las especificaciones técnicas del tractor de oruga D6T-XL

CAT

### **3.1.1. Resultado del diagnóstico del área de mantenimiento**

Se realizó un análisis de la información adquirida entre los meses de noviembre 2021 a noviembre del 2022, con la ayuda del mecánico encargado del área de mantenimiento, que está relacionado directamente con el sistema de programa de mantenimientos de los equipos; de esta manera se pudo obtener diferentes puntos de vista de los cuales como se puede ver en las tablas la forma del plan de mantenimiento es el más deficiente no teniendo un programa establecido donde observamos las pérdidas de horas, la baja disponibilidad, causas de las fallas y el plan de mantenimiento preventivo esta en un nivel por debajo de lo requerido; esto se debe a que los planes de mantenimiento no tienen una base fuerte para programarse, esto influye directamente en la baja disponibilidad y evidencia el plan de mantenimiento empírico lo cual demuestra pérdidas económicas en perjuicio para la empresa.

Por último, se mostró los resultados entre los meses evaluados; evidenciando que no existe cambio entre el periodo de evaluación en especial con el sistema de mantenimiento, con lo que respecta al plan de mantenimiento no percibe un mejoramiento del sistema de mantenimiento; el gestor de mantenimiento en cambio percibe una deficiencia que continúa creciendo dado la gran cantidad de fallas inesperadas y mantenimientos correctivos que acortan el tiempo de producción.

Se establece en un aspecto general que el sistema de mantenimiento tanto en el ámbito de producción como el desarrollo del plan son deficientes y necesitan una mejora; hay que resaltar que los puntos más fuertes en donde se puede basar la mejora en el sistema de mantenimiento preventivo y capacitación del personal.

**Tabla 4**

*Registro de mantenimiento de un PM2 del tractor de oruga D65EX-16*

TRACTOR D65EX-16 PM2 - 500Hrs.	Fecha 8/10/2022	EQUIPO 5 HOROMETRO ACTUAL 7,821.00	HOROMETRO PROX MANTTO 8,071.00	
PRODUCTO	CODIGO 55 GL	CODIGO 5GL	CANTIDAD UTILIZADA	OBSERVACIONES
Filtro de Acetite de motor	6742-01-4540		1	
Filtro de tren de potencia	14X-49-61410		0	
Pre Filtro de Combustible	600-311-3620		1	
Filtro de combustible	600-319-3750		1	
Filtro Hidráulico	14X-60-31150			
Respiradero del tanque hidráulico	421-60-35170			
Filtro de aire acondicionado	20Y-979-6261			
O-ring filtro de tren de potencia	07000-72110			
O-ring filtro de aceite hidráulico	07000-15195			
Filtro de aire primario	600-185-5110			
filtro de aire Secundario	600-185-5120			
Filtro de aire acondicionado fresco	17M-911-3530			
Sistema de engrase	VAVV70129	VAVV70132		Litio 2EP
Sistema de enfriamiento	KM1400165H1	KM1400164H1		
Aceite de transmisión				
Mandos finales	VATO4305500	VATO4300500	00.0gls	SAE 30
Aceite Hidráulico HYDO10	VATO4105500	VATO4100500		SAE10
Aceite de Motor 15W40	VAP15405500	VAP15400500	7.5gls	SEA 15W40
Aceite caja del amortiguador	VATO4305500	VATO4300500	0gls	

**Nota.** Se observa solo un registro como historial más no se ve un plan

**Tabla 5**

*Registro de mantenimiento del tractor de oruga D6T-XL CAT*

<b>EQUIPO 6</b>				
<b>CAT D6 TXL</b>	<b>Fecha</b>	<b>HOROMETRO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>OTRO ALCANCES</b>
<b>PM1 - 250Hrs.</b>	<b>4/12/2021</b>	<b>13,390.00</b>		próximo mantenimiento
<b>PRODUCTO</b>	<b>CODIGO</b>	<b>CANTIDAD</b>		13,640.00
Filtro de Aceite de motor	1R -1808	1		
Filtro de Combustible	1R-0762	1		
Filtro Separador de agua	326 -1644	1		
Filtro de aceite hidráulico	6I-2502	0		
Filtro hidráulico	102-2828	0		
Filtro de Aceite de transmisión	328-3655	0		
Filtro de aire primario	1	1		
Filtro de aire acondicionado.	1	0		
filtro de aire Secundario	1R-0777	1		
Aceite de transmisión	SAE-W30	00.0gls		
Aceite de Motor	15W40	8.0gls		
Aceite hidráulico	309-6931	0gls		
Aceite de transmisión	SAE-W50	0gls		

*Nota.* Se observa solo un registro como historial más no se ve un plan

**Tabla 6**

*Registro de mantenimiento del tractor de oruga D155AX-6*

TRACTOR D155AX-6	Fecha	EQUIPO N° 07		DATOS
		HOROMETRO ACTUAL	HOROMETRO PROX MANTTO	
PM2 500Hrs	28/5/2022	16,567.00	16,817.00	ADICIONALES
PRODUCTO	CODIGO 55 GL	CODIGO 5GL	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Filtro de Acetite de motor	600-211-1340		2	
Filtro de tren de potencia	07063-51100		1	
Pre Filtro de Combustible	600-319-4540		1	
Filtro de combustible	600-319-3841		1	
Filtro Hidráulico tanque	207-60-711882		1	
Respiradero del tanque hidráulico	421-60-35170		1	
Filtro de aceite piloto	20Y-62-51691		1	
Filtro de cabina aire recirculación	20Y-979-6261		1	
Filtro de cabina aire fresco	17M-911-3530		1	
Filtro de aire primario	600-185-6110		1	
filtro de aire Secundario	600-185-6120		1	
Aceite tren de potencia, caja de engranajes, transmisión	VATO4305500	VATO4300500	40.56 GLS	SAE 30
Sistema de engrase	VAVV70129	VAVV70132		Litio 2EP
Sistema de enfriamiento	KM1400165H1	KM1400164H1		
Aceite de trasmisión Mandos finales	VATO4305500	VATO4300500	0.0gls	SAE 30
Aceite hidráulico HYDO10	VATO4105500	VATO4100500	0.0gls	SAE10
Aceite de Motor 15W40	VAP15405500	VAP15400500	12.5 GLS	SEA 15W40
Aceite caja del amortiguador	VATO4305500	VATO4300500		SAE 30

*Nota.* Se observa solo un registro como historial más no se ve un plan

**Tabla 7**

*Registro de mantenimiento del volquete Mercedes Benz Actros 3344*

EQUIPO N° 08			
MERCEDES BENZ VOLQUETE	Fecha	HOROMETRO	OBSERVACIONES OTROS ALCANCES
PM2Hrs-T4H-876	20/5/2022	4,525.0	
PRODUCTO	CODIGO	CANTIDAD	
Filtro de Aceite de motor		1	
Filtro de Combustible		1	<b>Próximo mantenimiento 4,800.0hrs</b>
Filtro Separador de agua		1	
Filtro de aire primario		1	
filtro de aire Secundario		1	
Filtro secador de aire		1	
Filtro de sistema hidráulico		1	
Aceite de corona		5.0gls	
Aceite de transmisión		5.0gls	
Aceite de Caja		5.0gls	
Aceite de Motor		8.5gls	

*Nota.* Se observa solo un registro como historial más no se ve un plan

**Diagrama de Ishikawa**

**Figura 15**

*Diagrama de causa efecto según problemas encontrados en el área de mantenimiento*



*Nota.* Se puede observar en la figura 15 las principales razones de la baja disponibilidad de los equipos causas que resaltan en las fallas frecuentes que generan las paradas inesperadas.



En la figura 15 del diagrama de causa efecto (espina de pescado) demuestra las deficiencias en las diferentes áreas relacionadas al mantenimiento donde se pudo determinar las siguientes causas.

**Mano de obra:** Debido a que los trabajadores no tienen una capacitación adecuada se realiza las actividades del mantenimiento de una forma no adecuada por eso el manejo de las máquinas no es el correcto, esto hace que su desempeño y su seguridad no sea eficiente ocasionando la baja disponibilidad de los equipos, evidenciándose también que el personal no usa el EPP adecuado para realizar sus actividades.

### **Figura 16**

*Personal realizando mantenimiento sin los EPP'S adecuado*



**Maquinaria:** Se encontró maquinas paradas por. Sistema eléctrico en mal estado, sistema de corte en mal estado, por falta de mantenimiento preventivo, por sistema de frenos en mal estado motivos por los cuales presentan fallas ocasionando tiempos de para, llegando a ocasionar la baja disponibilidad de la maquinaria y generando problemas en la

producción, se observa que no cuentan con manuales de mantenimiento ni un check list rutinario para el registro y seguimiento de los equipos.

**Medio ambiente:** El ambiente de trabajo se observa inadecuado, se encontraron las herramientas, máquinas y materiales de trabajo desordenados, por otro lado, existe gran cantidad de polvo, lodo y clima adverso dañando las máquinas lo cual ocasiona un mal trabajo de mantenimiento y del mismo modo afecta a los componentes de los equipos y a la salud de los trabajadores, así se observa en la figura 16.

### **Figura 17**

*Ambiente inadecuado para realizar el trabajo*



*Nota.* En la figura 17 se observa falta de higiene y área inadecuada para el mantenimiento.

**Material:** El abastecimiento logístico de la empresa se encuentra deficiente, no se cuenta con stock, los proveedores son de productos alternativos y se obtienen a través de crédito lo cual genera demoras en la provisión de los productos y los mismos no garantizan un buen rendimiento porque son de procedencia distinta a la casa de los equipos, por lo que no

hay un adecuado y suficientes repuestos y materiales para realizar un mantenimiento oportuno y eficaz.

**Método:** Constructora Janley S.R.L, no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas, su sistema de mantenimiento es empírico, no existen formatos, guías, check list, ni hojas de control que ayuden con el sistema para el mantenimiento de las máquinas.

**Medición:** No se cuenta con un programa o un instrumento para medir, presiones de combustión, de presión hidráulica y tampoco un registro horas programadas para el mantenimiento de las máquinas, no hay una regulación constante de mantenimientos preventivos y correctivos.

### **3.1.2. Criticidad de la flota de equipos de la empresa Constructora Janley S.R.L.**

Se seleccionó toda la flota para determinar los equipos más críticos del proceso y que presenten la mayor cantidad de fallas, cuyo paro provoque consecuencias de graves pérdidas al proceso y por causa de la baja disponibilidad también se reflejen en pérdidas económicas para la empresa y el cliente donde se encontró los siguientes resultados.

Preguntas que se tomó en cuenta para la evaluación.

1. ¿Qué pasa con la producción cuando los equipos fallan?
2. ¿Cuáles son las consecuencias cuando los equipos fallan?
3. ¿Cuál es el costo fijo de los equipos?
4. ¿Cuándo fallan los equipos se pueden conseguir repuestos rápidamente?

**Tabla 8**

*Matriz de valores de ponderación (López Ríos, 2021)*

Nº	Variables	Valor cualitativo	Ponderación
1	Producción	para	4
		Reduce	2
		No para	0
2	Valor técnico - económico	Alto	4
		Medio	2
		Bajo	1
Consecuencias			
3	Afecta a otros activos	Si	2
		No	0
4	Al proceso	Si	3
		No	0
5	A la seguridad	Si	1
		No	0
6	Al ambiente	Si	1
		No	0
7	Dependencia logística	Extranjero	2
		Extranjero/Local	1
		Local	0
		Terceros	2
8	Dependencia de mano de obra	Terceros/Propia	1
		Propia	0
		Alta	1
9	Probabilidad de falla	Media/Baja	0
		Alta	1
10	Facilidad de reparación	Media/Baja	0
		Único	2
11	Flexibilidad en el sistema	By -. Pass	1
		Stand by	0

*Nota.* Según la tabla 8 podemos ponderar la calificación para diagnosticar el nivel del mantenimiento preventivo actual de los equipos.

**Tabla 9**

*Cuadro de escala de referencia (López Ríos, 2021)*

Escala de referencia	De	Hasta	Estrategia
Crítica	20	23	Optimizar plan de mantenimiento
Importante	13	19	Optimizar plan de mantenimiento
Conveniente	7	12	M. Genérico
Opcional	0	6	M. Genérico

*Nota.* En la tabla 9 nos asesoramos para evaluar la criticidad de los equipos.

**Tabla 10**

*Evaluación de criticidad de los equipos (López Ríos, 2021)*

N°	Activo	Cantidad	Variables											Total	Criticidad
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	Tractor de orugas	3	4	4	2	3	2	2	1	1	1	0	1	21	crítico
2	Excavadora	1	4	4	2	3	2	2	1	1	1	0	1	21	crítico
3	Volquete	5	2	2	2	3	2	2	1	1	0	1	1	17	Importante
4	Camioneta	3	4	4	2	3	1	1	0	0	0	1	2	18	Importante

*Nota.* De acuerdo a la evaluación se observa que los tractores de orugas, la excavadora y los volquetes se encuentran en una escala de crítico e importante.

En el siguiente análisis se muestra el grado de criticidad obtenido para cada uno de los equipos según la categoría, mediante el modelo de criticidad semicuantitativo. Se obtuvieron 4 equipos con un grado de crítico y 8 en importante o mediana criticidad. Es conocido que un análisis de criticidad es una herramienta de jerarquización de equipo, de acuerdo a su importancia, lo que nos permite seleccionar a los equipos con un mayor grado de criticidad y tomar acción sobre ellos. En la presente Tesis se utilizó el análisis de

criticidad para asignar los tiempos de parada por mantenimiento preventivo y correctivo de acuerdo al grado de criticidad que obtuvieron los equipos, por ejemplo, los tractores de orugas y la excavadora, obtuvieron un grado crítico por lo que se considera implementar con urgencia el plan de mantenimiento preventivo igual que a los camiones y camionetas de auxilio mecánico que obtuvieron una condición de medio crítico o importante como se puede observar en la tabla 10. (López Ríos, 2021)

### 3.2. Resultados del diagnóstico de la variable independiente

#### 3.2.1. Deficiencias encontradas que ocasionan la baja disponibilidad de la maquinaria

**Tabla 11**

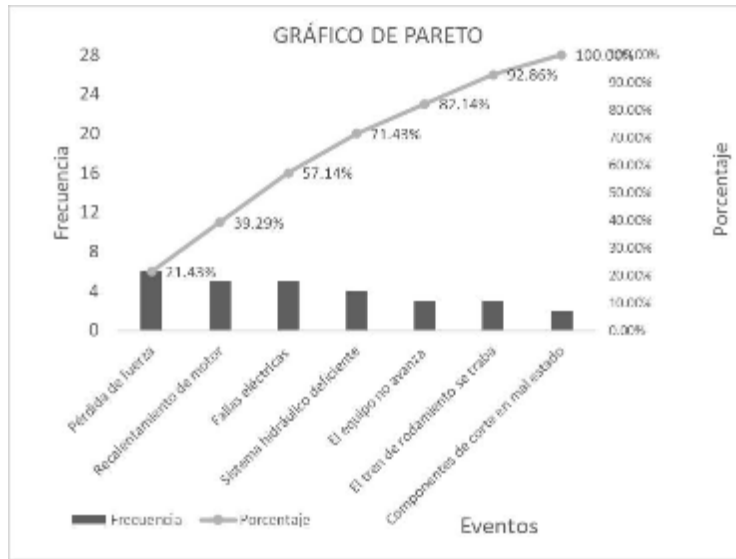
*Eventos del equipo 5 tractor de orugas D65EX-16 según análisis pareto 80 20*

N° DE EVENTOS	EVENTOS	FRECUENCIA	%	F. ACUMULADA	% ACUMULADO
1	Pérdida de fuerza	6	21.43%	6	21.43%
2	Recalentamiento de motor	5	17.86%	11	39.29%
3	Fallas eléctricas	5	17.86%	16	57.14%
4	Sistema hidráulico deficiente	4	14.29%	20	71.43%
5	El equipo no avanza	3	10.71%	23	82.14%
6	El tren de rodamiento se traba	3	10.71%	26	92.86%
7	Componentes de corte en mal estado	2	7.14%	28	100.00%
TOTAL		28	100.00%		

**Nota:** En la tabla 11 se observa los eventos que generan la mayor pérdida de horas en el tractor por lo que la frecuencia es muy alta en las paradas del equipo en horas de trabajo dentro de un mes y sin el mantenimiento planificado, se dan de forma espontánea en cualquier momento.

**Figura 18.**

*Diagrama de Pareto 80 20 para el tractor de oruga D65EX-16*



**Nota:** En la figura 18 se observa con bastante relevancia los puntos en que debe priorizar la empresa para mejorar la disponibilidad de dicho equipo, para minimizar o eliminar los eventos intempestivos en horas de producción.

**Tabla 12**

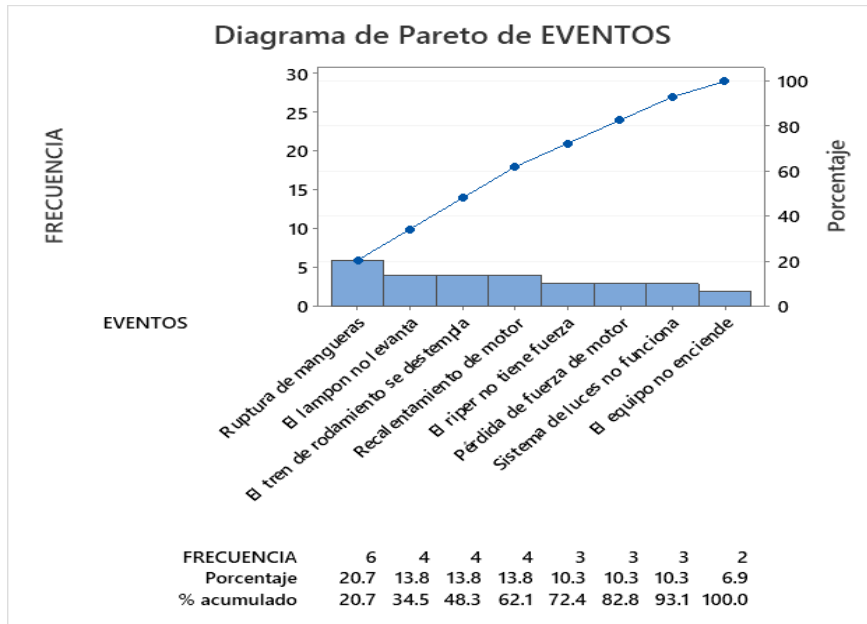
*Eventos del equipo 6 tractor de oruga D6T-XL CAT según análisis de pareto 80 20.*

N° DE EVENTOS	EVENTOS	FRECUENCIA	%	% ACUMULADA	% ACUMULADO
1	Ruptura de mangueras	6	20.69%	6	20.69%
2	Recalentamiento de motor	4	13.79%	10	34.48%
3	Pérdida de fuerza de motor	3	10.34%	13	44.83%
4	El lampón no levanta	4	13.79%	17	58.62%
5	El ripper no tiene fuerza	3	10.34%	20	68.97%
6	El equipo no enciende	2	6.90%	22	75.86%
7	El tren de rodamiento se destempla	4	13.79%	26	89.66%
8	Sistema de luces no funciona	3	10.34%	29	100.00%
TOTAL		29	100.00%		

**Nota:** En la tabla 12 se observa los eventos que generan la mayor pérdida de horas en el tractor D6T-XL CAT por lo que la frecuencia es muy alta en las paradas del equipo en horas de trabajo dentro de un mes y sin el mantenimiento planificado, se dan de forma espontánea en cualquier momento.

**Figura 19**

Diagrama de Pareto 80 20 para el tractor de oruga D6T-XL CAT



**Ecuación 1.** Cálculo de disponibilidad de la flota de equipos de la empresa Constructora Janley S.R.L

$$100 \div 8 = 12.50\%$$

$$12.5 \times 6 = 75\%$$

**Nota:** Teniendo los resultados del análisis del diagrama de Pareto para las fallas del tractor D6T-XL CAT se define que necesitamos un esfuerzo del 75% para solucionar los eventos que muestran una baja disponibilidad del equipo.



**Tabla 13**

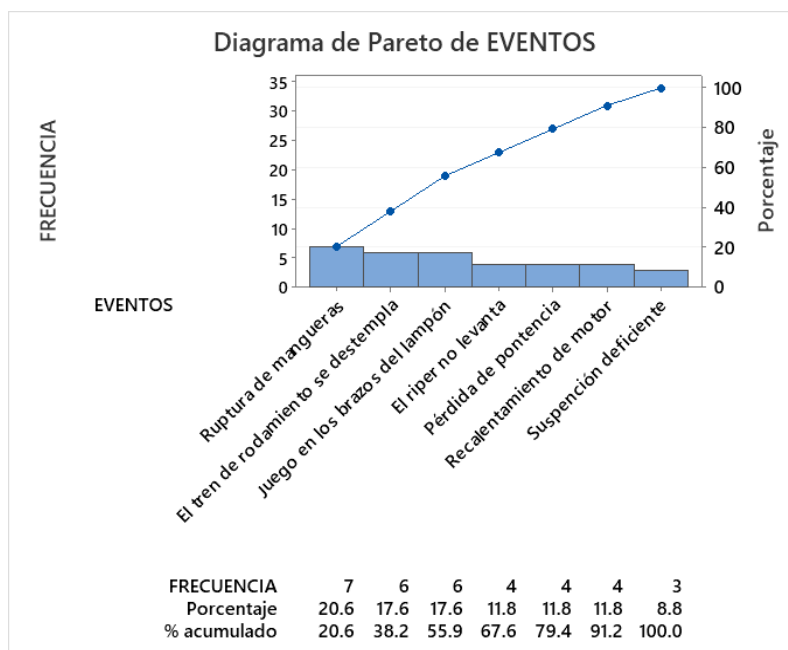
*Eventos registrados del equipo 7 tractor de oruga D155AX-6 para análisis de pareto 80 20.*

Nº DE EVENTOS	EVENTOS	FRECUENCIA	%	F. ACUMULADA	% ACUMULADO
1	Ruptura de mangueras	7	20.59%	7	20.59%
2	Recalentamiento de motor	4	11.76%	11	32.35%
3	Juego en los brazos del lampón	6	17.65%	17	50.00%
4	El ripper no levanta	4	11.76%	21	61.76%
5	Pérdida de potencia	4	11.76%	25	73.53%
6	El tren de rodamiento se destempla	6	17.65%	31	91.18%
7	Suspensión deficiente	3	8.82%	34	100.00%
TOTAL		34	100.00%		

*Nota:* En la tabla 13 se observa los eventos que generan la mayor pérdida de horas en el tractor D155AX-6, por lo que la frecuencia es muy alta en las paradas del equipo en horas de trabajo dentro de un mes y sin el mantenimiento planificado, se dan de forma espontánea en cualquier momento realizaremos el análisis de pareto para ratificar los puntos más relevantes a priorizar.

**Figura 20**

*Diagrama de pareto 80 20 para el equipo 7 D155AX-6*



$$100 \div 7 = 14.3\%$$

$$14.3 \times 5 = 71.5\%$$

**Nota:** Teniendo los resultados del análisis del diagrama de la figura 20 de Pareto para las fallas del tractor D155AX-6 se define que necesitamos un esfuerzo del 71.5% para solucionar los eventos que generan la baja disponibilidad del equipo.

**Tabla 14**

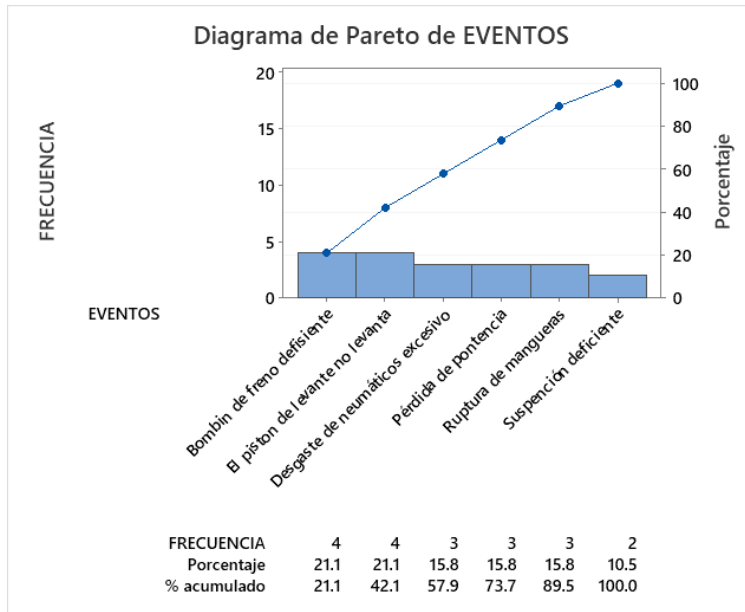
*Eventos del equipo 8 Mercedes Benz para el análisis de Pareto 80/20.*

N° DE EVENTOS	EVENTOS	FRECUENCIAS	%	F. ACUMULADA	% ACUMULADO
1	Ruptura de mangueras	3	15.79%	3	15.79%
2	El pistón de levante no levanta	4	21.05%	7	36.84%
3	Desgaste de neumáticos excesivo	3	15.79%	10	52.63%
4	Pérdida de potencia	3	15.79%	13	68.42%
5	Bombín de freno deficiente	4	21.05%	17	89.47%
6	Suspensión deficiente	2	10.53%	19	100.00%
TOTAL		19	100.00%		

**Nota:** En la tabla 14 se observa los eventos que generan la mayor pérdida de horas en el equipo 8 volquete Mercedes Benz Actros 3344, por lo que la frecuencia es muy alta en las paradas del equipo en horas de trabajo dentro de un mes y sin el mantenimiento planificado, se dan de forma espontánea en cualquier momento realizaremos el análisis de Pareto para ratificar los puntos más relevantes a priorizar.

**Figura 21**

Diagrama de Pareto 80 20 para el equipo 8 volquete Mercedes Benz Actros 3344



$$100 \div 6 = 16.66\%$$

$$16.66 \times 4 = 66.66\%$$

**Nota:** Teniendo los resultados del análisis del diagrama 21 de Pareto para las fallas del volquete Mercedes Benz Actros 3344 se define que necesitamos un esfuerzo del 66.66% para solucionar los eventos que generan la baja disponibilidad del equipo.

### **3.2.2. Resultados del mantenimiento y análisis global de la flota de equipos**

El informe de fallas iniciales se constituye en el historial de observaciones de desperfectos o fallas de mantenimiento concernientes a la maquinaria de la empresa Constructora Janley S.R.L, dividiendo de forma sistemática las fallas de mantenimiento en cinco subgrupos de importancia, tales como sistema hidráulico, sistema de carrilería, sistema eléctrico, sistema de motor, y sistema de transmisión para poder clasificar a las fallas, englobando a su vez los datos concernientes a número de horas trabajadas en la reparación asociada, así como el número de reparaciones correspondientes en la flota de equipos en el que se ha cogido para dicho estudio.

Se encuentra un deficiente sistema de mantenimiento preventivo, resaltando considerablemente las paradas no programadas por averías imprevistas de la maquinaria, donde las horas por mantenimientos correctivos en la mayoría de los equipos son preocupantes generando pérdidas de gran magnitud para la empresa, se observa una relevante secuencia de horas promedio en reparaciones que se registran en 2.4 horas por avería y en cada 74 horas una parada, este resultado se manifiesta en la baja disponibilidad operacional de los equipos en el área de operaciones, lo cual es una mala imagen de servicio para los clientes a quienes la empresa ofrece sus servicios, entonces exige la implementación de un buen plan de mantenimiento preventivo para mejorar el rendimiento y sucesivamente aumentar la disponibilidad operacional de los equipos de la empresa Constructora Janley S.R.L.

**Tabla 15**

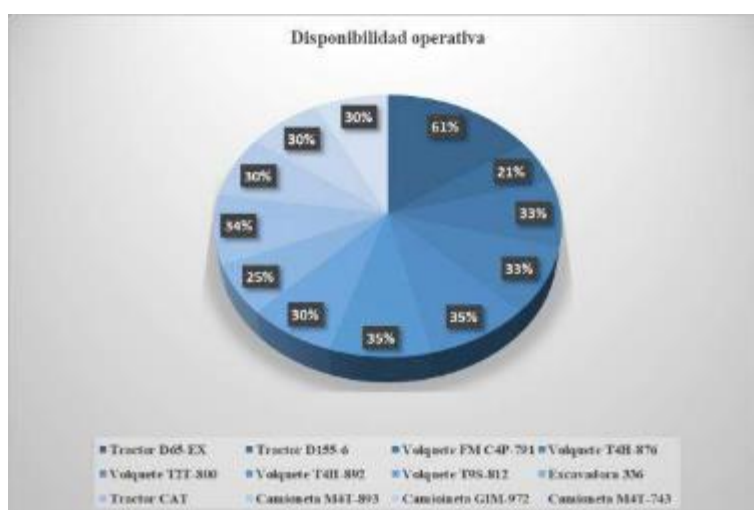
*Análisis global de la situación actual del mantenimiento año2021 enlazado a las dos variables*

N°	Unidad	Horas programadas	Horas trabajadas	N° De averías	Horas de mantenimiento programadas	Horas de mantenimiento No programadas	MTBS- Tiempo medio entre parada	MTTR- Tiempo medio de reparación	Disponibilidad mecánica
1	Tractor D65-EX	7300	4489	120	96	240	168	2.8	61%
2	Tractor D155-6	7300	1510	144	96	264	180	2.5	21%
3	Volquete FM C4P-791	7300	2400	60	48	72	60	2.0	33%
4	Volquete T4H-876	7300	2400	72	36	84	60	1.7	33%
5	Volquete T2T-800	7300	2568	48	48	60	54	2.3	35%
6	Volquete T4H-892	7300	2520	84	24	108	66	1.6	35%
7	Volquete T9S-812	7300	2160	36	48	60	54	3.0	30%
8	Excavadora 336 DL	7300	1800	96	60	108	84	1.8	25%
9	Tractor CAT Camioneta	7300	2500	72	72	72	72	2.0	34%
10	M4T-893 Camioneta	7300	2184	24	12	60	36	3.0	30%
11	GIM-972 Camioneta	7300	2184	36	12	48	30	1.7	30%
12	M4T-743 Camioneta	7300	2184	12	12	36	24	4.0	30%

**Nota:** Se obtiene una disponibilidad de la maquinaria en su totalidad por debajo de lo requerido y se puede concluir pérdidas de gran magnitud para la empresa, estos resultados corresponden al periodo de enero a diciembre del 2021, como muestra la tabla 15.

**Figura 22**

*Gráfica demostrativa del mantenimiento de la flota de equipos año 2021.*



**Nota:** La figura 22 demuestra con más claridad la baja disponibilidad de la flota de equipos de la empresa, es imprescindible optar por implementar el plan de mantenimiento preventivo para mejorar estos niveles que definitivamente están generando pérdidas económicas de gran consideración.

**Tabla 16**

*Resumen de mantenimiento según sus áreas actualizadas según datos recogidos año 2022*

<b>MANTENIMIENTO ACTUAL DE LOS EQUIPOS</b>	
Mantenimiento correctivo no planificado	44%
mantenimiento correctivo planificado	15%
Preventivo	39%
Predictivo	2%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

**Nota:** De acuerdo con los datos obtenidos encontramos el sistema de mantenimiento con grandes deficiencias que confirman la baja disponibilidad de la flota de la maquinaria, un alto 44% de mantenimientos correctivos no planificados, un escaso 39% el mantenimiento preventivo cuando debería ser el 80% en un nivel óptimo y más preocupante aún el mantenimiento predictivo así muestra los resultados la tabla 15 y la figura 23.

**Figura 23**

*Representación gráfica del mantenimiento actual año 2022*



**Figura 24**

*Tractor de oruga D65EX-16*



**Tabla 17**

*Relación de eventos en el año 2022 del tractor de oruga D65EX-16*

Equipo	Número de eventos	Tiempo de reparación	Horas efectivas	Descripción de la falla	Sistema	Criticidad	Horas programadas
D65EX-16	20	120	480	Ruptura de manguera	Hidráulico	1	600
D65EX-16	15	120	480	Pérdida de potencia del motor	Inyección	1	600
D65EX-16	12	72	528	Fallas en el arrancador	Eléctrico	2	600
D65EX-16	48	240	360	Reposición de elementos de corte rutinario	Estructural	2	600
D65EX-16	360	576	24	Graseras tapadas	Lubricación	2	600
D65EX-16	8	64	536	Bomba de aceite no responde	Inyección	1	600
D65EX-16	15	60	540	Brazo del lampón no levanta	Hidráulico	2	600
D65EX-16	14	112	488	Pérdida de potencia del sistema hidráulico	Hidráulico	1	600
D65EX-16	18	108	492	Tren de carrilería se destempla	Trasmisión	2	600
D65EX-16	20	120	480	Fuga de a aceite en los rodillos	Trasmisión	2	600
D65EX-16	12	72	528	Brazo de regulación se sale	Estructural	2	600
D65EX-16	16	96	504	Sistema eléctrico falla	Eléctrico	2	600
	558	1760	5440				7200

CRITICIDAD	
1	Urgente
2	Crítico
3	Normal

**Nota:** Se observa que en el periodo del año 2022 se perdió 1,760 horas en eventos intempestivos según tabla 16.

**Figura 25**

*Tractor de oruga D6T-XL CAT*



**Tabla 18**

*Relación de eventos del tractor D6T-XL CAT año 2022*

<b>Evento</b>	<b>Número de eventos</b>	<b>Tiempo de reparación</b>	<b>Horas efectivas</b>	<b>Descripción de la falla</b>	<b>Sistema</b>	<b>Criticidad</b>	<b>Horas programadas</b>
D6T-XL	20	160	440	Recalentamiento de motor	Enfriamiento	1	600
D6T-XL	15	120	480	Pérdida de potencia del motor	Mecánico	1	600
D6T-XL	20	120	480	Exceso consumo de combustible	Inyección	2	600
D6T-XL	36	216	384	Desgaste excesivo de elementos de corte	Estructural	2	600
D6T-XL	22	132	468	Ruptura de retenes y sellos	Hidráulico	2	600
D6T-XL	12	84	516	Problemas de arranque de motor	Mecánico	1	600
D6T-XL	15	90	510	Brazo del lampón no levanta	Hidráulico	2	600
D6T-XL	18	108	492	Tablero de fusibles hace corte	Eléctrico	1	600
D6T-XL	19	152	448	Fuja de aceite por los rodillos	Trasmisión	2	600
D6T-XL	15	90	510	Brazo del ripper no levanta	Hidráulico	2	600
D6T-XL	20	80	520	Faros inoperativos	Eléctrico	2	600
D6T-XL	22	132	468	Sistema de suspensión golpea	Estructural	2	600
<b>TOTALES</b>	<b>234</b>	<b>1484</b>	<b>5716</b>				<b>7200</b>

<b>CRITICIDAD</b>	
1	Urgente
2	Crítico
3	Normal

**Nota:** Se observa que en el periodo del año 2022 se perdió 1,484 horas en eventos intempestivos según tabla 17.



**Figura 26**

*Tractor de oruga D155AX-6 KOMATSU*



**Tabla 19**

*Eventos del tractor de oruga D155AX-6 KOMATSU año 2022*

Equipo	Número de eventos	Tiempo de reparación	Horas efectivas	Descripción de la falla	Sistema	Criticidad	Horas programadas
D155AX-6	25	150	450	Ruptura de manguera	Hidráulico	1	600
D155AX-6	30	240	360	Pérdida de potencia del motor	Mecánico	1	600
D155AX-6	13	78	522	Revisión del alternador (cambio)	Eléctrico	2	600
D155AX-6	36	216	384	Reposición de elementos de corte	Estructural	2	600
D155AX-6	180	594	6	Graseras tapadas	Mecánico	2	600
D155AX-6	15	120	480	Bomba de inyección no responde	Mecánico	1	600
D155AX-6	12	72	528	Brazo del lampón no levanta	Hidráulico	2	600
D155AX-6	14	126	474	Pérdida de potencia del sistema hidráulico	Hidráulico	1	600
D155AX-6	19	114	486	Tren de carrilería se destempla	Trasmisión	2	600
D155AX-6	13	104	496	Pérdida de tracción en la trasmisión	Mecánico	1	600
D155AX-6	6	72	528	Ruptura reten interno compartimiento de motor	Mecánico	1	600
D155AX-6	16	96	504	Sistema eléctrico falla	Eléctrico	2	600
<b>TOTALES</b>	<b>379</b>	<b>1982</b>	<b>5218</b>				<b>7200</b>

**CRITICIDAD**

1 Urgente

2 Crítico

3 Normal

**Nota:** Se observa que en el periodo del año 2022 se perdió 1,982 horas en eventos intempestivos según tabla 19.

**Figura 27**

*Volquete Mercedes Benz Actros 3344.*



**Tabla 20**

*Eventos del volquete Mercedes Benz Actros 3344 año 2022*

Equipo	Número de eventos	Tiempo de reparación	Horas efectivas	Descripción de la falla	Sistema	Criticidad	Horas programadas
ACTROS 3344	20	200	400	Bomba de inyección de aceite no responde	Inyección	1	600
ACTROS 3344	9	72	528	Botella hidráulica no levanta	Hidráulico	2	600
ACTROS 3344	96	384	216	Graseras se tapan	Lubricación	2	600
ACTROS 3344	14	112	488	Pérdida de fuerza de avance	Mecánico	1	600
ACTROS 3344	15	180	420	Pérdida de potencia del motor	Mecánico	1	600
ACTROS 3344	16	128	472	Pérdida de potencia en el pistón de levante	Hidráulico	2	600
ACTROS 3344	6	48	552	Reposición de neumáticos reencauchados	Rodamiento	2	600
ACTROS 3344	12	72	528	Revisión del alternador (cambio)	Eléctrico	2	600
ACTROS 3344	16	96	504	Ruptura de manguera	Hidráulico	2	600
ACTROS 3344	21	168	432	Sistema de frenos	Mecánico	1	600
ACTROS 3344	15	120	480	Sistema eléctrico falla	Eléctrico	2	600
ACTROS 3344	18	144	456	Tensión del cardan y cruces se zafa	Mecánico	2	600
<b>TOTALES</b>	<b>258</b>	<b>1724</b>	<b>5476</b>				<b>7200</b>

**CRITICIDAD**

1 Urgente

2 Crítico

3 Normal

**Nota:** Se observa que en el periodo del año 2022 se perdió 1,724 horas en eventos intempestivos según tabla 20.

**Tabla 21**

*Evaluación del mantenimiento aplicado a la flota de equipos antes del plan.*

N°	Equipo	Método del mantenimiento		Inspecciones preventivas		Actividades de lubricación		Mantenimiento PM3		Mantenimiento PM4	
		Programado	No programado	Ejecutado	No ejecutado	Ejecutado	No ejecutado	Ejecutado	No ejecutado	Ejecutado	No ejecutado
1	Tractor D65-EX	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2	Tractor D155-6	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
3	Volquete C4P-791	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
4	Volquete T4H-876	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
5	Volquete T2T-800	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
6	Volquete T4H-892	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
7	Volquete T9S-812	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
8	Excavadora 336	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
9	Tractor CAT	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
10	Camioneta M4T-893	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
11	Camioneta GIM-972	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
12	Camioneta M4T-743	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
TOTALES		0	12	0	12	9	3	0	12	9	3

*Nota:* Información recogida de la empresa Constructora Janley S.R. L

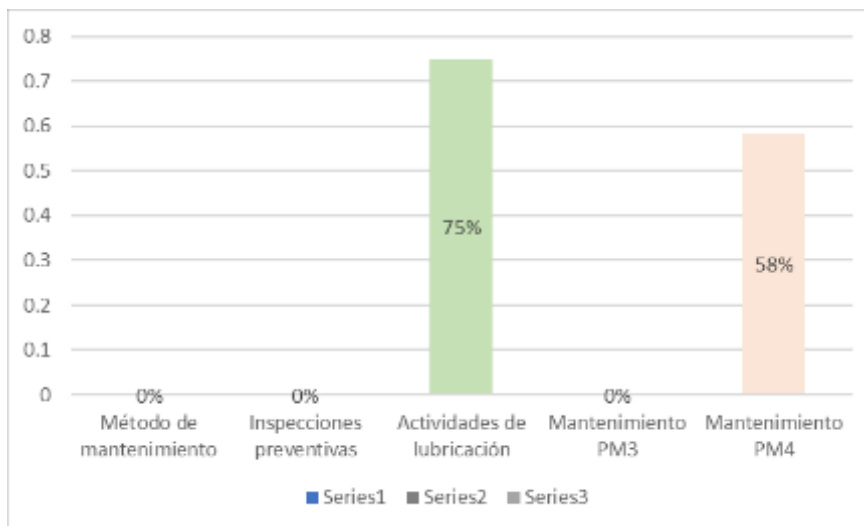
**Tabla 22**

*% de resultado según evaluación del mantenimiento*

Proceso	Equipo	Equipos asignados	% Cumplimiento
1 Método de mantenimiento	0	12	0%
2 Inspecciones preventivas	0	12	0%
3 Actividades de lubricación	9	12	75%
4 Mantenimiento PM3	0	12	0%
5 Mantenimiento PM4	7	12	58%

**Figura 28**

*Representación gráfica del cumplimiento de mantenimiento*



Como se observa en la figura 28 del 100 % (12) unidades de la flota de maquinaria pesada el porcentaje de cumplimiento en relaciona a los diferentes campos del mantenimiento solo dos cumplen en un 75% regular y un 58% bajo.

**Tabla 23**

*Dimensión del mantenimiento predictivo*

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Técnica Predictiva</b>
1	Cadenas	Cuando es visible el desgaste
2	Cucharones	Cuando es visible el desgaste
3	Neumáticos	Se mide la presión
4	Aceite de motor, tanque hidráulico, transmisión y caja	No se hacen ninguna prueba
5	Puntas y cuchillas	Llega a su límite y se reemplaza

**Nota:** Se encuentra que no existe ningún plan para el mantenimiento predictivo, solo se actúa cuando es visible el desgaste de los componentes o cuando ya es notorio las deficiencias de funcionamiento de los equipos.

**Tabla 24**

*Dimensión del mantenimiento preventivo*

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Técnica Preventiva</b>
1	Cadenas	Mediante la observación
2	Cucharones	Mediante la observación
3	Neumáticos	Mediante la observación
4	Aceite de motor, tanque hidráulico, transmisión y caja	No se hacen ninguna prueba
5	Puntas y cuchillas	Cuando el operador reporta

**Nota:** Se encuentra que la acción para el mantenimiento preventivo es mínima, solo se actúa cuando es visible el desgaste de los componentes o cuando ya es notorio las deficiencias de funcionamiento de los equipos.

**Tabla 25**

*Dimensión del mantenimiento correctivo*

N°	Descripción	Técnica correctiva
1	Cadenas	Cuando ya existen daños
2	Cucharones	Cuando ya existen daños
3	Neumáticos	Cuando ya existen daños
4	Aceite de motor, tanque hidráulico, transmisión y caja	Cuando ya existen daños
5	Puntas y cuchillas	Cuando ya existen daños

**Nota:** Se encuentra que la acción para el mantenimiento correctivo es alta, el mayor % de las actividades se actúa cuando los componentes y elementos ya sufren daños las deficiencias de funcionamiento de los equipos se manifiestan en la baja disponibilidad operacional.

**Tabla 26**

*Evaluación del mantenimiento en sus diferentes áreas*

Descripción	%
Mantenimiento correctivo no planificado	44%
mantenimiento correctivo planificado	15%
Preventivo	39%
Predictivo	2%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

**Figura 29**

*Representación gráfica de la situación en la que se encontró el mantenimiento*



Realizado el estudio de la variable se define que el mal plan de mantenimiento preventivo arrastra a pérdidas considerables en productividad operacional de los equipos, reflejados en la baja disponibilidad de servicio, es indispensable implementar un plan de mantenimiento más efectivo y consiente para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Constructora Janley S.R.L.

### **3.3. Análisis de, tiempo promedio de fallas, reparación y disponibilidad (V.D)**

#### **3.3.1.-Tiempo promedio entre fallas**

“Es el tiempo medio transcurrido entre fallas sucesivas de un producto reparable o de un servicio. En el caso de manufactura existe un periodo en el cual el producto o pieza fallada es reparada. Se busca en estos casos desarrollar metodologías que agilicen el tiempo de reparación” (Acuña Acuña, 2022)

**Ecuación 2. Tiempo promedio entre fallas**

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{tiempo de inoperatividad}}{\text{Tiempo total de paradas}}$$

**Tabla 27**

*Registro de información del tractor de orugas D65EX-16 KOMATSU - 2022*

MES	Horas programadas	Número de eventos F	Tiempo de reparación	Horas efectivas	MTBF
1	600	20	120	480	24.0
2	600	15	120	480	32.0
3	600	12	72	528	44.0
4	600	48	240	360	7.5
5	600	360	576	24	0.1
6	600	8	64	536	67.0
7	600	15	60	540	36.0
8	600	14	112	488	34.9
9	600	18	108	492	27.3
10	600	20	120	480	24.0
11	600	12	72	528	44.0
12	600	16	96	504	31.5
<b>TOTALES</b>	<b>7200</b>	<b>558</b>	<b>1760</b>	<b>5440</b>	<b>9.75</b>

$$MTBF \text{ TR D65EX} = \frac{5440 \text{ Hrs}}{558 \text{ Fallas}} = 9.75 \quad \text{Tiempo promedio entre fallas}$$

Se observa que el promedio de tiempo entre fallas es de 9.75 horas, lo que se puede explicar como preocupante la frecuencia de fallas del tractor exige corregir a la brevedad, se puede ver en la tabla 27.



**Tabla 28**

*Registro de información del tractor de orugas D6T-XL CAT- 2022*

MES	Horas programadas	Número de eventos F	Tiempo de reparación	Horas efectivas	MTBF
1	600	20	160	440	22.0
2	600	15	120	480	32.0
3	600	20	120	480	24.0
4	600	36	216	384	10.7
5	600	22	132	468	21.3
6	600	12	84	516	43.0
7	600	15	90	510	34.0
8	600	18	108	492	27.3
9	600	19	152	448	23.6
10	600	15	90	510	34.0
11	600	20	80	520	26.0
12	600	22	132	468	21.3
<b>TOTALES</b>	<b>7200</b>	<b>234</b>	<b>1484</b>	<b>5716</b>	<b>24.43</b>

$$\text{MTBF TR D6T-XL} = \frac{5716 \text{ Hrs}}{234 \text{ fallas}} = 24.43 \quad \text{Tiempo promedio entre fallas}$$

Se observa que el promedio de tiempo entre fallas es de 24.43 horas, lo que se puede explicar que el tractor falla en una frecuencia muy corta como se puede ver en la tabla 33.

**Tabla 29**

*Registro de información del tractor de orugas D155AX-6 KOMATSU- 2022*

MES	Horas programadas	Número de eventos F	Tiempo de reparación	Horas efectivas	MTBF
1	600	25	150	450	18.0
2	600	30	240	360	12.0
3	600	13	78	522	40.2
4	600	36	216	384	10.7
5	600	180	594	6	0.0
6	600	15	120	480	32.0
7	600	12	72	528	44.0
8	600	14	126	474	33.9
9	600	19	114	486	25.6
10	600	13	104	496	38.2
11	600	6	72	528	88.0
12	600	16	96	504	31.5
<b>TOTALES</b>	<b>7200</b>	<b>379</b>	<b>1982</b>	<b>5218</b>	<b>13.77</b>

$$\text{MTBF TR D155AX-6} = \frac{5218 \text{ Hrs}}{379 \text{ fallas}} = 13.77 \quad \text{Tiempo promedio entre fallas}$$

Se observa que el promedio de tiempo entre fallas es de 13.77 horas, lo que se puede explicar que el tractor falla en una frecuencia preocupante como se puede ver en la tabla 29.

**Tabla 30**
*Registro de información del volquete Mercedes Benz ACTROS3344- 2022*

MES	Horas programadas	Número de eventos F	Tiempo de reparación	Horas efectivas	MTBF
1	600	20	200	400	20.0
2	600	9	72	528	58.7
3	600	96	384	216	2.3
4	600	14	112	488	34.9
5	600	15	180	420	28.0
6	600	16	128	472	29.5
7	600	6	48	552	92.0
8	600	12	72	528	44.0
9	600	16	96	504	31.5
10	600	21	168	432	20.6
11	600	15	120	480	32.0
12	600	18	144	456	25.3
<b>TOTALES</b>	<b>7200</b>	<b>258</b>	<b>1724</b>	<b>5476</b>	<b>21.22</b>

$$\text{MTBF VOL. MERCEDES BENZ} = \frac{5476 \text{ Hrs}}{258 \text{ fallas}} = 21.22 \quad \text{Tiempo promedio entre fallas}$$

Se observa que el promedio de tiempo entre fallas es de 21.22 horas, lo que se puede explicar que el volquete falla en una frecuencia preocupante como se puede ver en la tabla 30. El faltante de las horas programadas se registra como horas staby por falta de frente o por ausencia del equipo según información de registro en todos los equipos.

### 3.3.2. Tiempo promedio para reparar (MTTR)

“El MTTR para un determinado período se calcula dividiendo las horas totales usadas en reparaciones en determinado período entre el número de paradas que la máquina tuvo por motivos mecánicos en dicho período. De igual manera no se consideran las paradas operativas” (Zegarra, 2016)

#### Ecuación 3 Tiempo promedio para reparar

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones}}{\text{Número total de reparaciones}}$$

**Tabla 31**

*Registro de información del tractor de oruga D65EX-16 KOMATSU- 2022*

MES	Horas programadas	Número de eventos F	Tiempo de reparación	Horas efectivas	MTTR
1	600	20	120	480	6.0
2	600	15	120	480	8.0
3	600	12	72	528	6.0
4	600	48	240	360	5.0
5	600	360	576	24	1.6
6	600	8	64	536	8.0
7	600	15	60	540	4.0
8	600	14	112	488	8.0
9	600	18	108	492	6.0
10	600	20	120	480	6.0
11	600	12	72	528	6.0
12	600	16	96	504	6.0
<b>TOTALES</b>	<b>7200</b>	<b>558</b>	<b>1760</b>	<b>5440</b>	<b>3.15</b>

$$MTTR \text{ TRACTOR D65EX-16} = \frac{1760 \text{ Hrs}}{558 \text{ Fallas}} = 3.15 \text{ Tiempo promedio de reparación}$$

De acuerdo con los resultados de la tabla 31 se demuestra que el tiempo promedio de reparación es de 3.15 horas por parada o por reparación de cada falla.

**Tabla 32**

*Registro de información del tractor de oruga D6T-XL CAT- 2022*

MES	Horas programadas	Número de eventos F	Tiempo de reparación	Horas efectivas	MTTR
1	600	20	160	440	8.0
2	600	15	120	480	8.0
3	600	20	120	480	6.0
4	600	36	216	384	6.0
5	600	22	132	468	6.0
6	600	12	84	516	7.0
7	600	15	90	510	6.0
8	600	18	108	492	6.0
9	600	19	152	448	8.0
10	600	15	90	510	6.0
11	600	20	80	520	4.0
12	600	22	132	468	6.0
<b>TOTALES</b>	<b>7200</b>	<b>234</b>	<b>1484</b>	<b>5716</b>	<b>6.34</b>

$$\text{MTTR TRACTOR D6T-XL} = \frac{550 \text{ Hrs}}{234 \text{ Fallas}} = 2.35 \quad \text{Tiempo promedio de reparación}$$

De acuerdo con los resultados de la tabla 32 se demuestra que el tiempo promedio de reparación es de 6.34 horas por parada o por reparación de cada falla.

**Tabla 33**

*Registro de información del tractor de oruga D155AX-6 KOMATSU- 2022*

MES	Horas programadas	Número de eventos F	Tiempo de reparación	Horas efectivas	MTTR
1	600	25	150	450	6.0
2	600	30	240	360	8.0
3	600	13	78	522	6.0
4	600	36	216	384	6.0
5	600	180	594	6	3.3
6	600	15	120	480	8.0
7	600	12	72	528	6.0
8	600	14	126	474	9.0
9	600	19	114	486	6.0
10	600	13	104	496	8.0
11	600	6	72	528	12.0
12	600	16	96	504	6.0
<b>TOTALES</b>	<b>7200</b>	<b>379</b>	<b>1982</b>	<b>5218</b>	<b>5.23</b>

$$\text{MTTR TRACTOR D155AX-6} = \frac{1982 \text{ Hrs}}{379 \text{ fallas}} = 5.23 \quad \text{Tiempo promedio de reparación}$$

De acuerdo con los resultados de la tabla 33 se demuestra que el tiempo promedio de reparación es de 5.23 horas por parada o por reparación de cada falla.

**Tabla 34**

*Registro de información del volquete Mercedes Benz ACTROS 3344- 2022*

MES	Horas programadas	Número de eventos F	Tiempo de reparación	Horas efectivas	MTTR
1	600	20	200	400	10.0
2	600	9	72	528	8.0
3	600	96	384	216	4.0
4	600	14	112	488	8.0
5	600	15	180	420	12.0
6	600	16	128	472	8.0
7	600	6	48	552	8.0
8	600	12	72	528	6.0
9	600	16	96	504	6.0
10	600	21	168	432	8.0
11	600	15	120	480	8.0
12	600	18	144	456	8.0
<b>TOTALES</b>	<b>7200</b>	<b>258</b>	<b>1724</b>	<b>5476</b>	<b>6.68</b>

$$\text{MTTR VOL. MERCEDES BENZ} = \frac{1724 \text{ Hrs}}{258 \text{ fallas}} = 6.68 \quad \text{Tiempo promedio de reparación}$$

De acuerdo con los resultados de la tabla 34 se demuestra que el tiempo promedio de reparación es de 6.68 horas por parada o por reparación de cada falla.

### **3.3.3. Disponibilidad del volquete Mercedes Benz Actros 3344**

Al realizar el análisis de la disponibilidad del volquete Mercedes Benz ACTROS3344 de la empresa Constructora Janley S.R.L, se observa en la tabla 43 una disponibilidad del 76% lo que indica que es urgente intervenir con la implementación del plan para aumentar la disponibilidad a un 100% que son las exigencias del cliente. Ejecución de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo.

Para la ejecución del plan propuesto para el mantenimiento preventivo se realizó la elaboración de un diagrama estructural para un efectivo funcionamiento del plan de mantenimiento preventivo, donde se pueda involucrar a todo el personal según sean sus funciones y tomando como prioritario las recomendaciones de los fabricantes de los equipos (Ferreyros CAT, Komatsu, Toyota y Davi Motor Mercedes Benz). El plan de mantenimiento se elaborará de acuerdo a la criticidad obtenida en el análisis a los equipos, las fallas reiterativas de acuerdo a los registros de los archivos analizados, se propondrá un complemento de herramientas administrativas y de gestión para mejorar la disponibilidad de la maquinaria de la empresa Constructora Janley S.R.L.

Después de realizar el plan de un mantenimiento preventivo se puede garantizar la actividad operacional de los equipos, la importancia de este estudio es que la empresa, logra mejorar su servicio con una confiabilidad que da garantía a sus clientes y la duración prolongada de sus activos, convirtiéndose en una empresa con una nueva imagen en el servicio de prestación de maquinarias. (Gómez Santos, 2001)



Tabla 39

*Operacionalización de diagnóstico del mantenimiento preventivo*

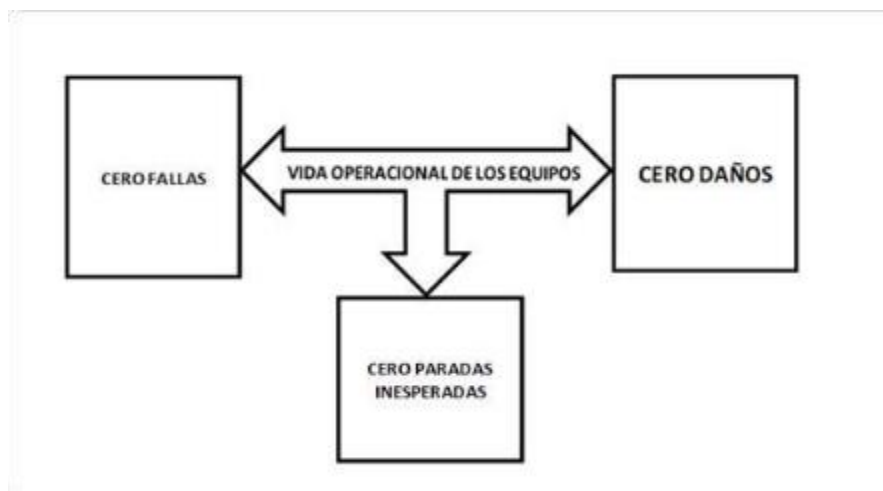
TIPOS DE VARIABLES	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>				
<b>Mantenimiento preventivo</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la situación actual del mantenimiento, así como la disponibilidad operacional de la maquinaria pesada en la empresa Constructora Janley S.R.L.</li> </ul>	<p><b>Situación actual del mantenimiento</b></p> <p><b>Experiencia y capacitación del personal</b></p>	<p>Porcentaje del cumplimiento del mantenimiento preventivo.</p> <p>Encuesta al personal</p>
			<b>Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo</b>	<p>Tiempo de horas operacionales de los equipos.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar el plan y sistema de mantenimiento preventivo en la empresa Constructora Janley S.R.L.</li> </ul>		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Implementar el plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa constructora Janley S.R.L. Cajamarca 2023.			
<b>Disponibilidad</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir el nivel de disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en la empresa constructora Janley S.R.L.</li> </ul>	<p><b>Tiempo promedio entre fallas</b></p> <p><b>Tiempo promedio entre reparaciones</b></p>	<p>Número de horas que se registren entre fallas</p> <p>Número total de horas entre reparaciones</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar evaluación económica de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Constructora Janley S.R.L.</li> </ul>	<b>Disponibilidad de la maquinaria</b>	<p>% de la disponibilidad de los equipos</p>

### 3.4. Implementación del plan de mantenimiento preventivo

Para cumplir con el plan propuesto se ha recurrido a investigar a varios autores que nos garanticen implementar un plan de acuerdo con las exigencias del mercado, donde se procederá a elaborar formatos según sea el caso, serán llenados al realizar cada operación de mantenimiento preventivo.

**Figura 29.**

*Objetivo del plan de mantenimiento preventivo*



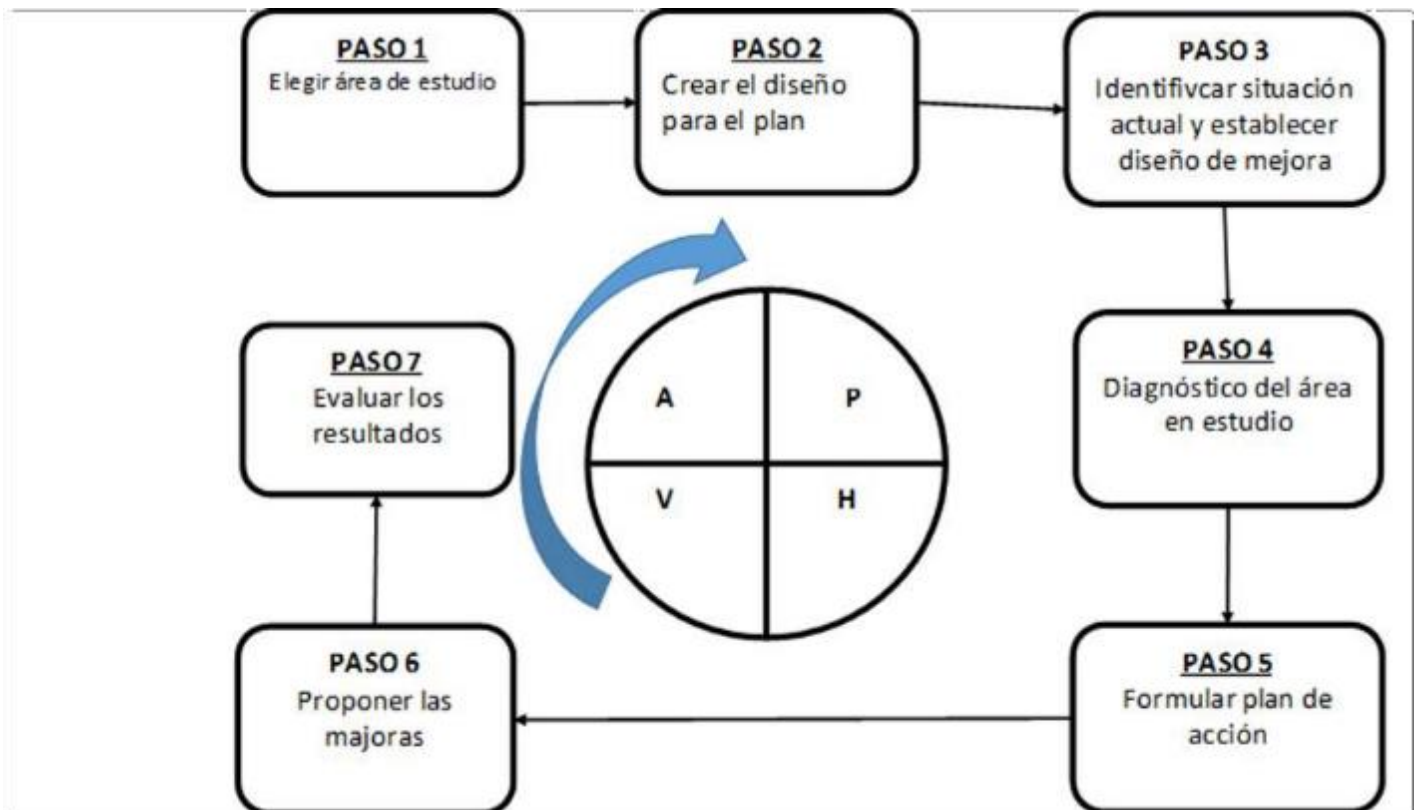
#### 3.4.1. Aplicando la mejora continua PHVA o ciclo de Deming

El ciclo PHVA permite como resultante características del producto y del servicio, que satisfacen las expectativas del cliente; mediante las actividades de mercadotecnia, ingeniería, fabricación y mantenimiento llevando a las pautas para el mejoramiento de la calidad, en términos generales el PHVA es un ciclo que contribuye a la ejecución de los

procesos de forma organizada y a la comprensión de la necesidad de ofrecer altos estándares de la calidad en el producto o servicio; por tanto, puede ser utilizado en las empresas, ya que permite la ejecución eficaz de las actividades (Zapata, 2016)

**Figura 30**

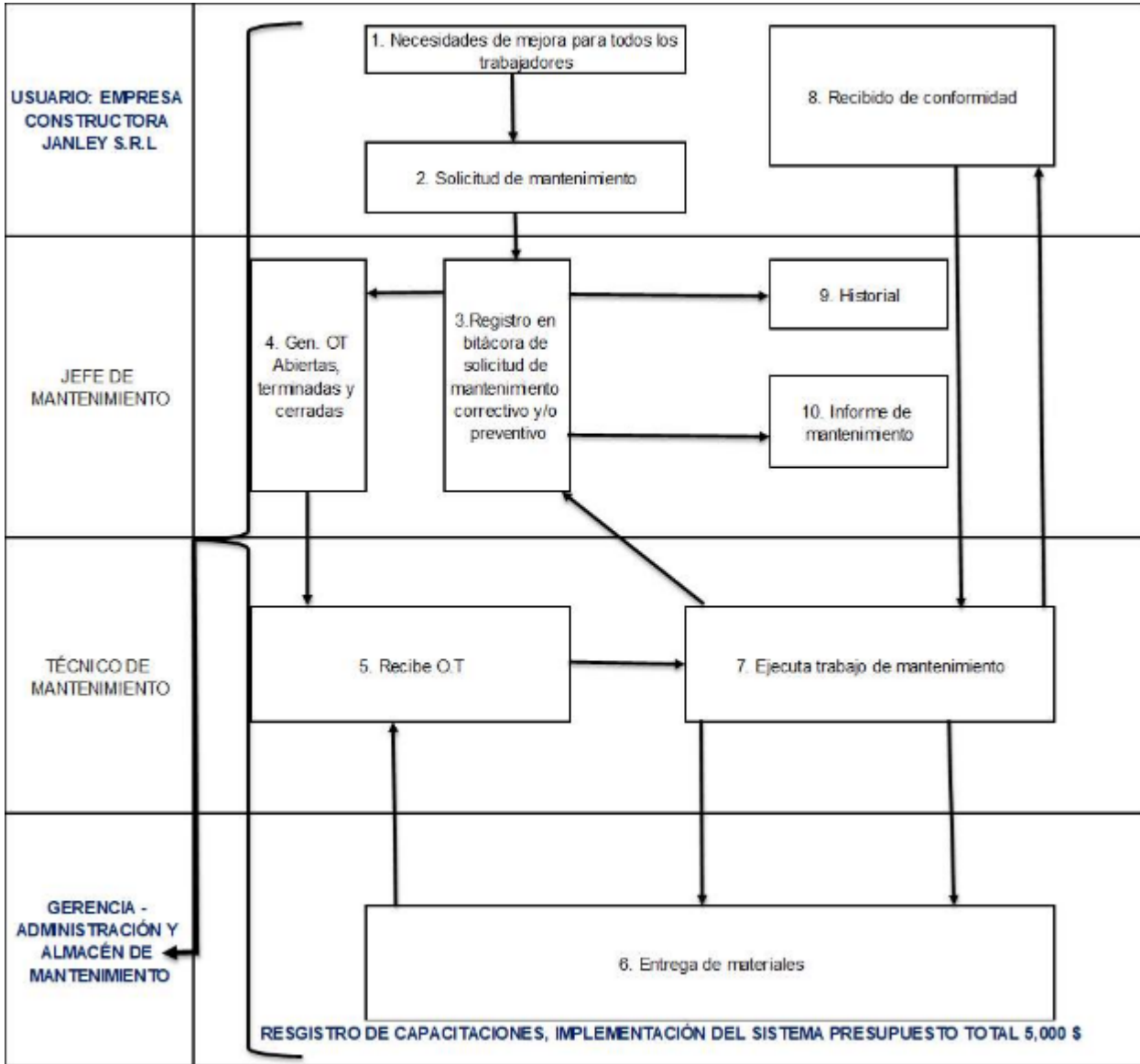
*Ciclo de PHVA*



*Diagrama del ciclo PHVA Quesada Madriz Gilberto (2005, septiembre 2).*

**Figura 31**

*Estructura sistemática del plan de mantenimiento preventivo*



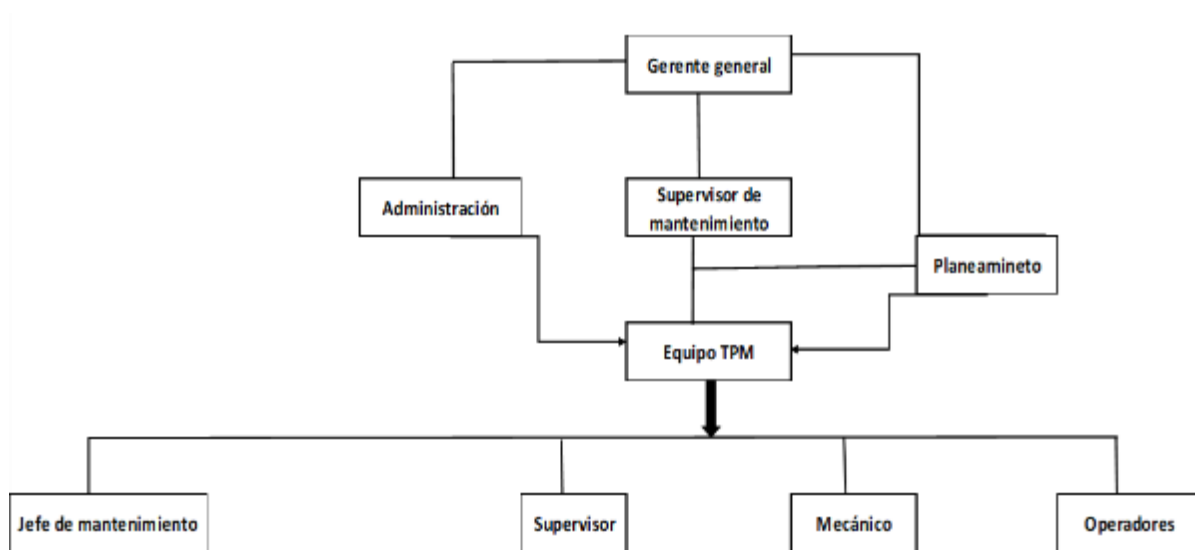
**Nota:** Se implementará un sistema práctico de gestión administrativa para mejorar la secuencia de las actividades en el área de mantenimiento preventivo según se aprecia en la figura 31.

### 3.4.2. Mantenimiento Total Productivo (TPM)

TPM no es una idea nueva, es simplemente el siguiente paso en la evolución de las buenas prácticas de mantenimiento y algunas ocasiones se confunde entre el mantenimiento predictivo PM (preventivo, predictivo y proactivo) y TPM. TPM proporciona un acercamiento comprensivo del ciclo de vida del producto y del equipo, lo que reduce al mínimo el número de fallas del mismo, defectos de producción y accidentes. Es una estrategia agresiva que se centra en mejorar la función y el diseño del equipo e integra a cada persona en la organización, desde la gerencia, incluyendo mecánicos de producción e incluso a los proveedores. antes estaba haciendo el trabajo de prevención, ya no es necesario. También se obtiene una reducción de la mano de obra indirecta, ya que los gastos generales de la programación de los trabajos son relacionados con la producción (Garcia Alcaraz, 2011)

**Figura 32**

*Estructura organizacional para el TPM*



**Nota:** Se organizará a todo el personal de la empresa Constructora Janley S.R.L, para aplicar el TPM o Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total). Esto se

alcanzará con el trabajo en equipo y realizando un estudio de los resultados que se puedan obtener después de la implementación de algunos de los pasos del TPM en el mantenimiento preventivo.

#### **Tabla 40**

##### *Los pilares del TPM*

---

Organización
Liderazgo
Educación y formación
Áreas operacionales y administrativas
Medio ambiente y seguridad
Predicción y prevención del mantenimiento
Mantenimiento de calidad
Mantenimiento continuo
Mantenimiento autónomo
Mantenimiento planificado
5S

---

El nombre de mantenimiento productivo total viene de las siglas en inglés Total Productive Maintenance o TPM, es una filosofía de negocios que empezó a implementarse en la industria automotriz en la década de los 70 y rápidamente se aplicó a otras industrias de manufactura como una metodología de mejora organizacional (Arenas, 2011), se basa en mejorar la eficiencia de los equipos a través de la identificación de anomalías tempranas que son identificadas por los operadores, realizando rutinas simples de mantenimiento a los equipos para mantenerlos en condiciones estandarizadas (González, et al, 2013), convirtiéndose en un reto para las empresas de países en vías de desarrollo como Colombia la implementación de esta cultura organizacional para mejorar su competitividad en el mercado nacional e internacional. (Anaya Vega, 2020)

**Tabla 41**

*Etapas para la implementación del TPM*

FASES	ETAPAS
PREPARACIÓN	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Decisión de la dirección de aplicar el TPM como proyecto de la empresa.</li> <li>2. Campaña de in formación - formación técnica.</li> <li>3. Crear la estructura de animación y pilotaje del TPM</li> <li>4. Diagnóstico de la situación de partida. Indicadores de progreso técnicos</li> <li>5. Redacción de un plan tipo. Líneas de acción/objetivos</li> <li>6. Lanzamiento</li> </ol>
DESARROLLO	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Implementación de la mejora continua en los sistemas de procesos</li> <li>8. Desarrollo del automantenimiento</li> <li>9. Desarrollo del mantenimiento preventivo</li> <li>10. Formación del equipo humano en los métodos y experiencias del mantenimiento global</li> </ol>
OPTIMIZACIÓN	<ol style="list-style-type: none"> <li>11. Integrar el TPM en los sistemas de gestión, diseño y construcción de nuevos equipos</li> <li>12. Certificar la aplicación TPM</li> </ol>

**Mantenimiento rutinario:** Son las verificaciones sensoriales que se realizará a los equipos los cuales serán ejecutados por los mecánicos de turno, estos formatos serán rellenos de acuerdo a las observaciones que se encuentren en el equipo para posteriormente sean tratadas por el personal de mantenimiento.

**Tabla 42**






*Registro de actividades rutinarias*

<b>Descripción</b>	<b>Tarea</b>	<b>Responsable</b>	<b>Horas</b>
Lubricación de sistema	Lubricar	Mecánico	
Nivel de aceite de motor	Revisar	Operador	
Nivel del agua refrigerante	Revisar	Operador	
Separador de agua	Drenar	Mecánico	10
Agua y residuos del tanque de combustible	Drenar	Mecánico	
Nivel de aceite hidráulico	Revisar	Operador	
Testigos e instrumentos del tablero	Comprobar	Operador	
Equipo interno y externo	Inspeccionar	Operador	
Botellas hidráulicas y sellos	Revisar	Operador	
Botellas y pluma del brazo (excavadoras)	Lubricar	Mecánico	50
Puntas y cuchillas	Rotar/Cambiar	Mecánico	
Sistema de carrilería	Lubricar	Mecánico	



**Figura 33**

*Inspección diaria de equipos*

 <b>INSPECCIÓN DEL EQUIPO</b>				Codigo	T-173-AL
				Version	1
				Fecha	26/8/2022
Empresa:	CONSTRUCTORA JANLEY S.R.L			Fecha:	21/3/2023
Excavadora		Volquete		Lugar	TANTAHUATAY
Retroexcavadora		Coaster		Horómetro	16,526.00
Rodillo		Camioneta		Codigo	T-173-AL
Tractor	x	Otro _____		Inspector	Jorge Arteaga
Descripción	Observaciones			Criticidad	Imagen
El equipo realiza trabajos de alto rendimiento, se hace seguimiento permanente y reforzamiento periodico en horas muertas.	Actividades cotidianas del equipo			4	
Reforzamiento de zapatas de la cadena con barras de recalce.	Dos soldadores, dos máquinas, se acondiciona con alambre continuo.			3	
Reforzar y cambiar cuchillas más las puntas del ripper	Se generan los permisos necesarios para las actividades a realizar.			5	
En la primera descripción se toma un tiempo de 0.5 hora, en la segunda 10 horas y en la tercera 1.5 horas.				<b>TOTAL</b> <b>12 HORAS</b>	
<b>JORGE ARTEAGA</b>			<b>NILTON EMEREGILDO</b>		
(Nombre y Firma)			(Nombre y Firma)		
Mecánico			SUPERVISOR		

**Registro de mantenimiento:** Es el formato donde se hace mención a las actividades que realizará a los equipos para un mejor control de los mantenimientos preventivos , evaluación de componentes principales, en el cual se hace seguimiento a los eventos llamados imprevistos o fuera de lo programado y estos se realizarán según el periodo que le corresponda a cada equipo según su generó mecánico, por parte de los operarios quienes reportan a la supervisión para su inclusión en la programación semanal, mensual o según sea la gravedad de la observación.

**Tabla 43**

Registro de mantenimiento

EQUIPO 5					
TRACTOR D65EX-16		Fecha	HOROMETRO ACTUAL	HOROMETRO PROX MANTTO	
PM2 - 500Hrs.		8/2/2023	7,821.00	8,071.00	
ITEM	PRODUCTO	CODIGO 55 GL	CODIGO 5GL	CANTIDAD UTILIZADA	OBSERVACIONES
1	Filtro de Acetite de motor	6742-01-4540		1	
2	Filtro de tren de potencia	14X-49-61410		0	
3	Pre Filtro de Combustible	600-311-3620		1	
4	Filtro de combustible	600-319-3750		1	
5	Filtro Hidráulico	14X-60-31150			
6	Respiradero del tanque hidráulico	421-60-35170			
7	Filtro de aire acondicionado	20Y-979-6261			
8	O-ring filtro de tren de potencia	07000-72110			
9	O-ring filtro de aceite hidráulico	07000-15195			
10	Filtro de aire primario	600-185-5110			
11	filtro de aire Secundario	600-185-5120			
12	Filtro de aire acondicionado fresco	17M-911-3530			
13	Sistema de engrase	VAVV70129	VAVV70132		Litio 2EP
14	Sistema de enfriamiento	KM1400165H1	KM1400164H1		
15	Aceite de transmisión Mandos finales	VATO4305500	VATO4300500	00.0gls	SAE 30
16	Aceite hidráulico HYDO10	VATO4105500	VATO4100500		SAE10
17	Aceite de Motor 15W40	VAP15405500	VAP15400500	7.5gls	SEA 15W40
18	Aceite caja del amortiguador	VATO4305500	VATO4300500	0gls	

**Orden de trabajo:** Es el documento en que se registran los datos para el desarrollo del mantenimiento si este es preventivo o correctivo, así mismo se indica la fecha, la mano de obra que se requiere. Este formato se elabora antes de iniciar el mantenimiento preventivo semanal, mensual o trimestral.


**Figura 34**

*Orden de trabajo*

		ORDEN DE TRABAJO		
ORDEN N°		MARCA		
DESCRIPCIÓN		MODELO		
EQUIPO		SERIE		
UBICACIÓN		AUTORIZA		
SOLICITA				
SOLICITA		AUTORIZA		
RESPONSABLES DE EJECUCIÓN		FECHA PLAN	SUPERVISOR DE EJECUCIÓN	
TAREAS A EJECUTAR				
DESCRIPCIÓN DE LA TAREA		TIEMPO ESTIMADO	TIEMPO REAL	
RESPUESTOS REQUERIDOS				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	CANTIDAD PLANIFICADA	CANTIDAD UTILIZADA	
PERSONAL NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS				
CATEGORÍA		HORAS REQUERIDAS	HORAS NORMALES	HORAS FESTIVAS
MEDIDAS DE SEGURIDAD				
OBSERVACIONES				
FINALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS				
REVISADO	FECHA	FIRMA	APROBADO	FIRMA

**Reserva de materiales por orden de trabajo:** Se realiza para el retiro de los materiales que requieran cada orden de trabajo, es en este vale donde se hará mención de cada repuesto e insumo a utilizar como también las cantidades y su costo total, para su recepción por parte de almacén tendrá que estar autorizado con la firma y sello del jefe de planeamiento o mantenimiento.

Tabla 44

 <b>REGISTRO DE SALIDAS Y CONTROL DE STOCK DE REPUESTOS</b>				
<b>Totales</b>				
<b>Producto</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Equipo</b>	<b>Salidas</b>	<b>Stock</b>
Filtros de combustible	6	D65EX-17/D155AX-6	0	6
Pre filtros de combustible	5	D65EX-17/D155AX-6	0	5
kit de filtros de aire primario	3	D65EX-17/D155AX-6	0	3
Filtro de aire primario	1	D65EX-17/D155AX-6	0	1
Filtro de aire secundario	1	D65EX-17/D155AX-6	0	1
Filtro de tren de potencia	4	D65EX-17/D155AX-6	0	4
Filtro respiradero de tanque hidráulico	14	D65EX-17/D155AX-6	0	14
Filtro de aire acondicionado interno	9	D65EX-17/D155AX-6	0	9
Filtro de aire acondicionado externo	10	D65EX-17/D155AX-6	0	10
Filtro de aceite	8	D65EX-17/D155AX-6	0	8
Filtro hidráulico	3	D65EX-17/D155AX-6	0	3
Fusibles eléctricos	15	D65EX-17/D155AX-6	0	15
Filtro de aceite de motor	2	D65EX-17/D155AX-6	0	2
Filtro de combustible	2	D65EX-17/D155AX-6	0	2
Pre filtro de combustible	4	D65EX-17/D155AX-6	0	4
Filtro hidráulico	4	D65EX-17/D155AX-6	0	4
Filtro de aire primario	2	D65EX-17/D155AX-6	0	2
Filtro de aire secundario	2	D65EX-17/D155AX-6	0	2
Cuchillas de corte	6	D65EX-17/D155AX-6	0	6
Cantoneras de corte	10	D65EX-17/D155AX-6	0	10
Pernos de cuchillas	300	D65EX-17/D155AX-6	0	300
Pernos de cantoneras	150	D65EX-17/D155AX-6	0	150
Puntas ripper	12	D65EX-17/D155AX-6	0	12

Control de ingresos y salida, programas de mantenimiento semanal, mensual, anual: Son las tareas que serán ejecutadas por los técnicos Bajo la supervisión de campo y el jefe de mantenimiento, en estos mantenimientos su complejidad es mayor por realizarse tareas de lubricación, revisiones, y cambio de componentes según sus frecuencias de intervención.

### 3.4.3. Respuesta para controlar los eventos con el plan de mantenimiento preventivo

**Tabla 45**

*Respuesta para los eventos del tractor de oruga D65EX-16 KOMATSU*

Eventos	Control
Ruptura de manguera	Control de ciclo / inspección cotidiana
Pérdida de potencia del motor	Refrigeración, inyección y mediciones de presión
Fallas en el arrancador	Poleas, batería y fajas
Reposición de elementos de corte rutinario	Marcas originales
Graseras tapadas	Lubricación adecuada y graseras buenas
Bomba de aceite no responde	Mediciones periódicas en cada PM4
Brazo del lampón no levanta	Retenes en stock, niveles y filtros
Pérdida de potencia del sistema hidráulico	Bomba de inyección y filtros
Tren de carrilería se destempla	Lubricación adecuada y retenes
Fuga de aceite en los rodillos	Mantenimiento de sellos
Brazo de regulación se sale	Reconstrucción de trueno
Sistema eléctrico falla	Revisión de tablero y limpieza del sistema

**Tabla 46**

*Respuesta para los eventos del tractor de oruga D6T-XL CAT*

Eventos	Control
Recalentamiento de motor	Sistema de refrigeración y cañerías
Pérdida de potencia del motor	Refrigeración, inyección y mediciones de presión
Exceso consumo de combustible	Cambio de inyectores, bomba, calibración de válvulas
Desgaste excesivo de componentes de corte	Marcas originales
Ruptura de retenes y sellos	Lubricación adecuada y graseras buenas
Problemas de arranque de motor	Baterías en buen estado, arrancador y filtros
Brazo del lampón no levanta	Bomba hidráulica, niveles de aceite hidráulico
Tablero de fusibles hace corte	Limpieza y mantenimiento del sistema eléctrico
Fuga de aceite por los rodillos	Lubricación adecuada y sellos
Brazo del ripper no levanta	Bomba hidráulica, niveles de aceite hidráulico
Faros inoperativos	Protectores de agua, revisar voltaje
Sistema de suspensión golpea	Cambio de gomas y revisión de cilindros

**Tabla 47**

*Respuesta para los eventos del tractor de oruga D155AX-6 KOMATSU*

Eventos	Control
Ruptura de manguera	Control de ciclo / inspección cotidiana
Pérdida de potencia del motor	Refrigeración, inyección y mediciones de presión
Revisión del alternador (cambio)	Poleas, batería y fajas
Reposición de elementos de corte recalzados	Marcas originales
Graseras tapadas	Lubricación adecuada y graseras buenas
Bomba de inyección no responde	Mediciones periódicas en cada PM4
Brazo del lampón no levanta	Bomba hidráulica, niveles de aceite hidráulico
Pérdida de potencia del sistema hidráulico	Bomba hidráulica, retenes y filtros
Tren de carrilería se destembla	Lubricación adecuada y revisión de sellos
Pérdida de tracción en la transmisión	Análisis de aceite, caja, platos, discos y sistema de carrilería
Ruptura de reten interno mezcla de combustible y aceite	Entrenamiento operacional, análisis del sistema motor
Sistema eléctrico falla	Revisión de tablero y limpieza del sistema

**Tabla 48**

*Respuesta para los eventos el volquete Mercedes Benz ACTROS 3344*

Eventos	Control
Bomba de inyección de aceite no responde	Revisión de niveles, retenes y cañerías
Botella hidráulica no levanta	Nivel de aceite hidráulico, fugas y bomba de inyección
Graseras se tapan	Utilizar grasa de alta viscosidad y cambiar graseras
Pérdida de fuerza de avance	Calibración de válvulas, caja, empaques, inyección y filtros
Pérdida de potencia del motor	Refrigeración, inyección y mediciones de presión
Pérdida de potencia en el pistón de levante	Revisión de válvulas, retenes y niveles de fluidos
Reposición de neumáticos reencauchados	Capacitación de operación, sistema de frenos y condiciones
Revisión del alternador (cambio)	Poleas, batería y fajas
Ruptura de manguera	Control de ciclo / inspección cotidiana
Sistema de frenos	Regulación permanente, revisión y buena operación
Sistema eléctrico falla	Revisión de tablero y limpieza del sistema
Tensión del cardan y cruces se zafa	Revisión de graseras, lubricación adecuada y buena operación

**Nota:** Se implementará un sistema práctico de gestión administrativa para mejorar la secuencia de las actividades en el área de mantenimiento preventivo.

#### **3.4.4. Aplicación en el control de ocurrencias según los procedimientos**

Los operadores tendrán la responsabilidad de hacer un correcto llenado del check list pre operacional todos los días, reportar a través de un formato de registro de eventos al mecánico inmediato para su coordinación e intervención según sea la gravedad, serán responsables de mantener la limpieza de sus equipos, así como de sus componentes básicos como; filtros de aire, separadores de agua, polvo de los radiadores y todos los componentes básicos que se comprometen con el buen funcionamiento de los equipos, estas actividades se realizarán según reglas y procedimientos del cliente.

Siguiendo con la secuencia de una buena operación los operadores tendrán la responsabilidad de inspeccionar sus equipos de forma visual interna y externa, revisión de fluidos y adecuado manejo operacional de los equipos, al inicio de cada guardia calentarán el equipo de 10 a 15 minutos antes de entrar en actividad operacional y antes de apagar sus equipos de igual forma tendrán en modo ralentí como mínimo 5 minutos para cuidar el turbo de los equipos, finalmente reportar el horómetro de fin de guardia todos los días cotidianamente.

#### **3.4.5. Capacitación al personal de la empresa Constructora Janley S.R.L**

En esta etapa se considerará como uno de los aspectos más importantes que la empresa debe gestionar es la capacitación como una inversión y no como un costo que la empresa está comprometida con brindar un servicio eficiente y buena disponibilidad de su flota de maquinaria, muchos de los técnicos están acostumbrados a trabajar sin hacer una orden de trabajo o no siguen una ruta de mantenimiento adecuada varios de ellos lo hacen en base a su experiencia, pero lo que se quiere llegar con la capacitación es que los técnicos cuenten

con los medios y el conocimiento necesario para poder llevar a cabo de una manera eficaz y ordenada.

Como ya lo mencioné la capacitación es un proceso clave para el desarrollo y la motivación del personal involucrado en el desarrollo y crecimiento de la empresa es necesario que la capacitación llegue a todos los que forman parte de la empresa, esto se hace con la finalidad de elevar la disponibilidad de los equipos, la competitividad, como el talento de la empresa.

**Tabla 49**

*Capacitación para la implementación de las 5 S*

Etapa	Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	
Fase 1 campaña de expectación	Fase introductoria del programa	x	x						
	Generación de expectativas	x	x						
	Generación de expectativas	x	x						
	Generación de expectativas	x	x						
	Presentación del logotipo	x	x						
	Lanzamiento de campaña de las 5S	x	x						
	Capacitación inicial	x	x						
Fase 2 implementación de las 5S	Implementación Seiri (Clasificar)	Reunión de campaña en talleres			x	x	x	x	x
		Reunión e implementación			x	x	x	x	x
	Implementación Seiton (Ordenar)	Reunión de campaña en talleres			x	x	x	x	x
		Reunión e implementación			x	x	x	x	x
	Implementación Seiso(Limpiar)	Reunión de campaña en talleres			x	x	x	x	x
		Reunión e implementación			x	x	x	x	x
	Implementación Seiketsu (estandariz)	Reunión de campaña en talleres			x	x	x	x	x
		Reunión e implementación			x	x	x	x	x
	Implementación Shitsuke (Disciplina)	Reunión de campaña en talleres			x	x	x	x	x
		Reunión e implementación			x	x	x	x	x
	Análisis de resultados								

**Nota:** En la actualidad y con el avance de la tecnología en el empeño por la calidad en el servicio es indispensable en toda empresa aplicar estas técnicas puestas a la disposición empresarial para mejorar la competitividad comercial.



**Tabla 50**

*Capacitación al personal de la empresa Constructora Janley S.R.L en la implementación del TPM*

Sesiones	Temas	Horas	Semanas
Sesión 1	TPM		
	Introducción, generalidades del TPM		
	Misión del programa TPM	8	2
	Características y beneficios del TPM		
	Taller único		
Sesión 2	Mantenimiento preventivo		
	Beneficios del mantenimiento preventivo		
	Etapa de implementación	10	2
	Taller único		
Sesión 3	Mantenimiento preventivo planificado		
	Beneficios del mantenimiento preventivo planificado		
	Etapa de implementación	8	2
	Taller único		
Sesión 4	Funciones del personal		
	Responsabilidades del personal	8	2
	Taller único		
Sesión 5	Indicaciones de calidad para trabajar		
	Taller único	8	2
	Ejecución de las 5'S		

**Nota:** Esta capacitación será para todo el personal del área de mantenimiento y deberá ser retro alimentado todos los años para lograr un hábito en el personal y sea un éxito la propuesta del plan de mantenimiento preventivo.

**Tabla 51**

*Relación del personal de la empresa Constructora Janley S.R.L*



Cargo	Cantidad
Gerente general	1
Mecánico principal	1
Ayudante de mantenimiento	1
Electricista	1
Vulcanizador	1
Soldador	1
Operadores	9
Chofer camioneta	3
<b>Total</b>	<b>18</b>

### 3.4.6. Cronograma de tareas para el mantenimiento preventivo

La secuencia de acciones a realizar en el mantenimiento preventivo, llevará a programar en horas según su actividad operacional de los equipos es indispensable considerar las características geográficas y condiciones de área de trabajo, la medida de evaluación se realizará cada 10 y 50 horas, cada 250, 500, 1000 y 2000 horas serán los mantenimientos impostergables para la maquinaria pesada, los equipos livianos o de transporte será cada 5,000 km.

Tabla 52

Inspección cotidiana (check list)

										<p>PRE-USO LISTA DE VERIFICACIÓN DIARIA PARA EQUIPOS PESADOS Y LIVIANOS          "Alquiler de Maquinaria Pesada y Liviana Proyectos de Movimiento de Tierras y Obras Civiles"          Dirección <b>Jr. Las Casuarinas N° 167 Urb. La Perlita Cajamarca</b></p>					<p>CÓDIGO JDC-GIN-01          VERSIÓN 01          FECHA 7/11/2022</p>				
VEHÍCULO					PLACA					FECHA									
CONDUCTOR																			
Kilometraje / Horómetro Inicial					PROYECTO														
Nota: Se deberá colocar un check <input type="checkbox"/> en SI cuando este operativo , un check <input type="checkbox"/> en N/A si no aplica y un check NO <input type="checkbox"/> cuando sea un correctivo																			
N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO	N/A	N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO	N/A	N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO	N/A					
SISTEMA ELÉCTRICO					CARROCERÍA					AUDIO Y VIDEO									
1	Alternador				1	Asientos				26	Cardan Doble								
2	Arranque de motor				2	Barandas				27	Cardan Principal								
3	Baterías				3	Bisagras				28	Crucetas								
4	Circulina				4	Botellas Hidráulicas				29	Plataforma								
5	Claxon				5	Cabina				30	Zapatas								
6	Comandos del Tablero				6	Capot Delantero				ESTADO DE NEUMÁTICOS									
7	Direccionales				7	Chapas				1	Antena								
8	Horómetro / Kilometraje				8	Chasis				2	Control								
9	Intermitentes				9	Cintas Reflectivas				3	Radio Musical								
10	Luces Altas				10	Compuertas				DOCUMENTACIÓN									
11	Luces Bajas				11	Escaleras				1	Delanteros								
12	Luces de Frenos				12	Estribos				2	Otras Posiciones								
13	Luces de Placa Posterior				13	Estrobo				3	Posición 6								
14	Luces del Salon				14	Kit de Herramientas				4	Posición 7								
15	Luces Laterales				15	Lampon				5	Posición 8								
16	Luz de Retroceso				16	Muelles				6	Posteriores								
SISTEMA MECÁNICO					17	Pértiga				7	Repuesto								
1	Dirección				18	Pintado de Especificaciones				1	DNI								
2	Amortiguación				19	Pintura				2	Inspección Técnica								
3	Barra Estabilizadora				20	Placas Laterales				3	Licencia de conductor								
4	Caja de Cambios				21	Puertas				4	Permiso de Transporte de pasajeros								
5	Freno de Mano/Aire (Parqueo)				22	Sistema de Engrase (graceras)				5	Revisión Técnica Según Cliente								
6	Funcionamiento del Motor				23	Sistema de Rodamiento				6	Seguro TREC								
7	Niveles de Fluidos				24	Soportes de Tolva				7	SOAT								
8	Sistema de Frenos Principal				25	Tiro de Remolque				8	Tarjeta de Mercancias								
*	Descansó adecuadamente por un periodo mínimo de 7 horas?																		
**	Consumió o está consumiendo algún medicamento o alcohol?																		
OBSERVACIONES:																			
_____ FIRMA DEL CONDUCTOR										_____ FIRMA DEL SUPERVISOR									

**Tabla 53**

*Plan de mantenimiento preventivo según cumplimiento de horas de trabajo*




**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE 2022**

						Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
Código	Equipo	Placa / Serie	Propietario	POS	PLANO							
C-972-AL	Camioneta 4X4 Hilux	GIM-972	Janley	1	PM1- 250							
C-893-AL	Camioneta 4X4 Hilux	M4T-893	Janley	2	PM2-500							
EX-336-AL	Excavadora CAT	M4T-0954	Janley	3	PM3-1,000							
V-812-AL	Camión volquete	T9S-812	Janley	4	PM4-2,000							
V-892-AL	Camión volquete	T4H-892	Janley	5	Para maquinaria pesada y camiones							
V-T4H-AL	Camión volquete	T4H-876	Janley	6								
V-T2T-AL	Camión volquete	T2T-800	Janley	7	5,000 km							
V-791-AL	Camión volquete	C4P-791	Janley	8	Para camionetas (equipos livianos)							
T-261-AL	Tractor de oruga D6T-XL CAT	CGT-00792	Janley	9								
T-266-AL	Tractor de oruga D65EX-16 Komatsu	C-00863	Janley	10								
T-173-AL	Tractor de oruga D155AX-6 Komatsu	DC-0713	Janley	11								
C-893-AL	Camioneta 4X4 Hilux	M4T-743	Janley	12								
<b>Kit de emergencia</b>	<b>Materiales</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>Janley</b>									
	Trapo industrial	S/ 3,075.00										
	Bandejas	S/ 560.00										
	Paños absorbentes	S/ 1,200.00										
	Conos	S/ 1,200.00										
	Tacos	S/ 2,080.00										
	Extintores	S/ 675.00										
	Guantes	S/ 400.00										
	Picos, palas y otros	S/ 4,000.00										
	Inspecciones técnicas	S/ 3,500.00										
	Camioneta equipada y con autorización	S/ 8,400.00										
	<b>TOTAL</b>	<b>S/25,090.00</b>										

Este plan consiste solo para mantenimiento preventivo de los equipos, PM1, PM2, PM3 y PM4. Así como los mantenimientos de los equipos de auxilio para el traslado del personal, herramientas y materiales, se esta considerando engrases emergencias eléctricas, etc.

**Tabla 54**

*Registro de actividades en el mantenimiento preventivo*



**REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Código	Equipo	Cantidad	Propietario	POS	PLANO	Horas de operación							
						250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
D155AX-6	Tractor de oruga	1	Janley	1	PM1- 250	√	√	√	√	√	√	√	√
				2	PM2-500	√	√	√	√	√	√	√	√
				3	PM3-1,000	√	√	√	√	√	√	√	√
				4	PM4-2,000	√	√	√	√	√	√	√	√
	Cambio de aceite de motor					√	√	√	√	√	√	√	√
	Cambio de filtros de aceite y combustible					√	√	√	√	√	√	√	√
	Cambio de aceite hidráulico						√		√		√		√
	Cambio de aceite de cajas y coronas								√				√
	Cambio de aceite de motor de giro y mandos finales							√	√		√		√
	Cambiar termostato				Según evaluación								
	Cambiar agua refrigerante								√				√
	Limpiar respiradero del carter					√	√	√	√	√	√	√	√
	Reemplazar fajas del alternador								√				√
	Cambio de elementos hidráulicos						√		√		√		√
	Cambio de elementos de transmisión						√		√		√		√
	Obtener muestra del sistema hidráulico						√		√		√		√
	Obtener muestra del aceite de motor						√		√		√		√
	Limpiar el condensador del refrigerante								√				√
	Obtener muestra de mandos finales								√				√
	Lubricación de todo el sistema del equipo					√	√	√	√	√	√	√	√
	Limpiar el precolador del tanque de combustible					√	√	√	√	√	√	√	√
	Revisión general de todos los sistemas y muestreo												√

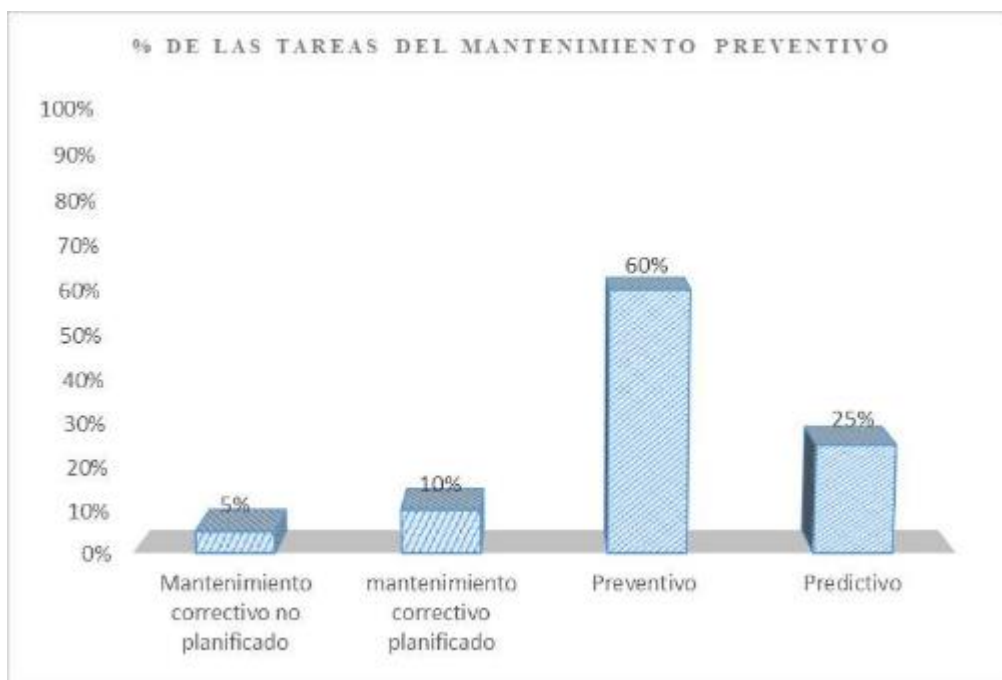
√ Donde se ubica el check se realiza la actividad

### 3.5. Resultados de la implementación del plan de mantenimiento preventivo V.I

Después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo se visualizará la mejora en las variables, en todas sus áreas de la empresa Constructora Janley S.R.L Cajamarca 2023. Se logrará una disponibilidad operacional por encima del 95%.

**Figura 35**

*Representación del % de las tareas del mantenimiento preventivo*



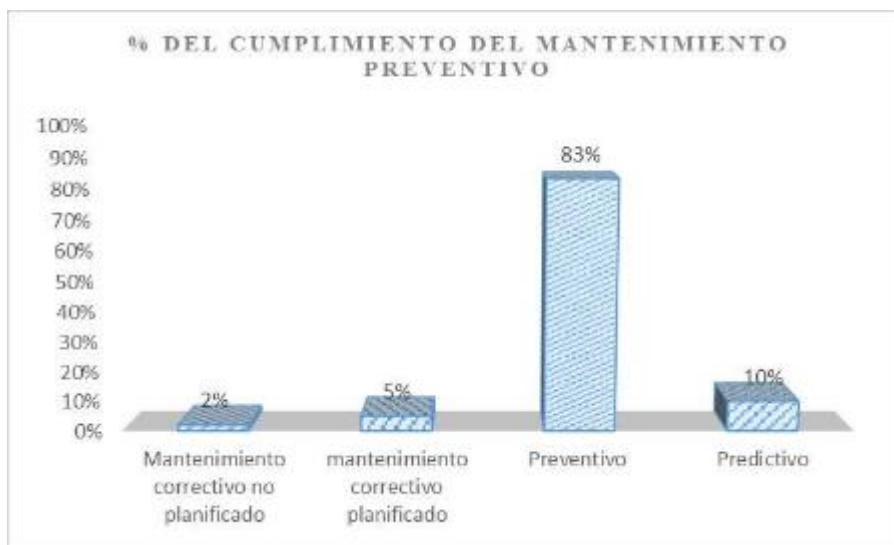
**Nota:** El cumplimiento de las tareas del mantenimiento preventivo se lograría en un 95% la efectividad en la ejecución del plan propuesto, considerando que el 10% en mantenimiento correctivo planificado, el 25% de mantenimiento predictivo y un 60% del mantenimiento preventivo donde estas tres áreas se juntan en un solo objetivo al mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de la maquinaria de la empresa Constructora Janley.

### 3.5.1. Porcentaje (%) de la realización del plan del mantenimiento preventivo

La implementación del plan de mantenimiento preventivo para la empresa Constructora Janley S.R.L, se espera que el porcentaje de cumplimiento de las actividades preventivas, alcanzaría un 95%, utilizando las herramientas administrativas que se han propuesto y ya se contaría con cronograma de mantenimiento y formato de control de mantenimiento para cada tipo de equipo pesado según su tipo.

**Figura 36**

*El % del cumplimiento del plan del mantenimiento preventivo*



**Nota:** Este 98% que representa el cumplimiento de acciones preventivas, se concretizará si la empresa a que la empresa Constructora Janley gestiona la concientización de todo el personal involucrado, en la difusión y capacitación del presente plan de mantenimiento preventivo, como parte de la mejora continua como misión empresarial para lograr el crecimiento sostenible de la empresa.

### 3.5.2. Nivel alcanzado en las inspecciones del mantenimiento preventivo

Al aplicar la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Constructora Janley S.R.L, se lograría alcanzar un del 100% en las inspecciones en sus cuatro divisiones que son un solo cuerpo del mantenimiento preventivo, es posible alcanzar ese nivel porque se cuenta con las herramientas administrativas diseñadas para realizar un buen plan en la implementación

**Figura 37**

*Demostración del nivel en las inspecciones realizadas*



**Nota:** El agrupamiento de estas cuatro áreas haría un alentador 100% del cumplimiento de las inspecciones, para que sea posible, la empresa debe emprender un plan de capacitación en consentización al personal involucrado, para llevar a cabo con éxito la implementación del plan de mantenimiento preventivo y así lograr aumentar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Constructora Janley S.R.L.

### 3.6. Resultados después de la implementación de plan de mantenimiento preventivo (V.D)



**Tabla 55**

*Evaluación de la implementación del plan de mantenimiento preventivo según proceso PRE - TEST*

Evaluación del mantenimiento aplicado a la flota de la maquinaria antes del aplicar el plan											
N°	Equipo	Método del mantenimiento		Inspecciones preventivas		Actividades de lubricación		Mantenimiento PM3		Mantenimiento PM4	
		Programado	No programado	Ejecutado	No ejecutado	Ejecutado	No ejecutado	Ejecutado	No ejecutado	Ejecutado	No ejecutado
1	Tractor D65-EX	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
2	Tractor D155-6	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
3	Volquete FM C4P-791	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
4	Volquete T4H-876	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
5	Volquete T2T-800	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
6	Volquete T4H-892	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
7	Volquete T9S-812	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
8	Excavadora 336	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
9	Tractor CAT	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
10	Camioneta M4T-893	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
11	Camioneta GIM-972	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
12	Camioneta M4T-743	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
<b>TOTALES</b>		<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>3</b>

A continuación, se detalla el % de cumplimiento de las actividades propuestas como pilares de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo.

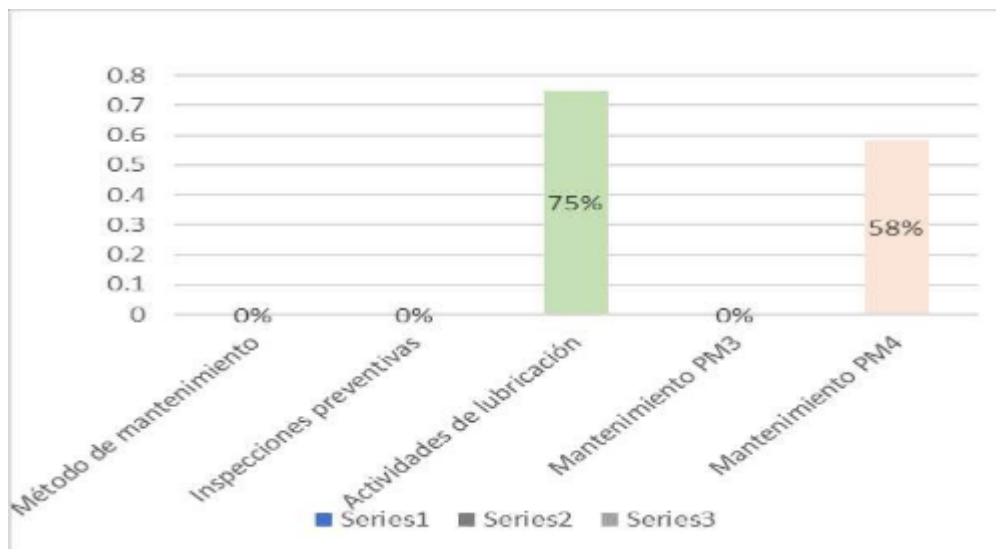
**Tabla 56**

*Criterios de evaluación pre - test % de cumplimiento PRE - TEST*

Proceso	Equipo	Equipos asignados	% Cumplimiento
1 Método de mantenimiento	0	12	0%
2 Inspecciones preventivas	0	12	0%
3 Actividades de lubricación	9	12	75%
4 Mantenimiento PM3	0	12	0%
5 Mantenimiento PM4	7	12	58%

**Figura 38**

*Cumplimiento de la implementación del plan de mantenimiento preventivo PRE-TEST*



*Nota:* Como observamos en la figura 36 del 100 % (12) de unidades de maquinaria pesada y liviana el porcentaje de cumplimiento del Método de mantenimiento es de 0% Inspecciones preventivas (0%) Actividades de lubricación; AL (75%) Mantenimiento PM3 (0%) Mantenimiento general MPM4 58%.

**Tabla 57**

*Evaluación de la implementación del plan de mantenimiento preventivo según proceso POS – TEST.*

Evaluación del mantenimiento aplicado a la flota de la maquinaria después del plan del aplicar el plan											
N°	Equipo	Método del mantenimiento		Inspecciones preventivas		Actividades de lubricación		Mantenimiento PM3		Mantenimiento PM4	
		Programado	No programado	Ejecutado	No ejecutado	Ejecutado	No ejecutado	Ejecutado	No ejecutado	Ejecutado	No ejecutado
1	Camioneta GIM-972	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
2	Camioneta M4T-743	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
3	Camioneta M4T-893	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
4	Excavadora 336	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
5	Tractor CAT	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
6	Tractor D155-6	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
7	Tractor D65-EX	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
8	Volquete FM C4P-791	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
9	Volquete T2T-800	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
10	Volquete T4H-876	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
11	Volquete T4H-892	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
12	Volquete 19S-812	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
<b>TOTALES</b>		<b>12</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>0</b>

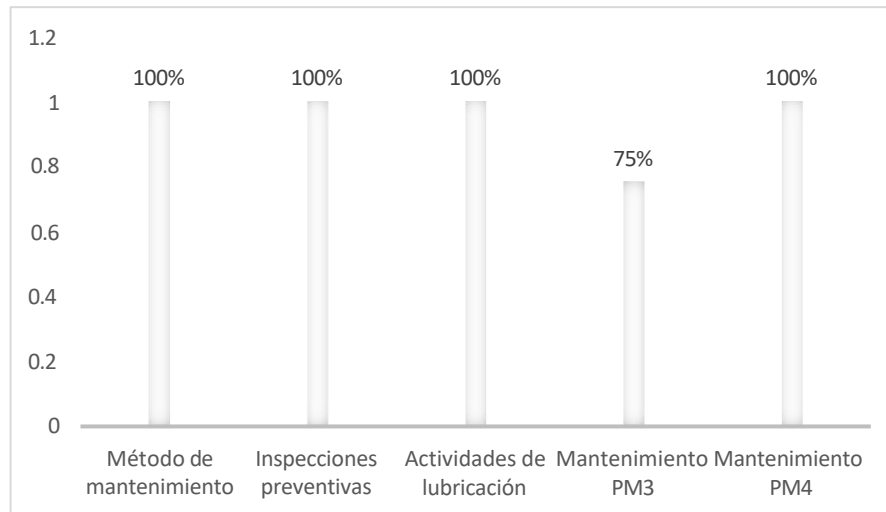
**Tabla 58**

*Crterios de evaluación pre - test % de cumplimiento POS - TEST*

Proceso	Equipo	Equipos asignados	% Cumplimiento
1 Método de mantenimiento	12	12	100%
2 Inspecciones preventivas	12	12	100%
3 Actividades de lubricación	12	12	100%
4 Mantenimiento PM3	9	12	75%
5 Mantenimiento PM4	12	12	100%

**Figura 39**

*Cumplimiento de la implementación del plan de mantenimiento preventivo POS-TEST*



**Nota:** Como observamos en la figura 39 del 100 % (12) de unidades de maquinaria pesada y liviana el porcentaje de cumplimiento del Método de mantenimiento es de 100% Inspecciones preventivas (100%) Actividades de lubricación; AL (100%) Mantenimiento PM3 (75%) Mantenimiento general MPM4 100%.

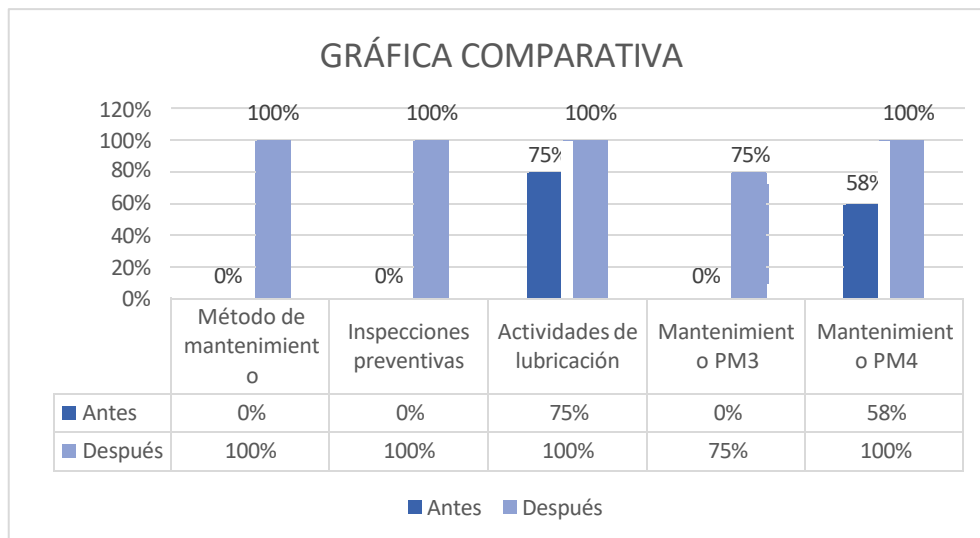
**Tabla 59**

*Variación del % cumplimiento de la implementación del plan de mantenimiento preventivo PRE y POS - TEST*

Proceso	% Cumplimiento antes	% Cumplimiento después	Variación %
1 Método de mantenimiento	0%	100%	100%
2 Inspecciones preventivas	0%	100%	100%
3 Actividades de lubricación	75%	100%	25%
4 Mantenimiento PM3	0%	75%	75%
5 Mantenimiento PM4	58%	100%	42%

**Figura 40**

*Gráfica comparativa del proceso de la implementación del plan de mantenimiento preventivo PRE y POS - TEST*



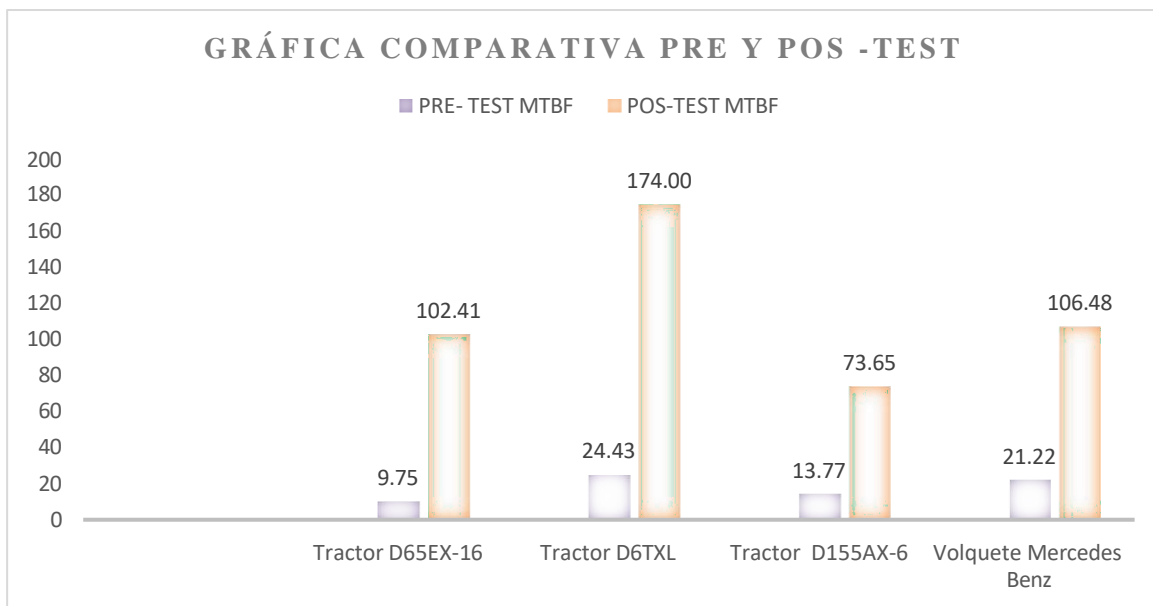
Observando en la tabla anterior posterior al proceso de la implementación y análisis de el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada de la empresa Constructora Janley S.R.L en relación a la aplicación de un plan mantenimiento existe un incremento 100% y 42%, en relación al proceso de lubricación el incremento es de 100%, el desarrollo

de inspecciones preventivas presenta un incremento de 100% y en relación al mantenimiento general de la empresa existe un incremento significativo del 42%; repercutiendo en la disponibilidad y rendimiento de la maquinaria de la empresa Constructora Janley S.R.L Cajamarca 2023.

### 3.6.1. Tiempo promedio entre fallas (MTBF)

**Figura 41**

*Tiempo promedio entre fallas luego de la implementación del plan de mantenimiento preventivo.*

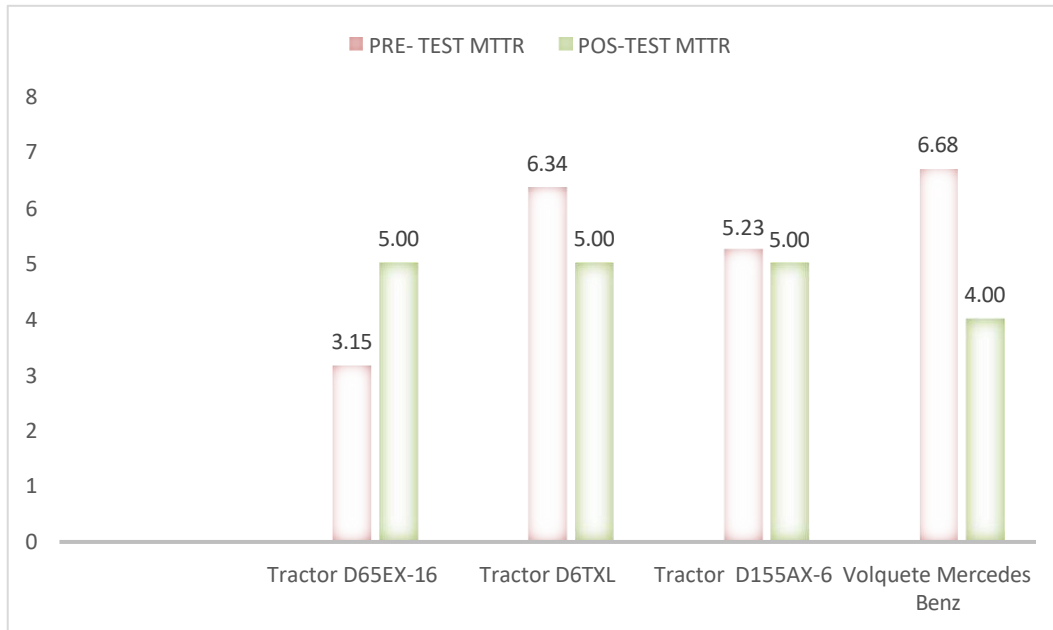


Al poner en marcha la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Constructora Janley S.R.L, se estima el aumento del tiempo promedio entre fallas, un incremento de un 9.75 Horas a 102.41 Horas, para el tractor de oruga D165EX-16, del tractor de oruga D6T-XL de 24.43 horas a 174.00 horas, del tractor uruga D155AX-6 de 13.77 a horas a 73.65 horas y del volquete Mercedes Benz de 21.22 horas a 106.48 horas según se observa en la figura 41.

### 3.6.2. Tiempo promedio entre reparaciones (MTTR)

**Figura 42**

*Tiempo promedio en reparaciones después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo*

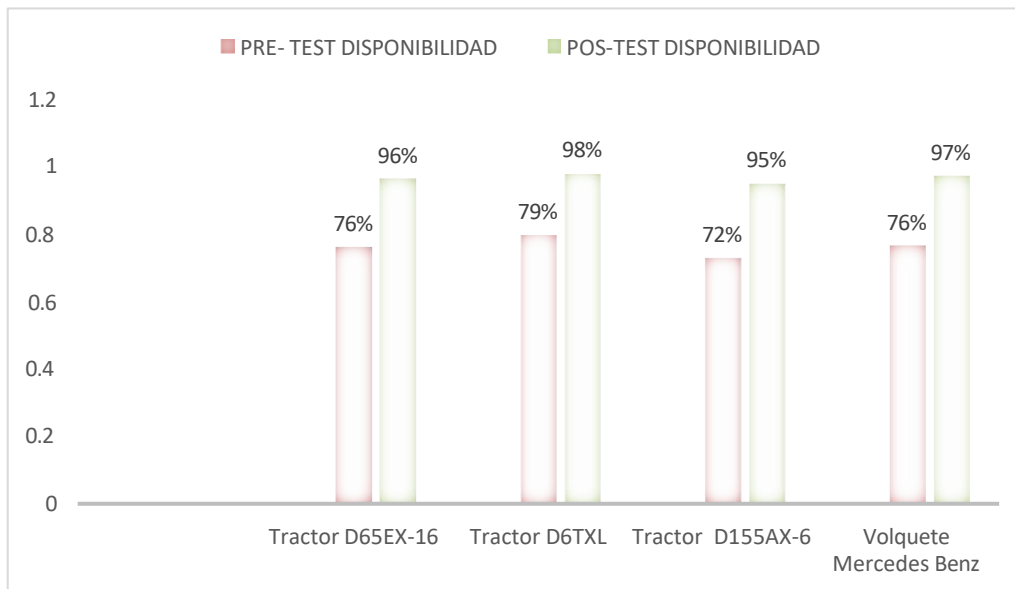


De acuerdo a la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Constructora Janley S.R.L, se espera una ligera disminución del tiempo promedio entre reparaciones, se puede observar disminución para el tractor D6T-XL, para el tractor de oruga D155AX-6 y para el volquete Mercedes Benz de 6.34 hrs a 5.00 hrs, 5.23 a 5.00 y de 6.68 a 4.00 por cada máquina, según se aprecia en la siguiente figura 42.

### 3.6.3. Evaluación de la disponibilidad de la maquinaria después de la implementación del plan.

**Figura 43**

*Disponibilidad de la maquinaria después de la implementación del plan*



Después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Constructora Janley S.R.L, se espera un considerable aumento en la disponibilidad de la maquinaria pesada, se observa un incremento de un 76% a 96%, para el tractor de oruga D65EX-16, del tractor D6T-XL de un 79% al 98%, del tractor uruga D155AX-6 de 72% a 95% y del volquete Mercedes Benz del 76% al 97%, según se observa en la figura 43.



### 3.7. Evaluación económica

La propuesta para la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para el área de mantenimiento preventivo de la empresa Constructora Janley consta de la siguiente inversión.

**Tabla 60**

*Costos por implementación de procedimientos.*

Descripción	Cantidad	Costo S/.	Total, S/.
Oficina (papeles)	4	14	S/ 56.00
Escritorio	2	250	S/ 500.00
Repisa	1	350	S/ 350.00
Computadora	1	1800	S/ 1,800.00
Impresora	1	1980	S/ 1,980.00
Tintas	4	35	S/ 140.00
Constitución y Registro	1	750	S/ 750.00
Licencia	1	102	S/ 102.00
Instalación	1	2500	S/ 2,500.00
<b>Total</b>			<b>S/ 8,178.00</b>

**Nota:** Los recursos para la implementación del plan de mantenimiento preventivo se describe en la tabla 60.

**Tabla 61**

*Costos en personal profesional*

Inversión personal					
Recursos	Tiempo- meses	Cantidad	Remuneración	Costo total s/.	
Ing. Industrial	12	1	S/ 1,800.00	S/ 21,600.00	
Asistente mecánico	12	1	S/ 1,200.00	S/ 14,400.00	
				<b>S/ 36,000.00</b>	

**Nota:** El presupuesto de inversión para la capacitación de todo el personal de la empresa Constructora Janley se describe en la tabla 60.

**Tabla 62**

*Inversión en stock de insumos y repuestos*

Recursos	Cantidad	Costo unitario s/.	Costo total s/.
Aceite de motor	10 Unidades	S/ 300.00	S/ 3,000.00
Elementos de corte	20 Unidades	S/ 15,000.00	S/ 300,000.00
Filtro de aceite	10 Unidades	S/120.00	S/1,200.00
Filtros de inyección	10 Unidades	S/90.00	S/ 900.00
Filtros de hidráulico	10 Unidades	S/170.00	S/ 1,700.00
Filtro de transmisión	10 Unidades	S/160.00	S/ 1,600.00
Aceite de mandos finales	10 Unidades	S/280.00	S/ 2,800.00
Aceite de transmisión	10 Unidades	S/400.00	S/ 4,000.00
Aceite de diferenciales	10 Unidades	S/400.00	S/ 4,000.00
Filtro de aire secundario	10 Unidades	S/160.00	S/ 1,600.00
Aceite hidráulico	10 Unidades	S/375.00	S/ 3,750.00
Trapos industriales	10 Unidades	S/10.00	S/ 100.00
Herramientas	10 Kit	S/200.00	S/ 2,000.00
Filtro de aire primario	10 Unidades	S/250.00	S/ 2,500.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 327,950.00</b>

**Nota:** Para el funcionamiento correcto es indispensable proveerse de stock para responder en el menor tiempo posible a las eventualidades en la tabla 62 se describe los principales componentes que se debe tener en stock.

**Tabla 63**

*Inversión en capacitación al personal*

Temas	N° de capacitadores	Tiempo horas	Costo S/./hora	Total, semestral S/.	Total, anual S/.
Capacitación en mantenimiento preventivo	1	40	S/ 200.00	S/ 1,200.00	S/ 2,400.00
Capacitación en protocolos de bioseguridad	1	16	S/ 250.00	S/ 1,500.00	S/ 3,000.00
Total					S/ 5,400.00

**Nota:** Los costos administrativos en capacitaciones se muestra en la tabla 63.

**Tabla 64**

*Presupuesto documentario para la implementación del plan*

Descripción del documento	Cantidad	Costo S/	N° De Trabajadores	Costo semestral	Costo S/ anual
Folletos y separatas	5	15	12	S/ 90.00	S/ 180.00
Manuales	12	25	12	S/ 150.00	S/ 300.00
Bloc de registro	2	10	12	S/ 60.00	S/ 120.00
Documentos de control	5	120	12	S/ 720.00	S/ 1,440.00
TOTAL					S/ 2,040.00

**Nota:** El presupuesto documentario un instrumento muy importante para el buen funcionamiento del plan se muestra en la tabla 64.

**Tabla 65**

*Presupuesto en seguridad para el personal (EPP)*

Descripción del Producto	Cantidad	Costo S/	Costo Semestral S/	Costo Anual S/
Guantes de badana	10 pares	S/ 9.00	S/ 54.00	S/ 108.00
Mamelucos drill	10 unidades	S/ 60.00	S/ 360.00	S/ 720.00
Tivex	10 unidades	S/ 20.00	S/ 120.00	S/ 240.00
Zapatos	10 pares	S/ 70.00	S/ 420.00	S/ 840.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 1,908.00</b>

**Tabla 66**

*Presupuesto en higiene y limpieza*

Descripción del Producto	Cantidad	Costo S/	Costo Semestral S/	Costo Anual S/
Escoba	2	S/ 30.00	S/ 30.00	S/ 60.00
Balde	2	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 80.00
Trapeador	2	S/ 30.00	S/ 30.00	S/ 60.00
Recogedor	2	S/ 30.00	S/ 30.00	S/ 60.00
Bolsas	100	S/ 10.00	S/ 10.00	S/ 20.00
Jabón	2	S/ 12.00	S/ 12.00	S/ 24.00
Ácido muriático	1	S/ 5.00	S/ 5.00	S/ 10.00
Dispensador de basura	3	S/ 15.00	S/ 15.00	S/ 30.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 344.00</b>

**Nota:** En las tablas 65 y 66 se muestra el presupuesto en implementación para la seguridad, la salud, la higiene y limpieza en la implementación del plan.

**Tabla 67**

*Costos para poner en marcha la implementación del plan de mantenimiento preventivo.*

<b>Costo de la implementación del plan</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
	S/ 8,178.00	S/ 8,178.00	S/ 8,178.00	S/ 8,178.00	S/ 8,178.00	S/ 8,178.00
Implementación de procedimientos						
Personal profesional	S/ 36,000.00	S/ 36,000.00	S/ 36,000.00	S/ 36,000.00	S/ 36,000.00	S/ 36,000.00
Insumos y repuestos	S/ 327,950.00	S/ 327,950.00	S/ 327,950.00	S/ 327,950.00	S/ 327,950.00	S/ 327,950.00
Capacitación al personal	S/ 5,400.00	S/ 5,400.00	S/ 5,400.00	S/ 5,400.00	S/ 5,400.00	S/ 5,400.00
Presupuesto documentario	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00	S/ 2,040.00
Seguridad para el personal EPP	S/ 1,908.00	S/ 1,908.00	S/ 1,908.00	S/ 1,908.00	S/ 1,908.00	S/ 1,908.00
Presupuesto en higiene y limpieza	S/ 344.00	S/ 344.00	S/ 344.00	S/ 344.00	S/ 344.00	S/ 344.00
<b>Costo total por año</b>	<b>S/ 381,820.00</b>	<b>S/ 381,820.00</b>	<b>S/ 381,820.00</b>	<b>S/ 381,820.00</b>	<b>S/ 381,820.00</b>	<b>S/ 381,820.00</b>

*Nota:* La inversión anual de la implementación del plan de mantenimiento preventivo para la empresa Constructora Janley S.R.L, se estima en un valor S/381,820.00

**Tabla 68**

*Evaluación de la producción antes y una proyección después de la implementación del plan.*

EQUIPO	HORÓMETRO INICIAL	HORÓMETRO FINAL	TOTAL, HORAS	PRODUCCIÓN EN \$	HORAS INOPERATIVAS	20 HORAS POR DIA	DIFERENCIA DE HORAS	HORAS EFECTIVAS	NETO	HORAS POSIBLES \$
Tractor D65-EX	7821	12310	4489	\$239,706.00	50	7200	2711	4439	\$239,706.00	\$386,100.00
Tractor D155-6AX-6	15057	16567	1510	\$113,960.00	30	7200	5690	1480	\$113,960.00	\$387,180.00
Volquete FM C4P-791	6200	8600	2400	\$64,800.00	0	7200	4800	2400	\$64,800.00	\$388,800.00
Volquete T4H-876	4525	6925	2400	\$64,800.00	0	7200	4800	2400	\$64,800.00	\$388,800.00
Volquete T2T-800	13163	15731	2568	\$69,336.00	0	7200	4632	2568	\$69,336.00	\$388,800.00
Volquete T4H-892	3885	6405	2520	\$68,040.00	0	7200	4680	2520	\$68,040.00	\$388,800.00
Volquete T9S-812	12481.9	14641.9	2160	\$58,320.00	240	7200	5040	1920	\$51,840.00	\$375,840.00
Excavadora 336	9000	10800	1800	\$115,200.00	0	7200	5400	1800	\$117,000.00	\$388,800.00
Tractor Cat	13200	15700	2500	\$135,000.00	0	7200	4700	2500	\$135,000.00	\$388,800.00
Camioneta M4T-893				No Genera Ganancias Equipo Destinado A La Gerencia Y Administración (Egresos)					\$0.00	\$0.00
Camioneta GIM-972				No Genera Ganancias Equipo Destinado Al Equipo De Mantenimiento (Egresos)					\$0.00	\$0.00
Camioneta M4T-743				No Genera Ganancias Equipo Destinado Al Equipo De Mantenimiento (Egresos)					\$0.00	\$0.00
									<b>\$924,482.00</b>	<b>\$3,481,920.00</b>
<b>Total, de ingresos bruto generado en el año</b>				<b>0</b>	<b>320</b>	<b>64800</b>	<b>42453</b>	<b>22027</b>	<b>S/3'513,031.60</b>	<b>\$3,481,920.00</b>

**Nota:** En la tabla 68 se describe las horas efectivas encontradas en el estudio y se hace un cálculo de los resultados que se obtendrían al aplicar la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Constructora Janley S.R.L Cajamarca 2023, es notablemente rentable invertir en dicho plan.

**Tabla 69**

*Análisis del flujo de Caja proyectado*

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
-S/ 381,820.000	S/ 2,006,259.8	S/ 2,006,259.8	S/ 2,006,259.8	S/ 2,006,259.8	S/ 2,006,259.8

**Figura 44**

*Breve Cálculo del COK*

Ke =	Roe =	Utilidad Neta	S/ 2,006,259.8
		Total Patrimonio	0.776416339
CPPC =	78%		

**Tabla 70**

*Indicadores de la evaluación*

COK		78%	COK	Costo Económico de Capital
VAN	S/	1,057,690.5	VAN	Valor Actual Neto
TIR		136%	TIR	Tasa Interna de Retorno
IR		304.18	IR	Impuesto a la Renta

Este cálculo del VAN, se considera como un costo de oportunidad 78% (que son la rentabilidad de empresa similar en el rubro de alquiler de maquinaria pesada). Se comprueba la rentabilidad de la implementación con un TIR de 136%.



**Tabla 71**

*Matriz de operacionalización de resultados*

TIPOS DE VARIABLES	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la situación actual del mantenimiento, así como la disponibilidad operacional de la maquinaria pesada en la empresa Constructora Janley S.R.L.</li> </ul>	<b>Implementación del mantenimiento preventivo</b>  <b>Capacitación al personal de mantenimiento</b>	Porcentaje del cumplimiento del mantenimiento preventivo.  Nivel de eficiencia en mantenimiento
<b>Mantenimiento preventivo</b>	Implementar el plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa constructora Janley S.R.L. Cajamarca 2023.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar el plan y sistema de mantenimiento preventivo en la empresa Constructora Janley S.R.L.</li> </ul>	<b>Aplicación de técnicas y métodos</b> <b>Control de horas operativas</b>	Tiempo de horas operacionales de los equipos.
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>			<b>Reducción del tiempo entre fallas</b>	Número de horas que se registren entre fallas
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir el nivel de disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en la empresa constructora Janley S.R.L.</li> </ul>	<b>Reducción del tiempo promedio entre reparaciones</b>	Número total de horas entre reparaciones
<b>Disponibilidad</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar evaluación económica de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Constructora Janley S.R.L.</li> </ul>	<b>Incremento de la disponibilidad de la maquinaria</b>	% de la disponibilidad de los equipos

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusiones

Para realizar la implementación del plan de mantenimiento preventivo, se hizo una evaluación y análisis del área responsable del mantenimiento y de los autores que se involucran directamente en la actividad operacional en la Empresa Constructora Janley S.R.L Cajamarca 2023, se pudo comprobar que la empresa cuenta con un plan de mantenimiento preventivo no estandarizado, se basan en la experiencia de técnicos y de los operadores ocasionando averías o fallas en la maquinaria y como consecuencia, se genera una baja disponibilidad operativa de los equipos. En la investigación se determinó también que existen malas prácticas operacionales y de mantenimiento en la empresa debido a la falta de capacitación, se pudo constatar en campo algunas labores de los mantenimientos preventivos, los que se realizan los operadores sin las prácticas técnicas que estas labores requieren, no se tiene en presente las características y calidad de los lubricantes, así mismo se ignora de los daños o fallas que puedan ocasionar en los equipos.

Barrientos (2017), en su trabajo de investigación “Mejora de la gestión de mantenimiento de maquinaria pesada con la metodología AMEF”, Facultad de Ingeniería, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima – Perú. En este estudio se propone a reducir el porcentaje de mantenimiento correctivo, tomando medidas preventivas para poder reducir los costos más impactantes y ajustar sus planes a los presupuestos de la organización. La comparación de la variación de pérdidas económicas, posterior a la aplicación y desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo por parte de la empresa se logra una reducción del 20% al 30%

en los mantenimientos correctivos dando una clara evidencia en el aumento de la disponibilidad operativa de la maquinaria.

La viabilidad económica de la implementación del plan de mantenimiento preventivo se realizó a través del método de costeo directo que permite identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios que genera, en un determinado periodo de tiempo

Con el propósito de implementar el plan de mantenimiento preventivo, se hizo uso de la herramienta del diagrama Ishikawa, del cual Arques (2018), refiere que es el diagrama con el que se puede visualizar en una sola presentación las causas asociadas a un mismo fallo y agruparlas según su naturaleza, es por ello que dicho diagrama nos permitió identificar las principales causas que originaron el mayor tiempo de paradas que tiene la maquinaria de la empresa Constructora Janley S.R.L.

La investigación de Vásquez (2018), deja en evidencia que tanto la implementación de una gestión adecuada de mantenimiento, así como también una eficiente calidad de servicio son indispensables para para una empresa, sin importar el rubro donde esta desarrolle sus actividades; mantener al cliente satisfecho es uno de los principales objetivos para cualquier organización (Valverde Obregon, 2021)

Para Tarrillo Castañeda, (2018), en su investigación que tuvo por objetivo proponer un plan de mantenimiento para el pool de maquinaria pesada, mejorando los costos de mantenimiento de la maquinaria en la municipalidad provincial de Jaén, periodo 2017; el diseño de la investigación fue no experimental – descriptiva. La población y muestra lo conforman la maquinaria pesada de la municipalidad. Las técnicas e instrumentos para la recolección de datos que se utilizaron fueron: encuesta, observación directa y análisis de documentos, además para la evaluación de la información y datos se utilizó

el programa Microsoft Office Excel, llegando a la conclusión que la implementación de un sistema de mantenimiento oportuno y organizado, mejora la disponibilidad de la maquinaria, la planificación de los paros para mantenimiento, mejora la disposición del personal, y la depreciación de fallas por un apropiado plan de mantenimiento preventivo conlleva a disminuir los costos de la Municipalidad Provincial pudiendo disponer de un cronograma de actividades.

El no implementar un plan de mantenimiento preventivo adecuado, acorde a la realidad y las exigencias de los clientes en la empresa es perder prestigio y por consiguiente pérdida de oportunidades comerciales, Vásquez (2013), sostiene que ello genera errores frecuentes volviendo la maquinaria obsoleta, como se observa en muchas maquinarias que han perdido totalmente el sentido de sus funciones operativas, quedando estas obsoletas, donde el repararlas generará un mayor costo que al comprar o adquirir una maquinaria nueva.

#### **4.2. Conclusiones**

Se concluye que existe viabilidad económica para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo: VAN S/1,057,690.5 TIR 136%.

Se estableció que la disponibilidad inicial de la maquinaria pesada es de 72%, asimismo durante la implementación de la mejora continua de los procesos se incrementó a 98%.

Se determinaron que las pérdidas económicas de la empresa pueden presentar una disminución atractiva y con una rentabilidad muy optimista posterior al desarrollo e implementación del plan de mantenimiento preventivo.

Se concluye que la ocurrencia de fallas en la maquinaria pesada el principal factor son mantenimientos inadecuados, los tiempos de espera relacionados con el cambio de repuestos, ausencia de un plan preventivo de mantenimiento se incrementan los tiempos de manera alarmante entre fallas, la falta de repuestos en los almacenes, la escasa asignación de recursos, la no evaluación constante de los quipos hace que se genere una baja disponibilidad de la maquinaria.

Se concluye que la eficiencia de los procesos de mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada presenta un incremento considerable en la disponibilidad de la maquinaria, en relación al proceso de lubricación, el desarrollo de inspecciones preventivas y en relación al mantenimiento general en la maquinaria de la empresa, existe un incremento significativo en la mejora de la disponibilidad de los equipos en la empresa Constructora Janley S.R.L 2023

## Referencias

- Acuña Acuña, J. (2022). *Ingeniería de confiabilidad*. Costa Rica: Catargo.
- Anaya Vega, G. G. (2020). Diseño de la propuesta de implementación de un sistema de mantenimiento productivo total TPM para la Empresa Colombiana de Cementos S.A.S. en la región de Rio Claro - Antioquia . Colombia: Universidad EAN.
- Arango Marín, J. R. (2023). Programación de mantenimiento preventivo usando algoritmos genéticos. *Lámpsakos*, 37-44.
- Caballero Caldero, J. S. (1995). *Administración del mantenimiento programado de maquinaria pesada*. México: Villa Coapa.
- Cabrejos Burga, J. D. (2017). "GESTIÓN POR COMPETENCIAS Y PRODUCTIVIDAD EN LOS TRABAJADORES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA EN MYPES DE CAJAMARCA (PERIODO 2016-2017)". LIMA: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO.
- Chuga Mori, D., Hidalgo Delgado, G., & Pacherez Vincés, K. (2020). *CONFIABILIDAD PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD*. UNIVERSIDAD DE PIURA.
- Cisneros Silva, L. V. (2017). "ELABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO PARA LA MAQUINARIA DEL TALLER DE CAD-CAM. ECUADOR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Díaz Concepción, A., Frank, P. R., & Del Castillo Cerpa, A. y. (2011). Propuesta de un modelo para el análisis de criticidad en plantas . *Ingeniería Mecánica*. Vol. 15, 34-35.
- Díaz Jiménez, L. R. (2019). *PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA DISPONIBILIDAD* . Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Fernández Álvares, E. (2018). *Gestión del mantenimiento*. Colombia: Universidad de Oviedo.
- Fernández Cabanas, m., Garcia Melero, M., Alonso Orcajo, G., & Cano Rodriguez, J. M. (1998). *TÉNICAS PARA EL MANTENIMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE MÁQUINAS*. España: Gráficas 92, S.A.
- Galloso Cruzado, S. F. (2020). "GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS EN EL SECTOR MINERO 2015-2020. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA". CAJAMARCA - PERÚ: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE.
- García Alcaraz, J. L. (2011). Factores relacionados con el éxito del MPT. *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia*, 129 - 140.
- García Córdoba, M. (2017). Una polémica trascendental sobre el mantenimiento Preventivo y Predictivo. *Revista de investigaciones sociales*, 8.
- Gómez Santos, C. (2001). *MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL*. España: Una Visión Global.

- Huerta Mendoza, R. (2000). *El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la disponibilidad operacional*. Venezuela: Ediciones ISPJAE.
- Huillca Paniura, R. Y. (2020). *Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos de aire acondicionado de una empresa metalúrgica*. Lima: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/64664/Huillca\\_PRY-Jeri\\_GR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/64664/Huillca_PRY-Jeri_GR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Iberdrola S.A. (2022). *MANTENIMIENTO PREDICTIVO*. Portugal: Iberdrola.
- López Rios, D. A. (17 de Abril de 2021). Análisis de criticidad del equipo pesado. Perú.
- Mallorca Alvarado, R. J. (2019). *PROPUESTA DE MEJORA DE LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA PESADA*. UNIVERIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS.
- Mohammad Naghi, N. (2005). *Metodología de la investigación*. México: Limusa.
- Mora, G. L. (2009). *MANTENIMIENTO Planeación, Ejecución y Control*. México: Alfaomega.
- Orozco Roldán, F. R. (2020). *MECANIZADO*. España: Paraninfo S.A.
- Pacheco Coello, C. E. (2020). *PRESUPUESTOS UN ENFOQUE GERENCIAL*. México: Instituto de contadores públicos, A.C.
- Perilla Romero, Y. H. (2016). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO PARA EL BANCO DE MAQUINARIA DEL MUNICIPIO DE NUNCHIA*. ESPAÑA: UNIVERSIDAD DE PLAMPONA.
- Pillado Portillo, M. C. (2022). Metodología de administración para el mantenimiento preventivo. *Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, 4-10.
- Pinargote, H. M. (2020). *DIRECCIÓN DE OPERACIONES*. Ecuador: Área de innovación y desarrollo, S.L.
- RELIABILITYWEB.COM. (31 de enero de 2023). *Indicadores de Confiabilidad Propulsores en la Gestion del Mantenimiento*. Obtenido de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/indicadores-de-confiabilidad-propulsores-en-la-gestion-del-mantenimiento>: <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/indicadores-de-confiabilidad-propulsores-en-la-gestion-del-mantenimiento>
- Rey, S. F. (2001). *MANUAL DEL MANTENIMIENTO INTEGRAL EN LA EMPRESA*. España: FUNDACIÓN CONFEMETAL.
- Somaza Mora, J. T. (2020). Propuesta y diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad rcm para los dequipos críticos de la empresa carbofront s.a.s. Colombia: Universidad Francisco de Paula Santander.
- Tenuco Calderón, R. M. (2021). *“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA EN LA*

*EMPRESA MEDITERRANEO OPERADORES LOGÍSTICOS S.A.C. AREQUIPA - PERÚ:*  
UNIVERSIDAD AUTONOMA SAN FRANCISCO.

Valdes, A. J., & San Martin, P. E. (2009). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa remaplast.* COLOMBIA.

Valverde Obregon, A. D. (2021). Plan de mantenimiento preventivo de maquinaria para minera Chinalco. Lima, Callao.

Velohlavek, P. (2006). *Overall Equipment Effectiveness.* Buenos Aires: Blue Eagle Group.

Zapata, A. (2016). *Ciclo de la calidad PHVA.* Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Zegarra, M. (2016). Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas*, 26-31.



## Anexos

### Anexo 1

FORMULACIÓN PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE		POBLACIÓN	
¿En qué medida la implementación del plan de mantenimiento programado mejorará la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa constructora Janley S.R.L. Cajamarca 2022?	Implementar el plan de mantenimiento programado para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa constructora Janley S.R.L. Cajamarca 2022.		mantenimiento programado		Flota de 12 equipos	Cuestionario Archivos Encuesta Entrevista Diagramas Análisis de criticidad Causa raíz
	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la situación actual del mantenimiento, así como la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa Constructora Janley s.r.l.</li> <li>• Implementar el plan y sistema de mantenimiento programado en la empresa Constructora Janley s.r.l.</li> <li>• Medir el nivel de disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa constructora Janley s.r.l.</li> <li>• Ejecutar evaluación económica de la implementación de un plan de mantenimiento programado para la maquinaria pesada de la empresa Constructora Janley s.r.l.</li> </ul>	La implementación del plan de mantenimiento programado permite mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada permitiendo en la empresa constructora Janley S.R.L. Cajamarca 2022.	VARIABLE DEPENDIENTE	Documental Observación directa Pre experimental Aplicada Cuantitativa	<b>MUESTRA</b>  20 Trabajadores  6 Equipos propios	<b>MATERIALES</b> Laptop Lapicero Papel bon Impresora
			Disponibilidad			

Anexo 2

<b>Categorías del personal evaluado</b>								
<b>Evaluados</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Gerente</b>	<b>6.5</b>	<b>6.2</b>	<b>5.4</b>	<b>6.8</b>	<b>7.1</b>	<b>5.6</b>	<b>6.1</b>	<b>5.9</b>
<b>Mecánico</b>	<b>5.8</b>	<b>6.6</b>	<b>6.2</b>	<b>6.3</b>	<b>5.8</b>	<b>6.8</b>	<b>6.1</b>	<b>5.2</b>
<b>Ayudante</b>	<b>6.3</b>	<b>5.7</b>	<b>6.1</b>	<b>6.8</b>	<b>7.1</b>	<b>6.9</b>	<b>5.8</b>	<b>6.4</b>
<b>Almacenero</b>	<b>6.4</b>	<b>5.9</b>	<b>6.7</b>	<b>6.9</b>	<b>5.9</b>	<b>6.9</b>	<b>6.2</b>	<b>6.4</b>
<b>Operador I</b>	<b>6.5</b>	<b>6.2</b>	<b>6.8</b>	<b>7.2</b>	<b>6.8</b>	<b>6.8</b>	<b>6.9</b>	<b>6.9</b>
<b>Operador II</b>	<b>6.4</b>	<b>7.2</b>	<b>6.4</b>	<b>7.1</b>	<b>6.9</b>	<b>5.9</b>	<b>6.4</b>	<b>6.7</b>
<b>Promedio</b>	<b>6.3</b>	<b>6.3</b>	<b>6.3</b>	<b>6.9</b>	<b>6.6</b>	<b>6.5</b>	<b>6.3</b>	<b>6.3</b>

### Anexo N° 3 Cotización de repuestos

#### COTIZACIÓN

RAZÓN SOCIAL : CONSTRUCTORA JANLEY S.R.L.  
RUC : 20491672707  
DIRECCIÓN : JR. LAS CASUARINAS N° 167 URB. LA PERLITA  
CAAJAMARCA  
REFERENCIA : REPUESTOS PARA MOTOR HIDRÁULICO DE  
DIRECCIÓN Y VENTILADOR  
TIEMPO DE ENTREGA: INMEDIATA SALVO PREVIA VENTA  
FORMA DE PAGO: CONTADO  
MONEDA : SOL  
FECHA : 02 DE OCTUBRE DEL 2021  
MONTO: 15,276.12

NOTA: EL PRECIO INCLUYE EL IGV.

file:///D:/escritorio/UPN-

ELMER/CICLO%20X/TESIS/BASE%20DE%20DATOS/INFORME%20FINAL%20D15  
5AX6%20JANLEY%20BOMBAS%20HID.(2).pdf

Anexo 4



MATRIZ DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMECA)																	
CLIENTE		COMIGLADHE S.A.							RESPONSABLES		Supervisor						
SISTEMA / COMPONENTE		TRACTOR DE ORUGA DISEÑO KOMATSU							Técnicos - Mantenimiento		Mantenedor - Jerga						
Sub-Sistema		POTENCIA DE MOTOR BAJA							FECHA FMECA		Jun-23						
Datos de Proceso		JANLEY S.R.L							ULTIMA REVISIÓN		8/06/2023						
Proveedor Original		DR. WILMA COMOLACHE S.A.															
Sistema / Componente	Sub-Sistema / Elemento	Función	Modo de Fallo Potencial	Efecto de Fallo	Severidad	Causa de Fallo	Ocurrida	Controles Actuales Detección	Detectabilidad	RPN	Acciones Recomendadas	Responsables / Fecha Ejecución	RESULTADOS DE ACCIÓN				
													Acciones Implementadas	S	O	D	R
													V	C	T	N	
Motor	Anillos	Potencia	Pérdida de potencia	Daños internos del motor	1	Falta de técnica	0.05	NO	0.1	0.05	Pruebas de los parámetros	Supervisor de operaciones	Equipos de medición de parámetros	10	0.01	0.5	0.05
sistema hidráulico	Botellas	Levante de componentes	Pérdida de potencia	Ruptura de los componentes	0.8	Exceso de carga	0.05	NO	0.01	0.04	Capacitar al operador	Supervisor de operaciones	Procedimientos de operación	10	0.01	0.5	
Sistema de cambio	Rodillos	movimiento del equipo	Atrascamiento de la cambio	Ruptura de bocanás	0.7	Malos prácticas de operación	0.05	SI	1	0.02	Revisión cotidiana	Supervisor de operaciones	Check List cotidiano	10	0.01	0.5	
Motor de giro	Engrenajes	movimiento giratorio	Atrascamiento del sistema	Ruptura de los componentes	0.3	Malos prácticas de operación	0.05	NO	0.01	0.01	Pruebas de los parámetros	Supervisor de operaciones	Equipos de medición de parámetros	10	0.01	0.5	0.05
Bomba hidráulica	Retenes	Inyección de potencia	Pérdida de potencia	Ruptura de los componentes	0.3	Aceite contaminado	0.05	NO	0.01	0.03	Pruebas de potencia	Supervisor de operaciones	Equipos de medición de parámetros	10	0.01	0.5	
Turbo	Retenes	Potencia del sistema	Pérdida de potencia	Daños internos del motor	0.8	Malos prácticas de operación	0.05	SI	0.01	0.05	Capacitar al operador	Supervisor de operaciones	Procedimientos de operación	10	0.01	0.5	
Bomba de Aceite	Válvula	Inyección de aceite al	Pérdida de potencia	Daños internos del motor	0.3	Exceso de carga	0.05	NO	0.01	0.02	Capacitar al operador	Supervisor de operaciones	Procedimientos de operación	10	0.01	0.5	

ANEXO 5 Modelo de registro de mantenimiento

		<b>Registro de Mantenimiento</b>		Codigo	110-SSA-FOR-021
				Version	0
				Fecha	1/10/2021
<b>Empresa:</b>		<b>Fecha:</b>			
Excavadora <input type="checkbox"/>	Volquete <input type="checkbox"/>	<b>Lugar:</b>			
Retroexcavadora <input type="checkbox"/>	Coaster <input type="checkbox"/>	<b>Horometro Actual:</b>			
Rodillo <input type="checkbox"/>	Camioneta <input type="checkbox"/>	<b>Codigo del Equipo:</b>			
Tractor <input checked="" type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>				
Recurso	Descripción	Observaciones			
_____ (Nombre y Firma) TECNICO Mecanico		_____ (Nombre y Firma) SUPERVISOR			

ANEXO 6 Control de suministros

CONTROL DE SUMINISTROS Y LUBRICANTES ADICIONALES				
D155AX-6 KOMATSU				
DESCRIPCION	CANTIDAD	HOROMETRO	EQUIPO	OBSERVACIONES
Mantenimiento de 1,000 horas, se cambio cuchillas nuevas, pernos y tuercas nuevas	1,335	15,057.00	D155	
Se cambio dos guilanes por nuevos, dos tapones de rodillos usados, pernos de zapata	2,130		D155	
Se coloco puñador de cadena, dos tapas de rodillos nuevos	1,2		D155	Se reajusto pernos de rodillos todos
Javier Sanchez hizo medicion de presiones de motor	1		D155	
Desmontaje de los segmentos lado izquierdo	9		D155	
Javier Sanchez desmonto bocinas de cabalgas, se desmonto segmentos lado derecho	0,9		D155	No especifica numero de bocinas
Se llevo tilla a recubrir, se llevo soporte de cabalgas al torno, se recortio huecos de rodillos con medio	2,1,0		D155	no especifica n° de soportes ni huecos
Se cambio foco H3K24V	1		D155	
Volteo de cadenas, apoyo personal de Javier Sanchez	2		D155	
Se dejo pernos de rodillos taller de Jorge Cotrina, se noto fuga de cadenas ambos lados	96,02		D155	
Se sacio los requestos de KOMATSU, se desmonto las bocinas de eje pivot ambos lados J. Sanchez	0		D155	No especifica cuantas bocinas
Se sacio mangueras, de la transmision del pivot	4		D155	
Se coloco bocinas lado izquierdo, bocinas nuevas	2,4		D155	
Se sacio las bocinas de los pitones de levante, rotulas del puente y bocinas del puente	4,2,7		D155	bocinas de los pitones lo hizo el soldador
Se coloco bocinas del pivot L izquierdo, rotulas nuevas del basidor del puente, mangueras de transmision	2,2,4		D155	
Se coloco retamas nuevas del basidor del puente, botellas reparadas con sellos nuevos	4,2		D155	
CUMMINS empeno el desmontaje de motor	1		D155	
Se coloco rodillos inferiores lado izquierdo, con sus pernos nuevos	5,18		D155	
Javier Sanchez llevo bocinas y bastidores al taller de Angeles	8,2		D155	
Se llevo radiadores a Ahivites, se recogio los tilla, CUMMINS llevo el motor a su taller	2,2,1		D155	
Se relleno aceite HDU90A los bujias ambos lados	0		D155	No especifica cantidad
Se extrae pernos rotos de los rodillos, se recortio huecos de los segmentos	5		D155	No especifica n° de huecos de los segmentos
Se monta los segmentos usados con pernos y tuercas nuevas	9,27,27		D155	
Se coloco pernos y tuercas nuevas de zapatas	48,48		D155	
Se le entrego requestos a CUMMINS, se coloco pernos de zapatas y tuercas nuevos	40		D155	
Se monto segmentos usados lado izquierdo con sus pernos y tuercas nuevas	9,27,27		D155	
Se monta rodillos y sus tapas con pernos nuevos lado izquierdo	0		D155	No especifica cantidad
Javier Sanchez apoya en aproximar los bastidores	0		D155	
Se le entrego un balde de aceite HDU90A Cotrina, se relleno aceite a los ejes pivot	1		D155	
Se monta los tilla de ambos lados con la puente de Javier Sanchez	2		D155	
Se desmonta mangueras para comprar	5		D155	
Se saca manguera del deposito del filtro de transmision para comprar	1		D155	
Se coloco orines y arandelas a mangueras de combustible	4,7		D155	
Se coloco manguera de aceite hidraulico nueva con orines nuevos	1		D155	
CUMMINS trae el motor al taller, se instala baterias que devolvieron	1,0		D155	
Se relleno aceite al damper, se coloco filtros de cabina nuevos, filtros de aire kit completo	0,04gls, 7,0		D155	no especifica n° de kit de filtros
CUMMINS continua trabajando en el motor	1		D155	
CUMMINS termina de montar y armar el motor	1		D155	
Se coloco mangueras de las botellas de levante con orines nuevos	0		D155	no especifica n° de mangueras
Se montaron cadenas ambos lados	2		D155	
CUMMINS cala el equipo, se relleno combustible al tractor	1,5		D155	
Equipo sube a mina	1	15,200.00	D155	
Equipo parado en mina, operador comunica que tiene sonido extraño	1	15,200.00	D155	
Operador y mecanico observan agua en el motor	1	15,200.00	D155	
CUMMINS comienza a desarmar parte del equipo a consecuencia de fallas	1	15,200.00	D155	
Se rellena aceite de motor y se dreña agua refrigerante	12,5 gls	15,200.00	D155	
Equipo sigue inoperativo	1	15,200.00	D155	
CUMMINS seguio desarmando el motor donde se encuentran las fallas	1	15,200.00	D155	
CUMMINS siguió desarmando partes del motor, equipo sigue inoperativo	1		D155	
Equipo es desmovilizado a taller de KOMATSU se deja en mina lampion y tapas de botellas de levante	1	15,200.00	D155	
Equipo vuelve al proyecto trabajo turno noche combustible full	1	15,200.00	D155	(CAMBIO DE MOTOR) PRESTAMO
Personal de San Martin rellena aceite hidraulico, rodillo inferior comienza a votar aceite	8gls		D155	
Se da vuelta cuchillas y se cambia cantoneras nuevas	2,2		D155	No especifica horometro
Se cambio filtro de aire, se relleno aceite de motor y agua refrigerante	1,1gls, 3gls		D155	No especifica si filtro es nuevo o reemplazado
Javier Sanchez cala el equipo y toma presiones	1	15,450.00	D155	
Mantenimiento de 250 horas	1		D155	no especifica cantidad de aceite de motor
Se reporta consumo de agua refrigerante y perdida de fuerza en la bomba del ventilador	1	15,450.00	D155	
Se rellena agua refrigerante, se siguen caendo los rodillos	2,5gls, 3		D155	
Se sigue rellenando agua refrigerante	1gls		D155	Rodillos vacados, 1,3,4
Se rellena aceite de motor, se cambio rodillo inferior	1gls,1		D155	No especifica si rodillo es nuevo o usado
Se sigue rellenando agua refrigerante	2gls		D155	
Se sigue rellenando agua refrigerante	0		D155	No especifica cantidad de agua refrigerante
Mantenimiento de 500 horas	1	15,678.00	D155	Sigue consumiendo agua refrigerante
Se cambio rodillos simple, inferiores, cuchillas nuevas, cantoneras nuevas	4,3,3,2	15,678.00	D155	
Se cambio fajas del alternador nuevas, se relleno agua refrigerante	2,1gls		D155	
Se sigue rellenando agua refrigerante, equipo empeno a recalentar	0		D155	No especifica cantidad de agua refrigerante
Se sigue rellenando agua refrigerante, equipo sigue recalentando	0		D155	No especifica cantidad de agua refrigerante
Cambio foco H3K24V	1		D155	
Cambio de uña recalcada	1	16,500.00	D155	
Relleno de aceite de motor	1gls		D155	
Relleno de refrigerante	1/2 gls		D155	
Corte de pernos de las cadenas por JOHNSA	328		D155	
Se relleno aceite hidraulico y se desmontaron cadenas y rodillos ambos lados	3,6 gls	16,304.00	D155	
Montaje de zapatas realizadas, montaje de rodillos superiores y cambio de segmentos ambos lados	2	16,305.00	D155	
Mantenimiento de 2,000 hrs PM4	1	16,306.00	D155	
Se cambio pin del escarpi, se cambio uña de npar	1	16,388.00	D155	
Se cambio un oring, se cambio foco H3K24V	2	16,348.00	D155	
Se cambio foco H3K24V, se dejo a la zona nueva	1,1		D155	
Se templo cadena lado izquierdo	1		D155	
Desmovilización de equipo	1	16,568.00	D155	
Mantenimiento de 250 horas	1	16,567.00	D155	
Se recogieron guilanes del taller de Jorge Cotrina	4		D155	

ANEXO 7 Registro de compras

DESCRIPCIÓN	SOLES	DOLARES	TIPO DE COMPROBANTE	N°	FECHA	OBSERVACIONES
ICC		78.22	NOTA DE CREDITO	019-0000478	22/09/2020	
ICC		4,379.62	LETRA	198/78	13/09/2020	
TOYOTA		5,000.00	FACTURA	0002-012698	10/03/2020	
TOYOTA		36,600.00	FACTURA	0002-013654	17/10/2020	
TOYOTA		33,599.88	FACTURA	026-000584	23/09/2020	
KOMATSU		13,048.68	FACTURA	F005-0001114	8/09/2020	
BIZLINS	2,478.00		FACTURA	F001-00000964	26/07/2020	
F&M MAQUINARIAS		15,264.48	FACTURA	002-001075	12/07/2020	
JOHNSA	2,289.67		FACTURA	001-000068	27/09/2020	
CRHIS RENTA CAR		1,062.00	FACTURA	003-000043	30/09/2020	
TRANSPORTES ALVARADO	1,711.00		FACTURA	001-813/001-8784	16/09/2020	
SEGME D ASOCIADOS	611.24		FACTURA	001-000242	23/09/2020	
MAQUINARIAS Y SERVICIOS	800.00		FACTURA	001-000784	5/09/2020	
JOHNSA	6,231.60		FACTURA	001-000086	5/09/2020	
	8,521.27					
	4,457.84					
	14,121.51	109027.88				

ANEXO 8 Requerimiento de materiales



**REQUERIMIENTO DE MATERIALES N °. 00025**

**Sirvace Comprar lo Siguiente:**

Antes de la fecha: 05/12/19 Fecha: 01/12/21

Area o Sección Solicitante: **Mantenimiento**

Motivo del Pedido: proyección de mantenimientos

**EQUIPO:** D155AX-6

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	2	FILTROS DE ACEITE DE MOTOR	
2	1	FILTRO DE COMBUSTIBLE	
3	1	PRE FILTRO DE COMBUSTIBLE	
4	25 GLS	ACEITE DE MOTOR	

AREA SOLICITANTE: **Mantenimiento**

ALMACEN:

Avad Vásquez Acuña  
V°B° Gerente General



ANEXO 9 Registro de actividades operacionales

CONTROL DE GASTOS OCT. Y NOV. 2021

CONTROL DE INGRESOS Y SALIDAS DE DINERO		
DINERO RECIBIDO	MONTO	OBSERVACIONES
Otros		
Defici mes anterior		
Saldo mes anterior	517.20	
El 10/10/21	500.00	
El 28/10/21	500.00	
El 04/11/21	6,775.48	
El 09/11/21	500.00	
<b>TOTAL</b>	<b>8,275.48</b>	

DETALLE DE LOS GASTOS

PRODUCTO O ACTIVIDAD	PRECIO S/	TIPO D DMTO	N°	OBSERVACIONES
Trabajos en el T4H-892 y T4H-876	600.00	Factura	001-000323	
Escaneo del sistema electronico T4H-876, T4H-892	500.00	Factura	001-000324	
Se ledió al mecánico de consorcio Guevara	500.00	Sin comprobante		
Se le debe a la pensión de Agosto y Setiembre	510.00	Sin comprobante		(solo almuerzos)
Se pago de la cochera de la camioneta	91.00	Sin comprobante		de un mes mas 25 días
Se debe del mantenimiento de la camioneta	230.00	Factura		del último mantenimiento.
Se pago del almacen del 06/09/16 al 06/10/16	120.00	Sin comprobante		ya se retiro las cosas al taller de JOHENSA
Compra de materiales para equipos	730.00	Factura	001-003426	
Compra de materiales para equipos	725.50	Factura	003-001410	
Combustible para volquete T4H-876	200.00	Factura	001-0039686	
Lavado de volquetes T4H-892 T4H-876	120.00	Factura	0001-020203	
Mantenimiento general del volvo C4P-791	2915.00	Factura	0001-020204	
Servicios de llantas	261.00	Boleta	001-001642	
Compra de aceites	2150.00	Factura	001-011279	
Compra de grasa	1576.00	Factura	001-011282	
Pasajes para movilizarce	25.00	Sin comprobante		
Se le dio al chofer viaje a chiclayo	50.00	Sin comprobante		
<b>TOTAL</b>	<b>11,303.50</b>	<b>DEFICI. 3,028.02 - 1,000 = 2,028.02</b>		



Anexo 11. Base de datos.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	CÓDIGO: FO-CP-01-01
	ORCINA TÉCNICA - CONTROL DE EQUIPOS	FECHA DE BÚSQUEDA: 14/05/2019
VERSION: 01	FECHA DE REVISIÓN: 14/05/2019	PÁGINA: 1 DE 1

CENTRO DE COSTOS	TÍTULO	PROCESO	SUBPROCESO	FAJETA	COSTO	CODIGO	ACTIVIDADES DE EQUIPOS	CODIGO	EQUIPO
0101	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	TRABAJOS PRELIMINARES Y COMPLETOS	TRABAJOS PRELIMINARES Y COMPLETOS	Mobilización y mecanización de equipos	38,800.00	S	Cualificación	CMTA01	CALIBRETA
0102	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	TRABAJOS PRELIMINARES Y COMPLETOS	TRABAJOS PRELIMINARES Y COMPLETOS	Empuje de material orgánico	17,362.43	A	Acumulación	CMTA02	CALIBRETA
02010101	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Corte y eliminación y descarga de material orgánico (tipo: suelo) en est. km	3.75	T	Transporte	CMTA04	CALIBRETA
02010102	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Transporte adicional de material orgánico (tipo: suelo) hacia DME d=1 km, aprox. 2 km	0.00	P	Comprobación	CMTA05	CALIBRETA
02010103	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Empuje de material orgánico en depósito	0.80	F	Contaminación	CMTA06	CALIBRETA
02010104	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Corte y eliminación y descarga de material inerte tipo: arena hacia DME d=1 km, aprox. 2 km	4.40	N	Nivelación		CALIBRETA
02010105	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Transporte adicional de material inerte tipo: arena hacia DME d=1 km, aprox. 2 km	0.66	M	Empuje	CB01	COMB
02010106	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Empuje de material inerte tipo: arena en depósito	0.04	R	Corte	CB02	COMB
02010107	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Corte simple, eliminación y descarga para nivelación de pad, camino y canal perimetral de 1 km	3.04	I	Iluminación	CB03	COMB
02010108	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Transporte adicional de material inerte tipo: arena hacia DME d=1 km, aprox. 2 km	0.00	L	Limpieza de Talon		COMB
02010109	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Empuje de material inerte en depósito	0.80	PC	Reclamación con tipo sal	CDAS01	CDASTER
02010110	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Corte y eliminación y descarga de tipo: riposte para nivelación de pad de lavación, canal y caminos	4.30	V	Migoteo Vaso	CDAS02	CDASTER
02010111	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Transporte adicional de tipo: riposte hacia DME d=1 km, aprox. 4.0 km	0.00	PF	Perforación		CDASTER
02010112	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Empuje de material inerte tipo: riposte en depósito	0.80	DE	Desagote		CHAVICADORA
02010113	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Corte, eliminación y descarga para nivelación de pad de lavación, producción: material: 0.5 km	2.97	X	Shoring		CARGADOR FRONTAL
02010114	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Transporte adicional de material producido: material: hacia DME d=1 km, aprox. 4.0 km	0.80	W	Buzón de Agua	CMB-01	CAMBIA BAJA
02010115	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	EXCAVACIONES	Empuje de material producido: material: en depósito	1.10	Z	Intalación	CRJA01	CAMBIO CRJA
02010201	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	RELLENOS	Colocación y compactación de relleno estructural en pad de lavación, camino y canal perimetral	4.24	PE	Perforación	DIST-01	DISTRIBUIDOR DE COMBUSTIBLE
02010202	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	RELLENOS	Transporte, colocación y compactación de relleno estructural dentro de canalizado	2.104	FR	Producción	DIST-02	DISTRIBUIDOR DE AGUA
02010203	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	RELLENOS	Corte y transporte de suelo de tipo permeabilizado 1 km	2.20	AP	Acumulación y Contaminación	EXC-01	EXCAVADORA 300
02010204	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	RELLENOS	Transporte adicional de material de suelo de tipo permeabilizado d=1 km, aprox. 1.2 km	0.66	CM	Colocación de Material	EXC-02	EXCAVADORA 300L
02010205	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	RELLENOS	Colocación y compactación de suelo de tipo permeabilizado en pad de lavación (e=0.20 m)	8.11	BE	Barrido de Sólido	EXC-03	EXCAVADORA 300L
02010206	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	MOMENTO DE TIERRAS (Incluye todo)	RELLENOS	Colocación de material de base en canal perimetral (e=0.20m)	7.04	DO	CONDADO DE RELLENO	EXC-04	EXCAVADORA 300L
020201	CONSTRUCCIÓN RADIFARE 1, ETAPA 077THE	SISTEMA DE SUBDRENAJE	SISTEMA DE SUBDRENAJE	Excavación de Fiteras de Subdrenaje	12.88	BO	BOLEO	EXC-05	EXCAVADORA 300L

