



Universidad Nacional

**SAN LUIS GONZAGA**



## [Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

[http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



N° 081-2023

## CONSTANCIA

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica, hace constar que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud a la Tesis cuyo título es:

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE LOS EQUIPOS DE MAQUINARIA PESADA DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TANTARÁ EN EL DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA”**

Presentado por:

**VICTOR AUGUSTO DEL POSSO ERIBARE**

**TITULANDO EGRESADO** del nivel de **PREGRADO** de la Facultad **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA** – Escuela Profesional de **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**. El resultado obtenido es un porcentaje de **UNO POR CIENTO (1%)**, por el cual se le otorga el calificativo de:

## APROBADO

Se adjunta al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 04 de octubre del 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



*Mag. Zenon Eusebio Pacheco Casavilca*  
JEFE DE UNIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA



**TESIS**

Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento para aumentar la disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica

**Línea de investigación**

Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

**INFORME FINAL DE TESIS**

DEL POSSO ERIBARE VÍCTOR AUGUSTO

**Ica, Perú**

**2023**

**“Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica”**

**“Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica”**

“Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento para aumentar la disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica”

**Autor:**

Del Posso Erribare Víctor Augusto

**Asesor:**

Dr. Franco Luciano Krajnik Stulin

**Lugar e institución donde se desarrolla la investigación:**

Municipalidad distrital de Tantará.

**Duración de la investigación:**

Junio 2021 – Setiembre 2021

### **Dedicatoria**

Esta dedicatoria va dirigida a Dios y a mi familia por acompañarme en durante mi formación profesional.

Del Posso Erribare Víctor Augusto

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	iii
ÍNDICE.....	iv
INDICE DE TABLAS .....	v
INDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. ESTRATEGIA METODOLOGICA.....	38
III. RESULTADOS .....	39
IV. CONCLUSIONES.....	69
V. RECOMENDACIONES.....	70
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	71
VII. ANEXOS.....	67

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	INVENTARIO DE MAQUINARIAS DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ	39
Tabla 2.	CRITERIO PARA DETERMINAR ESTADO TÉCNICO DE MAQUINARIAS	40
Tabla 3.	ESTADO TÉCNICO DE TRACTOR DE ORUGA	41
Tabla 4.	ESTADO TÉCNICO DE CARGADOR FRONTAL	41
Tabla 5.	ESTADO TÉCNICO DE RODILLO TAMBOR VIBRATORIO	42
Tabla 6.	ESTADO TÉCNICO DE MINICARGADOR	42
Tabla 7.	ESTADO TÉCNICO DE EXCAVADORA	43
Tabla 8.	ESTADO TÉCNICO DE RETROEXCAVADORA	43
Tabla 9.	ESTADO TÉCNICO DE MOTONIVELADORA	44
Tabla 10.	ESTADO TÉCNICO DE CAMIÓN VOLQUETE	44
Tabla 11.	NÚMERO DE FALLOS DE LA MAQUINARIA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ	45
Tabla 12.	TIEMPO EN HORAS PARA LA REPARACIÓN DE LA MAQUINARIA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ	45
Tabla 13.	TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN POR MÁQUINARIA EN LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ	46
Tabla 14.	MANTENIBILIDAD O TIEMPO MEDIO PARA RESTAURACIÓN POR MAQUINARIA	47
Tabla 15.	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS EN HORAS POR MAQUINARIA	47
Tabla 16.	DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ	48
Tabla 17.	CODIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ	50
Tabla 18.	PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA TRACTOR DE ORUGA	51
Tabla 19.	PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA CARGADOR FRONTAL	52
Tabla 20.	PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA RODILLO TAMBOR VIBRATORIO	53
Tabla 21.	PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MINICARGADOR	54
Tabla 22.	PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EXCAVADORA	55
Tabla 23.	PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA RETROEXCAVADORA	56
Tabla 24.	PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MOTONIVELADORA	57
Tabla 25.	PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA CAMIÓN VOLQUETE	58
Tabla 26.	FICHA DE INSPECCIÓN DE MAQUINARIA PESADA	59
Tabla 27.	NÚMERO DE FALLOS DE LA MAQUINARIA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ (PROYECTADO)	63

Tabla 28.	TIEMPO EN HORAS PARA LA REPARACIÓN DE LA MAQUINARIA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ (PROYECTO).....	63
Tabla 29.	TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN POR MÁQUINARIA EN LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ (PROYECTO).....	64
Tabla 30.	MANTENIBILIDAD O TIEMPO MEDIO PARA RESTAURACIÓN POR MAQUINARIA (PROYECTO).....	64
Tabla 31.	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS EN HORAS POR MAQUINARIA (PROYECTO).....	65
Tabla 32.	DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ (PROYECTO).....	65
Tabla 33.	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO...	66
Tabla 34.	DIFERENCIA DE HORAS DISPONIBLES IMPLEMENTANDO EL PLAN DE MANTENIMIENTO .....	67
Tabla 35.	BENEFICIO ECONÓMICO AL IMPLEMENTAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO .....	67

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Montacarga dual .....	15
Figura 2.	Cargador de ruedas para cantera .....	16
Figura 3.	Volquete todo tipo de terreno.....	16
Figura 4.	Propuesta de nueva estructura organizativa .....	49
Figura 5.	Tractor De Oruga John Deere 850C.....	70
Figura 6.	Cargador Frontal Caterpillar 938G .....	70
Figura 7.	Rodillo Tambor Vibratorio Caterpillar CS56.....	71
Figura 8.	Mini Cargador John Deere 326E.....	71
Figura 9.	Excavadora John Deere 210G-LC.....	72
Figura 10.	Retroexcavadora John Deere 310CE.....	72
Figura 11.	Motoniveladora John Deere 670C.....	73
Figura 12.	Camión Volquete Volkswagen 1725.....	73

## RESUMEN

En la municipalidad Provincial de Tantará, ubicada en el departamento de Huancavelica, se cuenta con equipamiento pesado el cual es usado tanto en edificación, como en conservación de alamedas, dichos equipamientos muestran problemas con mucha regularidad y aplazan las labores ya planificadas.

En este contexto, en la actual indagación plantea la implementación de un método de administración de conservación mediante un proyecto de mantenimiento provisorio para mejorar la disponibilidad mecánica de los equipamientos de máquinas pesadas de la Municipalidad Distrital de Tantará.

La metodología a utilizada en la indagación es de tipo aplicada, el grado de indagación es descriptivo y el prototipo de diseño es longitudinal, ya que permite la obtención datos durante la realización de la investigación.

En esta indagación se llegó al epílogo de que la ejecución de un proyecto de mantenimiento provisorio para el equipamiento pesado de la Municipalidad de Tantará mejora la disponibilidad de la misma, brindando un beneficio económico para la Municipalidad.

**Palabras Claves:** Sistema de gestión de mantenimiento. disponibilidad mecánica, maquinaria pesada.

## ABSTRACT

In the Provincial municipality of Tantará, located in the department of Huancavelica, there is heavy equipment which is used both in construction and in the maintenance of boulevards. Said equipment shows problems very regularly and postpones the work already planned.

In this context, the current investigation proposes the implementation of a conservation management method through a provisional maintenance project to improve the mechanical availability of the heavy machinery equipment of the District Municipality of Tantará.

The methodology used in the inquiry is of the applied type, the degree of inquiry is descriptive and the design prototype is longitudinal, since it allows data to be obtained during the investigation.

In this investigation, the epilogue was reached that the execution of a provisional maintenance project for the heavy equipment of the Municipality of Tantará improves its availability, providing an economic benefit for the Municipality.

**Keywords:** Maintenance management system. Mechanical availability, heavy machinery.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **A. Antecedentes de la investigación**

En el 2014, Buelvas y Martínez [1] ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA L & L de la UNIVERSIDAD UTONOMA DEL CARIBE-COLOMBIA concluye que:

- En cuanto al diagnóstico inicial. Se revisó el aspecto mecánico y se encontró que tres miembros del personal necesitaban perfeccionar su capacitación en métodos de inyección electrónica, ya que su duración (media de 40 abril) no les permitía capacitarse en las técnicas utilizadas en dichos equipos analíticos.
- En cuanto a la venta de repuestos, es necesario mejorar el contenido relacionado con el pedido del proveedor. Actualmente, se requieren piezas de repuesto si se produce una avería, pero a menudo se trata de correas, aceite, etc. Mantenerlos en stock mejorará la mantenibilidad de la maquinaria, ya que las piezas de repuesto a veces tardan dos o tres días.
- En términos de fallas relacionadas, el problema más crítico es una manguera rota. Aquí, los autores proponen un protocolo de reemplazo preventivo para todas las mangueras con tipos de conexión mejorados que aumentan la confiabilidad y disponibilidad. Esta cifra es un promedio de 6 fallas, un día perdido con las consiguientes pérdidas de producción y incremento de costes. Los costes de reemplazo de conductos son los mismos en los programas correctivo y provisorio, pero tienen los mismos beneficios que un programa preventivo que evita la pérdida de fluido hidráulico, con un costo promedio de \$400.00 por rotura accidental, con 6 roturas brindando un enfoque preventivo para cada una, ahorro total de 2,4 millones.
- En cuanto a los planes, se ajustan los ejercicios del fabricante, asimismo, en relación a la etapa de ejecución, las nuevas acciones propuestas, se basan en criterios de costo, en el caso mostrado, la limpieza del sistema hidráulico, en promedio por mes Ahorre 14 millones al mes.
- Para afianzar la funcionalidad del método, se crearon unas formas de órdenes de servicio, revisiones, etc. para asegurar un trabajo sistemático y controlado, además de permitir el uso de datos para calcular los indicadores de disponibilidad recomendados, permitiendo así la observación mensual del comportamiento y puntualidad de los mismos.
- La ficha técnica del mecánico da acceso a parámetros técnicos como: modelo de máquina, cilindrada, etc., que son consideraciones fundamentales a la hora de

realizar cualquier operación de mantenimiento. Se inspeccionó la flota y se identificaron deficiencias en el monitoreo de cada máquina y sus respectivos controles de mantenimiento.

- Durante el período de prueba de algunas de las campañas del programa, se documentaron mejoras de usabilidad con un medio de 9% en 3 periodos, lo que demuestra la validez de las propuestas desarrolladas. En resumen, el plan de mantenimiento debe ajustarse de acuerdo con el desarrollo observado, considerando que cada movimiento propuesto necesita un período de gracia para demostrar los resultados supuestos.

En el año 2015, Muñoz y Carrillo [2] REDUCCIÓN DE COSTOS A TRAVÉS DE LA IMPLANTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO TOTAL PARA GARANTIZAR LA FIABILIDAD DE LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA RECOLSA S.A CAJAMARCA 2015 de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO determina que:

- Con el accionamiento del programa se pudo encontrar un incremento en sus indicativos, disponibilidad en un 16.5% y confiabilidad en un 16.89%, lo que también muestra su incremento, los indicadores de mejor desempeño laboral, teniendo en cuenta la necesidad de entregar un servicio de calidad, producto, los resultados del estudio arrojaron un porcentaje de calidad un incremento del 78%, es decir un incremento en el número de trabajos que se pueden definir como de alta calidad, para poder determinar que la eficiencia alcanzó un incremento del 34,45 % según estudio obtenido de toda la factoría mediante la etapa de análisis de 39.104 horas de productividad. Obtenido, se concluyó que la optimización en términos de procesamiento y aumento en la producción y mantenimiento de los equipos se puede determinar implementando suficientes mantenimientos complejos.

En el año 2013, Vásquez [3] PROPUESTA DE UNA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA UNA MEJOR DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA PESADA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHICLAYO de la UNIVERSIDAD PEDRO RUIZ GALLO concluye que:

- El motivo fundamental de los escasos, disponibilidad de equipo pesado es la falta de una gestión actualizada. También se encuentra que el 20,83% de la maquinaria se encuentra en buen estado, el 31,25% en regular estado y el 47,92% en mal estado. Ejemplo: solicitudes de materiales, órdenes de trabajo, programas de lubricación.

## **B. Bases teóricas**

### **a. Maquinaria**

Estados Unidos fue el primer país en exponer novedades que ahorraron fuerza laboral, primeramente, en el agro y luego en la edificación, las cuales encajan en una fuerte tradición de motorización. Tanto Inglaterra como Europa están significativamente rezagados en ambas áreas, quizás debido a una gran fuerza laboral y menos trabajo por hacer, lo que frena el ritmo de crecimiento de la productividad. Los fabricantes de equipos norteamericanos fueron pioneros en la obsolescencia planificada, que es contraria a los principios europeos de construcción sostenible, e impulsaron el proceso de cambio. Además, la conexión entre el fabricante y el usuario siempre ha sido fuerte, por lo que se puede aprender la experiencia operativa. Integrado en el proceso de diseño. [4].

### **i. Peculiaridades y aplicaciones del equipamiento pesado**

#### **• Equipamiento para acarreo y transporte**

Transporte manual, transporte de máquinas, vagones, remolques de motocicletas, camiones, furgonetas, volquetes. maquinas usadas:

- Moto escarpa: Es un equipamiento de labores para trasladar grandes porciones de suelo, principalmente para labores de compresión de volumen en una distancia de doscientos a trescientos metros.
- Furgones de volteo: Se detalla como una vía de furgón con caja de volquete o caja de remolque montada en un chasis.
- Dumper: Se utiliza para la explotación minera o el transporte de mayores cantidades de materiales. Preciso a su magnitud, no pueden transitar por la vía pública.
- Volquetes: Similar a un camión volquete, la diferencia es que la carga útil es superior.
- Vagonetas: Son uniones de carga tiradas por tractor o furgón y consisten en cajas de acopio sobre ejes. [5]

#### **• Equipamiento para carga**

Es una máquina que se utiliza para transportar tierra excavada o residuos. maquinas usadas:

- Payloader: Es una máquina de ruedas autopropulsada provista con una pala delantera con un sistema de soporte sobre una carrocería rígida.
- Cargador consistente de orugas: La carrocería de suspensión equipa una conducción más fina y un mejor retenimiento de componentes.

[5]

- **Maquinaria para cimentación**

De acuerdo con el estándar de modelo de su base, las máquinas se pueden dividir en:

- Herramientas de impacto como martillos y tornillos de banco.
- Los que ocasionan fortalezas intermitentes, como los compresores.
- Máquinas de alta velocidad como turbinas y compresores rotativos.
- Equipo peculiar como radar. [5]

- **Equipamiento para compactación**

La compactación es la condensación del piso por medio de máquinas, lo que aumenta la fortaleza del suelo y la firmeza del volumen, y la permeabilidad. máquinas usadas:

- Compactadores con neumáticos: Las fortalezas de compactación creadas por estas maquinarias trabajan hacia abajo desde la parte principal de la capa para añadir la consistencia del material. Compactación lo suficientemente fuerte como para cambiar la presión de las llantas o el peso del lastre.
- Rodillos pistones: El ariete corta el manto principal de material y comprime el manto inferior, liberando la zona. Tiene la presión de comprimirse de abajo hacia arriba, dejando un terreno poroso para el secado.
- Compactadores vibrantes: la fuerza de la tierra sobre estos rodillos hace que la compactación sea más eficiente. Se supone que la compactación es homogénea en todo el grosor del manto compactado.
- Compactador mecánico: Usa vibración para apiñar el piso en zonas reducidas y, a menudo, se usa para trabajos pequeños. [5]

- **Maquinaria para excavación**

La función de este tipo de máquinas es cavar el suelo o abrir un camino para que pueda ir a algún lado. En este tipo encontramos cosas como:

- Retroexcavadora: Esta máquina tiene una palanca hidráulica que extrae el material, lo que se puede hacer con precisión y rapidez. Para tuberías, instalaciones de tuberías, rellenos.
- Excavadora 320: Las máquinas que proporcionan una rotación de rodamientos de 360° para excavar y cargar están montadas sobre cadenas (rieles) para un mejor rendimiento.
- Bulldozer: Hay un sistema de oruga integrado en la parte delantera para empujar materiales.
- Dragas: Máquinas instaladas en barcos para excavar material debajo

de la superficie del agua. [5]

- **Equipamiento para pavimentación**

Los esparcidores de hormigón se utilizan para esparcir la mezcla de concreto empapado a lo ancho del enladrillado. Carreteras puntuales montadas sobre discos de acero.

- Pavimentadoras de carretera: Asfaltado en zonas específicas, como carreteras o aparcamientos, mediante compactación.
- Moto conformadora: Se trata de máquinas con cuchillas autoajustables entre los ejes delantero y trasero, normalmente para cortar, mover y esparcir material con fines de aplanado.
- Motoniveladora: Es una maquinaria de edificación con cuchillas largas de metal que se utiliza para nivelar el suelo. El objetivo principal de la niveladora es nivelar el terreno y mejorar la pendiente (puede eliminar pendientes con diferentes inclinaciones). [5]

- **Equipamiento para perforación**

Maquinaria con miembro hidráulico con arista que raja o rompe monumentales bloques de piedra u hormigón, tanto en vertical como en horizontal. maquinas usadas:

- Perforadora hidráulica: Especialmente diseñado para labores de pilotaje donde se pueden utilizar diferentes técnicas de trabajo.
- Martinetes: Están diseñados para apilar pilas y tablas.
- Vibro hincadores: Diseñado para hincar pilotes en terrenos suaves y arenáceos, equipo para insertar revestimientos metálicos en pilotes.
- Botes: Son instrumentos de excavación diseñadas para trabajar en suelo seco y sumergido (blando o duro). Estas son instrumentos que dejan poco o nada de lodo de excavación.
- Brocas: Son instrumentos de excavación diseñadas para trabajar en pisos semiduros y secos. [5]

## ii. Clasificación de la maquinaria

- **Equipo liviano**

Estos pueden ser maquinarias chicas o equipamientos especializados como: compresores, bombas de linfa, bombas de lodo, vibradores, cabrestantes, cortadoras de varillas, pavimentadoras, cargadores, etc. [6]



**Fig.1** Montacarga dual

- **Equipamiento pesado**

Equipamiento pesado se refiere a carros pesados diseñados específicamente para tareas de edificación en áreas de infraestructura pública y privada. La edificación incluye no solo la correcta opción de complementos y procedimientos edificantes, así como el ambiente civil y su progreso. Automóviles con grandes proporciones geométricas en comparación con los vehículos ligeros, donde se tiene en cuenta el peso y el volumen; requiere un operador capacitado ya que la operación varía de una máquina a otra; se utiliza en minería terrestre y de superficie en grandes obras de construcción, grúas, excavadoras, tractores, etc. ejemplos. [4]



**Fig.2** Cargador de ruedas para cantera

- **Equipamiento semi pesado**

Son máquinas de mediana dimensión comúnmente utilizadas en la edificación, tales como: volquetes, petroleros o cisternas, camiones escalera. Estas unidades son de peso y volumen medio.



**Fig.3** Volquete todo tipo de terreno

### **iii. Mantenimiento**

Es un conjunto de procesos, acciones o actividades que aseguran y garantizan la competitividad de una empresa a través del óptimo funcionamiento de máquinas o equipos. [7]

- **Programas de mantenimiento**

El planteamiento de mantenimiento está organizado de acuerdo con el propósito previsto y puede utilizarse para la prevención o reparación de máquinas; por lo tanto, hay 5 tipos de mantenimiento: predictivo, provisorio, corrector, totalmente beneficioso y dinámico. [7]

- **Mantenimiento predictivo**

Es un modo de mantenimiento que tiene como objetivo predecir y descubrir errores antes de que sucedan, dando oportunidad para tomar labores correctivas sin detener el servicio o su funcionalidad en el desarrollo de productividad o asistencia del servicio. Realizar acciones predictivas frecuentes en función de las características del dispositivo o de otros dispositivos. [8]

- **Mantenimiento Correctivo**

También lo llaman mantenimiento reactivo, que está en funcionamiento después de un fallo, error o falla; si no ocurre ningún error, el mantenimiento está libre o es inválido y aguardará hasta que ocurra el error, luego corrige en consecuencia. El mantenimiento correctivo es cuando una parte, componente, material u otra parte mecánica necesita ser reemplazada o reparada debido al desgaste durante la vida útil de la parte, componente, material u otra parte mecánica. La acción realizada fue una tarea no programada para reemplazar o restaurar un componente de función. [7]

- **Mantenimiento Preventivo**

La finalidad de este mantenimiento es reducir la probabilidad de avería o fallo de la máquina o instalación, su funcionamiento está planificado con una frecuencia recurrente a lo largo de la existencia productiva de la maquinaria. Programe intervenciones o posiblemente reemplace piezas o componentes en momentos y lugares específicos. Este mantenimiento se deriva de un estudio estadístico de la existencia productiva del equipo y sus elementos, fundado en la sustitución periódica de los elementos, independientemente de su situación de uso. Una desventaja es el grado de incertidumbre al determinar cuándo reemplazar una pieza o componente. [7]

- **Mantenimiento Proactivo**

Es el cuidado que posee las circunstancias inevitables para ser más eficaz; su realización necesita herramientas de mayor ciencia para diagnosticar defectos o fallas; tiene funciones de mantenimiento prospectivo, la discrepancia es que usa materiales electrónicos o radiografías para detectar el daño, y el rendimiento de la máquina. Grietas en los componentes principales del equipo, que son difíciles de detectar durante las inspecciones de rutina. [9]

- **Gestión del Mantenimiento**

La ley de Europa (EN 13306:2011) detalla la administración del

mantenimiento como “las acciones de gestión que definen las finalidades, estrategias y responsabilidades del mantenimiento, a través de la planificación, el control y seguimiento de conservación”. métodos en las organizaciones, incluidos los aspectos financieros”. [3]

La significación de comprender el concepto es saber comprenderlo y determinar que la administración del mantenimiento es una maestría en el que están implícitas las habilidades y posturas de los asociados para que las actividades se efectúen correctamente. Tiene como objetivo planificar el hallazgo del sistema de control para aumentar la existencia productiva del equipamiento y perfeccionar la disponibilidad del equipo, el control ayuda a las piezas de repuesto, mejorar el mantenimiento, prevenir la degradación y las fallas, y aumentar la tasa de falla del equipo. [3]

#### **iv. Administración de la información de equipos**

Perfeccionar la administración de equipamientos es una labor intensiva en información, por lo que es condición imprescindible prestar la suficiente consideración al plan a implementar para conseguir los informes indispensables, que se convierten en la averiguación necesaria para la toma de resoluciones. Se debe empezar por distinguir entre informes, documentos y métodos de indagación, sabiendo que los datos son la suma total de todos los aspectos de notas y números que se relacionan de alguna manera con el mantenimiento que se puede lograr o que crean en las operaciones diarias. Los métodos de indagación son complementos diseñados para vincular información y documentos de modo que transforman estos actuales en primeros, asimismo, transforman documentos en indagación, que son informes organizados que permiten la visualización del comportamiento y el poder y toman una decisión en base a ello. [3]

- **Historial de mantenimiento:** Debe incluir la fecha solicitada, los números de serie y realización, los sistemas cambiados o fallados, la presentación de la tarea, las acciones de corrección o provisorias conseguidas y las horas trabajadas.
- **Información de instalaciones:** Todos los datos conectados con los servicios y equipos se archivarán para una entrada más cómoda y sencilla a los informes si algún servicio (por ejemplo, aire comprimido, electricidad, agua, etc.) requiere cambios o reparaciones.
- **Registro de máquina o inventario:** Debe tener informes que incluyan los datos de la maquinaria, así como el numeral de construcción,

principio, diseño, abastecedor de fabricante y detalles del fabricante y sus respectivos medios de comunicación. [3]

**v. Documentos de gestión**

Los informes deben ser sistemáticos y organizada en archivos, donde todos los padrones e informes se colocan en carpetas para facilitar su procesamiento, como los pedimentos de accesorios y complementos, y debe tener informes sobre los artículos pedidos, como sus nombres, cantidades requeridas, componentes materiales, los datos y los fondos del vendedor son los mismos. También será responsabilidad del departamento de mantenimiento gestionarlo. [3]

Las órdenes de trabajo son documentos importantes que gestionan las labores de mantenimiento denominadas (O.T.). Tienen una app básica en la planificación del mantenimiento. Las hojas de pedido son informes determinados para cada compañía o manufactura de acuerdo a su operación, estructura, cuantía y fuerza laboral y equipo, etc. Su objetivo es realizar correctamente la labor asignada. Sin embargo, en cualquier industria de servicios, esta herramienta de información debe tener varios datos comunes, tales como: número de serie, prioridad, tipo de operación de mantenimiento, precedente, hoja de pedido, equipamiento con el que se realizará la labor realizada u objeto, detalle de la labor a ejecutar, nombres de los empleados que realizarán la labor, tiempo planificado y real de la operación y otras observaciones interesantes. [3]

**vi. Mantenimiento Productivo Total o TPM**

Desde la década de 1970, el concepto de TPM se originó en el Instituto Japonés de Ingenieros de Planta (JIP), que lo definió como un método de mantenimiento que envuelve todo el ciclo de vida de los equipamientos en varios departamentos, incluida la organización, producción y mantenimiento. Detalla una conexión sinérgica entre todas las obligaciones organizacionales, especialmente productividad y mantenimiento, perfección continua de la cualidad del artículo, eficacia de la operación, observación de capacidad y solidez. TPM o Mantenimiento Global de producción es un actual ideal de administración del mantenimiento que busca asegurar que sea realizado por todos los colaboradores de la asociación y en todas las magnitudes por medio de acciones grupales. Asimismo, Tokutaro Suzuki del Instituto Japonés de Mantenimiento Planificado, consta de 5 finalidades:

- Implicación de todos los colaboradores, desde una superior dirección hasta los operadores de equipos. Incluye cada uno de estos para lograr

tus objetivos.

- Construye una enseñanza corporativa enfocada la superior eficacia en los sistemas de productividad y administración de equipamientos.  
Eficiencia general = Productividad + Administración de equipamientos.
- Implementar un método de administración de la planta de producción que ayude a prevenir pérdidas antes de que ocurran.
- Implementación del mantenimiento provisorio como conducto esencial para conseguir la meta de pérdida cero por medio de acciones conseguidas en conjuntos pequeños de labores, apoyados por mantenimiento independiente.
- Aplicar un método de administración a todos los puntos de vista de la productividad, incluidos el modelo y el progreso, las salidas y la administración.

El TPM es un instrumento de trabajo en una planta productiva o presta un servicio que se crea al realizar cierto mantenimiento, pero incluye y acentúa otros puntos de vista como: colaboración de todos los trabajadores de planta (desde administración hasta obreros), eficiencia global (superior eficiencia) de los equipamientos y superior productividad y un método integral de administración del mantenimiento de los equipamientos, desde el modelo hasta la rectificación y provisión global. Otro objetivo de este instrumento es lograr ningún defecto y ningún problema de solidez, por lo que hay otras finalidades de TPM que se agregan para una conveniente administración de la producción. Por lo tanto, los objetivos secundarios complementan y derivan del objetivo original:

- Calidad general: Ningún defecto.
- Puntos a aminorar
- Puntos a aumentar
- Superior producción: Ningún despilfarro
- Metas, medios y administración.
- Minimizar costes
- Stock mínimo: Ningún material no procesado

- **Beneficios del TPM**

Las herramientas TPM son una sabiduría de mantenimiento, por lo que, para realizar buenos progresos, la mayor parte de los empleados deben contribuir con ideas, lo que resulta en beneficios para toda la planta. podemos mencionar beneficios tangibles:

- Perfeccionar el OEE de los equipamientos.

- Perfeccionar la producción.
- Aminorar los costes de mantenimiento de los equipamientos.
- Incrementación de la calidad del artículo y aminorar las quejas de los consumidores.
- Aminorar los costes de productividad.
- Aminorar el ciclo de productividad.
- Perfeccionar la eficacia en las secciones indirectas.

Una mejorada realización de TPM produce también utilidades intangibles como:

- Perfeccionar la calidad de la compañía.
  - Modificar las ideas a todo el equipamiento laboral.
  - Perfeccionar la calidad de perfeccionamiento de los colaboradores.
  - Instaurar una enseñanza laboral autónoma.
  - Generar una compañía llena de energía.
  - Generar una compañía confiable.
- **Los 8 Pilares del TPM**

La metodología se basa en 8 pilares de TPM, cada uno de los cuales señala el camino hacia el objetivo de prevenir o reducir las pérdidas: por ejemplo, tiempo de inactividad planificado, ajustes de productividad, fallas de equipamiento, fallas de desarrollos, pérdidas de productividad normales, daños de productividad anormales, calidad, causas y reprocesos. Entonces, para deliberar con qué pilares comenzar, el departamento de cuenta de capital primero tiene que analizar las pérdidas y luego nos ayudará a decidir con qué pilares y cuántos pilares comenzar. [10]

#### **Primer Pilar – Mejoras Enfocadas o Kobetsu Kaizen**

Buscar oportunidades de perfeccionamiento en la fábrica. Esta opción debería aminorar o quitar el desecho. Esto se puede encontrar a través de instrumentos estratégicos como el mapeo de la cadena de valor, el estudio de boquetes y la teoría de las limitaciones. [10]

#### **Segundo Pilar – Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen**

Reintegra la labor del manipulador con el trabajo del operador de mantenimiento para reducir el desperdicio. El manipulador está preparado para efectuar modificaciones de forma o algún mantenimiento básico, pero fundamentalmente es quien transmite correctamente los errores, hace los ajustes, los aceitados y el mantenimiento común. [10]

### **Tercer Pilar – Mantenimiento Planificado**

Tiene un buen mantenimiento provisorio, lo que detalla una excelente recaudación de informes y un buen estudio, lo que le permite planear el mantenimiento luego, lo que reduce los costes y aumenta la disposición. Luego realice el mantenimiento programado. [10]

### **Cuarto Pilar – Mantenimiento De Calidad o Hinshitsu Hozen**

No es solo lo que producimos, es qué tipo de producto podríamos realizar, con cuánta paciencia podemos usar, cuánto error hay en cada proceso. Los defectos surgen de problemas de la máquina, problemas del material, problemas del método o problemas del operador. Por esta razón, es importante integrar a todos para determinar el motivo de la deficiencia. [10]

### **Quinto Pilar – Prevención del Mantenimiento**

Se refiere de organizar e indagar nuevos equipamientos que puedan ser usados en nuestra asociación, para lo cual requerimos desarrollar o reorganizar desarrollos, validar actuales elementos, efectuar y examinar pruebas de funcionamiento y por último ver la instalación y puesta en marcha. [10]

### **Sexto pilar – Actividades de Departamentos Administrativos y de**

**Apoyo** Sus funciones deben ser fortalecidas acrecentando la estructura y la enseñanza. Asimismo, debe utilizar mapas de cadena de valor transaccional para identificar pertinencias y luego iniciar planes para perfeccionar los periodos y errores. [10]

### **Séptimo Pilar – Formación Y Adiestramiento**

La capacitación debe ser versátil, dependiendo de las fatalidades de la planta y de la estructura, se producen muchos desechos porque los sujetos se encuentran bien capacitados, por lo que la organización de la capacitación del personal debe basarse en las pertinencias ubicadas en la operación de los trabajadores y operadores. [10]

### **Octavo Pilar – Gestión de Seguridad y Entorno**

Necesitamos combinar la investigación de operatividad con la investigación de prevención de accidentes. El estudio de peligros de solidez es obligatorio para todos los estudios de tiempo y movimiento. [10]

El accionamiento de todas las bases no ocurre al mismo tiempo, sino que elegiremos con qué pilares comenzar, cada pilar requiere un equipo multidisciplinario, por lo que cada pilar debe examinar un nivel de TPM.

Las apreciaciones se pueden realizar semanalmente, mensualmente y anualmente. Deberíamos tener indicativos de administración que demuestren avances determinados y fomenten la estimulación para conseguir las metas previstas para cada indicativo. [10]

#### **b. Mantenimiento basado en la confiabilidad o RCM**

Está impulsado por tecnologías habilitadoras, no por aplicaciones independientes, que orquestan el uso de sus activos dedicados para impulsar una oficina y una calidad de hardware impecables y limitar los costes del periodo de existencia. El mantenimiento de producción global (TPM), la seguridad total, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento seguro (RCM) y muchos otros encauzamientos progresistas para los problemas comunes de mantenimiento aumentan la eficiencia de la planta y, en última instancia, la productividad.

La filosofía RCM utiliza el mantenimiento preventivo junto con el mantenimiento predictivo (PdM), el monitoreo en tiempo real (RTM), el tiempo de falla (RTF) y el mantenimiento proactivo como indicadores y técnicas de manera integral para aumentar la disponibilidad de una máquina o componente. Funciona correctamente con un mantenimiento mínimo durante todo su ciclo de vida, manteniendo los costes de mantenimiento al mínimo. (Afeby, 2010, p. 863). Como guía para implementar un sistema RCM, se proporciona una lista de "tareas recomendadas" para garantizar que el activo continúe funcionando al nivel de rendimiento requerido. tienen tres formas:

- Programa de mantenimiento por el área de mantenimiento.
- Se han revisado los procedimientos operativos de los operadores activos.
- Una relación de zonas donde se deben realizar modificaciones (generalmente cambios de diseño) para abordar situaciones en las que el mantenimiento no ayuda a proporcionar el rendimiento requerido en la configuración actual.

Como con cualquier proyecto de fabricación, la fase de implementación requiere una organización temporal. En el caso particular mostrado, trabajo coordinado y ejecución técnica a tiempo completo. La implementación de RCM se lleva a cabo en las posteriores etapas:

- Comprobación de la acreditación.
- Estudio de los modos de fallo y sus efectos.
- Progreso del planteamiento de mantenimiento provisorio.
- Progreso del método de administración del mantenimiento.
- Panel de mando: retroalimentación continua y conclusiones.

#### **i. Contexto operacional**

El contexto determina todo el entorno que afecta o puede afectar las funciones activas físicas. Por lo tanto, debe tener una comprensión clara del entorno operativo antes de usar el RCM. [11]:

- Procedimientos por lotes y continuos
- Exceso
- Estándares de calidad
- Modelos de ecosistemas
- Riesgos para la seguridad
- Turnos laborales
- Artículos en desarrollo
- Etapas de compostura
- Accesorios
- Solicitud del emporio
- Provisión de componente
- Credencial del ambiente funcional

## ii. Las 7 preguntas del RCM

Aquí hay 7 preguntas que debe hacerse antes de comenzar el mantenimiento central en la fiabilidad. Las contestaciones a cada pregunta establecen su modelo para comenzar con este planteamiento de mantenimiento. [12]

Pregunta 1 – ¿Cuáles son los roles y niveles de actividad de cada equipamiento?

Pregunta 2 – ¿Cómo puede fracasar cada equipamiento en su función?

Pregunta 3 – ¿Cuáles son las formas de fallo?

Pregunta 4 – ¿Cuáles son los efectos de cada forma de fallo?

Pregunta 5 – ¿Cuáles son las deducciones de cada forma de fallo?

Pregunta 6 – ¿Qué se puede/debe hacer para precaver o anunciar la forma?

Pregunta 7 – ¿Qué hacer si la previsión falla?

## iii. Ventajas y desventajas del RCM

Cuando se usa correctamente, RCM puede reducir significativamente las tareas de mantenimiento diario. Los provechos de usar RCM son muchos y se pueden ver en acciones, solidez, estrategia, forma y gestión. Asimismo, enumeraremos algunos de los beneficios.

- Podría ser el planteamiento de mantenimiento más eficaz.
- Aminora los costes de mantenimiento al suprimir el equipamiento innecesario.
- Aminora al ínfimo la regularidad de las comprobaciones.

- Se aminora la posibilidad de fallos de equipamientos impensados.
- Se focaliza en las acciones de mantenimiento de los elementos culminantes del procedimiento.
- Incrementa la fiabilidad de los elementos.
- Adiciona estudios de causa raíz.

Como ventaja, hacer mal este enfoque también puede tener consecuencias negativas para las empresas que intentan implementarlo. Puede haber costes preliminares significativos asociados con la capacitación del trabajador y los requisitos de equipamiento. Según Bowler, al subestimar estos costes, la gerencia en muchos casos ha retirado el apoyo, lo que lleva a una falsa implementación de RCM. La gerencia no puede ver fácilmente su potencial de ahorro.

#### iv. **Elaboración de un plan técnico de mantenimiento**

Para la implementación del RCM se tienen que crear tres grupos:

- **Grupo de gestión.** Este grupo tiene inmerso a los responsables de mantenimiento. Esta liderado y supervisado por el jefe de proyecto. Es aquí donde se define las tareas, es el grupo donde se eligen a los miembros del resto de grupos y se hacen las evaluaciones de los resultados.
- **Grupo de análisis:** Prepara los análisis a realizar.
- **Grupo de información:** es el encargado de recolectar los datos.

#### v. **Etapas del método para la elaboración del Plan Técnico de Mantenimiento**

La implementación se ejecuta en 4 fases:

1. Estudio del conjunto de equipos, es aquí donde se establece los equipos críticos.
2. Análisis de fallas de equipos.
3. Definición de acciones a establecer para la mejorar fiabilidad la misma que conduce a la planificación de tareas.
4. Mejora continua del plan técnico de Mantenimiento propuesto.

##### **Etapa 1: Seleccionar la planta piloto**

La selección de una planta es un elemento motivador para el personal concernido.

En principio se deberá seleccionar el área piloto de implantación RCM.

##### **Etapa 2: Análisis de fallas**

Una vez que se haya seleccionado el área piloto de implantación del RCM,

se debe de solicitar a la empresa el registro de paros y los informes de no conformidad/defectos.

### **Etapa 3. Elaboración de Plan Técnico de Mantenimiento**

Una vez descubiertas las fallas, se deben agrupar en áreas o máquinas apropiadas para su posterior análisis utilizando el formato AMFE RCM.

### **Etapa 4. Optimización de Plan Técnico de Mantenimiento**

La experiencia se puede utilizar para mejorar los programas de mantenimiento técnico cuando se evalúa el desempeño de cada operación y se determina su costo en función del costo de falla que está diseñado para evitar.

#### **vi. Pasos para implementar RCM**

- Análisis y organización.
- Explicación y selección de métodos.
- Estudio práctico de la falla.
- Elección de ítems decisivos.
- Tratamiento de los ítems no culminantes.
- Recopilación y análisis de los informes.
- Estudio de las formas de fallo y sus causas.
- Recopilación de las labores de mantenimiento.
- Resolución de los intervalos de mantenimiento.
- Estudio y paralelismo de los planteamientos de mantenimiento.
- Inserción de sugerencias.
- Persecución de conclusiones.

#### **vii. Indicadores del OEE**

Hay tres métricas para resolver si se ha establecido suficiente OEE:

##### **Disponibilidad**

Es el periodo de ejecución manifestado en porcentaje del tiempo utilizable. Para cuantificar esto, reste el periodo de inacción proyectado (mantenimiento programado, merma debido a fallas de administración o verificación) y el periodo calendario olvidado debido al tiempo de inactividad (daños y fallas del equipamiento). Por último, fracciona el efecto por el periodo utilizable y multiplícalo por 100.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de Operación}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$$

##### **Rendimiento**

El agotamiento de la planta indica el rendimiento actual como porcentaje del rendimiento estándar. La capacidad de productividad corriente es igual a la cabida de modelo de la planta y la cabida característica del equipo individual.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Ratio de Producción Actual } \left(\frac{t}{h}\right)}{\text{Ratio de Producción Standard } \left(\frac{t}{h}\right)} + 100$$

$$\text{Ratio de Producción Actual} = \frac{\text{Producción Actual}}{\text{Tiempo Operativo}}$$

Al calcular este indicador, se tiene en cuenta la pérdida de tiempo por reducidas paradas y el extravío de velocidad. Asimismo, estas reducidas paradas y ralentizaciones pueden ser tan puerilidades e indiscernibles y ocurrir en tiempos indeterminados que es difícil para el manejador controlar todos estos acontecimientos en minucia. Además, el indicativo se calcula de la manera descrita precedentemente.

### **Calidad**

El factor de calidad detalla la cabida de producto aceptable (productividad general menos producto no estándar en forma reciclada). El indicador de calidad corresponde a la cantidad de productos aceptables disponibles para la venta dividida por la cantidad total producida.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción Total} - (\text{Pérdidas defectos de calidad} + \text{Pérdidas reprocesos})}{\text{Producción Total}}$$

El resultado de estos tres factores es un componente clave de OEE y, por lo tanto, una magnitud de nuestro puntaje de eficiencia global. Nakajima sugirió que el valor ideal de OEE es:

Existencias: 90%

Rendimiento: 95%

Calidad: 99%

Dichas magnitudes de disponibilidad, consideración y calidad deberían rondar el 85%, pero estos valores variarán según la manufactura a la que se apliquen. Asimismo, OEE igualmente actúa como una medida de relación que nos tolera ver dónde se encuentra actualmente la planta en comparación con la competencia. Además, en el país colombiano, los valores OEE para distintas instalaciones, manufactura y causas van desde 37% a 50%.

#### **a. Objetivos del OEE**

Esencialmente, OEE es una métrica creada para garantizar que TPM funcione correctamente, por lo que las métricas de OEE se crean con los siguientes objetivos:

A través del análisis OEE se pueden hallar las fallas más habituales para

perfeccionar los cuellos de botella en la planta. Esto es para reducir los costos asociados con el mantenimiento y la pérdida de calidad. Esperamos crear costos de mantenimiento efectivos

Los objetivos OEE anteriores están orientados a acrecentar la producción y la eficacia de la fábrica, por lo que estos indicativos se basan directamente en errores y daños, ya que su objetivo fundamental es reducir errores y fallas, reduciendo así los costos.

#### **b. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)**

El mantenimiento centrado en la confiabilidad, o RCM, es un concepto de planificación de mantenimiento basado en la confiabilidad del sistema y diseñado para garantizar que el sistema continúe cumpliendo con los requisitos del usuario en el entorno operativo actual. La implementación exitosa de RCM mejorará la rentabilidad, la confiabilidad, el tiempo de actividad de la máquina y brindará una mejor comprensión del nivel de riesgo que enfrenta su organización.

A menudo se utiliza para lograr mejoras en áreas como establecer niveles mínimos de mantenimiento seguros, cambiar procedimientos y estrategias operativas y establecer planes y sistemas de mantenimiento de capital. John Moubray describe RCM como el proceso de establecer niveles mínimos de mantenimiento seguros.

Está definido por la norma técnica SAE JA1011, "Criterios de evaluación de procesos RCM", que establece los estándares mínimos que debe cumplir cualquier proceso antes de poder denominarse RCM. Comience haciendo las siguientes siete preguntas y respóndalas en el orden indicado:

1. ¿Qué debe hacer el artículo y cuáles son sus criterios de desempeño asociados?
2. ¿Cómo no proporciona la funcionalidad requerida?
- 3) ¿Cuáles eventos que causan cada falla??
4. ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
5. ¿De qué manera importa cada falla?
6. ¿Qué tareas del sistema se pueden realizar de forma proactiva para prevenir o reducir satisfactoriamente las consecuencias de una falla?
7. ¿Qué se debe hacer si no se puede hallar una tarea preventiva adecuada?

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es un marco de

ingeniería que permite definir un régimen de mantenimiento completo. Piense en el mantenimiento como un medio para mantener la funcionalidad de la máquina que puede ser requerida por el usuario en un entorno operativo definido. Como disciplina, permite a las partes interesadas en la maquinaria monitorear, evaluar, predecir y, en general, comprender la funcionalidad de sus activos físicos. Esto se refleja en la parte inicial del proceso RCM, que consiste en identificar el entorno operativo de la máquina y escribir un Análisis de gravedad y efectos del modo de falla (FMECA). La segunda parte del análisis es la aplicación de la "lógica RCM", que ayuda a determinar las tareas de mantenimiento apropiadas para los modos de falla identificados en FMECA. Una vez que se completa la lógica de todos los elementos de FMECA, la lista de mantenimiento resultante se "empaqueta" de modo que la periodización de las tareas se racionalice para incluirlas en paquetes de trabajo; es importante no destruir la idoneidad del mantenimiento en esta etapa. Por último, RCM permanece activo durante toda la "vida útil" de la máquina, revisando y ajustando constantemente la eficacia del mantenimiento en función de la experiencia adquirida.

RCM se puede utilizar para desarrollar estrategias de mantenimiento rentables para abordar las principales causas de fallas de la maquinaria. Es un enfoque sistemático para definir un programa de mantenimiento de rutina que consta de tareas rentables que conservan una funcionalidad importante.

Determinar las funciones importantes (del equipo) que deben preservarse durante el mantenimiento de rutina, determinar sus principales modos y causas de falla y determinar las consecuencias de la falla. La gravedad se asigna a las consecuencias del fracaso. Algunas funciones no son críticas y "fallarán", mientras que otras funciones deben preservarse a toda costa. Seleccionar tareas de mantenimiento que aborden la causa principal de la falla. Este proceso aborda directamente fallas de mantenimiento evitables. Fallas causadas por eventos improbables, fenómenos naturales impredecibles, etc. Mientras el riesgo (combinación de gravedad y frecuencia) sea insignificante (o al menos tolerable), generalmente no recibirán ninguna acción. Cuando el riesgo de tal falla es muy alto, RCM alienta (y a veces obliga) a los usuarios a considerar cambios que reducirían el riesgo a un nivel

tolerable.

El resultado es un plan de mantenimiento que centra los escasos recursos financieros en aquellos elementos que causarían el mayor daño si fallaran.

### **viii. Herramientas de calidad aplicadas a la gestión de mantenimiento**

#### **a. Las 5'S**

"5S" hace narración a las iniciales de muchos otros términos japoneses y resume una perspectiva integral del ordenamiento y la higiene que se debe observar en todas partes, especialmente en las instalaciones industriales, para poder trabajar de manera eficiente y segura.

Aunque "5S" se usa en muchos países del mundo, el movimiento se originó en las prácticas de gestión japonesas y, por lo tanto, refleja aspectos de la cultura japonesa. Por lo tanto, el trabajo comienza con reflexiones sobre los valores sociales japoneses, que sitúan el concepto en su ambiente instructivo y positivo. Asimismo, se muestra información detallada sobre el significado de "5S": Seiri (separar los elementos necesarios y redundante para descartar los últimos); poner las cosas en orden; Seiso (higiene estable del ambiente laboral); Seiketsu (extiende el concepto de pulcritud a ti mismo, continúa practicando los tres primeros pasos); Finalmente, Shitsuke (fijar estándares, autodisciplina para desarrollar el hábito de participar en "5S").

En el plan "5S" se enfatizan los siguientes aspectos básicos: usar el instrumento correcto, el aceite correcto, la indagación perfecta, el sitio designado, el tiempo acordado y seguir la disposición establecida, estas minucias normalmente no son notables para nosotros. Dignas dificultades a los que nos enfrentamos todos los días. Pero si ignoramos estos "pequeños fundamentos", ignoramos la fuente de muchas dificultades serias que necesitan nuestro cuidado aperiente. Asimismo, este tipo de problema tiene las posteriores peculiaridades:

- Nadie se cree totalmente responsable de estos incidentes.
- Cómo se puede evitar si actuamos a tiempo es obvio y sencillo.
- Consume mucha potencia y bienes, muchas veces más de los inevitables para evadirlos.
- Existimos en un proceso constante e iterativo de resolverlos, sin darnos cuenta de que nosotros mismos los hemos provocado a través de nuestro propio comportamiento.

- El nombre del programa "5S" procede de 5 vocablos japoneses: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke.

**b. Diagrama de Pareto**

Esta es un método gráfico básico que clasifica los complementos del más al menos frecuente. Se detalla en el principio de Pareto, que ordena que, por lo general, solo unos pocos complementos tienen el mayor efecto. Al distinguir los elementos más importantes de los más pequeños, logrará la mayor mejora con el menor esfuerzo.

**c. AMEF o árbol de decisiones**

FMEA es un método de análisis que preserva su calidad durante el modelo o producción del producto; se usa básicamente para esclarecer equivocaciones posibles y sus consecuencias antes de que ocurran, para anticipar soluciones o controles necesarios. Desarrollar un estudio de forma y causas de falla (AMEF) considera, entre otras cosas: la identificación de características significativas en cada operación. Detectar las posibles consecuencias de las condiciones de error que se puedan elaborar mediante el desarrollo de esta acción. Luego, revise el impacto de la falla en el cliente (por cualquier motivo), que podría ser una deducción en la operatividad o la existencia productiva del artículo. Evaluar la severidad del impacto, este es el grado de rigidez. La rigidez del impacto se califica en una escala de 0 a 10 dependiendo de la severidad del impacto. - Revisar las posibles causas del fallo, que es como se ha podido producir el fallo. - Clasificar eventos según su probabilidad de ocurrencia. - Describe las verificaciones o acciones tomadas para prevenir la condición de falla o para determinar la condición de falla. Puedes ver la probabilidad de que la gestión actual detecte un error y clasificarlo en base a eso; cuanto menor sea la detección, mayor será la clasificación. Calcule la cifra de precedencia de riesgo (NPR) incrementando la ordenación de gravedad, incidencia y detección. El NPR resultante se organiza en un gráfico de Pareto para centrarse en aquellos con el NPR más alto y recomendar acciones para reducir este número asignado.

Identificar las acciones recomendadas que pueden mejorar la detección de errores potenciales o reducir su gravedad u ocurrencia. Se designan responsables para la ejecución de las acciones propuestas. Las acciones realizadas se registran y el RPN se vuelve a calcular en función de los

resultados de las acciones realizadas. Entre ellas, las ventajas de utilizar esta tecnología son las siguientes: Mejorar la cualidad del artículo. Mejorar la solidez, credibilidad y perdurabilidad del producto. Ayuda a lograr la justificación del consumidor. Anota informes sobre errores, inspecciones y acciones relacionadas con el producto.

**d. Diagrama Causa-Efecto**

Un esquema de origen y principio es un modo de estructurar y mostrar distintas teorías sobre el porqué de un problema. Asimismo, llamado diagrama de Ishikawa, se usa en la fase de resultado y resolución de causas. El diagnóstico es una estrategia metodológica de gestión para resolver cuestiones de transigencia y determinar los factores de las variantes o deficiencias. Se utilizaron algunos instrumentos cualitativos (Histograma de Frecuencia, Gráfica de Ishikawa, Pareto y AMEF de Mantenimiento) como planteamiento de diagnóstico para una compañía de artículos en lata (PCE) con dificultades de indulgencia al peso neto. Los resultados mostraron que los principales problemas de calidad a nivel de daños internos representaron en promedio un 75% por bajo peso, lo que correspondió a 0,55 unidades defectuosas en el volumen total de producción. El 58% de las observaciones no cumplieron con la especificación, lo que resultó en un rendimiento real de 0,004.

El 80% de los problemas de bajo peso en PCE son causados por: periodo de mezcla y relaciones de temperatura, volumen de vapor, diseño de la estación de labores, celeridad de la hoja (rpm), modelo de la hoja y calidad del vapor. Los elementos y desarrollos más decisivos son: rango de periodo-temple de mezcla, velocidad de palas baja y alta y su diseño, válvula de verificación de gas y medición del equipo de entibiamiento en la verificación del temple del mezclador, que explica el modo de falla del 80%. La administración de cualidad de una compañía debe incluir planes de mejora basados en un aminoramiento del 83 % en la variabilidad inherente al nivel del proceso y un cambio del 98 % a la izquierda del promedio general.

Un esquema de efecto y principio es un instrumento que enumera todas las posibles consecuencias de un definido resultado de una manera muy enfocada. Esto nos permite llegar a un consenso sobre temas complejos sin recurrir a datos alternativos. Es importante considerar la presentación del diagrama causal y la teoría de la organización. Solo comparando estas teorías con los datos podemos probar la causa del

fenómeno observado. Asimismo, observamos cómo la importancia de la peculiaridad de mantenimiento se somete de la mezcla de inconstantes y circunstancias que afectan al desarrollo de producción.

**e. Poka Yoke**

El poka yoke es un método de calidad desarrollado en el periodo de 1960 por el japonés Shigeo Shingo, que se traduce como "insuperable". El ideal fundamental es establecer un desarrollo en el que sea inviable incurrir errores. Los trabajadores de línea y el personal de mantenimiento pueden identificar las áreas más problemáticas. El objetivo de Poka Yoke es prevenir errores en los productos eliminando o corrigiendo errores lo más rápido factible.

Poka Yoke es un dispositivo que ayuda a precaver equivocaciones antes de que ocurran o hace que los errores sean demasiado visibles para que los trabajadores los noten y los corrijan de inmediato. LA idea es común: si no se toleran las equivocaciones en la línea de productividad, la cualidad será superior y la repetición de las labores será baja. Esto acrecienta el beneficio del consumidor y reduce los costes. La consecuencia es un superior valor para los consumidores. No solo el concepto es básico, sino que a menudo las herramientas y/o el equipo también lo son.

El sistema Poka - yoke significa 100% inspección y retroinformación y acción inminente en caso de deficiencias o equivocaciones. Este punto de vista soluciona el problema de la antigua idea de que la verificación al 100 % requiere mucho tiempo y esfuerzo y, por lo tanto, es muy costosa. El método del poka-yoke se efectúa con mayor frecuencia en los círculos de fabricación para mejorar la cualidad de sus artículos mediante la eliminación de equivocaciones en la línea de productividad. El Poka-Yoke tiene dos labores: una es efectuar una revisión del 100 % de las piezas producidas y la otra es proporcionar retroalimentación y corregir si hay alguna desviación. La eficacia del método Poka-Yoke en la aminoración de imperfecciones dependerá del modo de revisión realizada, ya sea al inicio de línea, autoinspección o inspección continua. La validez de los métodos de provisión de fallas para reducir los defectos varía según el tipo de inspección.

**C. Planteamiento del problema**

En general, existe mucha presión competitiva entre las empresas de servicio de

maquinaria pesada para brindar un servicio de calidad. Esto obliga a estas empresas a realizar un mantenimiento óptimo de los equipos y maquinarias para cumplir con las exigencias de los consumidores. Las compañías requieren asegurar sus instalaciones porque los servicios que brindan dependen directamente de ellas. En este punto, tiene sentido diseñar un servicio para satisfacer las necesidades del cliente que mejore el tiempo hasta el error y el tiempo entre fallas para conservar el beneficio del consumidor.

Sin tener en cuenta recursos como el programa del mantenimiento para reducir el número de fallos y el tiempo entre ellos, como el que acaba de ocurrir, la indisponibilidad de la máquina puede dar lugar a un servicio insuficiente prestado por la empresa o, en este caso, por el Municipio en Tantará. La maquinaria pesada utilizada para la edificación y el mantenimiento de las alamedas presenta con frecuencia imprevistos y retrasos en obras ya planificadas. Este método de administración de mantenimiento de equipamientos pesados le permitirá planificar, programar y controlar los trabajos de mantenimiento provisorio con la finalidad de aumentar sus recursos, reducir los costos de operación y mantenimiento e integrar una mejor gestión.

Actualmente en la Municipalidad Provincial de Tantará no se aplica un plan de mantenimiento a su maquinaria pesada y muchas veces si presentan algunas fallas estas son atendidas solo cuando se dispone su utilización generando los inconvenientes descritos anteriormente.

#### **D. Formulación del problema**

##### **i. Problema general**

###### **P.G:**

¿La implementación de un sistema de gestión de mantenimiento puede aumentar la disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica?

##### **ii. Problemas específicos**

###### **P.E.1:**

¿Cuáles son las causas que ocasionan la baja disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica?

###### **P.E.2:**

¿Como un plan de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada puede

asegurar la disponibilidad mecánica tomando en cuenta antecedentes que generan paradas de flotas en la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica?

**P.E.3:**

Cuales son las mejoras que se pueden obtener con la implementación de un plan de sistema de gestión de mantenimiento de los equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica?

**E. Justificación e importancia de la investigación.**

Teniendo en cuenta la realidad problemática ya descrita, la presente tesis nos permitirá planificar y controlar los requerimientos de maquinaria pesada que se maneja, brindando así la disponibilidad mecánica que se requiere para la optimización de las tareas u operaciones que se realizan. Es por ello que la implementación de un plan de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada es de vital importancia puesto que ayudara a mejorar la disponibilidad mecánica de tal manera que reduzca los imprevistos y las paradas de las cargas que se realizan por la municipalidad.

Como justificación teórica, se realiza con el fin de mejorar la disponibilidad mecánica ya existente, se tomar como base la implementación de un plan de sistema de gestión de mantenimiento.

En cuanto a la Justificación práctica, esta investigación se lleva a cabo porque hay necesidad para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica, ya que actualmente esta está por debajo de lo permitido, es por ello que se requiere que la implementación que hoy se propone mejore el proceso de rendimiento de maquinaria, de esta manera se establecer la disponibilidad mecánica de manera óptima.

En la justificación aplicada, esta investigación podrá ser utilizado en todos los trabajos e investigaciones de mantenimiento, considerando de manera principal el eje de maquinaria pesada para la mejora de alguna entidad.

**F. Objetivos.**

**i. Objetivo general**

**O.G:**

Implementar un sistema de gestión de mantenimiento para aumentar la disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.

**ii. Objetivos específicos**

**O.E.1:**

Analizar el plan de sistema de gestión de mantenimiento y las causas que ocasionan la baja disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.

**O.E.2:**

Elaborar un plan de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada para la disponibilidad mecánica tomando en cuenta antecedentes que generan paradas de flotas en la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.

**O.E.3:**

Implementar un plan de sistema de gestión de mantenimiento para la mejora de la disponibilidad de los equipos de maquinaria pesada en la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.

**G. Hipótesis y variables de la investigación.**

**i. Hipótesis general**

**H.G:**

La implementación de un plan de sistema de gestión de mantenimiento aumenta la disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.

**ii. Hipótesis específicas**

**H.E.1:**

El análisis de un sistema de gestión de mantenimiento permite identificar las causas que ocasionan la baja disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.

**H.E.2:**

La elaboración de un sistema de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada asegura la disponibilidad mecánica tomando en cuenta antecedentes que generan paradas de flotas en la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.

**H.E.3:**

La implementación de un plan de sistema de gestión de mantenimiento mejora la disponibilidad de los equipos de maquinaria pesada en la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.

**H. Variables de investigación**

**i. Identificación de variables**

- **Variable independiente**

Implementación de un plan de sistema de gestión de mantenimiento.

- **Variable dependiente**

Disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria.

## **II. ESTRATEGIA METODOLOGICA**

### **A. Tipo, nivel y diseño de la investigación**

#### **i. Tipo de investigación**

La actual indagación es de tipo aplicada.

#### **ii. Nivel de investigación**

El grado de indagación es descriptivo porque proporcionará guías y orientaciones para la ejecución del análisis de la actual indagación.

#### **iii. Diseño de investigación**

El tipo de modelo que se usará en la indagación es longitudinal, se escogió este tipo de diseño porque reúne datos en dos o más momentos, es decir que durante el desarrollo del estudio sobre el sistema de gestión del mantenimiento podremos seguir recopilando datos.

### **B. Población y muestra**

#### **Población:**

Se constituyó por los 08 equipos de equipamiento pesado de la Municipalidad distrital de Tantará.

#### **Muestra:**

Se constituyó por la misma cantidad de la población, dado a que el estudio se realiza en base a los 08 equipos de maquinaria pesada.

### **C. Técnicas de recolección de información**

Los métodos de recaudación de datos son:

- Técnica de observación
- Técnica de entrevistas

### **D. Instrumentos de recolección de información**

- Entrevistas.
- Documentos.
- Internet.

### **E. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de resultados**

Una vez adquirida y estructurada la indagación del estudio de campo, esta será analizada e interpretada.

### III. RESULTADOS

#### A. Presentación e Interpretación de resultados

##### i. Evaluación de la situación actual de la maquinaria de la Municipalidad Distrital de Tantará

###### ORGANIZACIÓN:

El área de mantenimiento de la Municipalidad de Tantará está a cargo de la Subdirección de Maquinaria y esta a su vez se encuentra a cargo de la Gerencia de Estructura de Progreso Urbano.

###### INVENTARIO DE EQUIPOS:

La Municipalidad de Tantará cuenta con 08 maquinarias, las cuales se describen a continuación:

TABLA I  
INVENTARIO DE MAQUINARIAS DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ

ÍTEM	TIPOS	MARCAS	MODELOS	COLOR	AÑO	ESTADO
1	TRACTORES DE ORUGAS	JOHN DEERE	850C	Amarillo	1998	OPERATIVOS
2	CARGADORES FRONTALES	CATERPILLAR	938G	Amarillo	2001	OPERATIVOS
3	RODILLOS TAMBORES VIBRATORIOS	CATERPILLAR	CS56	Amarillo	2012	OPERATIVOS
4	MINI CARGADORES	JOHN DEERE	326E	Amarillo	2015	OPERATIVOS
5	EXCAVADORAS	JOHN DEERE	210G-LC	Amarillo	2015	OPERATIVOS
6	RETROEXCAVADORAS	JOHN DEERE	310CE	Amarillo	2012	OPERATIVOS
7	MOTONIVELADORAS	JOHN DEERE	670C	Amarillo	2002	OPERATIVOS
8	CAMIÓNES VOLQUETE	VOLKSWAGEN	1725	Blanco	2013	OPERATIVOS

###### EVALUACION VISUAL DE LA MAQUINARIA:

Se observó que la máquina no estaba debidamente controlada y no contaba con un programa de mantenimiento basado en el permiso del operador para realizar únicamente el mantenimiento correctivo. La máquina en general se encuentra en buen estado, el estado de la máquina se determina mediante un “inventario”, en el cual se identificará el estado técnico, el estado y los subsistemas en los que se encuentra cada sistema, según ficha de evaluación realizada, según el

procedimiento. Además, se cree que es fundamental la contribución de los manipuladores que están en relación directa con las maquinarias y que conocen las máquinas que usan mejor que nadie. Asimismo, la experiencia de un mecánico de taller de servicio suele proporcionar al país información muy útil. Le permite diagnosticar la condición técnica.

Se han evaluado los sistemas apropiados para este diagnóstico. Estos sistemas varían según el tipo de máquina diagnosticada, y las más básicas son: máquina de combustión interna, método de refrigeración, método de combustible, sistema de admisión y escape, carcasa del motor, etc.

- Como el número de aspectos bien calificados se multiplica por 1; los calificados como normales en 0,80; para los calificados como pobres menos 0,60; los calificados como muy pobres han aumentado un 0,40.
- Sume todos estos productos y divida el resultado por el número de puntos examinados.
- Multiplique el resultado anterior por 100 y obtendrá un indicador que puede evaluar la condición técnica general del equipo de acuerdo con el estándar.
- Criterio para resolver el estado técnico

**TABLA II**  
CRITERIO PARA DETERMINAR ESTADO TÉCNICO DE MAQUINARIAS

<b>BUENO</b>	(90-100) %
<b>REGULAR</b>	(75-89) %
<b>MALO</b>	(50-74) %
<b>MUY MALO</b>	Menor a 50%

**TABLA III**  
**ESTADO TÉCNICO DE TRACTOR DE ORUGA**  
**Tractor de oruga (Regular)**

Estado Técnico	Muy malo	Malo	Regular	Bueno
Motores De Combustión			✓	
Cuerpos de Máquina			✓	
Herramientas de trabajo			✓	
Trenes de Rodajes				✓
Trenes de Fuerzas			✓	
Sistemas de Admisión y escape				✓
Sistemas de Combustible				✓
Sistemas Eléctricos		✓		
Sistemas Hidráulicos			✓	
Sistemas de Lubricación				✓
Sistemas de Refrigeración				✓

**TABLA IV**  
**ESTADO TÉCNICO DE CARGADOR FRONTAL**  
**Cargador frontal (Bueno)**

Estado Técnico	Muy malo	Malo	Regular	Bueno
Motores De Combustión			✓	
Cuerpos de Máquina				✓
Herramientas de trabajo			✓	
Trenes de Rodaje / Neumáticos		✓		
Trenes de Fuerza			✓	
Sistemas de Admisión y escape			✓	
Sistemas de Combustible			✓	
Sistemas Eléctricos			✓	
Sistemas Hidráulicos				✓
Sistemas de Lubricación				✓
Sistemas de Refrigeración				✓

**TABLA V**  
ESTADO TÉCNICO DE RODILLO TAMBOR VIBRATORIO

**Rodillo Tambor Vibratorio (Bueno)**

Estado Técnico	Muy malo	Malo	Regular	Bueno
Motores De Combustión				✓
Cuerpos de Máquina				✓
Herramientas de trabajo				✓
Trenes de Rodaje / Neumáticos			✓	
Trenes de Fuerza				✓
Sistemas de Admisión y escape				✓
Sistemas de Combustible				✓
Sistemas Eléctricos				✓
Sistemas Hidráulicos				✓
Sistemas de Lubricación				✓
Sistemas de Refrigeración			✓	

**TABLA VI**  
ESTADO TÉCNICO DE MINICARGADOR

**Minicargador (Bueno)**

Estado Técnico	Muy malo	Malo	Regular	Bueno
Motores De Combustión				✓
Cuerpos de Máquina			✓	
Herramientas de trabajo				✓
Trenes de Rodaje / Neumáticos			✓	
Trenes de Fuerza				✓
Sistemas de Admisión y escape				✓
Sistemas de Combustible				✓
Sistemas Eléctricos			✓	
Sistemas Hidráulicos				✓
Sistemas de Lubricación				✓
Sistemas de Refrigeración				✓

**TABLA VII**  
ESTADO TÉCNICO DE EXCAVADORA  
**Excavadora (Regular)**

Estado Técnico	Muy malo	Malo	Regular	Bueno
Motores De Combustión				✓
Cuerpos de Máquina				✓
Herramientas de trabajo				✓
Trenes de Rodaje / Neumáticos				✓
Trenes de Fuerza				✓
Sistemas de Admisión y escape				✓
Sistemas de Combustible				✓
Sistemas Eléctricos				✓
Sistemas Hidráulicos				✓
Sistemas de Lubricación				✓
Sistemas de Refrigeración			✓	

**TABLA VIII**  
ESTADO TÉCNICO DE RETROEXCAVADORA  
**Retroexcavadora (Regular)**

Estado Técnico	Muy malo	Malo	Regular	Bueno
Motores De Combustión				✓
Cuerpos de Máquina			✓	
Herramientas de trabajo			✓	
Trenes de Rodaje / Neumáticos			✓	
Trenes de Fuerza			✓	
Sistemas de Admisión y escape				✓
Sistemas de Combustible				✓
Sistemas Eléctricos			✓	
Sistemas Hidráulicos			✓	
Sistemas de Lubricación				✓
Sistemas de Refrigeración				✓

**TABLA IX**  
ESTADO TÉCNICO DE MOTONIVELADORA

**Motoniveladora (Bueno)**

Estado Técnico	Muy malo	Malo	Regular	Bueno
Motor s De Combustión			✓	
Cuerpos de Máquina				✓
Herramientas de trabajo		✓		
Trenes de Rodaje / Neumáticos		✓		
Trenes de Fuerza			✓	
Sistemas de Admisión y escape				✓
Sistemas de Combustible			✓	
Sistemas Eléctricos			✓	
Sistemas Hidráulicos			✓	
Sistemas de Lubricación				✓
Sistemas de Refrigeración				✓

**TABLA X**  
ESTADO TÉCNICO DE CAMIÓN VOLQUETE

**Camión Volquete (Regular)**

Estado Técnico	Muy malo	Malo	Regular	Bueno
Motores De Combustión				✓
Cuerpos de Máquina			✓	
Herramientas de trabajo			✓	
Trenes de Rodaje / Neumáticos			✓	
Trenes de Fuerza			✓	
Sistemas de Admisión y escape				✓
Sistemas de Combustible			✓	
Sistemas Eléctricos		✓		
Sistemas Hidráulicos			✓	
Sistemas de Lubricación				✓
Sistemas de Refrigeración				✓

**ii. Diagnóstico de la disponibilidad de la maquinaria pesada de la  
Municipalidad Distrital de Tantará.**

**DISPONIBILIDAD ACTUAL**

Se determina en base a los últimos 2 meses, de acuerdo a las fallas presentadas durante el funcionamiento del equipamiento.

**TABLA XI**  
NÚMERO DE FALLOS DE LA MAQUINARIA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ

Ítem	Tipo	Agosto	Setiembre	Total (N° Fallos)
1	TRACTORES DE ORUGA	2	1	3
2	CARGADOR ES FRONTALES	1	3	4
3	RODILLOS TAMBORES VIBRATORIOS	1	1	2
4	MINI CARGADORES	2	1	3
5	EXCAVADORAS	1	2	3
6	RETROEXCAVADORAS	2		2
7	MOTONIVELADORAS	1	2	3
8	CAMIÓN VOLQUETES	1	1	2
Total				22

El total de fallas registradas durante el periodo de estudio fue de 22 fallas de las cuales el cargador frontal es el que ha fallado con mayor frecuencia.

**TABLA XII**  
TIEMPO EN HORAS PARA LA REPARACIÓN DE LA MAQUINARIA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ

Ítem	Tipo	Agosto	Setiembre	Total (N° Horas)
1	TRACTORES DE ORUGA	30	30	60
2	CARGADORES FRONTALES	17	13	30
3	RODILLOS TAMBOR VIBRATORIOS	17	13	30
4	MINI CARGADORES	25	15	40

5	EXCAVADORAS	20	12	32
6	RETROEXCAVADORAS	34	26	60
7	MOTONIVELADORAS	17	13	30
8	CAMIÓNES VOLQUETE	17	13	30
Total				312

El total de horas destinadas a la reparación de las máquinas de los meses de agosto y setiembre fueron de 312 siendo el tractor y la retroexcavadora las maquinas que registraron el mayor tiempo.

**TABLA XIII**  
TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN POR MÁQUINARIA EN LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ

Ítem	Tipo	TTP	TTR	TTO
1	TRACTORES DE ORUGA	384	60	324
2	CARGADORES FRONTALES	384	30	354
3	RODILLOS TAMBOR VIBRATORIOS	384	30	354
4	MINI CARGADORES	384	40	344
5	EXCAVADORAS	384	32	352
6	RETROEXCAVADORAS	384	60	324
7	MOTONIVELADORAS	384	30	354
8	CAMIÓNES VOLQUETE	384	30	354
Total				2760

El TTO o tiempo total de operación por maquina es el tiempo real de trabajo que tiene cada máquina, la misma que se calcula en función al tiempo programado para el trabajo y el tiempo destinado que se usa para la reparación, la formula es la siguiente:

Formula:

$$\mathbf{TTO = TTP - TTR}$$

**TABLA XIV**

MANTENIBILIDAD O TIEMPO MEDIO PARA RESTAURACIÓN POR MAQUINARIA

Ítem	Tipo	TTR	Numero de Fallas	MTTR
1	TRACTORES DE ORUGA	60	3	20
2	CARGADOR ES FRONTALES	30	4	7.5
3	RODILLO TAMBOR VIBRATORIOS	30	2	15
4	MINI CARGADORES	40	3	13.33
5	EXCAVADORAS	32	3	10.66
6	RETROEXCAVADORAS	60	2	30
7	MOTONIVELADORAS	30	3	10
8	CAMIÓNES VOLQUETE	30	2	15
Promedio				15.19

El MTTR es el tiempo medio que se requiere para la reparación de cada máquina el mismo que se obtiene dividiendo el total de horas registradas para la reparación y el numero de fallas. En la tabla anterior se muestra un registro de MTTR cuyo promedio es de 15.19 horas lo que estaría indicando que en promedio al tiempo se requiere una reparación de 15.19 horas, la formula que se utilizo fue la siguiente:

Formula:

$$\text{MTTR} = \text{TTR} / \text{Numero de fallas}$$

**TABLA XV**  
TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS EN HORAS POR MAQUINARIA

Ítem	Tipo	TTO	Numero de Fallas	MTBF
1	TRACTORES DE ORUGA	324	3	108
2	CARGADORES FRONTALES	354	4	88.5
3	RODILLOS TAMBOR VIBRATORIOS	354	2	177
4	MINI CARGADORES	344	3	114.67
5	EXCAVADORAS	352	3	117.33
6	RETROEXCAVADORAS	324	2	162
7	MOTONIVELADORAS	354	3	118
8	CAMIÓNES VOLQUETE	354	2	177
Promedio				132.81

El MTBF o tiempo medio entre fallas es el resultado de la división entre el tiempo total de

operación y el número de fallas. El registro nos arrojó un MTBF de 132.81 horas, lo que significa que en promedio las fallas en máquinas ocurren con un intervalo promedio de 132.81 horas, esto se hayo con lo siguiente:

Formula:

$$\text{MTBF} = \text{TTO} / \text{Numero de fallas}$$

**TABLA XVI**  
DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ

Ítem	Tipo	MTBF	MTTR	Disponibilidad
1	TRACTORES DE ORUGA	108	20	84.34%
2	CARGADORES FRONTALE	88.5	7.5	92.19%
3	RODILLOS TAMBOR VIBRATORIOS	177	15	92.19%
4	MINI CARGADORS	114.67	13.33	89.59%
5	EXCAVADORAS	117.33	10.66	91.67%
6	RETROEXCAVADORAS	162	30	84.38%
7	MOTONIVELADORAS	118	10	92.19%
8	CAMIÓNES VOLQUETE	177	15	92.19%
Promedio				89.84%

La disponibilidad de las máquinas es el resultado de la división del tiempo medio de las fallas entre la sumatoria de los tiempos medios entre falla y el tiempo medio para restaurarlas. El resultado obtenido es de 89.84%

Formula:

$$\text{Disponibilidad} = (\text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})) * 100$$

### iii. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantar

#### a) Propuesta de nueva estructura organizativa

Se propone una nueva estructura organizativa respetando la estructura inicial de la Municipalidad:

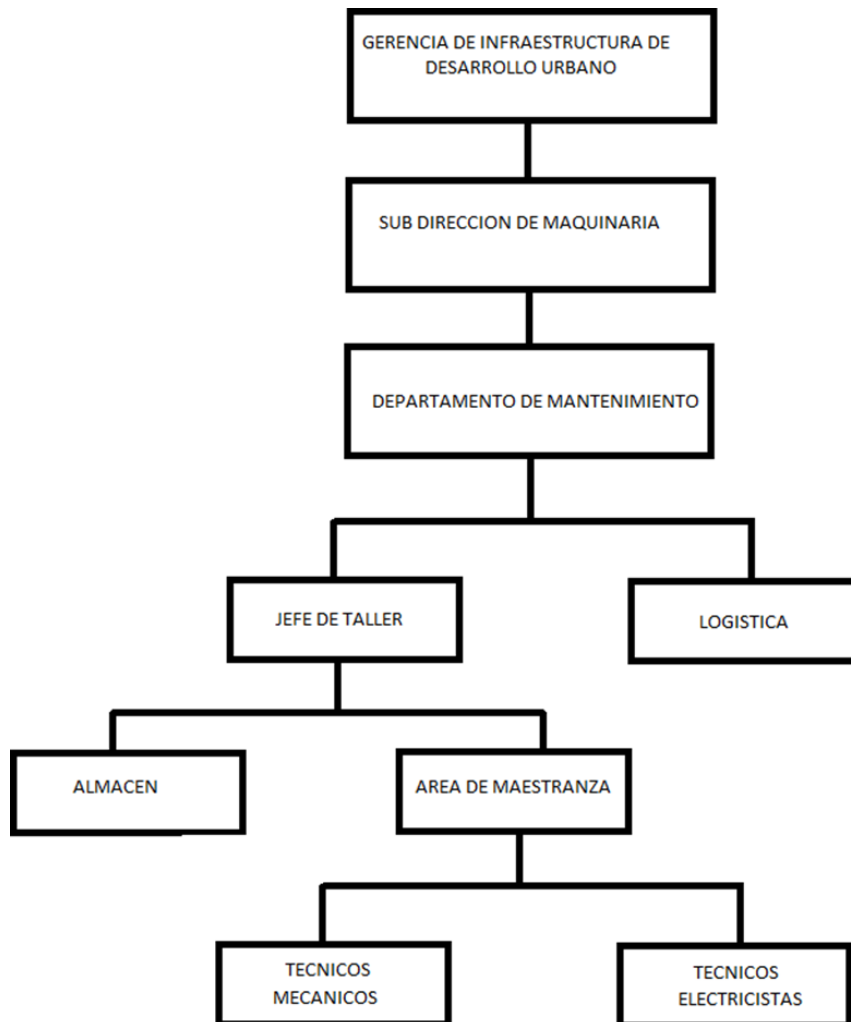
Área al mismo nivel del encargado de Taller:

**Logística.** - Área responsable de la producción de materiales, todos los aspectos relacionados con la compra de repuestos y el desarrollo de planes de mantenimiento mensuales para administrar los registros de desarrollo de equipos y los registros de gastos en los mismos.

Áreas bajo el cargo del encargado de Taller:

**Almacén.** - El área es responsable de instaurar los controles y administrar los pedidos enviados al área de logística para asegurar la demanda suficiente para el mantenimiento.

**Área de maestranza.** - El área que realiza mantenimientos preventivos e inspecciones a equipos pesados puede llenar formularios para resolver el estado de la maquinaria, el grado de servicio y la calidad del producto proveedor.



**Fig.4** Propuesta de nueva estructura organizativa

**b) Codificación de la maquinaria pesada**

Se asignará en base al tipo de maquinaria, subtipo y orden como se muestra a continuación.

**TABLA XVII**  
**CODIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ**

ÍTEM	CÓDIGO	TIPO	MARCA	MODELO	COLOR
1	MATO00001	TRACTORES DE ORUGA	JOHN DEERE	850C	AMARILLO
2	MACF00002	CARGADORES FRONTALES	CATERPILLAR	938G	AMARILLO
3	MART00003	RODILLOS TAMBOR VIBRATORIOS	CATERPILLAR	CS56	AMARILLO
4	MAMC00004	MINI CARGADORES	JOHN DEERE	326E	AMARILLO
5	MAEX00005	EXCAVADORAS	JOHN DEERE	210G-LC	AMARILLO
6	MARE00006	RETROEXCAVADORAS	JOHN DEERE	310CE	AMARILLO
7	MAMN00007	MOTONIVELADORAS	JOHN DEERE	670C	AMARILLO
8	MAMN00008	CAMIÓNES VOLQUETE	VOLKSWAGEN	1725	BLANCO

**c) Plan de mantenimiento preventivo**

Se propone un método de mantenimiento preventivo, basado en las recomendaciones del fabricante, en donde se detallan los movimientos que se deben ejecutar por cada tipo de equipamiento.

**TABLA XVIII**  
**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA TRACTOR DE ORUGA**

**Tractor de oruga**

<b>NIVELES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
Mantenimiento diario	Diariamente	Comprueba el nivel de aceite, limpia el depósito y ponte manos a la obra inspeccionar visualmente los alrededores Equipo.
Mantenimiento rutinario  lubricación y engrase	Intervención regular a lo largo de la vida del equipo (cada semana)	limpieza y lubricación, inspección y limpie el filtro de aire.
Mantenimiento preventivo  Tipo A ajustes y servicios	Cada 250 Hr.	Cambiar el aceite del motor, cambiar el filtro de combustible
Mantenimiento preventivo Tipo B ajustes y servicios	Cada 500 Hr.	Filtro de transmisión, cambio de filtro hidráulico, revisión del sistema de piezas. Análisis de aceite dispersión.
Mantenimiento preventivo	Cada 1000 horas	Cambie el filtro de aire, el filtro de aceite y el filtro de transmisión. Cambie el aceite y el filtro en el embrague de control. Último cambio de aceite de transmisión. Análisis de aceite hidráulico, calibración válvula de motor.
	Cada 2000Hr.	Cambio de aceite hidráulico y filtros.
	Cada 3000Hr.	Cambio de refrigerante.

**TABLA XIX**  
**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA CARGADOR FRONTAL**

**Cargador frontal**

<b>NIVELES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
Mantenimiento diario	Diariamente	Compruebe el nivel de líquido, limpie el depósito, inspeccione visualmente el entorno Equipo. limpieza de cabina.
Mantenimiento rutinario  lubricación y engrase	Intervención regular a lo largo de la vida del equipo (cada semana)	limpieza y lubricación, inspección y limpie el filtro de aire.
Mantenimiento preventivo  Tipo A ajustes y servicios	Cada 250 Hr.	Cambiar el aceite del motor, cambiar el filtro de combustible.
Mantenimiento preventivo Tipo B ajustes y servicios	Cada 500 Hr.	Filtro de transmisión, cambio de filtro hidráulico, revisión del sistema de piezas. Análisis de aceite dispersión.
Mantenimiento preventivo	Cada 1000 horas	Cambie el filtro de aire, el filtro de aceite y el filtro de transmisión. Reemplace el filtro hidráulico. Cambio de aceite de diferenciales delanteros y traseros. Calibre las válvulas del motor.
	Cada 2000Hr.	Cambio de aceite hidráulico y filtros.
	Cada 3000Hr.	Cambio de refrigerante.

**TABLA XX**  
**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA RODILLO TAMBOR VIBRATORIO**

**Rodillo tambor vibratorio**

<b>NIVELES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
Mantenimiento diario	Diariamente	Compruebe el nivel de líquido, limpie el depósito, inspeccione visualmente el entorno Equipo. limpieza de cabina.
Mantenimiento rutinario  lubricación y engrase	Intervención regular a lo largo de la vida del equipo (cada semana)	limpieza y lubricación, inspección y limpie el filtro de aire.
Mantenimiento preventivo  Tipo A ajustes y servicios	Cada 250 Hr.	Cambiar el aceite del motor, cambiar el filtro de combustible
Mantenimiento preventivo Tipo B ajustes y servicios	Cada 500 Hr.	Sustitución de filtros hidráulicos, inspección del sistema de piezas y accesorios.
Mantenimiento preventivo	Cada 1000 horas	Reemplace el filtro de aire, reemplace el filtro hidráulico. Cambie el aceite en el diferencial trasero. Cambio de aceite en el cubo de la rueda. Cambie el aceite en la sartén en el cilindro vibratorio. Calibre las válvulas del motor.
	Cada 2000Hr.	Cambio de aceite hidráulico y filtros.
	Cada 3000Hr.	Cambio de refrigerante.

**TABLA XXI**  
**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MINICARGADOR**

<b>NIVELES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
Mantenimiento diario	Diariamente	Compruebe el nivel de líquido, limpie el depósito, inspeccione visualmente el entorno Equipo. limpieza de cabina.
Mantenimiento rutinario  lubricación y engrase	Intervención regular a lo largo de la vida del equipo (cada semana)	Lavado y engrases, inspección y limpieza de filtros de aire.
Mantenimiento preventivo  Tipo A ajustes y servicios	Cada 250 Hr.	Cambio de aceite al motor, cambio de filtros de combustible
Mantenimiento preventivo Tipo B ajustes y servicios	Cada 500 Hr.	Cambio de filtros hidráulicos, revisiones sistemáticas de partes y accesorios.
Mantenimiento preventivo	Cada 1000 horas	Reemplace el filtro de aire, reemplace el filtro hidráulico. Cambie el aceite en el diferencial trasero. Cambio de aceite en el cubo de la rueda. Cambie el aceite en la sartén en el cilindro vibratorio. Calibre las válvulas del motor.
	Cada 2000Hr.	Cambio de aceite hidráulico y filtros.
	Cada 3000Hr.	Cambio de refrigerante. Cambiar termostato.

**TABLA XXII**

PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EXCAVADORA

<b>NIVELES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
Mantenimiento diario	Diariamente	Verifique el nivel de líquido, limpie el tanque y haga una inspección visual de los alrededores del Equipo.
Mantenimiento rutinario  lubricación y engrase	Intervención regular a lo largo de la vida del equipo (cada semana)	Lavado y engrases, inspección y limpieza de filtros de aire.
Mantenimiento preventivo  Tipo A ajustes y servicios	Cada 250 Hr.	Cambio de aceite al motor, cambio de filtros de combustible.
Mantenimiento preventivo Tipo B ajustes y servicios	Cada 500 Hr.	Sustitución de filtros hidráulicos, inspección del sistema de piezas y accesorios.
Mantenimiento preventivo	Cada 1000 horas	Cambie el filtro de aire, cambie el aceite en la caja del volante del motor, cambie el aceite de transmisión en el círculo de rotación de la torreta. Último cambio de aceite de transmisión. Análisis de aceite hidráulico. Calibre las válvulas del motor.
	Cada 2000Hr.	Cambio de aceite hidráulico y filtros.
	Cada 3000Hr.	Cambio de refrigerante y reemplazo de termostato.

**TABLA XXIII**

PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA RETROEXCAVADORA

<b>NIVELES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
Mantenimiento diario	Diariamente	Compruebe el nivel de líquido, limpie el depósito, inspeccione visualmente el entorno Equipo. limpieza de cabina.
Mantenimiento rutinario  lubricación y engrase	Intervención regular a lo largo de la vida del equipo (cada semana)	Lavado y engrases, inspección y limpieza de filtros de aire.
Mantenimiento preventivo  Tipo A ajustes y servicios	Cada 250 Hr.	Cambio de aceite al motor, cambio de filtros de combustible
Mantenimiento preventivo Tipo B ajustes y servicios	Cada 500 Hr.	Filtro de transmisión, cambio de filtro hidráulico, revisión del sistema de piezas. Análisis de aceite dispersión.
Mantenimiento preventivo	Cada 1000 horas	Cambie el filtro de aire, el filtro de aceite y el filtro de transmisión. Reemplace el filtro hidráulico. Cambio de aceite de diferenciales delanteros y traseros. Calibre las válvulas del motor.
	Cada 2000Hr.	Cambio de aceite hidráulico y filtros.
	Cada 3000Hr.	Cambio de refrigerante. Reemplazo de termostato.

**TABLA XXIV**  
**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MOTONIVELADORA**

**Motoniveladora**

<b>NIVELES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
Mantenimiento diario	Diariamente	Compruebe el nivel de líquido, limpie el depósito, inspeccione visualmente el entorno Equipo. limpieza de cabina.
Mantenimiento rutinario	Intervención regular a lo largo de la vida del equipo (cada semana)	Lavado y engrases, inspección y limpieza de filtros de aire.
lubricación y engrase		
Mantenimiento preventivo Tipo A ajustes y servicios	Cada 250 Hr.	Cambio de aceite al motor, cambio de filtros de combustible.
Mantenimiento preventivo Tipo B ajustes y servicios	Cada 500 Hr.	Filtro de transmisión, cambio de filtro hidráulico, revisión del sistema de piezas. Análisis de aceite de transmisión.
Mantenimiento preventivo	Cada 1000 horas	Cambie el filtro de aire, el filtro de aceite y el filtro de transmisión. Reemplace el filtro hidráulico. Cambio de aceite diferencial. Cambio de aceite para la transmisión final (TAMDEN), cambio de aceite para el tambor giratorio de la dirección. Calibre las válvulas del motor. Muestreo de aceite hidráulico
	Cada 2000Hr.	Cambio de aceite hidráulico y filtros.
	Cada 3000Hr.	Cambio de refrigerante. Reemplazo de termostato

**TABLA XXV**  
**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA CAMIÓN VOLQUETE**

**Camión volquete**

<b>NIVELES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
Mantenimiento diario	Diariamente	Verifique el nivel de líquido, drene el tanque de aceite, drene el tanque de aire, realice una inspección visual del equipo, limpieza de cabina.
Mantenimientos rutinarios lubricación y engrases	Intervenciones regulares a lo largo de la vida del equipo (Semanal)	Lavado y engrases, inspección y limpieza de filtros de aire.
Mantenimiento preventivo Tipo A ajustes y servicios	Cada 5000 Km.	Cambios de aceite al motor, cambio de filtros de combustible
Mantenimientos preventivos Tipo B ajustes y servicios	Cada 10000 Km.	Inspección de fluidos de transmisión y diferenciales, inspección de fluidos de control hidráulico, inspección de sistemas de piezas y accesorios.
Mantenimientos preventivos	Cada 20,000 Km.	Cambie el filtro de aire, cambie el aceite de la transmisión. Reemplace el filtro de dirección asistida. Cambie el filtro hidráulico en el embudo de elevación, cambie el aceite en el diferencial.
	Cada 40,000 Km.	Lubricación de rodamientos de ruedas. Delantero y trasero, calibración de válvulas de motor. Cambio de aceite hidráulico y filtros.
	Cada 50,000 Km.	Cambio de refrigerante. Reemplazo de termostato.

A continuación, se muestra una ficha de inspección de maquinaria:

**TABLA XXVI**  
**FICHA DE INSPECCIÓN DE MAQUINARIA PESADA**

UNIDAD	MARCA	MODELO	SERIE	REG.	HORAS

<b>INSPECCIONADO:</b>	<b>FECHA LLEGADA:</b>
<b>MECÁNICO:</b>	<b>TRACTOR:</b>

DESCRIPCIÓN DE PARTES	B	R	M	NOTAS
-----------------------	---	---	---	-------

<b>SISTEMA MOTOR</b>
----------------------

01. Niveles de aceites					
02. Niveles refrigerantes					
03. Filtros de aceites					
04. Filtros de aires					
05. Presión de aceites					
06. Respiraderos					
07. Humos					
08. Radiadores					
09. Faja de ventiladores					
10. Ventiladores					
11. Fugas de agua					
12. Fugas de aceite					
13. Filtros de combustibles					
14. Fugas combustible					
15. Sistemas Admisión/ escape					
16. Bombas Inyección					
17. Bombas cebado					
18. Turbocompresores					
19. Tanques combustibles					

20. Enfriadores					
21. Tapas de aceites					
22. Aceleradores					
23. Temperaturas agua					
24. Inyectores o toberas					
25. Otros					

<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>					
01. Baterías					
02. Arrancador					
03. Alternador					
04. Luces					
05. Indicadores y medidores					
06. Sistema de calentamiento					
07. Fusibles y Disyuntores					

<b>SISTEMA DE TRANSMISION</b>					
01. Niveles de aceites					
02. Niveles de mandos finales					
03. Fugas de aceite					
04. Filtros de transmisión					
05. Filtros de mandos finales					
06. Crucetas					
07. Varillaje					
08. Presión de aceite					
09. Enfriadores					
10. Segmentos de Sprocket					
11. Frenos					
12. Dirección					
13. Bombas de transmisión					
14. Bombas convertidor					
15. Indicadores de Temperatura					
16. Filtro imantado					
17. Otros					

RIPPER						
01. Cilindros hidráulicos						
02. Pin, Protector y Ripper						
03. Fugas de aceite						
04. Otros						

TORNAMEZA						
01. Engranaje de la rotación						

SISTEMA HIDRÁULICO						
01. Niveles aceites						
02. Filtros						
03. Fugas de aceite						
04. Bombas hidráulica						
02. Seguros						
03. Pines y Bocinas						
04. Cojinetes						
05. Reguladores						
06. Válvulas hidráulicas						
07. Enfriadores						
08. Tanque hidráulico						
09. Mangueras hidráulicas						
10. Cilindros hidráulicos						
11. Otros						

OTROS SISTEMAS						
01. Trabajos de soldadura						
02. Cabina						
03. Asiento						
04. Pintura						
05. Pisos						
06. Corazas						
07. Otros						

BASTIDOR, LAMPÓN Y CUCHARÓN					
01. Ruedas guía					
02. Carriles inferiores					
03. Carriles superiores					
04. Cilindro templador de cadena					
05. Válvulas					
06. Zapatas de cadena					
07. Protectores					
08. Guardas					
09. Barra de amortiguación					
10. Cuchillas y cantoneras					
11. Lampón					
12. Cilindros regulares					
13. Brazos de lampón					
14. Orejetas y puntas de cucharón					
15. Pasador del mecanismo case de la Pluma					

OBSERVACIONES

**d) Determinación de la mejora de la disponibilidad de la maquinaria pesada**

Se determinó la disponibilidad utilizando el siguiente método:

$$D = (TT - TM) / TT$$

D = Disponibilidad de equipos

TT = Es el tiempo total que es requerido el uso de la maquinaria

TM = Es el tiempo en que la maquinaria no está disponible por mantenimiento

**DISPONIBILIDAD PROYECTADA**

Basado en el plan de mantenimiento preventivo propuesto en la presente

investigación.

**TABLA XXVII**

NÚMERO DE FALLOS DE LA MAQUINARIA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ (PROYECTADO)

Ítem	Tipo	Agosto	Setiembre	Total (Nº Fallos)
1	TRACTOR DE ORUGA	1	1	2
2	CARGADOR FRONTAL	1	2	3
3	RODILLO TAMBOR VIBRATORIO		1	1
4	MINI CARGADOR	1	1	2
5	EXCAVADORA	1	1	2
6	RETROEXCAVADORA	1		1
7	MOTONIVELADORA	1	1	2
8	CAMIÓN VOLQUETE		1	1
Total				14

El total de fallas registradas durante el periodo de estudio proyectado será de 14 fallas de las cuales el cargador frontal es el que ha fallado con mayor frecuencia.

**TABLA XXVIII**

TIEMPO EN HORAS PARA LA REPARACIÓN DE LA MAQUINARIA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ (PROYECTO)

Ítem	Tipo	Agosto	Setiembre	Total (Nº Horas)
1	TRACTOR DE ORUGA	10	10	20
2	CARGADOR FRONTAL	6	4	10
3	RODILLO TAMBOR VIBRATORIO	6	4	10
4	MINI CARGADOR	8	5	13
5	EXCAVADORA	7	4	11
6	RETROEXCAVADORA	11	8	19
7	MOTONIVELADORA	6	4	10
8	CAMIÓN VOLQUETE	6	4	10
Total				103

El total de horas destinadas a la reparación de las máquinas de los meses de agosto y setiembre (Proyectado) fueron de 103 siendo el tractor y la retroexcavadora las maquinas que registraron el mayor tiempo.

**TABLA XXIX**  
TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN POR MÁQUINARIA EN LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ (PROYECTO)

Ítem	Tipo	TTP	TTR	TTO
1	TRACTOR DE ORUGA	384	20	364
2	CARGADOR FRONTAL	384	10	374
3	RODILLO TAMBOR	384	10	374
	VIBRATORIO			
4	MINI CARGADOR	384	13	371
5	EXCAVADORA	384	11	373
6	RETROEXCAVADORA	384	19	365
7	MOTONIVELADORA	384	10	374
8	CAMIÓN VOLQUETE	384	10	374
Total				2969

**TABLA XXX**  
MANTENIBILIDAD O TIEMPO MEDIO PARA RESTAURACIÓN POR MAQUINARIA (PROYECTO)

Ítem	Tipo	TTR	Numero de Fallas	MTTR
1	TRACTOR DE ORUGA	20	2	10
2	CARGADOR FRONTAL	10	3	3.3
3	RODILLO TAMBOR	10	1	10
	VIBRATORIO			
4	MINI CARGADOR	13	2	6.5
5	EXCAVADORA	11	2	5.5
6	RETROEXCAVADORA	19	1	19
7	MOTONIVELADORA	10	2	5
8	CAMIÓN VOLQUETE	10	1	10
Promedio				8.7

El MTTR es el tiempo medio que se requiere para la reparación de cada máquina el mismo que

se obtiene dividiendo el total de horas registradas para la reparación y el número de fallas. En la tabla anterior se muestra un registro de MTTR (Proyectado) cuyo promedio es de 8.7 horas lo que estaría indicando que en promedio al tiempo se requiere una reparación de 8.7 horas.

**TABLA XXXI**  
TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS EN HORAS POR MAQUINARIA (PROYECTO)

Ítem	Tipo	TTO	Numero de Fallas	MTBF
1	TRACTOR DE ORUGA	364	2	182
2	CARGADOR FRONTAL	374	3	124.7
3	RODILLO TAMBOR VIBRATORIO	374	1	374
4	MINI CARGADOR	371	2	185.5
5	EXCAVADORA	373	2	186.5
6	RETROEXCAVADORA	365	1	365
7	MOTONIVELADORA	374	2	187
8	CAMIÓN VOLQUETE	374	1	374
Promedio				247.3

El MTBF o tiempo medio entre fallas es el resultado de la división entre el tiempo total de operación y el número de fallas. El registro nos arrojó un MTBF (proyectado) de 247.3 horas, lo que significa que en promedio las fallas en máquinas ocurren con un intervalo promedio de 247.3 horas.

**TABLA XXXII**  
DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARÁ (PROYECTO)

Ítem	Tipo	MTBF	MTTR	Disponibilidad
1	TRACTOR DE ORUGA	182	10	94.79%
2	CARGADOR FRONTAL	124.7	3.3	97.42%
3	RODILLO TAMBOR VIBRATORIO	374	10	97.40%
4	MINI CARGADOR	185.5	6.5	96.61%
5	EXCAVADORA	186.5	5.5	97.14%
6	RETROEXCAVADORA	365	19	95.05%

7	MOTONIVELADORA	187	5	97.40%
8	CAMIÓN VOLQUETE	374	10	97.40%
Promedio				96.65%

La disponibilidad de las máquinas es el resultado de la división del tiempo medio de las fallas entre la sumatoria de los tiempos medios entre falla y el tiempo medio para restaurarlas. El resultado obtenido es de 96.65%

#### iv. Evaluación económica

En esta sección se realizará el cálculo del beneficio- costo en el accionamiento del método de mantenimiento preventivo, teniendo en consideración un periodo de dos meses de acuerdo al apartado anterior.

En la siguiente tabla se precisan los costos para el accionamiento del método de mantenimiento descrito en la actual indagación:

**TABLA XXXIII**  
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

<b>ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	<b>COSTO (\$.)</b>
Evaluación de maquinarias (Incluida en la investigación)	0.00
Elaboración del plan de mantenimiento (Incluida en la investigación)	0.00
Elaboración de ficha de inspección de la maquinaria (Incluida en la investigación)	0.00
Adquisición de insumos de mayor demanda para stock (periodo de 02 meses) Entre los que podemos mencionar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ACEITES SAE</li> <li>• REFRIGERANTE ELC</li> <li>• GRASA NLG2 /NLG3</li> <li>• FILTROS</li> </ul> (La relación de insumos en general se muestra en el Anexo N°04)	2,000.00
<b>TOTAL</b>	2,000.00

A continuación, en base al apartado de “Resolución del perfeccionamiento de la

disponibilidad del equipamiento pesado” se obtendrá la diferencia de horas de disponibilidad de cada equipamiento pesado, instaurando el planteamiento de mantenimiento:

**TABLA XXXIV**  
DIFERENCIA DE HORAS DISPONIBLES IMPLEMENTANDO EL PLAN DE MANTENIMIENTO

<b>ÍTEM</b>	<b>TIPO</b>	<b>TIEMPO DE MANT. ACTUAL</b> (Obtenido de la tabla N°12)	<b>TIEMPO DE MANT. PROYECTADO</b> (Obtenido de la tabla N°28)	<b>DIFERENCIA DE HORAS DISPONIBLES</b> (02 meses)
1	TRACTOR DE ORUGA	60	20	40
2	CARGADOR FRONTAL	30	10	20
3	RODILLO TAMBOR VIBRATORIO	30	10	20
4	MINI CARGADOR	40	13	27
5	EXCAVADORA	32	11	21
6	RETROEXCAVADORA	60	19	41
7	MOTONIVELADORA	30	10	20
8	CAMIÓN VOLQUETE	30	10	20

Se proyectará el beneficio económico de la realización del método de mantenimiento al multiplicar el número de horas disponibles por el coste de alquiler promedio por hora de cada maquinaria:

**TABLA XXXV**  
BENEFICIO ECONÓMICO AL IMPLEMENTAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO

<b>ÍTEM</b>	<b>TIPO</b>	<b>HORAS</b> (Obtenido de la tabla N°25)	<b>PRECIO PORHORA DE ALQUILER A TODO COSTO (\$.)</b>	<b>COSTO (\$.)</b>
1	TRACTOR DE ORUGA	40	100	4,000
2	CARGADOR FRONTAL	20	100	2,000
3	RODILLO TAMBOR VIBRATORIO	20	100	2,000
4	MINI CARGADOR	27	100	2,700
5	EXCAVADORA	21	100	2,100
6	RETROEXCAVADORA	41	100	4,100
7	MOTONIVELADORA	20	100	2,000
8	CAMIÓN VOLQUETE	20	100	2,000
			<b>TOTAL</b>	<b>20,900</b>

De las conclusiones conseguidas en las tablas anteriores se establece el cálculo del beneficio-costo para el periodo de dos meses.

De acuerdo a la fórmula:

B/C Dónde:

B = Beneficio esperado

C = Costo total

$$B/C = \$/. 20\ 900.00 / \$/. 2\ 000.00$$

$$B/C = 10.45$$

El indicador B/C se interpreta que por cada dólar invertido se consigue un provecho de \$ 10.45.

#### **IV. CONCLUSIONES**

- El diagnóstico de la situación actual determina que la problemática afecta a los equipos de baja disponibilidad, esto se debe a la falta de un plan de gestión de sistema de mantenimiento preventivo lo que ocasiona fallas constantes, así como también la falta de repuestos en el momento. Es por ello que se busca que la empresa sepa de la importancia que es tener un diseño de un plan de sistema de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada.
- Se determinó que a partir del análisis un método mantenimiento para el equipamiento pesado de la Municipalidad de Tantará la disponibilidad actual de máquinas es de 96.65% siendo el cargador frontal con una disponibilidad de 97.42% respectivamente. Se ha identificado que el RCM provee no solo una herramienta de análisis, sino también de un plan de acción para garantizar y/o asegurar el mantenimiento de los equipos
- Respecto a las mejoras propuestas, se desarrolló un programa de mantenimiento preventivo que incluyó actividades para alargar la vida útil de la máquina, con el único propósito de optimizar el trabajo realizado por la máquina y su tiempo de operación. Integrar a todo el personal involucrado requiere control y programación del mantenimiento, además del establecimiento de un taller principal para realizar estas actividades.
- Se determinó que las propuestas de mejora son viables económicamente ya que el costo beneficio arroja un 10.45 lo que se interpreta que por cada dólar invertido se consigue un provecho de \$ 10.45.

## **V. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda al gerente de la municipalidad que considere la implementación de un plan de sistema de gestión de mantenimiento para aumentar la disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada y por ende incrementar la rentabilidad económica.
- Realizar un seguimiento de manera periódica en cuanto al cumplimiento de las propuestas mediante a los parámetros propuestos en esta investigación.
- El jefe de mantenimiento debe divulgar el plan de sistema de gestión de mantenimiento para lograr mayor nivel de participación en el personal técnico que cuenta la municipalidad, asimismo capacitarlos para proveer de los materiales necesarios para la correcta ejecución del programa de mantenimiento.
- Realizar la resolución de la disponibilidad del equipamiento posterior a un año de su implementación, para comparar los resultados y proponer cambios de ser necesarios.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] C. Buelvas and K. Martínez, “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L,” *Uac.edu.co*, 2014, doi: TMEC 1144.
- [2] E. Muñoz and J. Carrillo, “Reducción de costos a través de la implantación de un plan de mantenimiento total para garantizar la fiabilidad de los equipos de la empresa Recolsa S.A Cajamarca 2015”. Perú: “Universidad Cesar Vallejo”,2015.
- [3] K. Vásquez, “Propuesta de una gestión del mantenimiento para una mejor disponibilidad de la maquinaria pesada de la Municipalidad Provincial de Chiclayo”. Perú: “Universidad Pedro Ruiz Gallo”,2013.
- [4] R. Mamani, “Maquinaria y Equipos de Construcción. Fichas maquinarias”. Bolivia: “Universidad Mayor de San Andres”,2008.
- [5] MarcoTeórico.com, “Maquinaria Pesada y Movimiento de Tierra | MarcoTeorico.com,” MarcoTeorico.com, 2021. <https://www.marcoteorico.com/curso/55/maquinaria-pesada-y-movimiento-de-tierra>, (accessed 2021).
- [6] Cranes and Machinery, “MONTACARGAS. Marcas y modelos ¿Cómo funciona?,” Cranes and Machinery, jul. 17, 2021. <https://www.gruasyaparejos.com/montacargas/> (accessed2021).
- [7] Renovetec, “Tipos de Mantenimiento,” Renovetec.com,2018. <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento> (accessed 2021).
- [8] B. Chávarry. “Mantenimiento preventivo de una Motoniveladora Marca Komatsu, Modelo GD605A de la Municipalidad Provincial de Chota – Cajamarca-Perú. “Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo”, 2011.
- [9] V. Hernández. “Plan de Mantenimiento Preventivo para la maquinaria pesada en funcionamiento de la Zona Vial N°14, Dirección General de Caminos, Salamá, Baja Verapaz”. Guatemala.” Universidad de San Carlos de Guatemala”, 2010.
- [10] BSG Institute, “Los 8 Pilares del TPM,” BSG Institute, 2020. <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/los-8-pilares-del-tpm-1134> (accessed 2021).
- [11] J. Moubray, “RCM II -Mantenimiento Centrado en Confiabilidad,” Google Books, 2004. [https://books.google.com.pe/books/about/Reliability\\_centered\\_Maintenance.html?hl=es&id=bNCVF0B7vpIC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Reliability_centered_Maintenance.html?hl=es&id=bNCVF0B7vpIC&redir_esc=y).
- [12] Infraspak, “Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM): ¿Qué Es y Cómo Aplicarlo? • Infraspak Blog,” Infraspak Blog, Oct. 29, 2020.

<https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-centrado-en-la-fiabilidad-rcm/>  
(accessed2021).

VII. ANEXOS

ANEXO N°01.MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA	METODO
<p><b>Problema general</b> ¿La implementación de un sistema de gestión de mantenimiento puede aumentar la disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica?</p> <p><b>ii. Problemas específicos</b> <b>P.E.1:</b> ¿Cuáles son las causas que ocasionan la baja disponibilidad mecánica de los</p>	<p><b>Objetivo general</b> Implementar un sistema de gestión de mantenimiento para aumentar la disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.</p> <p><b>ii. Objetivos específicos</b> <b>O.E.1:</b> Analizar el plan de sistema de gestión de mantenimiento y las causas que ocasionan la baja disponibilidad mecánica de los</p>	<p><b>Hipótesis general</b> La implementación de un plan de sistema de gestión de mantenimiento aumenta la disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.</p> <p><b>ii. Hipótesis específicas</b> <b>H.E.1:</b> El análisis de un sistema de gestión de mantenimiento permite identificar las causas que ocasionan la baja disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada de la</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Implementación de un plan de sistema de gestión de mantenimiento.</p> <p><b>Variable Dependiente</b> Disponibilidad mecánica de los equipos de maquinaria pesada</p>	<p>- Análisis por tipo de falla.</p> <p>- Índices operacionales</p> <p>- Programación de planes de mantenimiento</p> <p>- Horas de mantenimiento</p>	<p>- Confiabilidad</p> <p>- Índices claves de Desempeño</p> <p>- Mantenibilidad</p> <p>- Tiempo de demoras por tipo de fallas</p> <p>- Tiempo den vacio, paradas cortas</p> <p>- Tiempo de demoras de mantenimiento</p>	<p>Recopilación de la información</p>	<p>Cuantitativo</p>

<p>equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica?</p> <p><b>P.E.2:</b>          Como un plan de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada puede asegurar la disponibilidad mecánica tomando en cuenta antecedentes que generan paradas de flotas en la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica?</p> <p><b>P.E.3:</b>          Cules son las mejoras que se pueden obtener</p>	<p>equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.</p> <p><b>O.E.2:</b>          Elaborar un sistema de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada para la disponibilidad mecánica tomando en cuenta antecedentes que generan paradas de flotas en la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.</p> <p><b>O.E.3:</b>          Implementar un plan de sistema de gestión de mantenimiento para la mejora de la disponibilidad</p>	<p>Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.</p> <p><b>H.E.2:</b>          La elaboración de un sistema de gestión de mantenimiento de maquinaria pesada asegura la disponibilidad mecánica tomando en cuenta antecedentes que generan paradas de flotas en la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.</p> <p><b>H.E.3:</b>          La implementación de un plan de sistema de gestión de mantenimiento mejora la disponibilidad de los equipos de maquinaria pesada en la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.</p>					
---	--	--	--	--	--	--	--

<p>con la implementación de un plan de sistema de gestión de mantenimiento de los equipos de maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica?</p>	<p>de los equipos de maquinaria pesada en la Municipalidad Distrital de Tantará en el departamento de Huancavelica.</p>						
---	---	--	--	--	--	--	--

**ANEXO N°02. MAQUINARIAS DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARA**



**Fig.5 Tractor De Oruga John Deere 850C**



**Fig.6 Cargador Frontal Caterpillar 938G**



**Fig.7** Rodillo Tambor Vibratorio Caterpillar CS56



**Fig.8** Mini Cargador John Deere 326E



**Fig.9** Excavadora John Deere 210G-LC



**Fig. 10** Retroexcavadora John Deere 310CE



**Fig. 11** Motoniveladora John Deere 670C



**Fig.12** Camión Volquete Volkswagen 1725

**ANEXO N° 03 TIEMPO DE MANTENIMIENTO POR FALLAS EN CADA  
MAQUINARIA ANTES DE LA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

**TRACTOR ORUGA**

<b>FECHA</b>	<b>PARO DE MAQUINARIA</b>	<b>MOTIVO</b>	<b>TIEMPO (MES)</b>	
02/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	02	HORAS
11/08/2021	FAJA DE VENTILADOR	MANTENIMIENTO	04	HORAS
25/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR, FILTROS DE TRANSMISION, DIRECCION, HIDRAULICO	MANTENIMIENTO	04	HORAS
26/08/2021	CAMBIO DE FILTROS DE PETROLEO	MANTENIMIENTO	02	HORAS
08/09/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR.	MANTENIMIENTO	02	HORAS
19/09/2021	CAMBIO DE MANGUERA HIDRAULICA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	06	HORAS
20/09/2021	CAMBIO DE SELLOS CILINDRO TEMPLADOR DE CADENA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	20	HORAS
<b>TOTAL</b>			<b>40</b>	<b>HORAS</b>

**CARGADOR FRONTAL**

FECHA	PARO DE MAQUINARIA	MOTIVO	TIEMPO (MES)	
01/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	02	HORAS
10/08/2021	CAMBIO DE NEUMÁTICOS	MANTENIMIENTO	10	HORAS
12/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR, FILTROS DE TRANSMISION, DIRECCION, HIDRÁULICO	MANTENIMIENTO	10	HORAS
21/08/2021	CAMBIO DE JUNTA UNIVERSAL-EJE POSTERIOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	08	HORAS
06/09/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	03	HORAS
09/09/2021	REGULACION DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	03	HORAS
18/09/2021	CAMBIO DE EMPAQUETADURA AL ENFRIADOR DE ACEITE DEL MOTOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	04	HORAS
22/09/2021	DESMONTAJE DEL BOMBA DE AGUA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	20	HORAS
<b>TOTAL</b>			<b>60</b>	<b>HORAS</b>

### RODILLO TAMBOR VIBRATORIO

<b>FECHA</b>	<b>PARO DE MAQUINARIA</b>	<b>MOTIVO</b>	<b>TIEMPO (MES)</b>	
11/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	03	HORAS
12/08/2021	CAMBIO DE FAJA DEL ALTERNADOR	MANTENIMIENTO	02	HORAS
15/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR, FILTROS HIDRÁULICOS.	MANTENIMIENTO	06	HORAS
20/08/2021	CAMBIO DE JUNTA UNIVERSAL-EJE POSTERIOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	06	HORAS
10/09/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	03	HORAS
15/09/2021	CAMBIO DEL CABLE DEL ACELERADOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	02	HORAS
22/09/2021	CAMBIO DE SENSOR DE PRESION DE ACEITE DEL MOTOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	02	HORAS
25/09/2021	CAMBIO DE GOMAS DEL TAMBOR VIBRATORIO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	06	HORAS
<b>TOTAL</b>			<b>30</b>	<b>HORAS</b>

### MINI CARGADOR

FECHA	PARO DE MAQUINARIA	MOTIVO	TIEMPO (MES)	
11/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	02	HORAS
18/08/2021	CAMBO DE FAJA DEL ALTERNADOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	12	HORAS
24/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR, FILTROS HIDRÁULICOS.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	03	HORAS
26/08/2021	SERVICIO BOMBA DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	08	HORAS
05/09/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	02	HORAS
18/09/2021	REPARACION DE CILINDRO HIDRÁULICO, LADO IZQUIERDO DE LEVANTE DEL LAMPÓN	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	02	HORAS
20/09/2021	REPARACION DE CILINDRO HIDRÁULICO, LADO DERECHO DE LEVANTE DEL LAMPÓN	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	08	HORAS
28/09/2021	CAMBIO DE MANGUERA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	03	HORAS
<b>TOTAL</b>			<b>40</b>	<b>HORAS</b>

**EXCAVADORA**

FECHA	PARO DE MAQUINARIA	MOTIVO	TIEMPO (MES)	
08/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	02	HORAS
10/08/2021	CAMBO DE FAJA DEL AIRE ACONDICIONADO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	08	HORAS
14/08/2021	CAMBIO DE ACEITEAL MOTOR, FILTROSDE COMBUSTIBLE E HIDRAULICOS.	MANTENIMIENTO	03	HORAS
22/08/2021	CAMBIO DE BOMBADE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	07	HORAS
10/09/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	02	HORAS
18/09/2021	CAMBIO DE FAJA DE BOMBA DE AGUA Y TEMPLADOR AUTOMATICO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	02	HORAS
20/09/2021	CAMBIO DE SELLO TORICOS A CAÑERIA HIDRAULICA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	06	HORAS
26/09/2021	CAMBIO DE LUBRICANTES Y FILTROS. SERVICIO DE 500 H	MANTENIMIENTO	02	HORAS
<b>TOTAL</b>			<b>30</b>	<b>HORAS</b>

**RETROEXCAVADORA**

FECHA	PARO DE MAQUINARIA	MOTIVO	TIEMPO (MES)	
07/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	03	HORAS
10/08/2021	CAMBIO DE JUNTA UNIVERSAL A EJE CARDAN POSTERIOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	15	HORAS
17/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR, FILTROS DE TRANSMISION E HIDRAULICOS.	MANTENIMIENTO	03	HORAS
25/08/2021	CAMBIO DE BOMBA DEL CONVERTIDOR DE PAR MOTOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	13	HORAS
06/09/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	03	HORAS
12/09/2021	CAMBIO DE RETENDE DISTRIBUCION DEL MOTOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	04	HORAS
20/09/2021	CAMBIO DE SELLO TORICOS A CAÑERIA HIDRAULICA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	15	HORAS
27/09/2021	CAMBIO DE LUBRICANTES Y FILTROS. SERVICIO DE 500 Hr.	MANTENIMIENTO	04	HORAS
<b>TOTAL</b>			<b>60</b>	<b>HORAS</b>

**MOTONIVELADORA**

<b>FECHA</b>	<b>PARO DE MAQUINARIA</b>	<b>MOTIVO</b>	<b>TIEMPO (MES)</b>	
07/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	02	HORAS
10/08/2021	REPARACION DEL CILINDRO HIDRAULICO DE INCLINACION DE RUEDA DELANTERA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	08	HORAS
17/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR, FILTROS DE TRANSMISION E HIDRAULICOS.	MANTENIMIENTO	04	HORAS
25/08/2021	DESMONTAJE DEL MOTOR PARA CAMBIO DE RETEN POSTERIOR DE CIGÜEÑAL	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	03	HORAS
11/09/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	02	HORAS
13/09/2021	CAMBIO DE ZAPATAS DE FRENO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	02	HORAS
20/09/2021	REPARACION DEL CILINDRO HIDRAULICO DE LEVANTE DE HOJA TOPADORA	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	07	HORAS
27/09/2021	CAMBIO DE LUBRICANTES Y FILTROS. SERVICIO DE 500 Hr.	MANTENIMIENTO	02	HORAS
<b>TOTAL</b>			<b>30</b>	<b>HORAS</b>

**CAMION VOLQUETE**

FECHA	PARO DE MAQUINARIA	MOTIVO	TIEMPO DETENIDO (MES)	
08/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	02	HORAS
12/08/2021	CAMBIO DE RETENES DE RUEDA POSTERIOR	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	08	HORAS
15/08/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	04	HORAS
23/08/2021	DESMONTAJE DEL SISTEMA DE EMBRAGUE PARA CAMBIO DE DISCO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	03	HORAS
12/09/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR	MANTENIMIENTO	02	HORAS
18/09/2021	CAMBIO DE ZAPATAS DE FRENO RUEDAS POSTERIORES	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	02	HORAS
20/09/2021	CAMBIO DE ACEITE AL MOTOR Y REGLAJE DE VALVULAS	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	07	HORAS
23/09/2021	CAMBIO DE ZAPATAS DE FRENO RUEDAS DELANTERAS	MANTENIMIENTO	02	HORAS
<b>TOTAL</b>			<b>30</b>	<b>HORAS</b>

**ANEXO N°04. INSUMOS EN GENERAL DE LOS EQUIPOS DE MAQUINARIA PESADA DE LA MUNICIPALIDAD DE TANTARA**

<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>MARCA</b>
GAL.	ACEITE SAE °15W-40 APICI-4 EO	MULTIMARCA
GAL.	ACEITE SAE °30 TO-4	MULTIMARCA
GAL.	ACEITE SAE °50 TO-4	MULTIMARCA
GAL.	ACEITE SAE °90 GL-1	MULTIMARCA
GAL.	ACEITE SAE °140 GL-1	MULTIMARCA
GAL.	REFRIGERANTE ELC	MULTIMARCA
UNID.	GRASA NLG2 / NLG3	MULTIMARCA
UNID.	FILTRO 462-1171	CAT
UNID.	FILTRO 229-8229	CAT
UNID.	FILTRO 326-1644	CAT
UNID.	FILTRO 1G8878	CAT
UNID.	FILTRO 1R0752	CAT
UNID.	FILTRO 127-6449	CAT
UNID.	FILTRO 1G-8878	CAT
UNID.	FILTRO 1R0722	CAT
UNID.	FILTRO RE62424	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO RE57394	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO T19044	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO AT140315	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO AR86745	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO RE59754	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO RE62419	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO AT435649	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO MIU802154	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO MIU802421	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO RE522878	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO RE529643	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO 4630525	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO 4434017	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO 4437838	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO 4648651	JOHN DEERE
UNID.	FILTRO FYA00033065	JOHN DEERE