



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO EN MAQUINARIA
PESADA DE LA EMPRESA MAQUINORTE S.A.C**

Tesis para optar el Título de: INGENIERO MECÁNICO

Presentado por el bachiller:

VERA GÁMEZ, David Salomón

Asesor: Dr. Serapio Agapito Quillos Ruiz

Nuevo Chimbote – agosto 2021



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

El presente informe de Tesis titulado “**PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO EN MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA MAQUINORTE S.A.C.**”, elaborado por el bachiller **DAVID SALOMÓN VERA GÁMEZ** para optar el Título Profesional de Ingeniería Mecánica.

Fue revisado y Aprobado por el siguiente Jurado Evaluador

Ing. **RUSBER ALBERTO RISCO OJEDA**

PRESIDENTE

Ms. **NELVER JAVIER ESCALANTE ESPINOZA**

SECRETARIO

Dr. **SERAPIO AGAPITO QUILLOS RUIZ**

INTEGRANTE

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

Siendo las 18:00 horas del 15 de noviembre del año dos mil veintiuno, el Jurado Evaluador integrado por los docentes: **Ms. Rusber Alberto Risco Ojeda (Presidente)**, **Mg. Nelver Javier Escalante Espinoza (Secretario)**, **Dr. Serapio Agapito Quillos Ruiz (Integrante)**, en cumplimiento a la Resolución N° 347-2021-UNS-CFI, mediante la plataforma virtual ZOOM, en concordancia con la Directiva N° 003-2020-UNSVRAC, aprobada con Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS de fecha 12.06.2020, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: **“PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO EN MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA MAQUINORTE S.A.C.”**, presentado por el Bachiller: **VERA GAMEZ DAVID SALOMON**, con código N° **0201216049**, quien fue asesorado por el Dr. Serapio Agapito Quillos Ruiz según T/R.D N° 025-2020-UNS-FI, de fecha 05.02.2020.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
VERA GAMEZ DAVID SALOMON	16	BUENO

Siendo las 18:45 horas del mismo día, se dio por terminado el Acto de Sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 15 de Noviembre del 2021.



Ms. Rusber Alberto Risco Ojeda
Presidente



Mg. Nelver Javier Escalante Espinoza
Secretario



Dr. Serapio Agapito Quillos Ruiz
Integrante

DEDICATORIA

A mi madre, a mi familia y amigos, y a todas las personas que confiaron en mí y que de alguna manera fueron parte del cumplimiento de este objetivo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme perseverar y lograr el objetivo que venía persiguiendo en los últimos años y a mi familia porque sin ellos nada de esto hubiese sido posible.

RESUMEN

En la industria de la construcción, se requiere de mucha eficiencia en sus operaciones; MAQUINORTE S.A.C cuenta con una flota de 16 equipos entre ellos excavadoras, retroexcavadoras, cargadores, auto hormigonera y volquetes. Entonces la disponibilidad de estos equipos (por encima del 90% deseada) se encuentra en un punto muy importante para optimizar el desempeño, mediante reducción de costos de mantenimiento y evitar retrasos de obra y cambios en la planificación por averías.

Se analizó la gestión actual de la jefatura de maquinaria y equipos de Maquinorte S.A.C., determinando principalmente la falta de una gestión de mantenimiento, así como de la competencia personal de operación en equipos, y en general la baja disponibilidad (70-80%) de los equipos, lo cual afecta directamente en la producción y sus costos. Se determinó que actualmente no se cumplen con las intervenciones de mantenimiento oportunamente, es decir no tienen implementado un sistema de mantenimiento programado y además hay una deficiente gestión de los mantenimientos correctivos.

Se tomó en cuenta los historiales de mantenimiento, documentos y/o formatos de registro de la antigua gestión de modo empírico. Se elabora un plan de mantenimiento programado para la mejora en la gestión y optimización del desempeño de la maquinaria pesada mediante la elevación de la disponibilidad de los equipos desde un 78% aprox. a un 90%, lo cual disminuirá sustancialmente los costos en el periodo de 1.5 a 2 años. Además, se implementarán procesos de gestión de mantenimiento y procesos de gestión logística que incrementarán la efectividad de la empresa.

PALABRAS CLAVE: Gestión, Mantenimiento, Programado, Optimización, Criticidad, Disponibilidad.

ABSTRACT

In the construction industry, a lot of efficiency is required in your operations; MAQUINORTE S.A.C has a fleet of 16 teams including excavators, backhoes, loaders, auto concrete mixer and dump trucks. So the availability of this equipment (above the desired 90%) is at a very important point to optimize performance, by reducing maintenance costs and avoiding work delays and changes in planning due to breakdowns.

The current management of the machinery and equipment manager of Maquinorte SAC was analyzed, mainly determining the lack of maintenance management, as well as the personal competence of operating equipment, and in general the low availability (70-80%) of equipment, which directly affects production and costs. It was determined that currently the maintenance interventions are not carried out in a timely manner, that is, they do not have a scheduled maintenance system implemented and there is also a deficient management of corrective maintenance.

The maintenance histories, documents and / or record formats of the old management were empirically taken into account. A scheduled maintenance plan is drawn up to improve the management and performance optimization of heavy machinery by increasing the availability of the equipment from about 78%. to 90%, which will substantially reduce costs in the period of 1.5 to 2 years. In addition, maintenance management processes and logistics management processes will be implemented that will increase the effectiveness of the company.

KEY WORDS: Management, Maintenance, Scheduled, Optimization, Criticality, Availability.

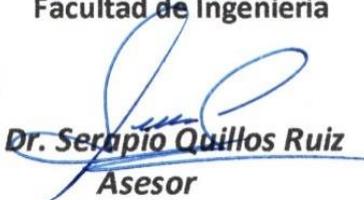
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

El presente proyecto de Investigación de Tesis titulado “**PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO EN MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA MAQUINORTE S.A.C**”. Elaborado por el Bachiller: VERA GÁMEZ, David Salomón para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico, ha contado con el asesoramiento de quien deja constancia de su aprobación.

Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de Asesor.

 Facultad de Ingeniería

Dr. Serapio Quillos Ruiz
Asesor

ÍNDICE

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Antecedentes de investigación	14
1.3. Formulación del problema	15
1.4. Justificación del estudio	15
1.4.1. Justificación económica	15
1.4.2. Justificación social	15
1.4.3. Justificación tecnológica.....	15
1.5. Hipótesis de la investigación.....	15
1.6. Objetivos de la investigación	16
1.6.1. Objetivo general.....	16
1.6.2. Objetivos específicos	16
1.7. Limitación de la investigación	16
II. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Definición del mantenimiento.....	17
2.2. Plan de mantenimiento.....	17
2.3. Ciclo de vida del equipo	18
2.4. Tipos de mantenimiento.....	19
2.4.1. Mantenimiento correctivo.....	19
2.4.2. Mantenimiento preventivo	19
2.4.3. Mantenimiento predictivo.....	21
2.4.4. Mantenimiento proactivo	21
2.4.5. Mantenimiento basado en la confiabilidad	22
2.4.6. Mantenimiento productivo total (TPM).....	22
2.5. Definición de fallas	23
2.6. Limpieza, inspección, lubricación y ajuste	24
2.6.1. Limpieza	24
2.6.2. Inspección	24
2.6.3. Lubricación	25
2.6.4. Ajuste y tolerancias.....	25
2.7. Criticidad de los equipos.....	26

2.7.1.	Definición de riesgo.....	27
2.7.2.	Análisis de criticidad basado en el riesgo.....	27
2.7.3.	Factores ponderados de la criticidad.....	28
2.8.	Gestión de mantenimiento	29
2.8.1.	Planeamiento.....	30
2.8.2.	Programación	30
2.8.3.	Ejecución	30
2.8.4.	Control	30
2.9.	Indicadores de mantenimiento	31
2.9.1.	Número de fallas	31
2.9.2.	Tiempo medio entre fallas (MTBF).....	32
2.9.3.	Tiempo medio para reparar (MTTR)	32
2.9.4.	Disponibilidad.....	33
2.9.5.	Mantenibilidad	33
2.10.	Ordenes de trabajo	33
2.11.	Costos de mantenimiento	34
2.12.	Registros y formatos	34
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1.	Método de la investigación	36
3.2.	Procedimiento de la investigación	36
3.3.	Diseño de la investigación	36
3.4.	Variables, dimensión e indicadores	37
3.5.	Población, muestra, intervinientes y muestreo	37
3.5.1.	Población	37
3.5.2.	Muestra	38
3.5.3.	Intervinientes	38
3.5.4.	Muestreo	38
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
3.7.	Validación y confiabilidad del instrumento	39
IV.	RESULTADOS.....	44
4.1.	Indicadores actuales de la empresa	44
4.2.	Madurez de la gestión de mantenimiento actual.....	45
4.3.	Problemas identificados	46
4.4.	Descripción de los equipos	47
4.5.	Evaluación de criticidad según el riesgo.....	48

4.6.	Disponibilidad y rentabilidad de la muestra seleccionada antes de la propuesta	48
4.7.	Análisis de fallas de la maquinaria	53
4.8.	Determinación de egresos	58
4.9.	Propuesta realizada para mejorar y optimizar el desempeño de la maquinaria	58
4.9.1.	Capacitación al personal	58
4.9.2.	Propuesta de diagramas de flujo	60
4.9.3.	Propuesta de formato de solicitud de mantenimiento	60
4.9.4.	Propuesta de formato de orden de trabajo (OT)	60
4.9.5.	Propuesta de plan de mantenimiento programado	60
4.10.	Presentación de indicadores periodo 2019	61
4.10.1.	Planes y compromiso	61
4.10.2.	Indicadores de mantenimiento	62
V.	DISCUSIÓN	64
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	68
VIII.	ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Etapas de falla	23
Tabla 2: Variables, dimensiones e indicadores.....	37
Tabla 3: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	38
Tabla 4: Indicadores actuales de la empresa.....	44
Tabla 5: Madurez de gestión de mantenimiento actual	45
Tabla 6: Problemas identificados de la gestión	46
Tabla 7: Características y clasificación de la maquinaria	47
Tabla 8: Criticidad de la maquinaria según el riesgo	48
Tabla 9: Disponibilidad de la muestra antes de la propuesta	49
Tabla 10: Valorización del mes junio de 2018.....	50
Tabla 11: Valorización del mes julio de 2018.....	50
Tabla 12: Valorización del mes agosto de 2018.....	51
Tabla 13: Valorización del mes setiembre de 2018.....	51
Tabla 14: Valorización del mes octubre de 2018	52
Tabla 15: Valorización del mes noviembre de 2018.....	52
Tabla 16: Frecuencia de fallas por mes	53
Tabla 17: Cantidad de fallas según sistema.....	55
Tabla 18: Cantidad de horas fuera de servicio por máquina	56
Tabla 19: Costos de egresos incurridos por la maquinaria pesada muestra	58
Tabla 20: Cronograma y contenido de capacitación	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujo de planeación efectiva	18
Figura 2: Ciclo de vida de un activo.....	18
Figura 3: Aspectos fundamentales de confiabilidad.....	26
Figura 4: Matriz de criticidad	27
Figura 5: Factores ponderados de criticidad.....	29
Figura 6: Programa de gestión de mantenimiento	31
Figura 7: Frecuencia de fallas de la maquinaria muestra	54
Figura 8: Diagrama de Pareto de fallas	54
Figura 9: Clasificación de fallas según sistema.....	56
Figura 10: Horas fuera de servicio por sistema	57
Figura 11: Representación porcentual de horas fuera de servicio	57
Figura 12: Club de técnicos de equipo pesado	59
Figura 13: Planes y compromisos - Cumplimiento 2019	61
Figura 14: Cuadro de indicadores - 1er Semestre 2019	62
Figura 15: Tiempo medio entre fallas - 1er semestre 2019	63
Figura 16: Tiempo medio para reparar - 1er semestre 2019	63
Figura 17: Disponibilidad - 1er semestre 2019	63

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad con el avance de la tecnología el programa de mantenimiento presenta modificaciones y nuevas actualizaciones, donde los departamentos de Ingeniería de Mantenimiento tienen personal especializado para la detección temprana de las posibles fallas y desgaste de los elementos y sistemas industriales para no afectar la actividad productiva, podemos indicar como los estándares de mantenimiento sean mejorados y actualizados periódicamente para su mejora continua, de esta manera cada empresa sin importar el área o rubro a la que se dedique tenga implementado un plan de mantenimiento programado asegurando la vida útil de la maquinaria y su correcto funcionamiento (Doffuaa, 2002).

El mantenimiento está en un proceso de cambios exigentes, debido a que los objetivos son cada vez más exigentes y se encuentran enfocados a la productividad, calidad y confiabilidad; donde tenemos ahora el mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, mantenimiento proactivo, mantenimiento basado en la confiabilidad, gestión del mantenimiento asistido por la computadora. Podemos decir que el mantenimiento industrial ha pasado de ser un departamento de reparaciones a un departamento de negocios de alto nivel (CIP, 1996).

El mantenimiento es el único costo controlable, el primer nivel se da en establecer la filosofía del mantenimiento como la capacidad de producción de la planta, es función directa del mantenimiento, entonces se debe tener una planificación estructurada, para evitar el uso ineficiente del tiempo y de los recursos de la empresa y no ocasionar un desbalance económico por las constantes paradas por fallas, debido a que todavía existe el concepto errado del mantenimiento, confundiéndose con reparación (Villegas, 2016).

Las paradas innecesarias o tiempos muertos aumentan el porcentaje de tiempo perdido, ya que muchas veces ocasionan problemas logísticos, ya que las paradas retrasan el trabajo y se refleja en los cronogramas de avance.

1.2. Antecedentes de investigación

Actualmente la empresa Maquinorte SAC, tiene un sistema empírico de mantenimiento, haciendo visible la falta de una gestión de mantenimiento lo cual se traduce en un programa de mantenimiento preventivo para incrementar la eficiencia de la productividad, evitando el paro innecesario de la maquinaria y/o equipos y la recurrencia de fallas menores de éstos en el área de mantenimiento (Varela, 2013).

Asimismo (Hernández, 2010), establece un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada en funcionamiento de la Zona Vial No. 14., a través del seguimiento de procedimientos apropiados de mantenimiento programado esenciales como lubricación y engrase, los operadores contribuyeron a prolongar la vida de la maquinaria y minimizar así los costos de operación y mantenimiento y ser inspectores de su propia máquina, así otorgándole una reducción del 35% de tiempos muertos.

En el trabajo realizado para el diseño de un sistema de operaciones y mantenimiento para maquinaria y la optimización del proceso de producción: eliminando tiempos improductivos y logrando mejoras en el proceso de producción continuo de la empresa. Se concluyó que las máquinas que se averían y que provocaron retrasos en la producción, desencadenando consecuencias económicas que afectaron no solo la liquidez de la empresa sino también el cumplimiento de pedidos de productos terminados (Hidalgo, 2014).

(Maldonado, 2012) en su propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa Minera Dynasty Minig del cantón Portovelo, el objetivo del proyecto, fue el de permitir que la maquinaria pesada esté disponible para su uso en el momento oportuno con un máximo rendimiento y mínimo costo.

Entonces el objetivo del mantenimiento en maquinaria pesada debe garantizar el funcionamiento de la instalaciones y servicios, evitar el desgaste prematuro del sistema y donde ambos objetivos se logren a un costo adecuado cumpliendo con las operaciones de trabajo establecidos.

1.3. Formulación del problema

¿De qué manera elaborar un plan de mantenimiento programado reducirá la frecuencia de fallas en maquinaria pesada en la empresa MAQUINORTE S.A.C.?

1.4. Justificación del estudio

1.4.1. Justificación económica

Mediante el presente estudio para la empresa se busca minimizar los costos por reparación y/o cambios de repuestos, reduciendo las horas perdidas en obra, lo que la beneficiaría significativamente, de manera que pueda así, orientar estas ganancias hacia otras fuentes de ingresos.

1.4.2. Justificación social

Mediante el presente estudio se busca ofrecer una solución de las demandas de la sociedad, presente y futura para ser fuente de una mejor calidad en la gestión de mantenimiento de maquinaria pesada.

1.4.3. Justificación tecnológica

Se busca aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería mecánica, posibilitando el diseño de técnicas e instrumentos que dinamizaran el desarrollo de la gestión de mantenimiento.

1.5. Hipótesis de la investigación

El plan de mantenimiento programado mejorará la gestión y optimizará el desempeño evitando paradas innecesarias o tiempos muertos de la maquinaria pesada de la empresa MAQUINORTE S.A.C.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Proponer un plan de mantenimiento programado en maquinaria pesada en la empresa MAQUINORTE S.A.C.

1.6.2. Objetivos específicos

1. Identificar la situación actual y madurez de la gestión inicial, así como identificar la maquinaria pesada de la empresa Maquinorte S.A.C.
2. Identificar la frecuencia de fallas de la maquinaria pesada en un ciclo de trabajo.
3. Establecer los indicadores de mantenimiento para determinar el grado de confiabilidad del mismo y su repercusión en egresos económicos para mejorar la gestión y optimización del desempeño de la maquinaria pesada.
4. Establecer y evaluar el programa de mantenimiento programado propuesto haciendo uso del software ofimático Ms. Excel.

1.7. Limitación de la investigación

- Lo que se quiere hacer:

Se presentan diferentes limitaciones, como: la carencia de algún tipo de registros o antecedentes de mantenimiento o reparaciones, así como el presupuesto necesario para poder implementarla; también es aspecto importante la falta organización del área de trabajo adecuado (departamento de mantenimiento, talleres) y personal profesional calificado.

- Lugar donde se realizará el estudio:

En la empresa MAQUINORTE S.A.C., ubicada en la Ciudad de Nuevo Chimbote, pero actualmente los equipos se encuentran en diversas obras en distintos puntos geográficos.

- **Tiempo estimado del estudio:**

Se considera que el tiempo total estimado para el presente trabajo será de aproximadamente 6 meses, y se presentan inconvenientes por motivos laborales.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición del mantenimiento

Actualmente se define al mantenimiento como “el conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de sistemas, equipos y accesorios” (Quiñonez y Centeno, 2005).

Se desarrolla cuando un determinado activo recibe tratamientos a efectos de que el paso del tiempo, el uso o el cambio de agentes externos no lo afecten, se podría resumir como la gestión del tiempo de vida útil del activo (GFMAN, 2014).

2.2. Plan de mantenimiento

Un plan de mantenimiento programado tiene como objetivo poder mantener constantemente en perfecto estado de funcionamiento la maquinaria para lograr su máximo rendimiento y con un mínimo costo.

Para dicho plan, se debe tener en consideración los siguientes puntos:

- Recomendaciones de fabricantes.
- Duración o tiempo de vida de las piezas sometidas a desgaste.
- Experiencias del personal.
- Retroalimentación de las fallas en los equipos.

Un buen plan de mantenimiento programado provee una guía detallada de cada tipo de equipo, descomponiendo la máquina entera en sus diversos sistemas y componentes, es decir, que debe contar con una gama de manuales o catálogos para poderlo realizar.



Figura 1: Flujo de planeación efectiva

La planeación efectiva se presenta en la figura 1, los registros de la maquinaria deben llevarse fielmente. En todo plan de mantenimiento, debe de producirse un registro consecutivo de todo el trabajo mecánico y de servicio hecho en una máquina o equipo. Deben ser fáciles de llevar, de leer, y que puedan estar siempre disponibles al día.

2.3. Ciclo de vida del equipo

Todo producto tiene un ciclo de vida que se divide en cuatro etapas: introducción, crecimiento, madurez y declinación, este ciclo de vida es el tiempo en que el activo puede desempeñar las actividades para las que fue diseñado y fabricado. Así mismo se ha determinado que la cantidad de fallas que presenta un equipo en particular, no es uniforme a lo largo de su vida útil, sino que existen variaciones bien definidas durante los periodos inicial y final, así como un gran lapso comprendido entre ellos, en el cual el número o tasa de fallas relativamente constante. Es posible graficar, en forma general, el comportamiento futuro de un equipo o conjunto de equipos, apoyándose en conceptos de probabilidad y estadística, de tal forma que se obtenga una descripción bastante confiable del patrón de fallas probables; la curva representativa de esta grafica se llama la curva de la bañera.



Figura 2: Ciclo de vida de un activo

Fuente: Tecsup Virtual. (2020). Ciclo de vida de un activo. [Figura]. Recuperado de <https://tecsup.instructure.com/>

2.4. Tipos de mantenimiento

En nuestra investigación definiremos los tipos de mantenimiento implicado; correctivo, que es el aplicado actualmente; predictivo y preventivo, que es lo que incluye nuestra propuesta de plan de mantenimiento.

2.4.1. Mantenimiento correctivo

Es un mantenimiento que se sigue con frecuencia en la actualidad en muchos rubros de empresas emergentes por falta de una organización adecuada. El correctivo como lo indica su nombre se caracteriza por corregir o reparar los defectos de los equipos y maquinarias.

El mantenimiento correctivo se caracteriza por el arreglo de la máquina o equipo a través del reemplazo de la pieza deteriorada por otra logrando que restablecer su funcionamiento una vez ocurrida la falla.

Este mantenimiento se ejecuta reparando las fallas o defectos que se presenten en los activos a medida que se van produciendo.

Unas de las desventajas, en muchas ocasiones es el no de predecir un fallo, lo que genera una detención obligatoria se haya la causa raíz, y se cuenta con lo necesario para solucionarlo. Es por ello que los costos y los tiempos cuando ocurren estos sucesos son una incógnita.

Podemos diferenciar dos tipos de accionar en cuanto al desarrollo de este tipo de mantenimiento:

- Aplicar una reparación en el menor tiempo posible para devolver el equipo a la condición de trabajo u operación, mas no necesariamente en las condiciones óptimas.
- Aplicar una reparación definitiva, la cual devuelve al activo las condiciones normales de trabajo.

2.4.2. Mantenimiento preventivo

“El mantenimiento preventivo es una serie de tareas planeadas previamente que se llevan a cabo de contrarrestar las causas conocidas de fallas

potenciales de dichas funciones. Esto es diferente a un mantenimiento de reparación, el cual normalmente se considera como el reemplazo, renovación o reparación general del o de los componentes de un equipo o sistema para que sea capaz de realizar la función para la que fue creado” (Dixon, 2000). El mantenimiento preventivo es el enfoque ideal para la administración de los activos:

- Puede evitar una falla prematura y reducir su frecuencia.
- Puede reducir la severidad de la falla y mitigar sus consecuencias.
- Puede proporcionarse un aviso de una falla inminente o incipiente para permitir una reparación planeada.
- Puede reducir el costo global de la administración de los activos.

Según en mención el mantenimiento preventivo tiene como objetivo detectar fallas que puedan llevar al mal funcionamiento, de esta manera se evita los altos costos de reparación y se disminuye la probabilidad de paros imprevistos, asimismo, permite una mayor duración de los activos.

Al mantenimiento preventivo se le puede definir como la conservación planeada, y definir las tareas que debe realizar periódicamente.

El Mantenimiento Preventivo se clasifica de la siguiente manera:

- Mantenimiento preventivo rutinario, es aquel donde se dan una serie de instrucciones precisas para atender de forma satisfactoria el equipo y a su vez para atender el equipo en forma frecuente y estable.
- Mantenimiento programado periódico, se basa en instrucciones de Mantenimiento de los fabricantes, para obtener y realizar en cada ciclo la revisión y sustitución de los elementos más importantes de los equipos.
- Mantenimiento analítico, es el análisis de fallas que indica cuándo se deben aplicar las actividades de mantenimiento para prever las fallas de equipo (Morrow, 1986).

Algunas acciones periódicas del mantenimiento preventivo son: ajustes, limpieza, análisis, lubricación, calibración, reparación, cambios de piezas, entre otros.

2.4.3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo que está basado en la determinación del estado de la máquina en operación. Nos basamos en que las máquinas dan un tipo de aviso antes de que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones.

Es el Servicio de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o estimación hecha por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio. Es también conocido como Mantenimiento Preventivo Indirecto o Mantenimiento por Condición. Pretende detectar las fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción. Está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos (Cervantes, 2011).

El mantenimiento predictivo se efectúa cuando la maquinaria presenta alguna señal como algún ruido, vibración, temperaturas, entre otros, el cual se ejecuta realizando ensayos no destructivos, como pueden ser análisis de aceite, análisis de desgaste de partículas, medida de vibraciones, medición de temperaturas, termografías, etc., basándonos, en el constante monitoreo del equipo por parte del individuo que lo usa.

El mantenimiento predictivo permite que se tomen decisiones antes de que ocurra el fallo: cambiar o reparar la máquina en una parada cercana, detectar cambios anormales en las condiciones del equipo y subsanarlos, etc.

2.4.4. Mantenimiento proactivo

Es un tipo de mantenimiento más adelantado, ya que en él se emplea herramientas sofisticadas para el diagnóstico de las posibles averías; es similar al mantenimiento predictivo, solo que de una manera más completa y con el uso de alta tecnología, ya sea por medio de rayos x, o por el uso de material electrónico, para detectar fisuras, desgaste de piezas indispensables para el funcionamiento de la maquinaria, las cuales no se podría detectar por simple inspección. Es de mucha utilidad para un programa de

mantenimiento programado, aunque por el alto costo de las herramientas de alta tecnología, solamente es utilizado por empresas grandes, que al aumentar la producción de dicha herramienta y al bajar los precios en un futuro, podría ser de uso más común.

2.4.5. Mantenimiento basado en la confiabilidad

El RCM (mantenimiento basado en la confiabilidad) es un proceso empleado para determinar lo que debe hacerse para asegurar que cualquier recurso físico continúe haciendo cualquier cosa que sus usuarios deseen hacer en su contexto operativo presente”.

Los procesos RCM vinculan siete preguntas acerca del recurso o sistema bajo revisión:

¿Cuáles son las funciones y los rendimientos estándares asociados al recurso en su actual contexto operativo? ¿De qué manera falla para completar sus funciones? ¿Qué causa cada falla funcional? ¿Qué pasa cuando ocurre cada falla? ¿De qué manera ocurre cada falla? ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla? ¿Qué debe hacerse si una tarea proactiva conveniente no puede hacerse?

2.4.6. Mantenimiento productivo total (TPM)

El TPM es un sistema de gestión que evita diversas pérdidas durante los ciclos de vida en producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal desde operadores hasta la alta dirección (Fernández, 2018).

Rompiendo un enfoque antiguo sobre mantenimiento que denotaba que existían unas personas se encargan de “producir” y otras de “reparar” cuando hay averías, en cambio el enfoque del TPM es organizar a todos los empleados desde la alta dirección hasta los trabajadores de la línea de producción, es un sistema de mantenimiento del equipo a nivel de compañía que puede apoyar las instalaciones de producción más sofisticadas.

El proceso TPM ayuda a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del “conocimiento” industrial.

El TPM tiene como objetivo que en las acciones del día a día los equipos operen con total normalidad y dentro de los estándares establecidos, en otras palabras, busca mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada. Cuando esto se ha logrado, los costos bajan, el inventario es el estrictamente necesario y en consecuencia la productividad incrementa.

Así como también el TPM busca fortalecer el trabajo en equipo de las áreas que anteriormente si hizo referencia, incremente en la moral del colaborador, crear un espacio de aporte y retroalimentación.

2.5. Definición de fallas

Falla hace referencia a un defecto, falta o incumplimiento, en el caso de maquinaria, una desviación en las funciones de operación del mismo.

Cabe recalcar que, en base a la investigación y experimentación, para que un activo recupere sus funciones de operatividad requieren actividades frecuentes comunes como, limpieza, inspección, lubricación y ajuste, como otras más.

Es posible definir sus etapas como:

Tabla 1: Etapas de falla

Fallas iniciales	Fallas comunes	Fallas por desgaste
La tasa desciende rápidamente en el tiempo. Estos pueden deberse a equipos defectuosos, instalaciones incorrectas, errores de diseño del equipo, desconocimiento del equipo operativamente o desconocimiento del adecuado procedimiento.	Tasa de errores menor y constante. De causas aleatorias externas. Estas causas pueden ser accidentes fortuitos, mala operación, condiciones inadecuadas u otros.	Tasa de errores rápidamente creciente. Se producen por desgaste natural del equipo debido al tiempo.

2.6. Limpieza, inspección, lubricación y ajuste

El Mantenimiento autónomo se centra en sus cuatro áreas básicas.

2.6.1. Limpieza

Es la parte con más tiempo para insertar, las demás son importantes, pero en un equipo sucio es difícil tanto realizar una inspección eficaz como ver posibles defectos de lubricación.

Las máquinas limpias son más fáciles de mantener operan mejor y reducen la contaminación. La limpieza constituye la actividad más sencilla y eficaz para reducir desgastes, deterioros y roturas.

2.6.2. Inspección

Es una exploración física que se realiza visualmente. Se realizan para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria y equipo. El personal de mantenimiento deberá reconocer la importancia de una inspección objetiva para determinar las condiciones del equipo. Con las informaciones obtenidas por medio de las inspecciones, se toman las decisiones a fin de llevar a cabo el mantenimiento adecuado y oportuno.

Así mismo podemos dividir a modo de ejemplo en los siguientes tipos:

- Inspección por variables

Mediciones de longitudes de piezas, temperaturas de trabajo, medición de resistencias eléctricas, medición de tiempos de resistencia o trabajo, etc.

- Inspección por atributos

Medición de una pieza en particular, para determinar las tolerancias determinadas, determinar la tasa de fracción de defectos de una muestra, controlar el número de defectos de una maquina conforme un tiempo determinado, contar el número de fallas en un turno de la empresa.

2.6.3. Lubricación

Es el proceso o técnica empleada para reducir el rozamiento entre dos superficies que se encuentran muy próximas y en movimiento una respecto de la otra, interponiendo para ello una sustancia entre ambas denominada lubricante que soporta o ayuda a soportar la carga (presión generada) entre las superficies enfrentadas, reduciendo el frotamiento y desgaste de las partes.

Esta operación normalmente se realiza siguiendo las especificaciones del fabricante.

Algunos principales lubricantes usados comúnmente en la maquinaria pesada serian:

- Aceite para diferenciales
- Aceite para transmisión y convertidor
- Aceite hidráulico
- Aceite de motor
- Grasas lubricantes

2.6.4. Ajuste y tolerancias

El ajuste es la forma en que dos piezas de una misma máquina se unen una con otra.

El ajuste mecánico tiene que ver con la tolerancia de fabricación en las dimensiones de dos piezas que se han de ajustar la una a la otra. El ajuste mecánico se realiza entre un eje y un orificio. Si uno de ellos tiene una medida nominal por encima de esa tolerancia, ambas piezas sencillamente no ajustarán y será imposible encajarlas.

Es una consecuencia directa de la inspección; ya que es a través de ellas que se detectan las condiciones inadecuadas de los equipos y maquinarias, evitándose así posibles fallas (Romero, 2009).

Así como el ajuste, la tolerancia es una definición propia de la metrología industrial, el margen de tolerancia es el intervalo de valores en el que debe encontrarse dicha magnitud para que se acepte como válida, lo que determina la aceptación o el rechazo de los componentes fabricados o ya siendo montados teniendo una vida útil recorrida. El propósito es el de admitir un margen para las imperfecciones en la manufactura de componente, para que en cuestión mantenga su funcionalidad, considerando los estándares de trabajo.

2.7. Criticidad de los equipos

Señala que existen diversas formas de definir la criticidad de los equipos.

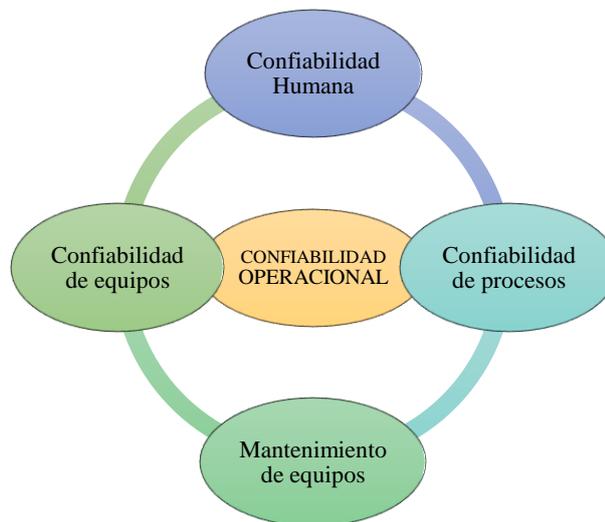


Figura 3: Aspectos fundamentales de confiabilidad

Fuente: ReabilityWeb. (2020). Confianza operacional. [Figura]. Recuperado de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope>.

Sin embargo, y de manera independiente de esto, el análisis es crucial para obtener un mantenimiento óptimo ya que definiendo los equipos y/o modos de falla correctamente enfocaremos la mantención ideal en cada caso (Meruane, 2015).

El objeto de lo mencionado es aumentar la confiabilidad operacional en este caso particular de maquinaria pesada.

2.7.1. Definición de riesgo

Se puede definir como consecuencias de la probable ocurrencia de un evento no deseado o falla.

Matemáticamente el riesgo asociado a una decisión o evento viene dado por la expresión universal:

$$R(t) = P(t) \times C(t) \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

R(t): Riesgo

P(t): Probabilidad

C(t): Consecuencias

En ese proceso de toma de decisiones se emplea el riesgo como una herramienta para la optimización de los planes de cuidado de activos, dirigiendo mayores recursos y esfuerzos para aquellos equipos que presente un riesgo elevado y una reducción de esfuerzo y recursos para los equipos de bajo riesgo, lo cual permite en forma general un gasto justificado en los recursos dirigidos a las partidas de mantenimiento.

2.7.2. Análisis de criticidad basado en el riesgo

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Figura 4: Matriz de criticidad

Fuente: Angelmendizaba.com. (2020). Gestión de mantenimiento y activos físicos. [Figura]. Recuperado de

<https://angelmendizabal.com/mantenimiento/ejemplo-practico-para-realizar-un-analisis-de-criticidad/>

Este tipo de análisis permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto; facilita la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis (Aliaga, 2020).

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$Nc(t) = F(t) \times C(t) \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

Nc(t): Nivel de Criticidad

F(t): Frecuencia

C(t): Consecuencias

2.7.3. Factores ponderados de la criticidad

Existen factores que pueden ayudarnos a revelar la realidad en cuanto a criticada se refiere, y pueden ser aterrizados a la industria o sector al pertenezcamos (Parra, 2012).

Cuya fórmula matemática es la siguiente:

$$CTR = FF((IO \times FO) + CM + SAS) \dots \dots \dots (3)$$

Frecuencia de fallas (FF)		Costos de mantenimiento (CM)		
Frecuente	> 8 fallas al mes	5	> 5000 USD	5
Promedio	5 a 7 fallas al mes	3	2000 a 5000 USD	4
Buena	2 a 4 fallas al mes	2	< 2000 USD	3
Excelente	< 1 falla al mes	1	500 a 2000	2
Impacto Operacional (IO)		Impacto en la Seguridad, Ambiente y Salud (SAS)		
Perdida de producción (Mayor a 75%)	10	Afecta a la seguridad Humana	8	
Perdida de producción (50% a 74%)	7	Afecta al Medio Ambiente produciendo	6	
Perdida de producción (25% a 49%)	5	daños irreversibles		
Perdida de producción (10% a 24%)	3	Afecta las instalaciones o activo	4	
Perdida de producción (menor al 10%)	1	causando daños severos		
Flexibilidad (FO)		Proboca daños menos, accidentes o	2	
No dispone de otro equipo igual o similar, o tiempos grandes de logística y reparación	4	incidentes		
Puede continuar la producción, tiempo medio de logística y reparación	2	Proboca impacto ambiental cuyo efecto	1	
Se dispone de otro equipo similar o repuesto disponible	1	no viola las leyes ambientales		
		No proboca ningun daño	0	

Figura 5: Factores ponderados de criticidad

Fuente: Aliaga, Johnny. “Gestión del mantenimiento de activos en tiempos de crisis”. Asociación peruana de la industria plástica. Lima, Perú. 06 ago. 2020.

2.8. Gestión de mantenimiento

El mantenimiento es manifestado como un conjunto de acciones necesarias para desarrollar las políticas específicas de mantenimiento en la organización que se desarrolle. Es la personalización de la forma como la organización piensa en el papel que cumple y aporta el mantenimiento, vista como una función operativa y primordial. Así, la concepción de mantenimiento se traduce en un conjunto de varias formas de intervenciones de mantenimiento y de la estructura general, en las cuales esas intervenciones serán realizadas.

La importancia del mantenimiento dentro de una empresa depende de cinco aspectos fundamentales:

- Las operaciones de la empresa, producción de bienes y servicios.
- Los procesos de transformación, tecnológica, volumen y frecuencia de producción.
- La ubicación orgánica y el dimensionamiento del área de mantenimiento.

- La incidencia del entorno en la oferta de los recursos financieros, materiales y humanos.
- La política organizacional sobre productividad empresarial (Waeyenbergh, 2005).

Con estas consideraciones se aplican las funciones administrativas que responden a todas las organizaciones y que se inician con el planeamiento.

Así también podemos definir que el grado de madurez (Anexo 1) cuya escala de medida es cualitativa que nos va a permitir evaluar el nivel de organización y calidad de la gestión de esta investigación, a través de los siguientes puntos cualitativos:

- Estrategia
- Gestión de recursos humanos
- Planificación y programación
- Tácticas de mantenimiento
- Mediciones de funcionamiento
- Implicación de empleados
- Ejecución

2.8.1. Planeamiento

El planeamiento es, el resultado que se avizora, la línea de acción que debe seguirse, la etapa por la que hay que pasar y los métodos que han de utilizarse.

2.8.2. Programación

Supone la ejecución de las actividades de mantenimiento en el corto plazo, luego de evaluar los recursos disponibles se habrán de definir la ejecución de trabajos.

2.8.3. Ejecución

Es realizar las tareas propias del mantenimiento.

2.8.4. Control

Controlar es supervisar los resultados y los procesos. Es una función de motivación.



Figura 6: Programa de gestión de mantenimiento

Fuente: Senati virtual, Programa Gestión de mantenimiento (2018). [Figura]. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/381110591/Gestion-de-Mantenimiento-SENATI-2018-PDF>

En este contexto las funciones administrativas aplicadas al mantenimiento destacan las de planeamiento porque son el inicio para la ejecución de labores y el logro de resultados satisfactorios para el área de mantenimiento y la empresa en su conjunto.

2.9. Indicadores de mantenimiento

Existe una diversidad de indicadores para evaluar todas las actividades de mantenimiento.

Para desarrollar nuestra investigación consideremos que los mencionados en adelante (ecuaciones 4, 5, 6 y 7) son los más usados e indispensables para la efectiva gestión de mantenimiento ya que como se menciona la empresa requería una mejora en los procesos de gestión de mantenimiento.

2.9.1. Número de fallas

Es el valor o la cantidad de sucesos dentro de un proceso productivo (turno, jornal) considerados falla por la finalización de la capacidad del equipo para realizar su función adecuadamente.

Este primer indicador nos brinda un vistazo de la etapa o madurez en la que se encuentra la empresa y nos abre camino a los siguientes indicadores.

2.9.2. Tiempo medio entre fallas (MTBF)

Indicador que nos permite conocer la frecuencia con que suceden las fallas en un determinado tiempo programado de producción, nos indican confiabilidad de los equipos y efectividad del mantenimiento.

$$MTBF = \frac{T}{n} \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

n: Es el número de averías para un equipo crítico.

T: Es el tiempo total de los fallos ocurridos en un equipo crítico, durante un determinado tiempo de operación.

2.9.3. Tiempo medio para reparar (MTTR)

Indicador que nos permite conocer la importancia o repercusión de la falla que se produjo en el equipo, considerando el tiempo medio hasta la solución del mismo; nos indican calidad del servicio – trabajo y eficacia del mantenimiento.

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

$\sum_{i=1}^N t_i$: Es la sumatoria de los tiempos en que un determinado equipo se mantiene inoperables o con fallas.

N: Representa al total de componentes de los equipos críticos

2.9.4. Disponibilidad

Es el tiempo en el que el equipo se encuentra disponible para una determinada actividad.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

2.9.5. Mantenibilidad

Es un indicador que nos refleja la eficiencia reflejada por la correcta disposición del mantenimiento para poner en operación un equipo en el tiempo menor posible.

$$M(t) = 1 - e^{-u.t} \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

M(t): Es la función de mantenibilidad

e: Constante Neperiana (e=2.303)

u: Tasa de reparaciones o número total de reparaciones

t: Tiempo previsto de reparación TMPR

2.10. Ordenes de trabajo

Con el objetivo de proporcionar las indicaciones y un registro adecuado para el mantenimiento, consideramos lo siguiente:

Documentos Básicos

- Orden de trabajo: orden que establece los trabajos a realizarse ha pedido por el área o cliente correspondiente.
- Requisiciones de almacén (vale de salida): relacionada con la entrega de materiales, insumos, repuestos o accesorios para el trabajo a realizarse.
- Hoja de costo de trabajo: Registra y acumula los costos productivos asociados con cada orden.

- Bitácora de mantenimiento: Registra el tiempo, repercusión y descripción detallada del trabajo realizado por parte del mantenedor.

En este caso en particular para un plan de mantención resulta vital establecer los costos asociados a cada ítem presente en el proceso de mantención, ya que la empresa siendo un GRUPO, cuenta con la posibilidad de brindarse el servicio de mantenimiento integral a sus máquinas.

2.11. Costos de mantenimiento

De manera general, los costos asociados al proceso de mantención son los siguientes:

- **Costos de intervención (Ci):** Costos relacionados en la mantención misma (Costo de mano de obra, costos de materiales fungibles, entre otros)
- **Costos de fallas (Cf):** Costo que se genera al cesar la producción debido a la ocurrencia de una falla en particular. Puede ser una detención total de la planta o una merma en la producción
- **Costos de almacenamiento (Ca):** Corresponde al costo de mantener en almacenamiento (Stock) los repuestos necesarios para solucionar una falla.
- **Costos por sobreinversión (Csi):** Corresponden a inversiones realizadas en etapa de diseño de un equipo para disminuir la probabilidad de falla en un futuro.
- **Costo global (Cg):** Corresponde a la suma de los costos mencionados anteriormente (Meruane, 2015).

2.12. Registros y formatos

Documentos donde se reflejan datos del equipo o máquina, tales como código, fabricante, fecha de entrada en la empresa, fecha de fabricación, descripción, situación en el almacén y otros datos de interés, como número de serie, etc.

Se recogen aquí, además, datos de contacto de las personas que suministraron el equipo, representantes de la zona, etc., que pudieran ser de interés ante cualquier avería o consulta. Existe una Ficha Técnica para cada equipo o máquina bajo mantenimiento.

Además de la ficha técnica, el responsable de Mantenimiento archiva otros documentos relacionados con el equipo o máquina, como pueden ser catálogos, manual del usuario, esquemas de funcionamiento, instrucciones de uso, medidas preventivas a tomar para evitar riesgos sobre las personas y material, etc., y múltiples documentos designados al mismo objetivo.

Fuente: EMPRE S.A, Procedimiento de mantenimiento de equipos y máquinas, 2003

Para el correcto proceder del control de los mantenimientos y documentos de la empresa, Maquinorte S.A.C requerirá como anteriores procesos una base de datos de mantenimiento buscando obtener reportes para gestión, esto parte básicamente por un inventario de los equipos, y una correcta codificación de equipos. Es de gran importancia para la gestión de establecer estándares como en la codificación común a todas las máquinas.

Las actividades a realizar e inspeccionar son actividades que frecuentemente se deben realizar para el buen funcionamiento de los activos, así como la inspección de algunos de sus componentes que están expuestos a mayor desgaste y que muy frecuentemente se están dañando. La lubricación es una de las actividades más importantes de un programa de mantenimiento, esta actividad se debe realizar ya que la maquinaria está expuesta a largas jornadas de trabajo y casi el cien por ciento de la maquinaria en el mundo necesita de lubricación y los equipos del departamento de marcos y molduras no cuentan con un sistema de lubricación automático como los demás departamentos, es por lo cual que se programaran las actividades que se deben realizar a cada equipo para mantenerlo operando en óptimas condiciones.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Método de la investigación

El método de esta investigación es inductivo, y el tipo de investigación es no experimental, tenemos en cuenta que partimos de datos particulares de un problema y llegamos a generar conclusiones generales que abarcan todos los datos observados y analizados.

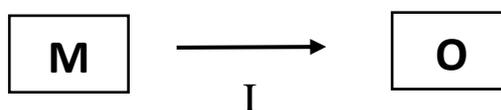
3.2. Procedimiento de la investigación

El procedimiento de investigación se realiza de acuerdo a los siguientes pasos:

- Realizamos una auditoria de madurez de la gestión actual de mantenimiento de la empresa.
- Identificamos y recolectamos datos históricos de la maquinaria.
- Realizamos un análisis de criticidad basado en el riesgo.
- Identificamos las fallas y su frecuencia.
- Realizamos un análisis de los mantenimientos y los costos que implica la parada del equipo.
- Elaboramos los formatos de mantenimiento preventivo y cronogramas.
- Evaluamos los resultados
- Contrastamos con nuestra hipótesis.

3.3. Diseño de la investigación

Diseño descriptivo de una sola casilla



M: Maquinaria pesada

O: Tipo de Mantenimiento

I: Personal de logística, operarios del área y personal de mantenimiento mecánico.

3.4. Variables, dimensión e indicadores

Tabla 2: Variables, dimensiones e indicadores

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medida
PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO	Actividades de gestión de activos (Máquinas y/o equipos) de la empresa, que define las actividades de mantenimiento con el objetivo de aumentar la disponibilidad de estos.	Es el propósito de aumentar la disponibilidad de los activos de la empresa con el conjunto de las tareas de mantenimiento agrupadas para este fin.	1. Habilidades Humanas	1.1 Competencia de personal	Nominal
				1.2 Cantidad de personal	
				1.3 Tercerización de personal	
			2. Antecedentes de fallas	2.1 Historial de averías	De relación
				2.2 Análisis de causa raíz	
			3. Capacidad actual de activos	3.1 Control operacional de rutina	De proporción
3.2 Rendimientos del equipo					
Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Sub indicadores	Escala de medida
LA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA MAQUINORTE S.A.C.	Activos utilizados para realizar tareas como el movimiento de tierra, levantamiento de objetos pesados, demolición, excavación o el transporte de material.	Conjunto de activos que la empresa dispone en forma física a fin de satisfacer las expectativas de producción medido a través de resultados de fiabilidad, disponibilidad.	1. Costos	1.1 Ahorros de paradas no programadas	Absoluta
				1.2 Rentabilidad de la empresa	
			2. Tiempo	2.1 Mantenimientos efectivos	Ordinal
				2.2 Respuesta del personal	
				2.3 Alerta temprana a fallas	
			3.- Desempeño	3.1 Confiabilidad de equipos	De proporción
				3.2 Vida útil de equipos	
				3.3 Disponibilidad de equipos	

3.5. Población, muestra, intervinientes y muestreo

3.5.1. Población

La totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia (Jany, 1994).

En este caso es toda la maquinaria pesada, liviana, vehículos y equipos que intervienen en las diferentes obras, de propiedad de la empresa Maquinorte S.A.C

3.5.2. Muestra

Maquinaria pesada de la empresa.

3.5.3. Intervinientes

Personal Administrativo, personal de gestión y logística, operarios de maquinaria y personal de mantenimiento mecánico y eléctrico.

3.5.4. Muestreo

Muestreo no Probabilístico.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En nuestra investigación se tuvo en cuenta las siguientes técnicas:

Tabla 3: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Observación directa de la maquinaria que conforman el staff de la empresa MAQUINORTE SAC.	Hoja de anotaciones y cámara fotográfica.
Investigación del estado actual de la gestión de mantenimiento de la empresa.	Auditoria, entrevista a los integrantes del área de mantenimiento.
Recopilación e investigación bibliográfica.	SIS CAT, tesis, informes técnicos, textos de ingeniería de mantenimiento.
Búsqueda de información en internet.	Páginas web de internet.

También la presente investigación tuvo 2 fases las cuales son:

- **Evaluación de la situación al iniciar la investigación**, realizando el sondeo, autorías y entrevistas previas.
- **Elaboración de propuesta de un mantenimiento programado**, los cuales fueron enriquecidos en base a la data obtenida de los análisis correspondientes. identificando así las carencias y virtudes de área, estableciendo las bases sobre las cuales será implantados los procedimientos y propuestas futuras.

3.7. Validación y confiabilidad del instrumento

En la Observación directa de la maquinaria pesada que conforman el staff de la empresa MAQUINORTE S.A.C, la información brindada y recolectada fue captada en nuestras anotaciones y la cámara fotográfica, esta información se considera precisa, dado a que no es suficiente una observación simple para comprobar el estado del mantenimiento.

En la investigación del estado actual del mantenimiento de la maquinaria para tener una noción real a modo de diagnóstico, la información fue captada a través de una auditoria y entrevista, respuestas que fueron brindadas por la jefatura del área y personal involucrado de la misma.

En la investigación bibliográfica concentramos nuestra información más confiable; SIS CAT, es un software que utilizan los equipos CATERPILLAR, documentación física otorgada al cliente por la compra del activo (maquinaria), en las conclusiones que nos ofrecen Tesis relacionadas con la implementación de planes de mantenimiento, así como informes técnicos de mantenimiento.

La búsqueda en repositorios de las más prestigiosas universidades nacionales como internacionales de tesis e investigaciones validadas por profesionales competentes, así como en páginas de web de internet, cuya información confiable y precisa, filtrada adecuadamente utilizando la herramienta de búsqueda con los siguientes criterios:

- Si la información que trae es fácil de entender para mí (textual).
- Si la información está bien redactada (textual).
- Si trae toda la información que busco (textual).
- Si el diseño es atractivo (paratextual).
- Si la fecha en que se publicó la información es reciente (paratextual).
- Si el URL o dirección electrónica es., edu., gob o de una universidad (paratextual).
- Si el sitio tiene fotos o imágenes (paratextual).
- Si tiene autor (paratextual).

Para nuestra investigación una vez determinada la madurez de la gestión inicial mediante nuestra encuesta (Anexo 1), identificamos nuestra maquinaria y sus características según fabricante y apoyo bibliográfico.

Para la Autohormigonera:

PESO	: 2200 kg.
ANCHO	: 1.61 m.
ALTURA	: 2.41 m.
LONGITUD	: 4.20 m.
MARCA	: MZ IMERS
MODELO	: HT 4X4
AÑO	: 2011
COLOR	: ANARANJADO
HP	: 26 HP
CAPACIDAD	: 750 lt / 0.75 m3
MOTOR	: 2 CILINDROS
COMBUSTIBLE	: DIESEL B5
ESTADO	: OPERATIVO
CAP. TANQUE	: 6 GL
CONSUMOS	: MIN 0.25 g/h MAX 0.75 g/h
CODIGO INT.	: MAH-01

Para la Excavadora:

PESO	: 35100 kg.
ANCHO	: 3.44 m.
ALTURA	: 3.49 m.
LONGITUD	: 10.84 m
MARCA	: CAT
MODELO	: 330 CL
AÑO	: 2003
COLOR	: AMARILLO
HP	: 247 HP
MODALIDAD	: SOBRE ORUGAS
CUCHARA	: 2.3 m3
MOTOR	: 6 CILINDROS
COMBUSTIBLE	: DIESEL B5
ESTADO	: OPERATIVO

CAP. TANQUE : 163 GL.
 CONSUMOS : MIN 4.5 g/h MAX 6 g/h
 CODIGO INT. : MEX-01

Posterior a ello definimos según fórmula matemática (3) la criticidad de cada una de ellas a fin de establecer un orden prioritario.

Para la Autohormigonera:

$$CTR = FF. ((IO. FO) + CM + SAS)) \dots \dots \dots (3)$$

$$CTR = 3. ((5 \times 2) + 1 + 2))$$

$$CTR = 39$$

Para la Excavadora:

$$CTR = FF. ((IO. FO) + CM + SAS)) \dots \dots \dots (3)$$

$$CTR = 3. ((5 \times 2) + 4 + 2))$$

$$CTR = 48$$

Continuamos definiendo la disponibilidad actual de los equipos haciendo uso de las fórmulas matemáticas (4, 5 y 6) para un primer mes (Jun-2018).

Para la Autohormigonera:

Se reportaron 5 fallas (2 del sistema hidráulico, 1 del sistema de combustible y 2 del sistema eléctrico).

Encontramos el tiempo medio entre fallas en horas:

$$MTBF = \frac{T}{n} \dots \dots \dots (4)$$

$$MTBF = \frac{62.55}{5}$$

$$MTBF = 12.51$$

Encontramos el tiempo medio para reparar en horas:

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \dots \dots \dots (5)$$

$$MTTR = \frac{3.5 + 4.2 + 1.2 + 4.2 + 2.6}{5}$$

$$\mathbf{MTTR = 3.14}$$

Encontramos su disponibilidad:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

$$D = \frac{12.51}{12.51 + 3.14} \times 100\%$$

$$\mathbf{D = 80\%}$$

Para la Excavadora:

Se reportaron 5 fallas (3 del chasis y tren de rodaje y 2 del sistema eléctrico).

Encontramos el tiempo medio entre fallas en horas:

$$MTBF = \frac{T}{n} \dots \dots \dots (4)$$

$$MTBF = \frac{67.05}{5}$$

$$\mathbf{MTBF = 13.41}$$

Encontramos el tiempo medio para reparar en horas:

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \dots \dots \dots (5)$$

$$MTTR = \frac{2.5 + 3.2 + 4.2 + 2.2 + 6.8}{5}$$

$$\mathbf{MTTR = 3.78}$$

Encontramos su disponibilidad:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

$$D = \frac{13.41}{13.41 + 3.78} \times 100\%$$

$$D = 78\%$$

Para que la propuesta sea atractiva se presenta un previo análisis del primer mes (Jun-2018) en cuanto a valorización se refiere según la disponibilidad correspondiente.

Para la AUTOHORMIGONERA

Horas maquina laboradas: 166.4

Precio unitario por hora: S/. 120.00

Valorización jun. 2018: **S/. 19,968.00**

Para la EXCAVADORA:

Horas maquina laboradas: 162.24

Precio unitario por hora: S/. 280.00

Valorización jun. 2018: **S/. 45,427.00**

Posterior a ello realizamos un análisis de fallas donde ahondamos en la frecuencia por mes, cantidad según sistema, y la cantidad de horas fuera de servicio por maquina y por sistema, data que nos permite determinar los egresos con respecto a las ganancias. Valores que respaldaran nuestra propuesta.

IV. RESULTADOS

4.1. Indicadores actuales de la empresa

Se obtuvo la información necesaria empleando el recurso de una entrevista que fue dirigido en su momento a la jefatura de maquinaria y equipos para su evaluación y en base a los resultados tener datos informativos de la actualidad de la empresa. (Anexo 1).

En base a los análisis que se han realizado, se obtuvo la medición de los indicadores actuales:

Tabla 4: Indicadores actuales de la empresa

INDICADORES	SUB INDICADORES	INTERPRETACIÓN
RRHH	Capacitación de personal	No cuentan con las competencias ideales, por falta de capacitación de los técnicos.
	Cantidad de recursos humanos	No se cuenta con la cantidad necesaria y adecuada en el área de mantenimiento. Falta el puesto de Planificador de mantenimiento, un electricista y practicantes para entrenamiento.
	Tercerización: servicio y mano de obra	No se cuenta con el servicio a tiempo completo de un personal calificado en el área de Electricidad, y la cartera de empresas que brinden un servicio técnico externo adecuado es escasa.
Recursos Materiales	Materiales generales y mantención en tiempo oportuno	No se encuentran con el 100% de herramientas adecuadas para preventivos.
Análisis de fallas	Registro de mantenimientos	Se cuenta con un registro no formalizado.
	Plan de mantenimiento	No se cuenta con archivo de plan de mantenimiento, de tal manera que no se sigue un procedimiento.
	Frecuencias	Las frecuencias actualmente sobrepasan lo recomendado por maquina según proveedor, esto reduce cuantiosamente la vida útil del equipo.
	Historial de averías	De la misma manera del registro de mantenimientos existe un histórico de las averías.
	Herramienta análisis causa raíz	No se ejecuta ni se conoce esta herramienta.
Inspecciones	Controles rutinarios	Se realizan por parte del personal operario.
Monitoreo de condición	Control de rendimiento de equipo	Se controla los datos para llevar un control de rendimiento solo del consumo de combustible.
	Análisis de lubricantes	No se analizan análisis de aceite de los equipos.
Costos	Producción continua	La producción se parcialmente interrumpida por paradas y tiempos muertos de máquinas.
Confiabilidad Disponibilidad	Asegurar y maximizar la vida útil de los equipos	La vida útil no es la adecuada no contar con un plan de mantenimiento.
	Asegurar la disponibilidad	La disponibilidad de los equipos cursa la media porcentual.

En el cuadro anterior, se tienen los indicadores actuales respaldados por la experiencia profesional obtenida como colaborador en el área y la entrevista en mención, lo que se pretendió es optimizar el desempeño de la empresa mediante una gestión que permita optimizar estos indicadores.

4.2. Madurez de la gestión de mantenimiento actual

Luego de la entrevista mencionada en el punto 4.1, proyectamos según la perspectiva del personal involucrado al área, la escala haciendo uso del cuadro de madurez de gestión (Anexo 2).

En base a los primeros análisis filtrados, tomamos como punto de partida que la madurez de la gestión actual como se refleja en la Tabla N° 5, es de INOCENCIA con proyecto de mejora a CONCIENCIA.

Tabla 5: Madurez de gestión de mantenimiento actual

NIVEL CUALITATIVO	Inocencia	Conciencia	Comprensión	Competencia	Excelencia
ESTRATEGIA	Mayormente reactivo a averías	Plan de mejora PM	Plan de mejora anual	Plan de mejora a largo plazo	Estrategias definidas a partir de gestión de activos
GESTION DE RR. HH	Altamente centralizada	Centralización parcial de algunos oficinas	Grupos de oficinas mezclados descentralizados	Polivalencia parcial	Personal polivalente
PLANIFICACION Y PROGRAMACION	No planificación, poca programación, no ing. Confiabilidad	Apoyo en problemas, programación de inspecciones	Establecido grupo de planificación, ing. Confiabilidad eventual	Buena planificación, programación del trabajo, apoyo de ing. Confiabilidad	Planificación e ingeniería de confiabilidad a largo plazo
TÁCTICAS DE MANTENIMIENTO	Solo inspecciones en parada anual	Inspecciones basadas en tiempo	Inspecciones basadas en tiempo y uso	Algo de CBM, algo de PM, pocas sorpresas	Todas las tácticas usadas se basan en análisis
MEDICIONES DE FUNCIONAMIENTO	No enfoque sistemático, no disponibles costos de mantenimiento	Algunos registros de paradas, costos de mantenimiento o no segregados	Paradas por causas, disponibles costos de mantenimiento	OEE, MTBF, MTTR, costos de mantenimiento separados	ROI, OEE, benchmarking, base de datos de costos
IMPLICACIÓN DE EMPLEADOS	Solo reuniones dirección - colaboradores obligadas	Alguna mejora, revisiones de seguridad	Comités de mejora de áreas de trabajo	Equipos de mejora continua	Grupos autónomos de trabajo

EJECUCIÓN	Máquina no funcionando cuando llega el personal de mantenimiento, quien no tiene OT, SOP ni estándares de seguridad y medio ambiente. No se verifica la ejecución y el área queda igual o peor sucia.	Mejora la coordinación de intervención y personal de mantenimiento, tiene OT y empieza a usar estándares de seguridad	Mantiene mejora coordinación de intervención y personal de mantenimiento, tiene OT y usar estándares de seguridad y algunos SOP y verifica ejecución de alguna de ellas, mejora la limpieza del área post intervención	Intervención y personal de mantenimiento, tiene su OT y usa estándares de seguridad y algunos SOP, incluyen actividades previas y verifica calidad de algunas intervenciones, limpieza de área por mejorar	Coordinación estandarizada de intervención y personal de mantenimiento, tiene OT, SOP (con actividad previa), así como seguridad/medio ambiente, verifica mediante test las ejecuciones, todo estos en los casos previamente definidos y el área queda impecable por limpieza previa y post, coordinada prod/mant.
------------------	--	---	--	--	--

4.3. Problemas identificados

Luego de los análisis realizados en el punto 4.1 y 4.2 identificamos las deficiencias, las cuales agrupadas correctamente obtenemos 3 grandes problemas que debemos atacar.

Tabla 6: Problemas identificados de la gestión

PROBLEMAS	DEFICIENCIAS	DESCRIPCIÓN
Deficiencia de RRHH	Ausencia de personal, empleado y obrero	No existía en la empresa una persona, la cual se desempeñe como planificador para velar por el cumplimiento del plan de Mantto. Así mismo no existe en el área un electricista, practicantes que puedan colaborar para el cumplimiento de los trabajos.
	Personal técnico no calificado	El personal técnico no estaba suficientemente capacitado en los procesos y mejora de la gestión.
Ausencia de procesos	No existe diagnóstico de indicadores	No se contaba indicadores para determinar el avance o proceso de la gestión.
	No se cumplen los planes de mantenimiento	En la adquisición de este tipo de maquinaria el fabricante recomienda una frecuencia a ser realizado cada mantenimiento de la manera adecuada, no se está cumpliendo.
	Falta de formatos, registros y OT's.	No se registraba de manera adecuada los mantenimientos realizados a los equipos, lo cual nos restringe la data histórica.
	No existen históricos adecuados	Esto se debe a que no se contaba con un formato estandarizado para el control, físico o virtual de historial de fallas y ocurrencias en la maquinaria pesada.
	Condiciones de obra inadecuadas para el mantenimiento	Las condiciones en obra donde usualmente son los mantenimientos no eran las óptimas, pero sobre ello se debería mejorar para superar los factores de contaminación.
Gestión logística deficiente para el área de mantenimiento.	Repuestos críticos	Compra de repuestos críticos, para contar con el stock adecuado, como mangueras hidráulicas, filtros y grasas.
	Inexistencia de herramientas adecuadas	No se contaban con algunas herramientas básicas para la realización de mantenimientos en obra.
	Variedad de proveedores	No contaban con proveedores calificados tanto para servicios y repuestos.

4.4. Descripción de los equipos

Como paso importante para la ejecución de la presente investigación procedimos a la identificación de la maquinaria a través de un código, utilizando como primer carácter la inicial de la empresa (M), seguido de las iniciales del nombre del activo (ejemplo Excavadora - EX), así como de un número según el orden de adquisición de la empresa.

Así mismo se identificó los datos técnicos correspondiente a cada una de ellas siguiendo la información bibliográfica del área (manuales y revistas), como también la información obtenida en la web y sistemas propios de la marca (SIS CAT - Caterpillar).

Tabla 7: Características y clasificación de la maquinaria

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	PLACA	MARCA	MODELO	SERIE	AÑO	HP	CAPACIDAD
1	MAH-01	AUTOHORMIGONERA DAMPER 4X4	AUTO HORMIGONERA	MZ IMER	MZ-100 HT	164522	2011	26	750LT
2	MV-01	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	M5D-881 / XW-1055	FORD	LT-8000	1FDYU82A0NVA10390	1992	275	12 M3 / 3500 GL
3	MV-06	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	HIL-809	IVECO	TRAKKER 380T42	8ATE3TST0BX075210	2010	375	15 M3
4	MCF-01	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	CF L120C	VOLVO	L120C	L120V62182C	1988	208	3.3 M3
5	MCF-02	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	CARGADOR	JCB	456ZX	JCB456ZOV02061047	2013	210	3.3 M3
6	MEX-01	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	330CLME	CAT	330CLME	CYA00226	2003	247	2.3 M3
7	MEX-05	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	336DLME-02	CAT	336DLME-02	M4T01096	2010	270	2.3 M3 / 1.9 M3
8	MEX-03	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	S340LC-V-2	DOOSAN	S340LC-V	DHKHELWOHA0002484	2010	247	2.0 M3
9	MEX-02	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS (BRAZO LARGO)	S340LC-V-1	DOOSAN	S340LC-V	DHKHELWOK80002418	2010	247	1.8 M3
10	MMC-02	MINICARGADOR NEUMATICO	MINICARDADOR	JCB	225eco	GE0225WRVB1746926	2012	84	0.47 M3
11	MRE-03	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	RETROEXVADORA	JCB	3C	JCB3C4TCH02099858	2012	92	1.03 M3 / 0.2 M3
12	MRE-04	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	RETROEXVADORA	JCB	3C	JCB3C4TCV02107095	2012	92	1.03 M3 / 0.2 M3
13	MRE-05	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	RETROEXVADORA	JCB	3CXeco	JCB3CX4TJ02260749	2013	100	1.1 M3 / 0.23 M3
14	MRE-06	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	RETROEXVADORA	JCB	3CXeco	JCB3CX4TV02260723	2013	100	1.1 M3 / 0.23 M3
15	MRDC-01	RODILLO COMPACTADOR AUTO-PROPULSADO (NEU)	RODILLO	JCB	VM-115D	1807761	2012	125	11 TONELDAS
16	MTO-01	TRACTOR ORUGA	TRACTOR ORUGA	CAT	D6D	20X04690	-	170.0	3.3M3

Fuente: Jefatura de maquinaria y equipos de la empresa Maquinorte S.A.C.

4.5. Evaluación de criticidad según el riesgo

Luego de la identificación, clasificación y descripción técnica de la maquinaria para nuestra investigación, ejecutamos la evaluación según el riesgo por máquina para identificar cuáles son dentro de nuestra muestra la criticidad de cada una de ellas, enfocando y alineando a nuestra actualidad y rubro, haciendo uso de la fórmula matemática (3).

Tabla 8: Criticidad de la maquinaria según el riesgo

Ítem	Máquina	CODIGO	Factores ponderados de criticidad					TOTAL
			FF	IO	FO	CM	SAS	
1	RODILLO COMPACTADOR AUTO-PROPULSADO (NEU)	MRDC-01	2	7	4	3	2	66
5	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	MRE-05	3	7	2	2	2	54
6	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	MRE-06	3	7	2	2	2	54
3	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	MEX-05	3	5	2	4	2	48
4	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS (BRAZO LARGO)	MEX-02	3	5	2	4	2	48
7	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	MEX-01	3	5	2	4	2	48
8	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	MEX-03	3	5	2	4	2	48
13	AUTHORMIGONERA DAMPER 4X4	MAH-01	3	5	2	1	2	39
9	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	MCF-01	2	7	2	2	2	36
10	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	MCF-02	2	7	2	2	2	36
11	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	MRE-03	2	7	2	2	2	36
12	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	MRE-04	2	7	2	2	2	36
2	TRACTOR ORUGA	MTO-01	1	7	4	3	2	33
14	MINICARGADOR NEUMATICO	MMC-02	1	3	4	2	2	16
15	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	MV-01	2	1	1	1	2	8
16	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	MV-06	2	1	1	1	2	8

4.6. Disponibilidad y rentabilidad de la muestra seleccionada antes de la propuesta

Ya que la maquinaria pesada, son los equipos que poseen una mayor capacidad en horas de productividad al resto de equipos, los cuales generan una mayor rentabilidad es por ellos que han sido considerados para la realización de esta investigación, ello debido a que la disponibilidad de estos equipos se proyecta en 90% (disponibilidad promedio propuesta a la empresa), lo cual la información recopilada en el área de mantenimiento de la jefatura de maquinaria y equipos, es

que estos equipos poseen una disponibilidad promedio de 78% tal como se muestra en la tabla N° 9.

$$MTBF = \frac{T}{n} \dots \dots \dots (4)$$

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N}$$

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

Tabla 9: Disponibilidad de la muestra antes de la propuesta

ITEM	COD.	DESCRIPCION	MOD.	Disponibilidad						(D) prom. (%)
				Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	
1	MV-01	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	LT-8000	81	80	81	82	81	81	81.0
2	MV-06	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	TRAKKER 380T42	80	82	81	82	81	82	81.3
3	MMC-02	MINICARGADOR NEUMATICO	225eco	81	76	78	81	82	81	79.8
4	MTO-01	TRACTOR ORUGA	D6D	79	79	80	78	81	80	79.5
5	MRE-03	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	3C	81	81	79	81	79	76	79.5
6	MRE-04	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	3C	79	79	80	78	81	79	79.3
7	MCF-01	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	L120C	79	79	80	78	79	80	79.2
8	MCF-02	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	456ZX	78	81	78	79	79	79	79.0
9	MAH-01	AUTOHORMIGONERA DAMPER 4X4	MZ-100 HT	80	80	79	79	78	76	78.7
10	MEX-01	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	330CLME	78	75	79	78	79	78	77.8
11	MEX-03	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	S340LC-V	75	78	79	77	79	77	77.5
12	MEX-05	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	336DLME-02	75	78	75	76	78	76	76.3
13	MEX-02	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS (BRAZO LARGO)	S340LC-V	75	78	78	73	75	78	76.2
14	MRE-05	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	3CXeco	76	77	76	78	76	78	76.8
15	MRE-06	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	3CXeco	76	75	76	75	76	75	75.5
16	MRDC-01	RODILLO COMPACTADOR AUTO-PROPULSADO (NEU)	VM-115D	73	74	72	73	74	71	72.8

Como vemos en la tabla N° 9, la disponibilidad por debajo de las necesidades y exigencias de la empresa, genera que la rentabilidad de estos equipos no sean los deseados.

A continuación, mostraremos la rentabilidad que estos equipos proporcionaron a la empresa durante los meses de investigación previa a la propuesta.

Tabla 10: Valorización del mes junio de 2018

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UND	P.U S./	Valorización	
					Cant.Hrs	S/.
					Jun-18	
1	MAH-01	AUTOHORMIGONERA DAMPER 4X4	H.M	120	166.4	S/ 19,968
2	MV-01	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	H.M	170	168.48	S/ 28,642
3	MV-06	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	H.M	170	166.4	S/ 28,288
4	MCF-01	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	H.M	220	164.32	S/ 36,150
5	MCF-02	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	H.M	220	162.24	S/ 35,693
6	MEX-01	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	280	162.24	S/ 45,427
7	MEX-05	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	280	156	S/ 43,680
8	MEX-03	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	270	156	S/ 42,120
9	MEX-02	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS (BRAZO LARGO)	H.M	270	156	S/ 42,120
10	MMC-02	MINICARGADOR NEUMATICO	H.M	120	168.48	S/ 20,218
11	MRE-03	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	120	168.48	S/ 20,218
12	MRE-04	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	120	164.32	S/ 19,718
13	MRE-05	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	125	158.08	S/ 19,760
14	MRE-06	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	125	158.08	S/ 19,760
15	MRDC-01	RODILLO COMPACTADOR AUTO-PROPULSADO (NEU)	H.M	200	151.84	S/ 30,368
16	MTO-01	TRACTOR ORUGA	H.M	240	164.32	S/ 39,437

TOTAL 2591.68 S/ 491,566

Fuente: Jefatura de maquinaria y equipos de la empresa Maquinorte S.A.C.

Tabla 11: Valorización del mes julio de 2018

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UND	P.U S./	Valorización	
					Cant.Hrs	S/.
					Jul-18	
1	MAH-01	AUTOHORMIGONERA DAMPER 4X4	H.M	120	166.4	S/ 19,968
2	MV-01	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	H.M	170	166.4	S/ 28,288
3	MV-06	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	H.M	170	170.56	S/ 28,995
4	MCF-01	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	H.M	220	164.32	S/ 36,150
5	MCF-02	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	H.M	220	168.48	S/ 37,066
6	MEX-01	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	280	156	S/ 43,680
7	MEX-05	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	280	162.24	S/ 45,427
8	MEX-03	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	270	162.24	S/ 43,805
9	MEX-02	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS (BRAZO LARGO)	H.M	270	162.24	S/ 43,805
10	MMC-02	MINICARGADOR NEUMATICO	H.M	120	158.08	S/ 18,970
11	MRE-03	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	120	168.48	S/ 20,218
12	MRE-04	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	120	164.32	S/ 19,718
13	MRE-05	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	125	160.16	S/ 20,020
14	MRE-06	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	125	156	S/ 19,500
15	MRDC-01	RODILLO COMPACTADOR AUTO-PROPULSADO (NEU)	H.M	200	153.92	S/ 30,784
16	MTO-01	TRACTOR ORUGA	H.M	240	164.32	S/ 39,437

TOTAL 2604.16 S/ 495,830

Fuente: Jefatura de maquinaria y equipos de la empresa Maquinorte S.A.C.

Tabla 12: Valorización del mes agosto de 2018

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UND	P.U S./	Valorización	
					Cant. Hrs	S/.
					Ago-18	
1	MAH-01	AUTOHORMIGONERA DAMPER 4X4	H.M	120	164.32	S/ 19,718
2	MV-01	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	H.M	170	168.48	S/ 28,642
3	MV-06	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	H.M	170	168.48	S/ 28,642
4	MCF-01	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	H.M	220	166.4	S/ 36,608
5	MCF-02	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	H.M	220	162.24	S/ 35,693
6	MEX-01	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	280	164.32	S/ 46,010
7	MEX-05	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	280	156	S/ 43,680
8	MEX-03	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	270	164.32	S/ 44,366
9	MEX-02	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS (BRAZO LARGO)	H.M	270	162.24	S/ 43,805
10	MMC-02	MINICARGADOR NEUMATICO	H.M	120	162.24	S/ 19,469
11	MRE-03	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	120	164.32	S/ 19,718
12	MRE-04	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	120	166.4	S/ 19,968
13	MRE-05	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	125	158.08	S/ 19,760
14	MRE-06	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	125	158.08	S/ 19,760
15	MRDC-01	RODILLO COMPACTADOR AUTO-PROPULSADO (NEU)	H.M	200	149.76	S/ 29,952
16	MTO-01	TRACTOR ORUGA	H.M	240	166.4	S/ 39,936

TOTAL 2602.08 S/ 495,726

Fuente: Jefatura de maquinaria y equipos de la empresa Maquinorte S.A.C.

Tabla 13: Valorización del mes setiembre de 2018

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UND	P.U S./	Valorización	
					Cant. Hrs	S/.
					Set-18	
1	MAH-01	AUTOHORMIGONERA DAMPER 4X4	H.M	120	164.32	S/ 19,718
2	MV-01	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	H.M	170	170.56	S/ 28,995
3	MV-06	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	H.M	170	170.56	S/ 28,995
4	MCF-01	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	H.M	220	162.24	S/ 35,693
5	MCF-02	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	H.M	220	164.32	S/ 36,150
6	MEX-01	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	280	162.24	S/ 45,427
7	MEX-05	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	280	158.08	S/ 44,262
8	MEX-03	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	270	160.16	S/ 43,243
9	MEX-02	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS (BRAZO LARGO)	H.M	270	151.84	S/ 40,997
10	MMC-02	MINICARGADOR NEUMATICO	H.M	120	168.48	S/ 20,218
11	MRE-03	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	120	168.48	S/ 20,218
12	MRE-04	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	120	162.24	S/ 19,469
13	MRE-05	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	125	162.24	S/ 20,280
14	MRE-06	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	125	156	S/ 19,500
15	MRDC-01	RODILLO COMPACTADOR AUTO-PROPULSADO (NEU)	H.M	200	151.84	S/ 30,368
16	MTO-01	TRACTOR ORUGA	H.M	240	162.24	S/ 38,938

TOTAL 2595.84 S/ 492,471

Fuente: Jefatura de maquinaria y equipos de la empresa Maquinorte S.A.C.

Tabla 14: Valorización del mes octubre de 2018

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UND	P.U S./	Valorización	
					Cant. Hrs	S/.
					Oct-18	
1	MAH-01	AUTOHORMIGONERA DAMPER 4X4	H.M	120	162.24	S/ 19,469
2	MV-01	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	H.M	170	168.48	S/ 28,642
3	MV-06	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	H.M	170	168.48	S/ 28,642
4	MCF-01	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	H.M	220	164.32	S/ 36,150
5	MCF-02	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	H.M	220	164.32	S/ 36,150
6	MEX-01	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	280	164.32	S/ 46,010
7	MEX-05	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	280	162.24	S/ 45,427
8	MEX-03	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	270	164.32	S/ 44,366
9	MEX-02	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS (BRAZO LARGO)	H.M	270	156	S/ 42,120
10	MMC-02	MINICARGADOR NEUMATICO	H.M	120	170.56	S/ 20,467
11	MRE-03	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	120	164.32	S/ 19,718
12	MRE-04	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	120	168.48	S/ 20,218
13	MRE-05	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	125	158.08	S/ 19,760
14	MRE-06	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	125	158.08	S/ 19,760
15	MRDC-01	RODILLO COMPACTADOR AUTO-PROPULSADO (NEU)	H.M	200	153.92	S/ 30,784
16	MTO-01	TRACTOR ORUGA	H.M	240	168.48	S/ 40,435
TOTAL					2616.64	S/ 498,118

Fuente: Jefatura de maquinaria y equipos de la empresa Maquinorte S.A.C.

Tabla 15: Valorización del mes noviembre de 2018

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UND	P.U S./	Valorización	
					Cant. Hrs	S/.
					Nov-18	
1	MAH-01	AUTOHORMIGONERA DAMPER 4X4	H.M	120	158.08	S/ 18,970
2	MV-01	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	H.M	170	168.48	S/ 28,642
3	MV-06	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	H.M	170	170.56	S/ 28,995
4	MCF-01	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	H.M	220	166.4	S/ 36,608
5	MCF-02	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	H.M	220	164.32	S/ 36,150
6	MEX-01	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	280	162.24	S/ 45,427
7	MEX-05	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	280	158.08	S/ 44,262
8	MEX-03	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	H.M	270	160.16	S/ 43,243
9	MEX-02	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS (BRAZO LARGO)	H.M	270	162.24	S/ 43,805
10	MMC-02	MINICARGADOR NEUMATICO	H.M	120	168.48	S/ 20,218
11	MRE-03	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	120	158.08	S/ 18,970
12	MRE-04	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	120	164.32	S/ 19,718
13	MRE-05	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	125	162.24	S/ 20,280
14	MRE-06	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	H.M	125	156	S/ 19,500
15	MRDC-01	RODILLO COMPACTADOR AUTO-PROPULSADO (NEU)	H.M	200	147.68	S/ 29,536
16	MTO-01	TRACTOR ORUGA	H.M	240	166.4	S/ 39,936
TOTAL					2593.76	S/ 494,260

Fuente: Jefatura de maquinaria y equipos de la empresa Maquinorte S.A.C.

4.7. Análisis de fallas de la maquinaria

Se llevo a cabo un análisis de fallas de la muestra investigada a fin de planificar adecuadamente cada una de las actividades de mantenimiento, para incrementar su operatividad, con lo cual se podrá mejorar su disponibilidad.

Cuando un equipo por alguna falla fortuita se presentaba, se procedía a comunicar al área de mantenimiento, luego de ello se procedía a realizar las gestiones necesarias para que pueda ser solucionado en la brevedad posible.

La investigación se realizó entre los meses de junio a noviembre del año 2018, a partir de dicho control de trabajos realizados por parte de la jefatura de maquinaria y equipos se obtuvo la frecuencia de fallas de cada uno de los equipos muestra de la investigación, también se logró medir su rentabilidad durante los meses de investigación.

Tabla 16: Frecuencia de fallas por mes

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	N° Fallas					
					Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18
1	MAH-01	AUTOHORMIGONERA DAMPER 4X4	MZ IMER	MZ-100 HT	5	5	6	5	5	5
2	MV-01	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	FORD	LT-8000	2	3	3	2	3	2
3	MV-06	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	IVECO	TRAKKER 380T42	2	3	2	3	3	4
4	MCF-01	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	VOLVO	L120C	2	2	4	3	2	3
5	MCF-02	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	JCB	456ZX	2	3	3	2	2	2
6	MEX-01	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	CAT	330CLME	5	6	5	5	5	5
7	MEX-05	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	CAT	336DLME-02	5	6	6	5	5	6
8	MEX-03	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	DOOSAN	S340LC-V	2	2	2	3	2	2
9	MEX-02	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS (BRAZO LARGO)	DOOSAN	S340LC-V	5	5	5	6	5	5
10	MMC-02	MINICARGADOR NEUMATICO	JCB	225eco	1	0	0	1	1	1
11	MRE-03	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	JCB	3C	2	2	2	3	2	2
12	MRE-04	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	JCB	3C	2	2	4	3	2	2
13	MRE-05	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	JCB	3CXeco	6	6	5	5	5	5
14	MRE-06	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	JCB	3CXeco	6	5	7	5	5	7
15	MRDC-01	RODILLO COMPACTADOR AUTO-PROPULSADO (NEU)	JCB	VM-115D	4	3	4	4	4	3
16	MTO-01	TRACTOR ORUGA	CAT	D6D	1	1	0	1	1	1
Total de fallas por mes:					52	54	58	56	52	55

En la Figura 7, podemos observar la maquinaria de muestra con la cantidad de fallas en el semestre investigado.

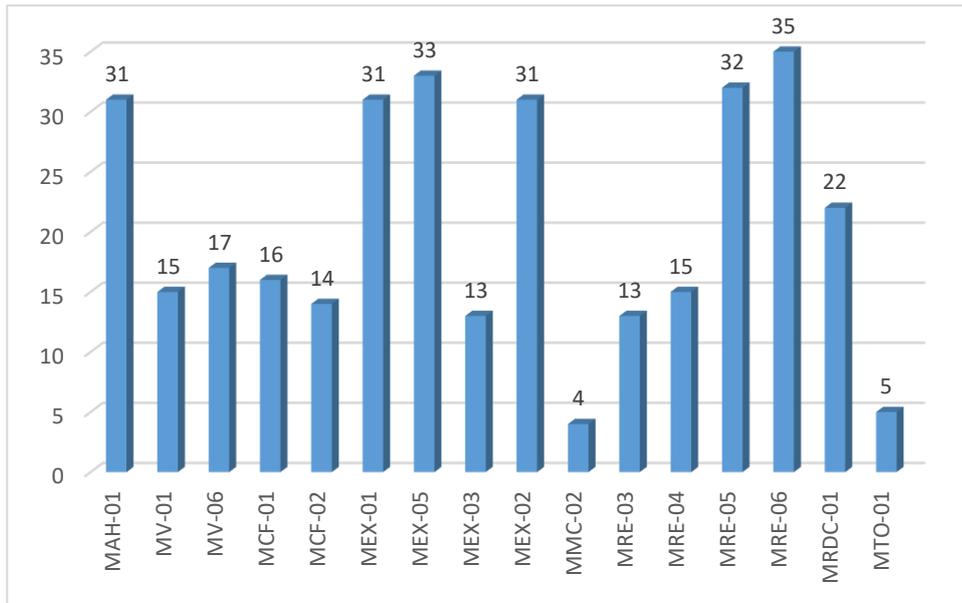


Figura 7: Frecuencia de fallas de la maquinaria muestra

En la Figura 8, podemos observar haciendo uso de un Diagrama de Pareto, que el 80% de la cantidad de falla (consecuencias) en el semestre de investigación está siendo ocasionado por el 20% de los equipos de muestra (causas).

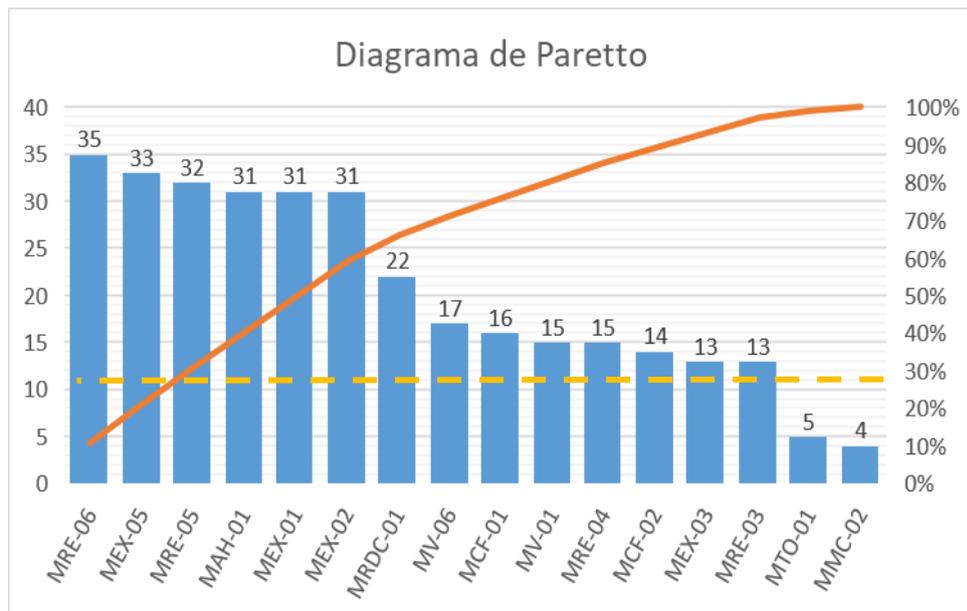


Figura 8: Diagrama de Pareto de fallas

Durante el tiempo de investigación (junio – noviembre del 2018), clasificamos las diferentes fallas de la maquinaria muestra y las dividimos en 6 sistemas: Motor, transmisión, eléctrico, combustible, hidráulico y otros –tren de rodamiento).

Todo ello se determinó debido a las acciones correctivas en consideración por la jefatura de maquinaria y equipos, así como en los tipos de fallas con mayor frecuencia durante los meses de investigación.

En la Tabla 17 mostramos cada equipo con su respectiva cantidad de fallas divididas en los sistemas antes mencionados.

Tabla 17: Cantidad de fallas según sistema

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	N° Fallas					
			MOTOR	SISTEMA HIDRÁULICO	SISTEMA TRANSMISIÓN	SISTEMA ELÉCTRICO	SISTEMA COMBUSTIBLE	OTROS (TREN ROD-CHASIS)
1	MRE-06	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	2	7	8	9	2	7
2	MEX-05	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	1	5	7	8	3	8
3	MRE-05	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	0	7	7	6	5	7
4	MAH-01	AUTOHORMIGONERA DAMPER 4X4	1	3	8	7	5	7
5	MEX-01	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	1	7	6	8	3	6
6	MEX-02	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS (BRAZO LARGO)	2	8	5	7	3	6
7	MRDC-01	RODILLO COMPACTADOR AUTO-PROPULSADO (NEU)	1	5	3	8	1	4
8	MV-06	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	0	2	3	5	3	4
9	MCF-01	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	0	6	3	4	2	1
10	MV-01	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	0	1	1	3	3	7
11	MRE-04	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	1	4	2	4	0	4
12	MCF-02	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	2	4	1	6	0	1
13	MEX-03	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	0	4	1	5	1	2
14	MRE-03	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	2	4	0	5	1	1
15	MTO-01	TRACTOR ORUGA	1	1	0	1	0	2
16	MMC-02	MINICARGADOR NEUMATICO	0	1	0	0	0	3
TOTAL			14	69	55	86	32	70

A continuación, en la Figura 9 se muestra un gráfico circular con los datos ya mostrados en la Tabla 17.

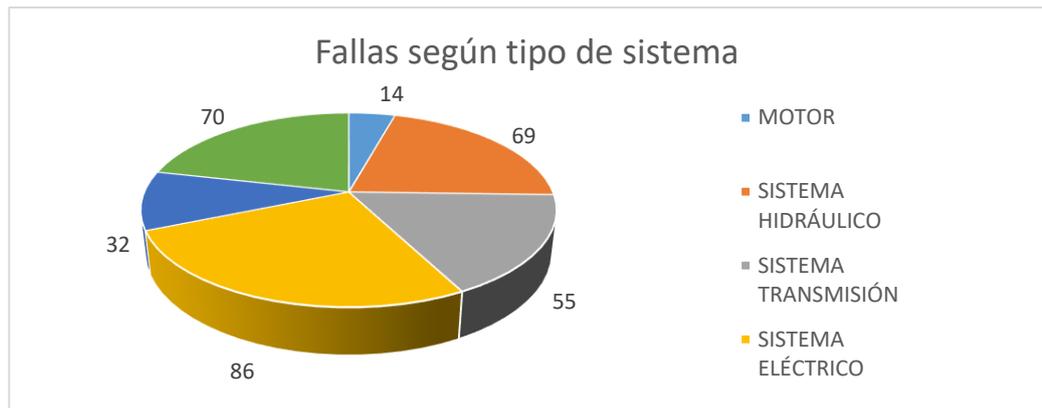


Figura 9: Clasificación de fallas según sistema

Durante los 6 meses la investigación en la maquinaria pesada de la empresa se evidenció 326 fallas, siendo el sistema eléctrico el más constante en cuanto a ocasiones con 86 intervenciones como se mostró en la Tabla N°17.

A continuación, en la Tabla N° 18 se presenta cantidad de horas fuera de servicio de la maquinaria de muestra en el periodo de investigación (junio – noviembre 2018).

Tabla 18: Cantidad de horas fuera de servicio por máquina

ITEM	COD.	DESCRIPCION	N° Fallas					
			MOTOR	SISTEMA HIDRÁULICO	SISTEMA TRANSMISIÓN	SISTEMA ELÉCTRICO	SISTEMA COMBUSTIBLE	OTROS (TREN ROD-CHASIS)
1	MRE-06	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4	32.5	8	8	5	3.4	9
2	MEX-05	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	18	9.6	6.4	4	4	10
3	MRE-05	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4	0	9	15	5	9	4.9
4	MAH-01	AUTOHORMIGONERA DAMPER 4X4	16	5.5	10.5	8.3	4.5	9
5	MEX-01	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	15.8	9	8.5	6.5	5.5	9.7
6	MEX-02	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS (B. LARGO)	21.5	12	6.3	8	4	9
7	MRDC-01	RODILLO COMPACTADOR AUTO-PROPUL.	18.4	7.5	13.2	6.1	6	8
8	MV-06	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	0	4.7	11.8	5	6	12
9	MCF-01	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	0	12	12	4	4	12
10	MV-01	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	0	3	6	3	6	21
11	MRE-04	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4	17.8	8	3.5	4	0	12
12	MCF-02	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	21.3	12	4	12.7	0	3
13	MEX-03	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	0	17.3	10	10	8	6
14	MRE-03	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4	21.9	12	0	5	2	4
15	MTO-01	TRACTOR ORUGA	14.9	15.6	0	3	0	3.6
16	MMC-02	MINICARGADOR NEUMATICO	0	22.5	0	0	0	15.5
TOTAL			198.1	167.7	115.2	89.6	62.4	148.7
%			25%	21%	15%	11%	8%	19%

Seguidamente en la Figura 10, se indica una gráfica de distribución de barras de las horas fuera de servicio en cada uno de los sistemas señalados en la Tabla 18.

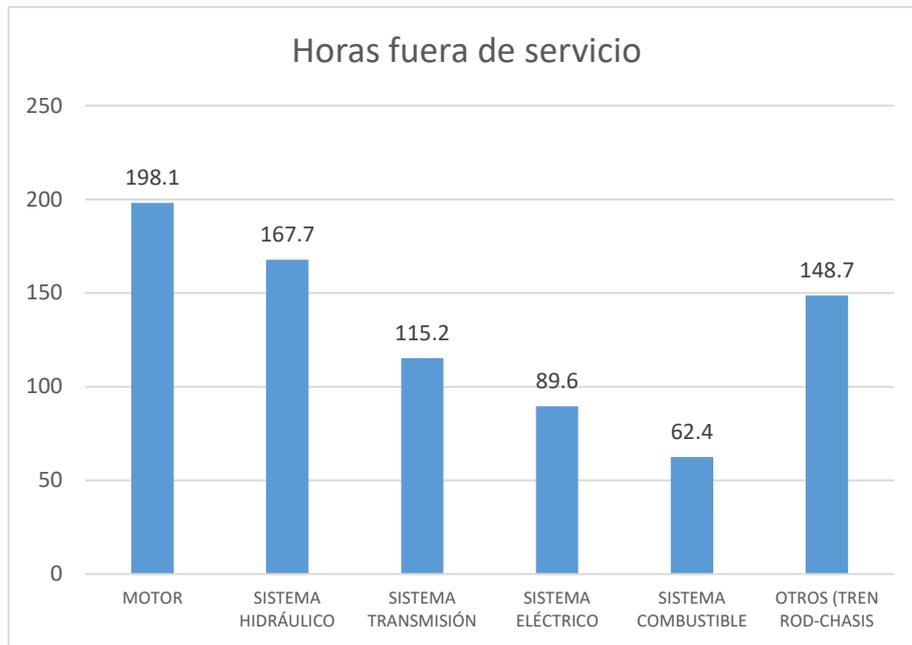


Figura 10: Horas fuera de servicio por sistema

Seguidamente en la Figura 11, se muestra de manera porcentual las horas fuera de servicio según cada sistema de la muestra, donde se afirma que el grueso está ubicado en los sistemas de motor, hidráulico y transmisión.

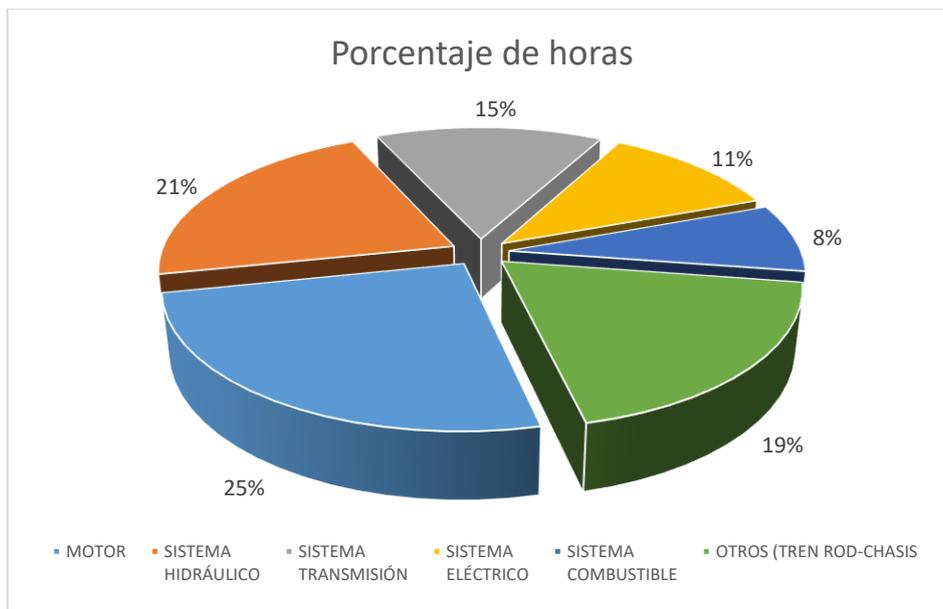


Figura 11: Representación porcentual de horas fuera de servicio

4.8. Determinación de egresos

En los 6 meses que duró la investigación, se obtuvo la rentabilidad tomando los siguientes puntos: Horas de trabajo del equipo, personal de mantenimiento, herramientas, logística, equipos, cambio de componentes y otros.

Información recopilada que se refleja en la Tabla 19, describiendo así, los egresos por cada equipo de nuestra muestra.

Tabla 19: Costos de egresos incurridos por la maquinaria pesada muestra

ITEM	COD	DESCRIPCION	Cambio de componentes	Operador			Egresos	Ingresos	Rentabilidad parcial
				Cant	Costo Unitario	Costo Total			
1	MAH-01	AUTOHORMIGONERA DAMPER 4X4	S/ 26,798.00	1	S/ 1,500.00	S/ 9,000.00	S/ 35,798.00	S/ 117,811.20	S/ 82,013.20
2	MV-01	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	S/ 36,573.00	2	S/ 2,000.00	S/ 24,000.00	S/ 60,573.00	S/ 171,849.60	S/ 111,276.60
3	MV-06	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	S/ 32,609.00	2	S/ 2,000.00	S/ 24,000.00	S/ 56,609.00	S/ 172,556.80	S/ 115,947.80
4	MCF-01	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	S/ 42,600.00	1	S/ 2,200.00	S/ 13,200.00	S/ 55,800.00	S/ 217,360.00	S/ 161,560.00
5	MCF-02	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	S/ 42,000.00	1	S/ 2,200.00	S/ 13,200.00	S/ 55,200.00	S/ 216,902.40	S/ 161,702.40
6	MEX-01	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	S/ 125,000.00	2	S/ 2,500.00	S/ 30,000.00	S/ 155,000.00	S/ 271,980.80	S/ 116,980.80
7	MEX-05	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	S/ 120,650.00	2	S/ 2,500.00	S/ 30,000.00	S/ 150,650.00	S/ 266,739.20	S/ 116,089.20
8	MEX-03	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	S/ 127,987.00	2	S/ 2,500.00	S/ 30,000.00	S/ 157,987.00	S/ 261,144.00	S/ 103,157.00
9	MEX-02	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	S/ 132,140.00	2	S/ 2,500.00	S/ 30,000.00	S/ 162,140.00	S/ 256,651.20	S/ 94,511.20
10	MMC-02	MINICARGADOR NEUMATICO	S/ 87,023.00	1	S/ 1,200.00	S/ 7,200.00	S/ 94,223.00	S/ 119,558.40	S/ 25,335.40
11	MRE-03	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4	S/ 45,560.00	2	S/ 1,800.00	S/ 21,600.00	S/ 67,160.00	S/ 119,059.20	S/ 51,899.20
12	MRE-04	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4	S/ 55,600.00	2	S/ 1,800.00	S/ 21,600.00	S/ 77,200.00	S/ 118,809.60	S/ 41,609.60
13	MRE-05	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4	S/ 42,800.00	2	S/ 1,800.00	S/ 21,600.00	S/ 64,400.00	S/ 119,860.00	S/ 55,460.00
14	MRE-06	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4	S/ 43,200.00	2	S/ 1,800.00	S/ 21,600.00	S/ 64,800.00	S/ 117,780.00	S/ 52,980.00
15	MRDC-01	RODILLO COMPACTADOR AUTO-PROPULSADO (NEU)	S/ 43,500.00	1	S/ 2,000.00	S/ 12,000.00	S/ 55,500.00	S/ 181,792.00	S/ 126,292.00
16	MTO-01	TRACTOR ORUGA	S/ 122,540.00	2	S/ 2,500.00	S/ 30,000.00	S/ 152,540.00	S/ 238,118.40	S/ 85,578.40

Fuente: Jefatura de maquinaria y equipos de la empresa Maquinorte S.A.C.

4.9. Propuesta realizada para mejorar y optimizar el desempeño de la maquinaria

4.9.1. Capacitación al personal

Se capacito al personal de mantenimiento adecuadamente, ya que estos son los encargados de intervenir de manera oportuna a los equipos cuando se presentan las fallas, estas capacitaciones

Parte de las capacitaciones fueron desarrolladas con la empresa Ferreyros S.A. de los equipos que eran de la marca CAT, en sus instalaciones y su plataforma “Club de Técnicos de equipos Pesado”, esto facilitó a la detección de fallas por parte de los mecánicos.



Figura 12: Club de técnicos de equipo pesado

Fuente: Recuperado de <http://www.clubdetecnicos.com.pe>

Así también se presentó el cronograma inicial de capacitaciones programadas mostrado en la Tabla N° 20 por un periodo de cuatro semanas, el cual fue llevado a cabo por personal calificado y ducho en el área, así mismo como la utilización de la retroalimentación de los mismos colaboradores.

Tabla 20: Cronograma y contenido de capacitación

SEMANA 1	SEGURIDAD
Temario:	Introducción a la seguridad y productividad
	Identificación y evaluación de áreas de trabajo aceptable
	Equipos y dispositivos de seguridad
	Evaluación/Cuestionario
SEMANA 2	GESTION
Temario:	Indicadores de mantenimiento
	Que es una OT, llenado y reporte
	Flujos y procedimientos para el mantenimiento
	Misión y visión del área MANTENIMIENTO
SEMANA 3	MANTENIMIENTO I
Temario:	Identificación de componentes y función en el sistema
	Tren de rodamientos (Tipos)
	Sistema Hidráulico
	Categorías de advertencias
	Evaluación/Cuestionario
SEMANA 4	MANTENIMIENTO II
Temario:	Simbología e interpretación
	Pasos en un mantenimiento preventivo
	Localización e identificación de fallas
	Sistemas de dirección, frenos de servicio y de emergencia
	Evaluación/Cuestionario

4.9.2. Propuesta de diagramas de flujo

La no metodología de mantenimiento correctivo como la metodología que se tuvo que proponer de mantenimiento programado y los flujos de procesos recomendables, lo que nos llevó a la elaboración de los diagramas de flujo de los procesos a seguir como:

- FLUJO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (Anexo 3)
- FLUJO DE MANETENIMIENTO PROGRAMADO (Anexo 4)

4.9.3. Propuesta de formato de solicitud de mantenimiento

Según nuestra investigación, el procedimiento no atendía a un flujo establecido y aceptado por las áreas involucradas, es por ello que cada evento solo comunicaba mas no se disponía de un historial adecuado, así es que como parte de la gestión con el fin de tener un historial más preciso de cada equipo con sus respectivas ocurrencias y así facilitar los posteriores análisis los componentes y sistemas que poseen fallas continuas, se propuso el uso de un formato de SOLICITUD DE MANTENIMIENTO (Anexo 5).

4.9.4. Propuesta de formato de orden de trabajo (OT)

Mediante la Orden de trabajo comenzamos el histórico de cada equipo que tiene la empresa. A continuación, se presentó el formato de ORDEN DE TRABAJO (Anexo 6), propuesto e implementado, el cual fue adecuado a la necesidad, realidad de la empresa y el rubro al que pertenece.

4.9.5. Propuesta de plan de mantenimiento programado

A fin de mejorar el control, planificación y programación de las actividades según la frecuencia recomendada por el fabricante de cada uno de los equipos, se presentó el formato de PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO GENERAL (Anexo 7) donde se identificará el status en

línea de cada maquinaria, así mismo se extiende las actividades propuestas incidiendo en los sistemas donde se haya mayor volumen de fallas según nuestra investigación para la maquinaria: Auto hormigonera (Anexo 8), Camión volquete (Anexo 9), Cargador frontal (Anexo 10), Excavadora (Anexo 11), Mini cargador (Anexo 12), Retroexcavadora (Anexo 13), Rodillo compactador (Anexo 14), Tractor oruga (Anexo 15), dichos planes son propuestos e implementados, del mismo modo a la necesidad, realidad de la empresa y el rubro al que pertenece.

4.10. Presentación de indicadores periodo 2019

4.10.1. Planes y compromiso

Se midió en los dos primeros trimestres el cumplimiento de los planes y cronogramas según horómetro de cada máquina a la frecuencia recomendada por el fabricante, teniendo este nuevo periodo de prueba debido a que la empresa tenía proyectos ejecutándose activamente.

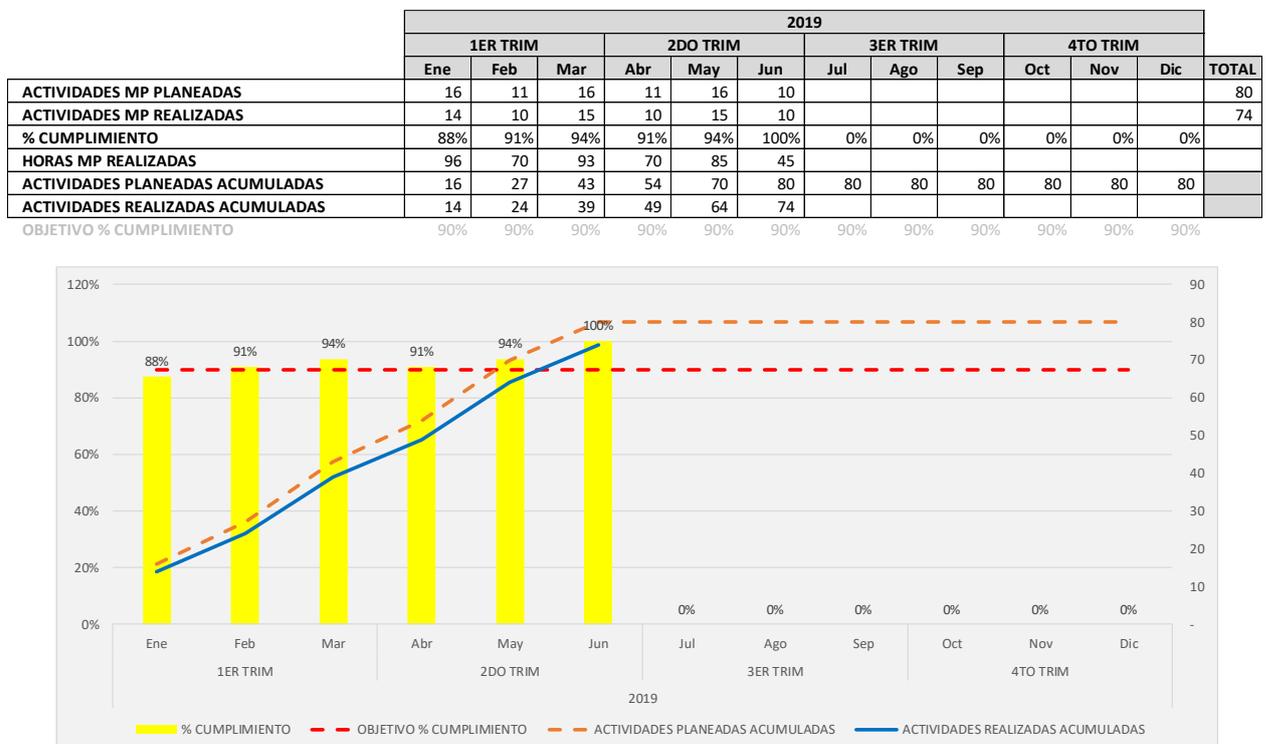


Figura 13: Planes y compromisos - Cumplimiento 2019

4.10.2. Indicadores de mantenimiento

Se llevó un control de los principales indicadores para medir la efectividad de la gestión mediante la programación e implementación de formatos propuestos, midiendo los resultados tomando la data del primero semestre del año 2019.

Teniendo los datos mensuales como número de fallas, tipo y cantidad de horas programadas, se emplearon las fórmulas (4), (5) y (6) para la obtención del tiempo medio para reparar, tiempo medio entre fallas y disponibilidad.

La gestión antes mencionada se ve reflejada en un incremento en la disponibilidad general de los equipos de un 78.1% a un 85% y permitirá tener una producción más continua con equipos propios, disminuyendo los costos de mantención en el periodo de 01 año.

Motivos por lo cual es beneficiosa la planificación acompañada de una logística de materiales adecuada para la maquinaria crítica con la que trabajamos.

Indicadores 2019	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	2019
Número de fallas (Cant)	38	27	29	27	22	19	-	-	-	-	-	-	162
# fallas mecánicas	22	14	21	17	15	12	-	-	-	-	-	-	101
# fallas eléctricas	16	13	8	10	7	7	-	-	-	-	-	-	61
Horas de parada (Hrs)	489.9	402.8	426.5	302.3	195.7	156.5	-	-	-	-	-	-	1,974
hr parada mecánica	265.4	235.4	305.4	186.2	106.3	95.4	-	-	-	-	-	-	1,194.1
hr parada eléctrica	224.5	167.4	121.1	116.1	89.4	61.1	-	-	-	-	-	-	779.6
Tiempo programado (Hrs)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	-	-	-	-	-	-	18,000
TMEF 2019 (Hrs)	66.1	96.2	88.7	99.9	127.5	149.7	-	-	-	-	-	-	98.93
TMPR 2019 (Hrs)	12.89	14.92	14.71	11.20	8.90	8.24	-	-	-	-	-	-	12.18
Disponibilidad 2019	83.7%	86.6%	85.8%	89.9%	93.5%	94.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	89.0%
TMEF Objetivo 2019	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00
TMPR Objetivo 2019	13.47	13.47	13.47	13.47	13.47	13.47	13.47	13.47	13.47	13.47	13.47	13.47	13.47
Obejtivo 2019	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%

Figura 14: Cuadro de indicadores - 1er Semestre 2019

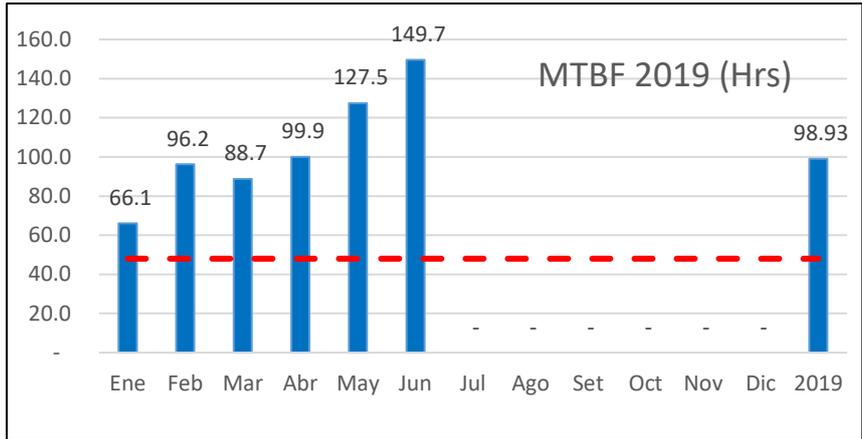


Figura 15: Tiempo medio entre fallas - 1er semestre 2019

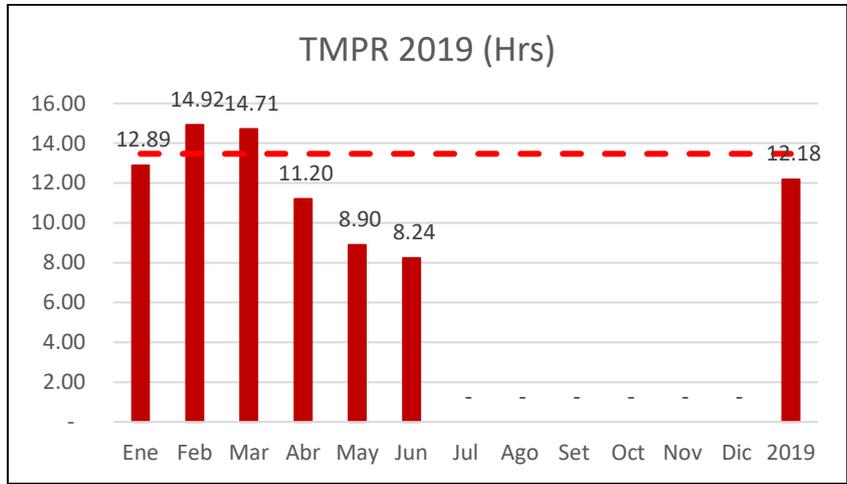


Figura 16: Tiempo medio para reparar - 1er semestre 2019

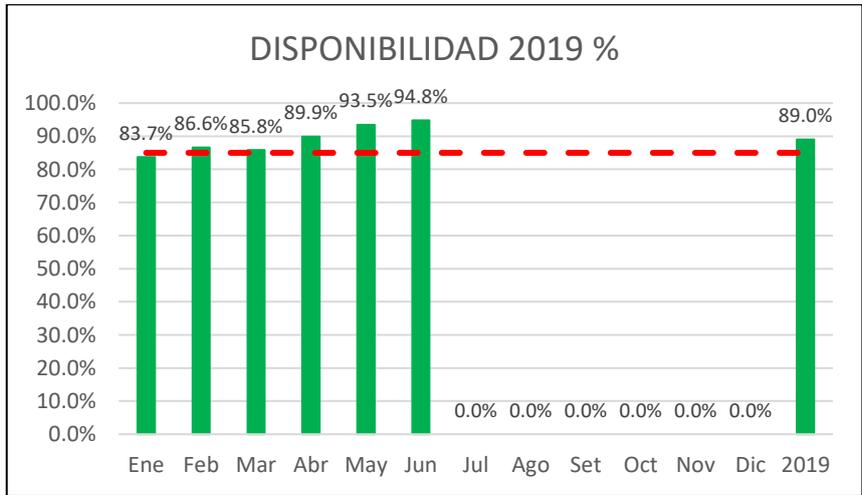


Figura 17: Disponibilidad - 1er semestre 2019

V. DISCUSIÓN

Según nuestros resultados nuestra investigación al realizar la evaluación correspondiente de criticidad según el riesgo, gestó un panorama más claro de la maquinaria para establecer de una manera más eficiente la priorización de los programas y planes de mantenimiento, así como la mejora en la toma de decisiones.

Nuestras primeras investigaciones nos permiten concurrir a lo investigado por Víctor Hernández (2010), que recalca el éxito de la gestión de mantenimiento, basado en el seguimiento eficaz de los procedimientos de mantenimiento que en su caso preventivos, mas este mismo ahonda un poco más y da protagonismo a los operadores, mismo que contribuyeron a prolongar la vida de la maquinaria reduciendo un 35% los tiempos muertos, a lo que nuestra investigación refiere que debemos capacitar y hacer protagonistas a la parte operativa, es así como ambos contribuimos a través de un programa a mejorar el desempeño de las gestiones predecesoras, reflejándose una mejora en la reducción de tiempos muertos en nuestra gestión de 44.7% .

El tiempo muerto es un problema critico al que nos enfrentamos cuando de maquinaria pesada se refiere, pero no solo apuntamos en esta investigación a ello, es consecuencia de una gestión, la alta gerencia que es quien apuesta por una mejora en la gestión, en base a nuestra experiencia una limitante es el presupuesto que las empresa otorgan a sus jefaturas para desarrollarse, todo ello repercute no solo de manera interna sino también como en la imagen de la empresa, para Nelson Hidalgo (2014) , cuyo presupuesto solicitado asciende \$ 17,829.11 dólares que puede ser recuperado en el segundo año a partir de la implementación de las soluciones, nosotros vimos una oportunidad de mejora para obtener una mayor inversión de retorno para posteriores gestiones, al realizar un análisis de la rentabilidad por máquina, tomando como muestra las valorizaciones de 6 meses, obtuvimos los ingresos parciales de S/1,502,392 , donde no se incluyeron gastos logísticos, administrativos y combustible; valor que proyectamos su crecimiento conforme la disponibilidad de nuestra maquinaria aumente.

Según nuestros resultados los indicadores de mantenimiento presentados y monitoreados son los que nos dan un pie de inicio para ver el avance de lo planteado teniendo el objetivo principal superar la disponibilidad en un 85% en el 2019, siendo el 2018 el valor de 78.1%, concurrimos con Hernán Maldonado y Luis Sigüenza (2012) , que la disponibilidad de los equipos en el momento oportuno genera un máximo rendimiento como también una reducción de costos, concurrimos al igual que ellos que contribuyó el tener el inventario actualizado de nuestra maquinaria pesada para el rápido acceso a características propias del activo y proponer un programa de mantenimiento adecuado así como la evaluación de nuestros planes y compromisos (cuadro de cumplimiento de programa), aunque nosotros a diferencia de los antes mencionados no implementamos un seguimiento al inventario de repuestos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

1. Se identificó la situación actual, y madurez en la gestión de mantenimiento de la empresa MAQUINORTE S.A.C. identificando la ausencia de procedimientos adecuados para la gestión programada de mantenimiento de los principales equipos que fueron identificados visualmente y clasificación según fabricante y se evaluó su criticidad según el riesgo.
2. Se identificó y evaluó las fallas funcionales de la maquinaria muestra en un ciclo de trabajo, siendo el más frecuente las fallas en el sistema eléctrico en un 26.4%, seguidas del agrupado de fallas por chasis en un 21.5 %, sistema hidráulico 21.2%, sistemas de transmisión 16.9%, sistema combustible en 9.8% y finalmente en un 4.3% el sistema de motor, así como las horas fuera de servicio de la maquinaria, siendo el motor el sistema que mayor repercusión tuvo con un 25%, seguido del sistema hidráulico 21%, agrupado por chasis en un 19%, sistema de transmisión 15%, sistema eléctrico 11% y combustible 8%.
3. Se establecieron los principales indicadores de medición de la gestión de mantenimiento propuesta a ejecutar en la empresa seleccionando los de disponibilidad, cantidad de fallas, MBTF y MTTR., lo que repercutió en un aumento en la disponibilidad comprobado al segundo trimestre del año 2019, de un 78.1% a un promedio de 89%, generando una rentabilidad por máquina, en los primeros de 6 meses ingresos parciales de S/1,502,392.
4. Se propuso un plan de mantenimiento programado general para un monitoreo en línea y para cada tipo de maquinaria pesada haciendo uso del programa Ms Excel

6.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar una autoevaluación anual considerando los resultados y nuevas propuestas para una mejora continua, apuntando a un estándar en base a nuevas metas en relación al año anterior, así como continuar permanentemente con las capacitaciones ya que el capital humano es y será valioso para el éxito de lo propuesto.
2. Se recomienda evaluar y valorar los equipos según su tiempo de vida útil, y considerar la venta y posterior adquisición de equipos nuevos a fin de actualizar la flota de maquinaria.
3. Se recomienda evaluar y considerar como un indicador valioso el consumo de combustible, ya que refleja un punto crítico no considerado en este documento, así como también cualquier otro KPI que sea considerado como útil a fin de obtener una mejora continua.
4. Se recomienda considerar los ahorros anuales para ser utilizados en la implementación de nuevos procedimientos, capacitación de personal o actualización de equipos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y VIRTUALES

BIBLIOGRAFIA

- Alavedra, F.C., Gastelu, P.Y., Méndez, O.G., Minaya, L.C., Pineda, O.B., Prieto, G.K., Ríos, M.K., Moreno, R.C. (2016). *Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013*. *Ingeniería Industrial*, 34, 11-26.
- Aliaga, J. (2020). *Gestión óptima de mantenimiento, preventivo, predictivo y correctivo en la industria plástica*. Asociación peruana de la industria del plástico APIPLAST, 14-21.
- Cervantes, G. (2011). *Realizar el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria del departamento de marcos y molduras en la empresa antiguo arte europeo S.A. de C.V.* [tesis de pregrado]. Universidad Tecnológica TULA-TEPEJI.
- Dhillon, B (2002). *Engineering maintenance. A modern approach*, CRC Press. ISBN: 1587161427.
- Doffuaa, S. (2007). *Sistema de Mantenimiento “Plantación y Control”*, Ed. Limusa Wiley.
- Enrique S. (2013). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo. Empresa: RETESA S.A. DE C.V.* [tesis de pregrado]. Universidad Tecnológica de Querétaro.
- Fernando F. Espinosa, F.F., Días, A., Salinas, G.E. (2012). *Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial*. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 20(2), 242-254.
- GFMAN, (2021). *The maintenance framework*. ISBN: 978-1-7774676-0-9.
- Hernández, P. L., Oca, J. M. De, Fernández, S. J. (2008). *Optimización del mantenimiento preventivo, utilizando las técnicas de diagnóstico integral*. *Ingeniería Energética*, 29(2), 2–7.
- Hernández, V. (2010). *Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada en funcionamiento de la zona vial no. 14, dirección general de caminos, Salamá, Baja Verapaz*. [tesis de pregrado]. Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Hidalgo, N. (2014). *Diseño de un sistema de operaciones y mantenimiento para maquinaria y equipos de BORSEA S.A.* [tesis de pregrado]. Universidad de Guayaquil.
- Jany E., J. N. (1994). *Investigación integral de mercados.* McGraw-Hill Interamericana. 3(1), 48.
- Maldonado, Hernán & Sigüenza Luis (2012). *Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria pesada de la empresa Minera Dynasty Minig del cantón Portovelo.* [tesis de pregrado]. Universidad Politécnica Salesiana.
- Morrow, L. (1986). *Manual de Mantenimiento Industrial. Tomo II: Organización, Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Química, Civil, Procesos y Sistemas.* CECSA. ISBN 30314696
- Muñoz, B, (2003). *Mantenimiento Industrial.* <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>
- Olarte, C.W., Botero A.M., Cañon A.M. (2010). *Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción.* Scientia Et Technica, 16 (44), 354-356.
- Parra, C y Crespo, A. (2012). *Técnicas de ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicadas en proceso de gestión de Activos - Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos* [nota técnica]. Dpto. Gestión industrial. Universidad de Sevilla.
- Salih, D, Raouf A. y Dixon J. (2000). *Sistema de mantenimiento, planeación y control,* Editorial Limusa - Grupo noriega editores.
- Vargas, I., Estupiñán, D.S., Díaz, M.A. (2017). *Actualidad mundial de los sistemas de gestión del mantenimiento.* ICIDCA, 51 (2), 10-16.
- Villegas, J. (2016). *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa MANFER S.R.L CONTRATISTAS GENERALES.* [tesis de pregrado]. Universidad Católica San Pablo.

LINKOGRAFÍA

- Pérez, A. y Merino, M. (2014). *Definición de inspección*. Definición.de. <https://definicion.de/inspeccion/>
- Mueses, R. (2015). *Sistema de costos de trabajo*. Prezi. <https://prezi.com/4ukjssbt2-eu/sistemas-de-costos-por-ordenes-de-trabajo/>
- Ramírez, J. C., & Moreno, H. F. (2017). *Elaboración de un Análisis de Criticidad y Disponibilidad para la Atracción X-treme del Parque Mundo Aventura*. Reliabilityweb.com. <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope>
- García, S. (2013) *¿Qué es un plan de mantenimiento?* El plan mantenimiento.com. <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>
- Oriol, S. (2017) *Mantenimiento autónomo – CIL – Limpieza, Inspección y Lubricación*. Manteniendo.com. <http://www.manteniendo.com/mantenimiento-autonomo-cil-limpieza-inspeccion-y-lubricacion/>
- Oriol, S. (2017) *Mantenimiento autónomo – CIL – Lubricación*. Manteniendo.com. <http://www.manteniendo.com/mantenimiento-autonomo-cil-lubricacion/>
- Oriol, S. (2017) *Mantenimiento autónomo – CIL – Inspección*. Manteniendo.com. <http://www.manteniendo.com/mantenimiento-autonomo-cil-inspeccion/>
- Gutiérrez, E., Agüero, M. y Calixto, I. (2019) *Análisis de Criticidad Integral de Activos*. Predictiva21. <https://predictiva21.com/analisis-criticidad-integral-activos/>
- Mendizábal, A. (2019). *Gestión de mantenimiento y activos físicos*. angelmendizabal.com. <https://angelmendizabal.com/mantenimiento/ejemplo-practico-para-realizar-un-analisis-de-criticidad/>
- Tecsup Virtual. *Gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad*. Tecsup.com. <https://tecsup.instructure.com/courses/15229/modules>

ANEXOS

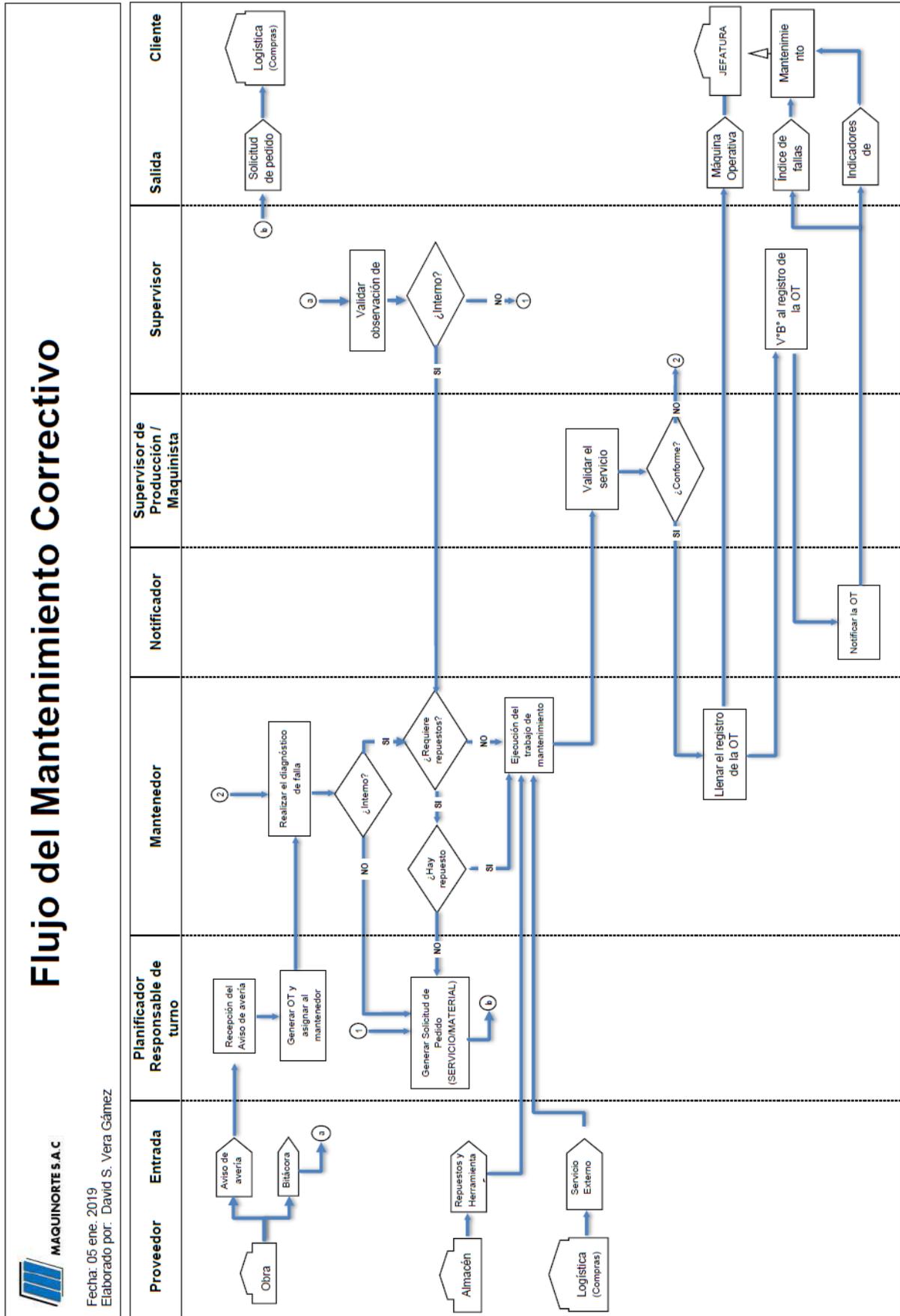
ANEXO 1

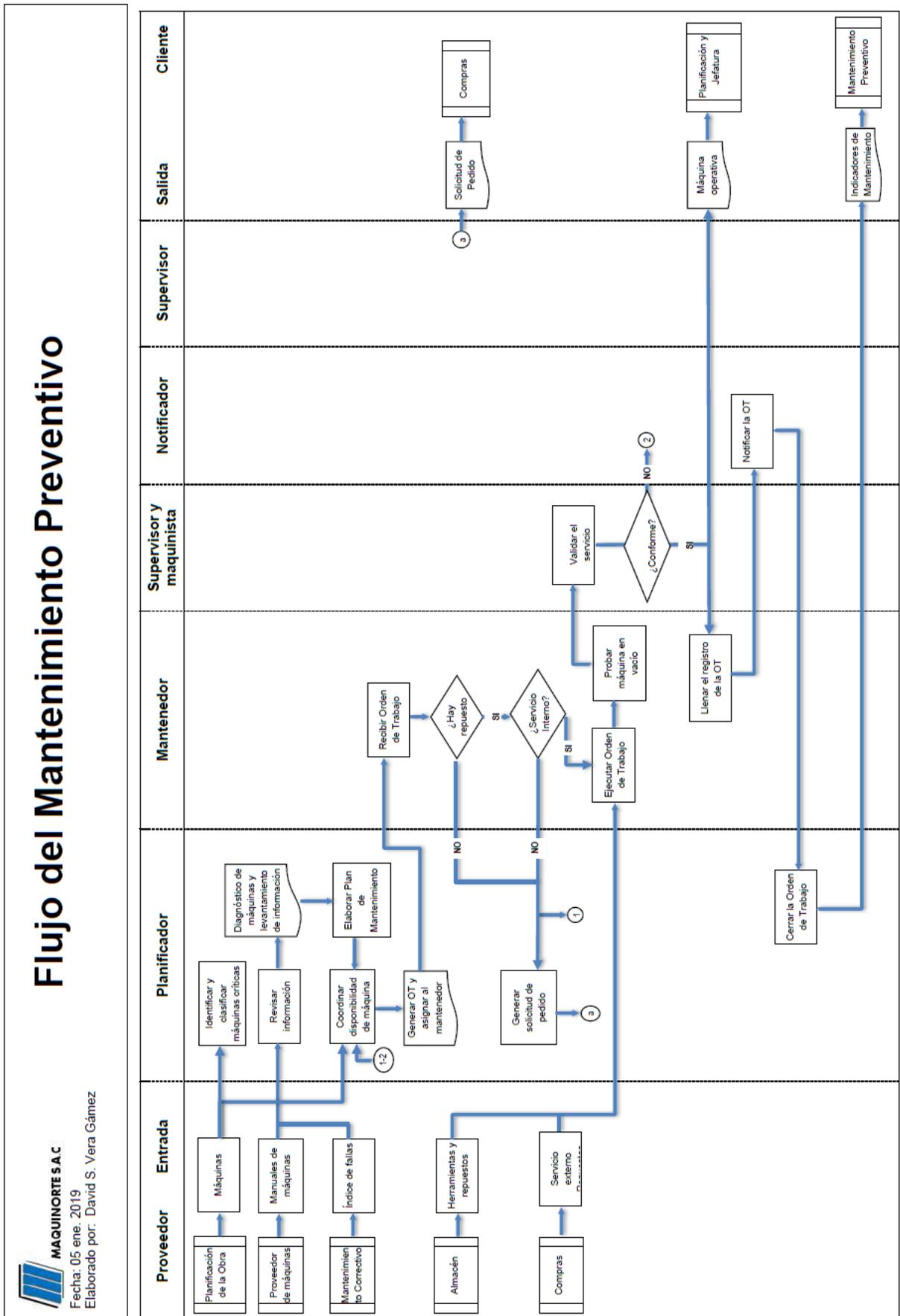
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		 
ENTREVISTA DIRIGIDA AL JEFE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA MAQUINORTE S.A.C.		
NOMBRES:		
CARGO:	FECHA	
PREGUNTA Nro.:		
1.- ¿La empresa cuenta con un plan de mantenimiento claramente definido?		
SI ()	NO ()	
2.- En cuanto a la estructura organizacional del plan de mantenimiento ¿cómo la definiría en cuanto al cumplimiento de los trabajos?		
3.- ¿En que beneficiaría al área un cambio de la actual gestión de mantenimiento?		
4.- Los mecánicos, ¿cuentan con una formación adecuada para los mantenimientos?		
5.- ¿Se dispone de un inventario de los equipos actualmente?		
6.- ¿El personal a cargo del mantenimiento de en la empresa reciben una preparación constante?		
SI ()	NO ()	
7.- ¿De qué manera distribuye los costos y presupuestos del área para los mantenimientos?		
8.- ¿Es suficiente el presupuesto para la jefatura?		
SI ()	NO ()	
9.- ¿La cantidad en recurso humano para el mantenimiento es suficiente?		
10.- ¿Para la localización de los repuestos el área tiene algún método?		
SI ()	NO ()	
11.- ¿El taller de mantenimiento cuenta con el espacio adecuado para las actividades de mantenimiento?		
SI ()	NO ()	
12.- ¿Ante un mantenimiento a realizar recomendado, como se actúa?		
13.- Cuenta la empresa con un plan de mantenimiento que abarque los tipos preventivos y correctivos para la maquinaria?		
SI ()	NO ()	
14.- ¿Se cuenta con un historial los servicios y mantenimientos que se dan a la maquinaria?		
SI ()	NO ()	
15.- ¿Se brindó capacitación a los mecánicos para el desarrollo correcto al realizar una mantención?		
SI ()	NO ()	
16.- ¿Cómo gestiona el área el abastecimiento de repuestos?		
17.- ¿Se cuenta con documentación técnica de la maquinaria?		
SI ()	NO ()	
18.- ¿Cómo ve la empresa la inversión para el área de mantenimiento?		
19.- ¿Cómo se evalúa al personal nuevo para el puesto dentro del área?		
20.- ¿Los costos de mantenimiento respecto a los resultados que obtienen, es justificado?		
SI ()	NO ()	
21.- ¿El área cuenta con las herramientas adecuadas para realizar el mantenimiento a las máquinas?		
SI ()	NO ()	
22.- ¿En cuanto al cuidado y manejo de residuos sólidos y líquidos, la empresa o el área como los gestiona?		

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA		 
ENTREVISTA DIRIGIDA AL JEFE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA MAQUINORTE S.A.C.		
NOMBRES: José Polo Basilio		
CARGO: Jefe de Maquinaria y Equipos	FECHA: 27.07.19	
PREGUNTA Nro.:		
1.- ¿La empresa cuenta con un plan de mantenimiento claramente definido?		
SI () NO (X)		
2.- En cuanto a la estructura organizacional del plan de mantenimiento ¿cómo la definiría en cuanto al cumplimiento de los trabajos?		
Actualmente la estructura organizacional del plan de mantenimiento no nos permite cumplir con los trabajos de una manera rápida y eficaz.		
3.- ¿En que beneficiaría al área un cambio de la actual gestión de mantenimiento?		
Un cambio en la gestión actual en cuanto al mantenimiento permitiría una mejor optimización y simplificación del tiempo de trabajo.		
4.- Los mecánicos, ¿cuentan con una formación adecuada para los mantenimientos?		
Si se encuentran preparados, pero no de una forma correcta, debido a que un técnico es con formación de instituto superior y el segundo es de formación empírica con amplia experiencia		
5.- ¿Se dispone de un inventario de los equipos actualmente?		
Sí, pero de forma sencilla, sería adecuado registrarlos en un catálogo, ayudaría al área y a la presentación de la empresa en obras		
6.- ¿El personal a cargo del mantenimiento de en la empresa reciben una preparación constante?		
SI () NO (X)		
7.- ¿De qué manera distribuye los costos y presupuestos del área para los mantenimientos?		
No existe un presupuesto de costos para el mantenimiento como tal, manejamos un monto destinado para emergencias		
8.- ¿Es suficiente el presupuesto para la jefatura?		
SI () NO (X)		
9.- ¿La cantidad en recurso humano para el mantenimiento es suficiente?		
No, se necesita un electricista a tiempo completo y practicantes para actividades secundarias		
10.- ¿Para la localización de los repuestos el área tiene algún método?		
SI () NO (X)		
11.- ¿El taller de mantenimiento cuenta con el espacio adecuado para las actividades de mantenimiento?		
SI (X) NO ()		
12.- ¿Ante un mantenimiento a realizar recomendado, como se actúa?		
No se planifica la paralización de la maquinaria para darle su respectivo mantenimiento, se reacciona ante la falla, utilizamos un mantenimiento correctivo		
13.- ¿Cuenta la empresa con un plan de mantenimiento que abarque los tipos preventivos y correctivos para la maquinaria?		
SI () NO (X)		
14.- ¿Se cuenta con un historial los servicios y mantenimientos que se dan a la maquinaria?		
SI (X) NO ()		
15.- ¿Se brindó capacitación a los mecánicos para el desarrollo correcto al realizar una mantención?		
SI () NO (X)		
16.- ¿Cómo gestiona el área el abastecimiento de repuestos?		
Contamos con el área logística, pero para la compra de los repuestos, yo como jefe me contacto con los proveedores, cotizo y realizo la orden para generar la compra		
17.- ¿Se cuenta con documentación técnica de la maquinaria?		
SI (X) NO ()		
18.- ¿Cómo ve la empresa la inversión para el área de mantenimiento?		
La empresa otorga las facilidades, pero en cierto modo los recursos no son absolutamente bastos para solventar la gestión.		
19.- ¿Cómo se evalúa al personal nuevo para el puesto dentro del área?		
Realizamos una entrevista y revisión de experiencia laboral anterior.		
20.- ¿Los costos de mantenimiento respecto a los resultados que obtienen, es justificado?		
SI () NO (X)		
21.- ¿El área cuenta con las herramientas adecuadas para realizar el mantenimiento a las máquinas?		
SI (X) NO ()		
22.- ¿En cuanto al cuidado y manejo de residuos sólidos y líquidos, la empresa o el área como los gestiona?		
El manejo de los desechos de la maquinaria es desechado, mas no con procedimiento alguno.		

ANEXO 2

NIVEL CUALITATIVO	Inocencia	Conciencia	Comprensión	Competencia	Excelencia
ESTRATEGIA	Mayormente reactivo a averías	Plan de mejora PM	Plan de mejora anual	Plan de mejora a largo plazo	Estrategias definidas a partir de gestión de activos
GESTION DE RR. HH	Altamente centralizada	Centralización parcial de algunos oficios	Grupos de oficios mezclados descentralizados	Polivalencia parcial	Personal polivalente
PLANIFICACION Y PROGRAMACION	No planificación, poca programación, no ingeniería de confiabilidad	Apoyo en problemas, programación de inspecciones	Establecido grupo de planificación, ing. Confiabilidad eventual	Buena planificación, programación del trabajo, apoyo de ing. Confiabilidad	Planificación e ingeniería de confiabilidad a largo plazo
TÁCTICAS DE MANTENIMIENTO	Solo inspecciones en parada anual	Inspecciones basadas en tiempo	Inspecciones basadas en tiempo y uso	Algo de CBM, algo de PM, pocas sorpresas	Todas las tácticas usadas se basan en análisis
MEDICIONES DE FUNCIONAMIENTO	No enfoque sistemático, no disponibles costos de mantenimiento	Algunos registros de paradas, costos de mantenimiento no segregados	Paradas por causas, disponibles costos de mantenimiento	OEE, MTBF, MTTR, costos de mantenimiento separados	ROI, OEE, benchmarking, base de datos de costos
IMPLICACIÓN DE EMPLEADOS	Solo reuniones dirección - colaboradores obligadas	Alguna mejora, revisiones de seguridad	Comités de mejora de áreas de trabajo	Equipos de mejora continua	Grupos autónomos de trabajo
EJECUCIÓN	Máquina no funcionando cuando llega el personal de mantenimiento, quien no tiene OT, SOP ni estándares de seguridad y medio ambiente. No se verifica la ejecución y el área queda igual o peor sucia.	Mejora la coordinación de intervención y personal de mantenimiento, tiene OT y empieza a usar estándares de seguridad	Mantiene mejora coordinación de intervención y personal de mantenimiento, tiene OT y usar estándares de seguridad y algunos SOP y verifica ejecución de alguna de ellas, mejora la limpieza del área post intervención	Intervención y personal de mantenimiento, tiene su OT y usa estándares de seguridad y algunos SOP, incluyen actividades previas y verifica calidad de algunas intervenciones, limpieza de área por mejorar	Coordinación estandarizada de intervención y personal de mantenimiento, tiene OT, SOP (con actividad previa), así como seguridad/medio ambiente, verifica mediante test las ejecuciones, todo estos en los casos previamente definidos y el área queda impecable por limpieza previa y post, coordinada prod/mant.





SOLICITUD DE MANTENIMIENTO		SO-MAN-2018 N° 000001
LUGAR(OBRA):		
PRIORIDAD: Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/>		
MÁQUINA/EQUIPO		
DESCRIPCION DEL PROBLEMA (especificar detalladamente)		
Nro de OT: OT-MAN- _____ - _____ año - equipo - correlativo		_____ Jefe de Maquinaria y Equipos
Solicitante _____		Nombre: _____
Hora: _____		Fecha: _____ Hora: _____

PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO GENERAL MAQUINORTE										CRONOGRAMA									
Jefe de manito: _____ Asist. maq. y eq.: _____										AÑO: 20__ - MES: _____									
Código	Maquina/Equipo	Modelo	Serie	Ubicación	Frec.	Ult. Mnto	Tipo	250 Hrs	500 Hrs	750 Hrs	1000 Hrs	1250 Hrs	1500 Hrs	1750 Hrs	2000 Hrs				
MAH-01	ATUORMIGONERA DAMPER 4X4	MZ-100 HT	164522	LA.MORA	250 HRS	120.70	Fecha												
MV-01	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	LF-8000	IFDYU82A0NVA10390	CYMSA	250 HRS	8173.40	Horom.												
MV-06	CAMION VOLQUETE 6X4 15M-CUB	TRAKKER 380T42	8ATEJST0BX075210	CYMSA	250 HRS	5098.16	Fecha												
MCF-01	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	L120C	L120V62182C	ALM. GENERAL	250 HRS	3048.20	Horom.												
MCF-02	CARGADOR FRONTAL SOBRE RUEDAS	456ZX	JCB456ZOY02061047	LA.MORA	250 HRS	1852.70	Fecha												
MEX-01	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	330CLME	CYA00226	CASMA	250 HRS	15658.90	Horom.												
MEX-05	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	336DLME-02	M4T01096	CASMA	250 HRS	1874.20	Fecha												
MEX-03	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS	S340LC-V	DHKHELWOHA002484	CASMA	250 HRS	5013.40	Horom.												
MEX-02	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS (BRAZO LARGO)	S340LC-V	DHKHELWOK80002418	CASMA	250 HRS	4619.00	Fecha												
MMC-02	MINICARGADOR NEUMATICO	225eco	GBD225VRVB1746926	ALM. GENERAL	250 HRS	457.98	Horom.												
MRE-03	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	3C	JCB3C4TC02107095	LA.MORA	250 HRS	5664.20	Fecha												
MRE-04	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	3C	JCB3C4TC02260749	LA.MORA	250 HRS	5091.30	Horom.												
MRE-05	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	3Ceco	JCB3C4TV02260723	ALM. GENERAL	250 HRS	2907.10	Fecha												
MRE-06	RETROEXCAVADORA SOBRE RUEDAS 4X4 TELESC	3Ceco	JCB3C4TV02260723	ALM. GENERAL	250 HRS	3254.70	Horom.												
MRDC-01	RODILLO COMPACTADOR AUTO-PROPULSADO (NEU)	VM-11SD	1807761	ALM. GENERAL	250 HRS	598.80	Fecha												
MTO-01	TRACTOR ORUGA	D6D	20X04690	CASMA	250 HRS	12455.80	Horom.												

ANEXO 8

PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO MAQUINORTE									
EQUIPO: AUTOHORMIGONERA		FRECUENCIA EN HORAS							
		250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
General/estructura									
1	Lavar por completo el equipo	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Engrase general del equipo (articulacion, direccion, cardanes, suspecion, etc)	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Eliminar todo tipo de fugas de acuerdo a ckeck list de inspeccion reciente	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inpeccion general visual de equipo (latoneria, pintura, tipos de limpieza, etc)	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccion de cinturon de seguridad - asiento	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar chasis y estructura, posibles rajaduras	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccion y lubricacion de visagras y chapas de compuertas	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccion y cambio de puntos de lubricacion abollados - graseras	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de admision									
1	Cambio de filtros de aire	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccion/Limpieza de lineas de admision, mangueras, abrazaderas, codos	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de combustible									
1	Cambio de filtro de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar lineas de combustible, mangueras, abrazaderas, conectores y sellos	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Drenar agua de tanque de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Verificar estado de bomba de cebado de sistema combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccione el sello de la tapa de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Limpia tapa y rejilla (sedaso) de llenado de combustible								X
7	Lavar tanque de combustible								X
Motor									
1	Muestra de aceite motor - obtener		X		X		X		X
2	Cambio de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Cambio de filtro de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Verificar sellos y gaskets de multiple	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar estado de la coraza del carter		X		X		X		X
6	Limpia respiradero de carter		X		X		X		X
7	Comprobar motor (marcha minimo y maximo)	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar y ajustar tubo de escape y silenciador	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Verificar estado de soportes de motor		X		X		X		X
10	Realizar pruebas de motor (verificar parametros de acuerdo a fabricante)								X
11	Calibracion de valvulas de motor								X
Sistema de enfriamiento									
1	Inspeccionar/Lubricar bearing de ventilador	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccion de protector de ventilador, pernos y guardas	X	X	X	X	X	X	X	X
Hidraulico									
1	Muestra de aceite hidraulico - obtener				X				X
2	Compruebe nivel de aceite hidraulico	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Limpia respiradero del tanque hidraulico	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar estado de mangueras hidraulicas, abrazaderas, sellos, conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar estado de controles y palancas	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar/Comprobar ruidos estraños de los sistemas hidraulicos bombas, valvulas, cilindros, motores	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccion de cilindros hidraulicos - partes cromadas - fugas	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Confirmar velocidad de implementos		X		X		X		X
9	Confirmar presiones de bombas principales (realizar calado)				X				X
10	Lavar tanque hidraulico								X
Sistema de transmision									
1	Muestra de aceite transmision (cajas y corona,)		X		X		X		X
2	Cambio de aceite de la transmision (caja y reductora)	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Limpia repiradero de transmision (caja y reductora)	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Ajustar y lubricar articulaciones de cambios	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Compruebe recorrido libre y total de pedal de embrague	X	X	X	X	X	X	X	X

6	Compruebe desgaste forro de embrague medida original 9.0mm	X	X	X	X	X	X	X
7	Cambio de aceite de diferencial delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X
8	Limpiar repiradero de diferencial delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X
9	Comprobar juego de cojinetes rueda posterior	X	X	X	X	X	X	X
10	Comprobar movimiento de puente delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X
11	Apriete tuercas de todas las ruedas	X	X	X	X	X	X	X
12	Medir presion y estado de los neumaticos	X	X	X	X	X	X	X
Eje propulsor/cardan								
1	Ajustar pernos y tuercas de cardan delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar juego union de cardanes delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar juego de crucetas delanteras y posteriores	X	X	X	X	X	X	X
4	Comprobar ajuste y juego de ejes cola con brida - yugos	X	X	X	X	X	X	X
5	Inpeccionar tubos eje cardan - abolladuras, desalineamientos	X	X	X	X	X	X	X
6	Engrase de crucetas y yugo	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de frenos								
1	Inpeccionar desgaste de forros de frenos - según manual	X	X	X	X	X	X	X
2	Comprobar/regulacion frenos (presicion)	X	X	X	X	X	X	X
3	Regulacion recorrido libre y total de pedal de freno	X	X	X	X	X	X	X
4	Comprobar/regulacion de freno de estacionamiento - parqueo	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccion de fugas, estado de cañerías y mangueras de freno	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar estado de forros de zaptas de freno	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de direccion								
1	Inpeccionar desgaste de forros de frenos - según manual	X	X	X	X	X	X	X
2	Comprobar/regulacion frenos (presicion)	X	X	X	X	X	X	X
3	Regulacion recorrido libre y total de pedal de freno	X	X	X	X	X	X	X
4	Comprobar/regulacion de freno de estacionamiento - parqueo	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccion de fugas, estado de cañerías y mangueras de freno	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar estado de forros de zaptas de freno	X	X	X	X	X	X	X
7	Recorrido y vibracion de direccion	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de bombeo y Cuba (Pala y Hormigonera)								
1	Inspeccion de tanque de agua	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar lineas de agua succion y salida (valvulas, mangueras, abrazaderas, conectores, acoples y sellos)	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccion de bomba y manometro (agua)	X	X	X	X	X	X	X
4	Engrase de sistema de articulacion de pala autohormigonera	X	X	X	X	X	X	X
5	Templado/Inspeccion de cadena de cuba autohormigonera	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccion/Lubricacion de rodamiento de cuba autohormigonera	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionde alabes de autohormigonera	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar holgura de descansos y rodamiento de cubas							X
Suspensión								
1	Inspeccionar estado de basculante posterior	X	X	X	X	X	X	X
2	Ajuste/Lubricacion de basculante posterior	X	X	X	X	X	X	X
Sistema electrico								
1	Inspeccionar circulina	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar mandos de control electrico	X	X	X	X	X	X	X
3	Revisar cables de bateria	X	X	X	X	X	X	X
4	Comprobar funcionamiento de indicadores de panel	X	X	X	X	X	X	X
5	Comprobar funcionamiento de luces	X	X	X	X	X	X	X
6	Comprobar funcionamiento claxon	X	X	X	X	X	X	X
7	Comprobar alarma de retroceso	X	X	X	X	X	X	X
8	Verificar baterias, celdas, bornes, nivel de electrolito, estado de baterias	X	X	X	X	X	X	X
9	Verificar fusibles, reemplazar dañados	X	X	X	X	X	X	X
10	Verificar harnes, abrasaderas, aislamiento y conectores	X	X	X	X	X	X	X
11	Verificar estado de caja de relays y relays	X	X	X	X	X	X	X
12	Inspeccion de alternador/bobina de carga (verificar voltaje, juego de axial y lateral)		X		X		X	X
13	Inspeccion de arrancador (verificar arranque)		X		X		X	X
14	Limpieza y lubricacion de enchufes electricos/electronicos							X

ANEXO 9

PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO MAQUINORTE								
EQUIPO: CAMION VOLQUETE		FRECUENCIA EN HORAS						
		250	500	750	1000	1250	1500	1750
General/estructura								
1	Lavar por completo el equipo	X	X	X	X	X	X	X
2	Engrase general del equipo (articulacion, direccion, cardanes, suspecion, etc)	X	X	X	X	X	X	X
3	Eliminar todo tipo de fugas de acuerdo a check list de inspeccion reciente	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccion general visual de equipo (latoneria, pintura, tipos de limpieza, etc)	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccion espejos	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccion de cinturon de seguridad - asiento	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar vidrios de cabina	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar chasis y estructura, posibles rajaduras	X	X	X	X	X	X	X
9	Inspeccion y lubricacion de visagras y chapas de puertas y compuertas	X	X	X	X	X	X	X
10	Inspeccion y cambio de puntos de lubricacion abollados - graseras	X	X	X	X	X	X	X
11	Regulacion de ganchos de compuerta tolva	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de admision								
1	Cambio de filtro de aire primario	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de filtro de aire secundario	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccion/Limpieza de lineas de admision, mangueras, abrazaderas, codos	X	X	X	X	X	X	X
4	Limpiar filtro de cabina		X		X		X	X
Sistema de combustible								
1	Cambio de filtro de combustible	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de filtro separador	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar lineas de combustible, mangueras, abrazaderas, conectores y sellos	X	X	X	X	X	X	X
4	Drenar agua de tanque de combustible	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar estado de bomba de cebado de sistema combustible	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccione el sello de la tapa de combustible	X	X	X	X	X	X	X
7	Limpiar tapa y rejilla (sedaso) de llenado de combustible							X
8	Lavar tanque de combustible							X
Motor								
1	Muestra de aceite motor - obtener		X		X		X	X
2	Cambio de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X
3	Cambio de filtro de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar tension de las fajas y estado de templadores	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar sellos y gaskets de multiple y turbo	X	X	X	X	X	X	X
6	Verificar estado de la coraza del carter		X		X		X	X
7	Limpiar respiradero de carter		X		X		X	X
8	Comprobar motor (marcha minimo y maximo)	X	X	X	X	X	X	X
9	Inspeccionar y ajustar tubo de escape y silenciador	X	X	X	X	X	X	X
10	Realizar pruebas de motor (verificar parametros de acuerdo a fabricante)				X			X
11	Calibracion de valvulas de motor							X
12	Revisar juego axial y radial del turbocompresor (reloj comparador)							X
13	Verificar estado de soportes de motor		X		X		X	X
14	Verificar estado de soportes de radiador		X		X		X	X
Sistema de enfriamiento								
1	Muestra de refrigerante - obtener				X			X
2	Inspeccionar/rellenar refrigerante	X	X	X	X	X	X	X
3	Limpieza de condensador (del refrigerante)	X	X	X	X	X	X	X
4	Limpieza de panel de radiadores	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpie tapa de radiador, reemplace si esta averiada	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar/Lubricar bearing de ventilador	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar mangueras del sistema de enfriamiento, mangueras, abrazaderas, codos, conectores	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccion de protector de ventilador, pernos y guardas	X	X	X	X	X	X	X
Tomafuerza/Hidraulico								
1	Cambio de aceite hidraulico - obtener							X

2	Muestra de aceite hidraulico - obtener		X		X		X		X
3	Cambio de elemento hidraulico		X		X		X		X
4	Compruebe nivel de aceite hidraulico tolva	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpiar respiradero del tanque hidraulico tolva	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Cambio de aceite hidraulico - gato de levante - si es necesario		X		X		X		X
7	Compruebe nivel de aceite hidraulico - gato levante cabina		X		X		X		X
8	Inspeccionar estado de mangueras hidraulicas, abrazaderas, sellos, conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Verificar estado de controles y palancas	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Inspeccionar/Comprobar ruidos extraños y temperatura de direccion, servo, caja direccion, etc.	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Inspeccion de cilindros hidraulicos - partes cromadas - fugas	X		X	X	X		X	X
12	Confirmar presiones de bombas principales (realizar calado)		X		X		X		X
13	Lavar tanque hidraulico								X
Sistema de transmision									
1	Muestra de aceite transmision (caja, corona, cubos) - obtener		X		X		X		X
2	Cambio de aceite transmision (caja)				X				X
3	Compruebe nivel de aceite de la transmision (caja)	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Limpiar respiradero de transmision (caja)	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Compruebe aceite e inspeccionar fugas del tandem	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Ajustar y lubricar articulaciones de cambios	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Compruebe nivel de liquido de embrague	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Compruebe recorrido libre y total de pedal de embrague	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Cambio de aceite de mandos finales (cubos) LH y RH delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Compruebe nivel de aceite de mandos finales (cubos) LH y RH delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Cambio de aceite de diferencial delantero y posterior				X				X
12	Compruebe nivel de aceite de diferencial delantero y posterior				X				X
13	Limpiar respiradero de diferencial delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Comprobar juego de cojinetes rueda delantero	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Cambio de aceite de rueda delanterar	X		X	X	X		X	X
16	Comprobar nivel de aceite de rueda delantera	X	X	X	X	X	X	X	X
17	Comprobar movimiento de puente delantero	X	X	X	X	X	X	X	X
18	Apriete tuercas de todas las ruedas	X	X	X	X	X	X	X	X
19	Medir presion y estado de los neumaticos	X	X	X	X	X	X	X	X
Eje propulsor									
1	Ajustar pernos y tuercas de cardan delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar juego union de cardanes delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar juego de crucetas delanteras y posteriores	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Comprobar ajuste y juego de ejes cola con brida - yugos	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar tubos eje cardan - abolladuras, desalineamientos	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Engrase de crucetas y yugo	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de frenos									
1	Drenar tanques de aire	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar filtros secador de aire	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar desgaste de forros de frenos - según manual	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Comprobar/regular frenos (presicion)	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Regular recorrido libre y total de pedal de freno	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Comprobar/regulacion de freno de estacionamiento - parqueo	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccion de fugas, estado de cañerías y mangueras aire	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar estado de rachets delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Inspeccionar estado de machimbrake delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de direccion									
1	Muestra de aceite direccion - obtener		X		X		X		X
2	Cambio de aceite direccion				X				X
3	Cambio de filtro de direccion		X		X		X		X
4	Compruebe nivel de aceite direccion	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar estado de mangueras hidraulicas, abrazaderas, sellos, conectores	X	X	X	X	X	X	X	X

6	Comprobar juego de pines de direccion	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Comprobar juego de terminales de direccion	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar barras de direccion - desgaste, abolladuras, desalineamientos	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Engrase de sistema de direccion (pines direccion, terminales, eje timon)	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Inspeccionar/Comprobar ruidos extraños de direccion, servo, caja direccion, etc.	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Recorrido y vibracion de direccion	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Ajuste/inspeccion de soportes de y barra estabilizadora direccional		X		X		X		X
13	Alineamiento		X		X		X		X
Suspensión									
1	Cambio de aceite de BOOGIE				X				X
2	Regulacion y calibracion de BOOGIE				X				X
3	Inspeccionar estado de hojas de muelle LH y RH delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar estado de grapas de hojas de muelle	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar estado de amortiguadores delanteros y cabina	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Ajuste/inspeccion de abrazaderas de paquetes de muelles		X		X		X		X
7	Ajuste/inspeccion soportes de barra estabilizadora de posterior		X		X		X		X
8	Ajuste/inspeccion soportes de templadores de corona		X		X		X		X
Sistema electrico									
1	Inspeccionar circulina	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar mandos de control electrico	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Revisar cables de bateria	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Comprobar funcionamiento de limpiaparabrisas - liquido	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Comprobar funcionamiento de indicadores de panel	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Comprobar funcionamiento de luces	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Comprobar funcionamiento claxon	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar fijacion de alternador y correas	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Comprobar alarma de retroceso	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Verificar baterias, celdas, bornes, nivel de electrolito, estado de baterias	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Verificar fusibles, reemplazar dañados	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Verificar harnes, abrasaderas, aislamiento y conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Verificar estado de caja de relays y relays	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Verificar sistema de precalentamiento	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Limpieza e inspeccion de EDC (Electric Diesel Control)	X	X	X	X	X	X	X	X
16	Inspeccion de alternador (verificar voltaje, juego de axial y lateral)		X		X		X		X
17	Inspeccion de arrancador (verificar arranque)		X		X		X		X
18	Limpieza y lubricacion de enchufes electricos/electronicos								X

ANEXO 10

PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO MAQUINORTE									
EQUIPO: CARGADOR FRONTAL		FRECUENCIA EN HORAS							
		250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
General									
1	Lavar por completo el equipo	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar/verificar sistemas de articulacion del equipo (sonidos extraños, juego, desgaste, etc.)	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Engrase general del equipo (articulacion, direccion, cardanes, suspecion, etc)	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Eliminar todo tipo de fugas de acuerdo a ckeck list de inspeccion reciente	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar y ajustar pernos y tuercas en general	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Verificar estado de mangueras de todos los sistemas, abrazaderas, conectores, sellos	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inpeccion general visual de equipo (pintura, tipos de limpieza, etc)	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inpeccion espejos	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Inspeccion de cinturon de seguridad	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Inspeccionar pernos de contrapeso	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Inspeccionar vidrios de cabina	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Inspeccionar estructura, posibles rajaduras	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Inspeccion y engrase de visagras y chapas de compuertas	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Inspeccionar soportes de cabina		X		X		X		X
Sistema de admision									
1	Cambio de filtro de aire primario	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de filtro de aire secundario	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Limpieza y mantenimiento de turbina de admision	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccion/Limpieza de lineas de admision, mangueras, abrazaderas, codos	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpiar filtro de cabina	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de combustible									
1	Cambio de filtro de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de filtro separador	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar lineas de combustible, mangueras, abrazaderas, conectores y sellos	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Drenar agua de tanque de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar estado de bomba de cebado de sistema combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccione el sello de la tapa de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Limpiar tapa y rejilla (sedaso) de llenado de combustible				X				X
Motor									
1	Muestra de aceite de motor obtener		X		X		X		X
2	Cambio de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Cambio de filtro de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar tension de las fajas y estado de templador	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar sellos y gaskets de multiple y turbo	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Verificar estado del turbo juego axial y radial				X				X
7	Verificar estado de la coraza del carter		X		X		X		X
8	Limpiar respiradero de carter		X		X		X		X
9	Comprobar motor (marcha minimo y maximo)	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Calibrar y realizar pruebas de motor (parametros según tabla del fabricante)				X				X
11	Verificar estado de soportes de motor				X				X
12	Verificar estado de soportes de radiador				X				X
Sistema de enfriamiento									
1	Muestra de refrigerante - obtener		X		X		X		X
2	Inspeccionar/rellenar refrigerante	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Limpieza de condensador (del refrigerante)	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Limpieza de panel de radiadores	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpie tapa de radiador, reemplace si esta averiada tanque expansor)	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar/Lubricar bearing de ventilador	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar mangueras del sistema de enfriamiento, mangueras, abrazaderas, codos, conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccion de protector de ventilador, pernos y guardas	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema hidraulico									
1	Muestra de aceite hidraulico - obtener		X		X		X		X
2	Cambio de filtro hidraulico retorno		X		X		X		X

3	Compruebe nivel de aceite hidraulico	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Limpia respiradero del tanque hidraulico	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar estado de mangueras hidraulicas, abrazaderas, sellos, conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Verificar estado de controles y palancas	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar/Comprobar ruidos extraños de los sistemas hidraulicos bombas, valvulas, cilindros, motores	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Confirmar velocidad de implementos		X		X		X		X
9	Calibrar presiones de sistema hidraulico general (parametros según tabla del fabricante)				X				X
10	Inspeccionar acumuladores				X				X
11	Inspeccionar tubos del sistema hidraulico				X				X
12	Inspeccionar pernos de sujecion de tanque hidraulico				X				X
Sistema de transmision y mandos finales									
1	Muestra de aceite de mandos finales (cubos) LH y RH delantero y posterior		X		X		X		X
2	Cambio de aceite de mandos finales(cubos) LH y RH delantero y posterior		X		X		X		X
3	Compruebe nivel de aceite de mandos finales (cubos) LH y RH delantero y post	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Muestra de aceite de diferencial delantero posterior -Obtener		X		X		X		X
5	Cambio de aceite de diferencial delantero y posterior		X		X		X		X
6	Compruebe nivel de aceite de diferencial delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Limpia repiradero de diferencial delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Apriete tuerca de todas las ruedas	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Medir presion y estado de los neumaticos	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Ajuste pernos y tuercas de arbol de transmision delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Muestra de aceite de la transmision (caja)				X				X
12	Cambio de aceite de la transmision (caja)				X				X
13	Compruebe nivel de aceite de la transmision (caja)	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Limpia repiradero de transmision (caja)	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Engrase de cruceas y yugos	X	X	X	X	X	X	X	X
16	Engrase e inspeccion de balancin posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
17	Calibrar presiones de la transmision (parametros según tabla del fabricante)				X				X
18	Inspeccionar soportes caja				X				X
Sistema de frenos									
1	Compruebe frenos (presicion y acumuladores)	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Compruebe freno de estacionamiento - parqueo	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccion de fugas, estado de cañerías y mangueras	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccioar medida de discos de freno				X				X
5	Calibrar presiones de freno y parqueo				X				X
Sistema electrico									
1	Inspeccionar circulina	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar mandos de control electrico	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Revisar cables de bateria	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Comprobar funcionamiento de limpiaparabrisas - liquido	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Comprobar funcionamiento de indicadores de panel	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Comprobar funcionamiento de luces	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Comprobar funcionamiento claxon	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar fijacion de alternador y correas	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Comprobar alarma de retroceso	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Verificar baterias, celdas, bornes, nivel de electrolito, estado de baterias	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Verificar fusibles, reemplazar dañados	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Verificar harnes, abrasaderas, aislamiento y conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Verificar estado de caja de relays y relays	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Inspeccion de alternador (verificar voltaje, juego de axial y lateral)				X				X
15	Inspeccion de arrancador (verificar arranque)				X				X
Sistema de articulacion y corte									
1	Inspeccionar/cambiar uñas si es necesario	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar cucharon, fisuras desgastes	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar/Ajustar varillaje de cucharon	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Verificar desgaste de cantoneras de cucharon	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar estado de puntos de lubricacion	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inpeccion de patines y planchas de sacrificio				X				X

ANEXO 11

PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO MAQUINORTE									
EQUIPO: CAMION EXCAVADORA		FRECUENCIA EN HORAS							
		250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
General									
1	Lavar por completo el equipo	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar/verificar sistemas de articulacion del equipo (sonidos extraños, juego, desgaste, etc.)	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Engrase general del equipo (pines, tornamesa, etc)	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Eliminar todo tipo de fugas de acuerdo a ckeck list de inspeccion reciente	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar y ajustar pernos y tuercas en general	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Verificar estado de mangueras de todos los sistemas, abrazaderas, conectores, sellos	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inpeccion general visual de equipo (pintura, tipos de limpieza, etc)	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccion de cinturon de seguridad	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Inspeccionar pernos de contrapeso	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Inspeccionar vidrios de cabina	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Inspeccionar estructura, posibles rajaduras - inspeccion visual		X		X		X		X
Sistema de admision									
1	Cambio de filtro de aire primario	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de filtro de aire secundario	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Cambio de filtro de cabina				X				X
4	Inspeccion/Limpieza de lineas de admision, mangueras, abrazaderas, codos	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpiar filtro de cabina	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de combustible									
1	Cambio de filtro de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de filtro separador	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar lineas de combustible, mangueras, abrazaderas, conectores y sellos	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Drenar agua de tanque de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar estado de bomba de cebado de sistema combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccione el sello de la tapa de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Limpiar tapa y rejilla (sedaso) de llenado de combustible				X				X
8	Lavar tanque de combustible								X
Motor									
1	Muestra de aceite de motor obtener		X		X		X		X
2	Cambio de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Cambio de filtro de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar/reemplazar cilindro de arranque con eter	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar tension de las fajas y estado de templador	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Verificar sellos y gaskets de multiple y turbo	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Verificar estado de la coraza del carter		X		X		X		X
8	Limpiar respiradero de carter		X		X		X		X
9	Comprobar motor (marcha minimo y maximo)	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Realizar pruebas de motor según especificaciones				X				X
11	Revisar juego axial y radial del turbocompresor (reloj comparador)								X
12	Calibrar valvulas e inyectores de motor								X
14	Verificar estado de soportes de motor				X				X
15	Verificar estado de soportes de radiador				X				X
Sistema de enfriamiento									
1	Muestra de refrigerante - obtener		X		X		X		X
2	Inspeccionar/rellenar refrigerante	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Limpieza de condensador (del refrigerante)	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Limpieza de panal de radiadores	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpie tapa de radiador, reemplace si esta averiada	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar/Lubricar bearing de ventilador	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar mangueras del sistema de enfriamiento, mangueras, abrazaderas, codos, conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccion de protector de ventilador, pernos y guardas	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema hidraulico									
1	Muestra de aceite hidraulico - obtener		X		X		X		X
2	Cambio de aceite hidraulico								X

3	Cambio de filtro hidraulico piloto		X		X		X		X
4	Cambio de filtros hidraulico drenaje		X		X		X		X
5	Cambio de filtro hidraulico retorno		X		X		X		X
6	Compruebe nivel de aceite hidraulico	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Limpiar respiradero del tanque hidraulico	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar estado de mangueras hidraulicas, abrazaderas, sellos, conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Verificar estado de controles y palancas	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Inspeccionar/Comprobar ruidos extraños de los sistemas hidraulicos bombas, valvulas, cilindros, motores	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Confirmar velocidad de implementos		X		X		X		X
12	Calibrar presiones de sistema hidraulico general (realizar calado)				X				X
13	Inspeccionar aculadores				X				X
14	Inspeccionar tubos del sistema hidraulico				X				X
15	Lavar tanque hidraulico (inspeccionar)								X
Sistema de giro									
1	Muestra de aceite reductor de giro - obtener		X		X		X		X
2	Cambio de aceite de reductor de giro				X				X
3	Compruebe nivel de aceite de mandos de rotacion - reductor	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Compruebe el freno de giro	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpieza de respiradero de giro	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Verificar juego de toenamesa				X				X
Mandos finales									
1	Muestra de aceite mandos finales - obtener		X		X		X		X
2	Cambio de aceite de mandos finales				X				X
3	Compruebe nivel de aceite de los mandos finales LH y RH	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar desgastes o abolladuras de cubos exteriores	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Opere la maquina y deje que pare sin aplicar frenos	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar fugas de aceite por los cubos	X	X	X	X	X	X	X	X
Undercarriage									
1	Inspeccionar guardas de rodillo (pernos de fijacion)	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Compruebe ajustes de cadenas	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Revisar estado de bastidores	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccion/Ajuste de pernos de cadena	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar desgaste de guias de cadena	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Realice medicion de todo el sistema carrileria % deesgaste según catalogo (cadena, ruedas guias, rodillo superiores e inferiores, sprokers, zapatas, etc)	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema electrico									
1	Inspeccionar circulina	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar mandos de control electrico	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Revisar cables de bateria	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Comprobar funcionamiento de limpiaparabrisas - liquido	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Comprobar funcionamiento de indicadores de panel	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Comprobar funcionamiento de luces	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Comprobar funcionamiento claxon	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar fijacion de alternador y correas	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Comprobar alarma de retroceso	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Verificar baterias, celdas, bornes, nivel de electrolito, estado de baterias	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Verificar fusibles, reemplazar dañados	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Verificar harnes, abrasaderas, aislamiento y conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Verificar estado de caja de relays y relays	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Inspeccion de alternador (verificar voltaje, juego de axial y lateral)				X				X
15	Inspeccion de arrancador (verificar arranque)				X				X
16	Limpieza y lubricacion de enchufes electricos/electronicos								X
Sistema de articulacion y corte									
1	Inspeccionar/cambiar uñas si es necesario	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar cucharon, fisuras desgastes	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar/Ajustar varillaje de cucharon	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Verificar desgaste de cantoneras de cucharon	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar estado de puntos de lubricacion en general	X	X	X	X	X	X	X	X

ANEXO 12

PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO MAQUINORTE									
EQUIPO: MINI CARGADOR		FRECUENCIA EN HORAS							
		250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
General									
1	Lavar por completo el equipo	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar/verificar sistemas de articulacion del equipo (sonidos extraños, juego, desgaste, etc.)	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Engrase general del equipo (articulacion, direccion, cardanes, suspecion, etc)	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Eliminar todo tipo de fugas de acuerdo a check list de inspeccion reciente	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar y ajustar pernos y tuercas en general	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Verificar estado de mangueras de todos los sistemas, abrazaderas, conectores, sellos	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inpeccion general visual de equipo (pintura, tipos de limpieza, etc)	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inpeccion espejos	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Inspeccion de cinturon de seguridad - asiento	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Inspeccionar vidrios de cabina	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Inspeccionar estructura, posibles rajaduras	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Inspeccion y lubricacion de visagras y chapas de compuertas	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Inspeccion de soportes de cabina		X		X		X		X
Sistema de admision									
1	Cambio de filtro de aire primario	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de filtro de aire secundario	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccion/Limpieza de lineas de admision, mangueras, abrazaderas, codos	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de combustible									
1	Cambio de filtro de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de filtro separador	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar lineas de combustible, mangueras, abrazaderas, conectores y sellos	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Drenar agua de tanque de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar estado de bomba de cebado de sistema combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccione el sello de la tapa de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Limpiar tapa y rejilla (sedaso) de llenado de combustible				X				X
8	Lavar tanque de combustible								X
Motor									
1	Muestra de aceite de motor		X		X		X		X
2	Cambio de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Cambio de filtro de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar tension de las fajas y estado de templador	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar sellos y gaskets de multiple y turbo	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Verificar estado de la coraza del carter		X		X		X		X
7	Limpiar respiradero de carter		X		X		X		X
8	Comprobar motor (marcha minimo y maximo)	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Calibrar y realizar pruebas de motor (parametros según tabla del fabricante)				X				X
10	Revisar juego axial y radial del turbocompresor (reloj comparador)								X
11	Calibrar valvulas de motor								X
12	Verificar estado de soportes de motor				X				X
13	Verificar estado de soportes de radiador				X				X
Sistema de enfriamiento									
1	Muestra de refrigerante - obtener				X				X
2	Inspeccionar/rellenar refrigerante	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Limpieza de condensador (del refrigerante)	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Limpieza de panel de radiadores	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpie tapa de radiador, reemplace si esta averiada	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar/Lubricar bearing de ventilador	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar mangueras del sistema de enfriamiento, mangueras, abrazaderas, codos, conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccion de protector de ventilador, pernos y guardas	X		X	X	X		X	X
Sistema hidraulico									
1	Muestra de aceite hidraulico - obtener		X		X		X		X

2	Cambio de aceite hidraulico							X
3	Cambio de filtros hidraulicos		X		X		X	X
4	Compruebe nivel de aceite hidraulico	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpiar respiradero del tanque hidraulico	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar estado de mangueras hidraulicas, abrazaderas, sellos, conectores	X	X	X	X	X	X	X
7	Verificar estado de controles y palancas	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar/Comprobar ruidos extraños de los sistemas hidraulicos bombas, valvulas, cilindros, motores	X	X	X	X	X	X	X
9	Inspeccion de cilindros hidraulicos - partes cromadas - fugas	X	X	X	X	X	X	X
10	Inspeccionar estado de mangueras hidraulicas, abrazaderas, sellos, conectores		X		X		X	X
11	confirmar velocidad de implementos				X			X
12	Calibrar presiones de sistema hidraulico general (parametros según tabla del fabricante)				X			X
13	Inspeccionar acululadores				X			X
14	Inspeccionar tubos del sistema hidraulico				X			X
15	Lavar tanque hidraulico (inspeccionar)							X
Sistema de transmision y mandos finales								
1	Muestra de aceite de mandos finales LH y RH		X		X		X	X
2	Cambio de aceite de mandos finales LH y RH		X		X		X	X
3	Compruebe nivel de aceite de mandos finales LH y RH	X	X	X	X	X	X	X
4	Comprobar/Ajustar cadenas de mandos finales LH y RH	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpiar repiradero de mandos finales LH y RH	X	X	X	X	X	X	X
6	Apriete tuercas de todas las ruedas	X	X	X	X	X	X	X
7	Medir presion y estado de los neumaticos	X	X	X	X	X	X	X
8	Comprobar juego de cojinetes de ruedas				X			X
9	Calibrar presiones de la transmision (parametros según tabla del fabricante)				X			X
Sistema de frenos								
1	Comprobar parqueo - estacionar equipo y verificar si se desliza por si sola	X	X	X	X	X	X	X
2	Comprobar direccion y verificar si se a la derecha o izquierda	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccion de fugas, estado de cañerías y mangueras	X	X	X	X	X	X	X
4	Calibrar presiones de freno				X			X
Sistema electrico								
1	Inspeccionar circulina	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar mandos de control electrico	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar sistema antibloqueo	X	X	X	X	X	X	X
4	Revisar cables de bateria	X	X	X	X	X	X	X
5	Comprobar funcionamiento de limpiaparabrisas - liquido/opcional	X	X	X	X	X	X	X
6	Comprobar funcionamiento de indicadores de panel	X	X	X	X	X	X	X
7	Comprobar funcionamiento de luces	X	X	X	X	X	X	X
8	Comprobar funcionamiento claxon	X	X	X	X	X	X	X
9	Inspeccionar fijacion de alternador y correas	X	X	X	X	X	X	X
10	Comprobar alarma de retroceso	X	X	X	X	X	X	X
11	Verificar baterías, celdas, bornes, nivel de electrolito, estado de baterías	X	X	X	X	X	X	X
12	Verificar fusibles, reemplazar dañados	X	X	X	X	X	X	X
13	Verificar harnes, abrasaderas, aislamiento y conectores	X	X	X	X	X	X	X
14	Verificar estado de caja de relays y relays	X	X	X	X	X	X	X
15	Verificar sistema de precalentamiento	X	X	X	X	X	X	X
16	Inspeccion de alternador (verificar voltaje, juego de axial y lateral)				X			X
17	Inspeccion de arrancador (verificar arranque)				X			X
18	Inspeccion, Limpieza y lubricacion de enchufes electricos/electronicos				X			X
Sistema de articulacion y corte								
1	Inspeccionar todos los pasadores y bujes	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar/cambiar uñas si es necesario	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar cucharón, fisuras desgastes	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar/Ajustar varillaje de cucharón	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar desgaste de cantoneras de cucharón	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar estado de puntos de lubricacion	X	X	X	X	X	X	X

ANEXO 13

PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO MAQUINORTE									
EQUIPO: RETRO EXCAVADORA		FRECUENCIA EN HORAS							
		250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
General									
1	Lavar por completo el equipo	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar/verificar sistemas de articulacion del equipo (sonidos extraños, juego, desgaste, etc.)	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Engrase general del equipo (articulacion, direccion, cardanes, suspecion, etc)	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Eliminar todo tipo de fugas de acuerdo a check list de inspeccion reciente	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar y ajustar pernos y tuercas en general	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Verificar estado de mangueras de todos los sistemas, abrazaderas, conectores, sellos	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inpeccion general visual de equipo (pintura, tipos de limpieza, etc)	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inpeccion espejos	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Inspeccion de cinturon de seguridad - asiento	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Inspeccionar vidrios de cabina	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Inspeccionar estructura, posibles rajaduras	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Inspeccion y Lubricacion de visagras y chapas de compuertas	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Inspeccion de soportes de cabina		X		X		X		X
Sistema de admision									
1	Cambio de filtro de aire primario	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de filtro de aire secundario	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccion/Limpieza de lineas de admision, mangueras, abrazaderas, codos	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de combustible									
1	Cambio de filtro de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de filtro separador	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar lineas de combustible, mangueras, abrazaderas, conectores y sellos	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Drenar agua de tanque de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar estado de bomba de cebado de sistema combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccione el sello de la tapa de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Limpiar tapa y rejilla (sedaso) de llenado de combustible				X				X
8	Lavar tanque de combustible								X
Motor									
1	Muestra de aceite de motor		X		X		X		X
2	Cambio de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Cambio de filtro de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar tension de las fajas y estado de templador	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar sellos y gaskets de multiple y turbo	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Verificar estado de la coraza del carter		X		X		X		X
7	Limpiar respiradero de carter		X		X		X		X
8	Comprobar motor (marcha minimo y maximo)	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Calibrar y realizar pruebas de motor (parametros según tabla del fabricante)				X				X
10	Revisar juego axial y radial del turbocompresor (reloj comparador)								X
11	Calibrar valvulas de motor								X
12	Verificar estado de soportes de motor				X				X
13	Verificar estado de soportes de radiador				X				X
Sistema de enfriamiento									
1	Muestra de refrigerante - obtener				X				X
2	Inspeccionar/rellenar refrigerante	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Limpieza de condensador (del refrigerante)	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Limpieza de panel de radiadores	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpie tapa de radiador, reemplace si esta averiada	X	X	X	X	X	X	X	X

6	Inspeccionar/Lubricar bearing de ventilador	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar mangueras del sistema de enfriamiento, mangueras, abrazaderas, codos, conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccion de protector de ventilador, pernos y guardas	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema hidraulico									
1	Muestra de aceite hidraulico - obtener		X		X		X		X
2	Cambio de aceite hidraulico								X
3	Cambio de filtro hidraulico retorno		X		X		X		X
4	Compruebe nivel de aceite hidraulico	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpiar respiradero del tanque hidraulico	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar estado de mangueras hidraulicas, abrazaderas, sellos, conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Verificar estado de controles y palancas	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar/Comprobar ruidos extraños de los sistemas hidraulicos bombas, valvulas, cilindros, motores	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Inspeccion de cilindros hidraulicos - partes cromadas - fugas	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Confirmar velocidad de implementos				X				X
11	Calibrar presiones de sistema hidraulico general (parametros según tabla del fabricante)				X				X
12	Inspeccionar acumuladores				X				X
13	Inspeccionar tubos del sistema hidraulico				X				X
14	Lavar tanque hidraulico (inspeccionar)								X
Sistema de transmision y mandos finales									
1	Muestra de aceite de mandos finales (cubos) LH y RH delantero y posterior -Obtener		X		X		X		X
2	Cambio de aceite de mandos finales(cubos) LH y RH delantero y posterior				X				X
3	Compruebe nivel de aceite de mandos finales (cubos) LH y RH delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Muestra de aceite de diferencial delantero posterior -Obtener		X		X		X		X
5	Cambio de aceite de diferencial delantero y posterior				X				X
6	Compruebe nivel de aceite de diferencial delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Limpiar repiradero de diferencial delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Apriete tuercas de todas las ruedas	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Medir presion y estado de los neumaticos	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Ajuste pernos y tuercas de arbol de transmision delantero y posterior	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Muestra de aceite de la transmision				X				X
12	Cambio de aceite de la transmision				X				X
13	Limpieza de striner				X				X
14	Compruebe nivel de aceite de la transmision (caja)	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Limpiar repiradero de transmision (caja)	X	X	X	X	X	X	X	X
16	Engrase de crucetas y yugo	X	X	X	X	X	X	X	X
17	Engrase e inspeccion de balancin delantero	X	X	X	X	X	X	X	X
18	Comprobar juego de cojinetes cubos delantero	X	X	X	X	X	X	X	X
19	Comprobar movimiento de puente delantero	X	X	X	X	X	X	X	X
20	Calibrar presiones de la transmision (parametros según tabla del fabricante)				X				X
21	Prueba de doble traccion				X				X
22	Inspeccionar soportes caja				X				X
Sistema de frenos									
1	Comprobar/regulacion frenos (presicion)	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Comprobar/regulac freno de estacionamiento - parqueo	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccion de fugas, estado de cañerías y mangueras	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Calibrar presiones de freno				X				X
Sistema electrico									
1	Inspeccionar circulina	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar mandos de control electrico	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Revisar cables de bateria	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Comprobar funcionamiento de limpiaparabrisas - liquido	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Comprobar funcionamiento de indicadores de panel	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Comprobar funcionamiento de luces	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Comprobar funcionamiento claxon	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar fijacion de alternador y correas	X	X	X	X	X	X	X	X

9	Comprobar alarma de retroceso	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Verificar baterias, celdas, bornes, nivel de electrolito, estado de baterias	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Verificar fusibles, reemplazar dañados	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Verificar harnes, abrasaderas, aislamiento y conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Verificar estado de caja de relays y relays	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Verificar sistema de precalentamiento	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Inspeccion de alternador (verificar voltaje, juego de axial y lateral)				X				X
16	Inspeccion de arrancador (verificar arranque)				X				X
17	Inspeccion, Limpieza y lubricacion de enchufes electricos/electronicos				X				X
Sistema de articulacion y corte									
1	Inspeccionar todos los pasadores y bujes	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Lubricar/regular todos los cables y varillas (acelerador, seguro pluma, fin de curso)	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Comprobar y ajustar brazo telescopico	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Fijacion de Hydraclamp	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar/cambiar uñas si es necesario (cuchara y lampon)	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar cucharon, fisuras desgastes (cuchara y lampon)	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar/Ajustar varillaje de cucharon (cuchara y lampon)	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Verificar desgaste de cantoneras de cucharon (cuchara y lampon)	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Inspeccionar estado de puntos de lubricacion	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Brazo telescopico ajustar engrasar (calibrar)	X	X	X	X	X	X	X	X

ANEXO 14

PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO MAQUINORTE									
EQUIPO: RODILLO COMPACTADOR		FRECUENCIA EN HORAS							
		250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
General Carroceria y Cabina									
1	Lavar por completo el equipo	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Verificar estado de mangueras de todos los sistemas, abrazaderas, conectores, sellos	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccion general visual de equipo (pintura, tipos de limpieza, etc)	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar espejos	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccion de cinturón de seguridad	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar pernos de contrapeso	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar vidrios de cabina	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar estructura, posibles rajaduras	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Comprobar cilindro de elevacion del capo	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Comprobar Valvula de elevacion del capo	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Comprobar Bomba de elevacion del capo	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Comprobar rotulos y notas de seguridad	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Comprobar soportes de aislamiento de cabina	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Comprobar/Lubricar cerraduras y bisagras de compuertas	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Comprobar Interruptores de cabina	X	X	X	X	X	X	X	X
16	Limpiar/Cambiar filtro de cabina	X	X	X	X	X	X	X	X
17	Comprobar calefaccion y aire acondicionando	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de admision									
1	Cambio de filtro de aire primario	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de filtro de aire secundario	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Limpieza y mantenimiento de turbina de admision	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccion/Limpieza de lineas de admision, mangueras, abrazaderas, codos	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpiar filtro de cabina	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de combustible									
1	Cambio de filtro de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de filtro separador	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar lineas de combustible, mangueras, abrazaderas, conectores y sellos	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Drenar agua de tanque de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar estado de bomba de cebado de sistema combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccione el sello de la tapa de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Limpiar tapa y rejilla (sedaso) de llenado de combustible				X				X
8	Lavar tanque de combustible								X
Motor									
1	Muestra de aceite de motor obtener		X		X		X		X
2	Cambio de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Cambio de filtro de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar tension de las fajas y estado de templador	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar sellos y gaskets de multiple escape	X		X	X	X		X	X
6	Inspeccionar turbo juago axial y radial				X				X
7	Limpiar respiradero de carter		X		X		X		X
8	Comprobar motor (marcha minimo y maximo)	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Ajustar/Comprobar pernos de montaje del motor		X		X		X		X
10	Verificar estado de soportes de radiador				X				X
11	Calibrar y realizar pruebas de motor (parametros según tabla del fabricante)				X				X
Sistema de enfriamiento									
1	Muestra de refrigerante - obtener		X		X		X		X

2	Inspeccionar/rellenar refrigerante	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Limpieza de condensador (del refrigerante)	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Limpieza de panel de radiadores	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpie tapa de radiador, reemplace si esta averiada / tanque expansor	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccionar/Lubricar bearing de ventilador	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar mangueras del sistema de enfriamiento, mangueras, abrazaderas, codos, conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccion de protector de ventilador, pernos y guardas	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema hidraulico									
1	Muestra de aceite hidraulico - obtener		X		X		X		X
2	Cambio de elemento hidraulico								X
3	Cambio de aceite hidraulico								X
4	Limpiar respiradero del tanque hidraulico	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar estado de mangueras hidraulicas, abrazaderas, sellos, conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Verificar estado de controles y palancas	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar/Comprobar ruidos extraños de los sistemas hidraulicos bombas, valvulas, cilindros, motores	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccion de cilindros hidraulicos - partes cromadas - fugas	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Confirmar velocidad de implementos		X		X		X		X
10	Calibrar presiones de sistema hidraulico general (parametros según tabla del fabricante)				X				X
11	Inspeccionar acumuladores				X				X
12	Inspeccionar tubos del sistema hidraulico				X				X
13	Inspeccionar pernos de sujecion de tanque hidraulico				X				X
14	Lavar tanque hidraulico								X
Sistema de rodillo, ejes y direccion									
1	Muestra de aceite eje y caja reductora de rodillo - obtener		X		X		X		X
2	Compruebe nivel de aceite de caja reductora del rodillo	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Compruebe nivel de aceite del eje de vibracion del tambor	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Comprobar/Limpiar/Ajustar Limpiabarros de rodillo	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Comprobar tacos de caucho de rodillo (soportes)	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Comprobar nivel de aceite de puente/cubos - diferencial	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Comprobar nivel de aceite de reductor intermedio eje trasero	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Limpiar repiradero de diferencial	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Apriete pernos de eje vibracion y bastidor	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Medir presion y estado de los neumaticos	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de frenos									
1	Compruebe frenos (presicion)	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Compruebe freno de estacionamiento - parqueo	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccion de fugas, estado de cañerías y mangueras	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema electrico									
1	Inspeccionar circulina	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar mandos de control electrico	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Comprobar funcionamiento de limpiaparabrisas - liquido	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Comprobar funcionamiento de indicadores de panel	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Comprobar funcionamiento de luces	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Comprobar funcionamiento claxon	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar fijacion de alternador y correas	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Comprobar alarma de retroceso	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Revisar cables de bateria	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Inspeccionar soporte de bateria y estado de apriete	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Verificar baterias, celdas, bornes, nivel de electrolito, estado de baterias	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Verificar fusibles, reemplazar dañados	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Verificar harnes, abrasaderas, aislamiento y conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Verificar estado de caja de relays y relays	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Inspeccion de alternador (verificar voltaje, juego de axial y lateral)				X				X
16	Inspeccion de arrancador (verificar arranque)				X				X

ANEXO 15

PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO MAQUINORTE									
EQUIPO: TRACTOR ORUGA		FRECUENCIA EN HORAS							
		250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
General/cabina									
1	Lavar por completo el equipo	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Engrase general del equipo (pines, etc)	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Eliminar todo tipo de fugas de acuerdo a check list de inspeccion reciente	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar y ajustar pernos y tuercas en general	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar estado de mangueras de todos los sistemas, abrazaderas, conectores, sellos	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccion general visual de equipo (pintura, tipos de limpieza, posibles rajaduras, etc)	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccion de cinturón de seguridad	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar vidrios de cabina	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Inspeccionar estructura posibles rajaduras		X		X		X		X
Sistema de admision									
1	Cambio de filtro de aire primario	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de filtro de aire secundario	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccion/Limpieza de turbina de admision	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccion/Limpieza de lineas de admision, mangueras, abrazaderas, codos	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Limpia filtro de cabina	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de combustible									
1	Cambio de filtro de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de filtro separador	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar lineas de combustible cañerías, mangueras, abrazaderas, conectores y sellos	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Drenar agua de tanque de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar estado de bomba cebado de sistema combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccione el sello de la tapa de combustible	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Limpia tapa y rejilla (sedaso) de llenado de combustible				X				X
8	Lavar tanque de combustible								X
Motor									
1	Muestra de aceite de motor obtener		X		X		X		X
2	Cambio de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Cambio de filtro de aceite motor	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar tension de las fajas y estado de templador	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Verificar sellos y gaskets de multiple y turbo	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Verificar estado de la coraza del carter		X		X		X		X
7	Limpia respiradero de carter		X		X		X		X
8	Comprobar sistema de aceleracion motor (marcha minimo y maximo)	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Realizar pruebas de motor (verificar parametros)				X				X
10	Revisar juego axial y radial del turbocompresor (reloj comparador)								X
11	Calibrar valvulas e inyectores de motor								X
12	Verificar estado de soportes de motor				X				X
13	Verificar estado de soportes de radiador				X				X
14	Verificar estado poleas								X
Sistema de enfriamiento									
1	Muestra de refrigerante - obtener		X		X		X		X
2	Inspeccionar/rellenar refrigerante	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Limpieza de panel de radiador	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Limpie tapa de radiador, reemplace si esta averiada	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar/Lubricar bearing de ventilador	X	X	X	X	X	X	X	X
6	conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccion de protector de ventilador, pernos y guardas	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema hidraulico									
1	Muestra de aceite hidraulico - obtener		X		X		X		X
2	Compruebe nivel de aceite hidraulico	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Cambio de filtros hidraulicos		X		X		X		X

4	Limpiar respiradero del tanque hidraulico	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccionar estado de mangueras hidraulicas, abrazaderas, sellos, conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Verificar estado de controles y palancas de sistema hidraulico	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar/Comprobar ruidos extraños de los sistemas hidraulicos bombas, valvulas, cilindros, motores	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccion de cilindros hidraulicos - partes cromadas - fugas	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Confirmar velocidad de implementos		X		X		X		X
10	Confirmar presiones de bombas principales (realizar calado)								X
11	Inspeccionar tubos del sistema hidraulico								X
12	Lavar tanque hidraulico (inspeccionar)								X
Sistema de Direccion y Frenado									
1	Compruebe sistema de freno	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Compruebe/regular freno de estacionamiento - break	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Compruebe torque sistema de giro	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Compruebe presicion en giro	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Compruebe ruidos anormales en el sistema de giro	X	X	X	X	X	X	X	X
Mandos finales y trasmision									
1	Muestra de aceite Transmision y Mandos finales - obtener				X				X
2	Cambio de filtro hidraulico de transmision		X		X		X		X
3	Cambio de aceite caja/power shift		X		X		X		X
4	Cambio de aceite de los mandos finales LH y RH		X		X		X		X
5	Compruebe estado de controles y palancas de cambio	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Compruebe cambio forward y reversa	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccionar desgastes o abolladuras de Mandos finales LH y RH	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar fugas de aceite por Mandos finales	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Inpeccion/ engrase de cardan y crucetas	X	X	X	X	X	X	X	X
Undercarriage									
1	Inspeccion de resortes LH Y RH / templadores cadena	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar guardas de rodillo (pernos de fijacion)	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Compruebe Templado de cadenas	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Revisar estado de rodillos superiores e inferiores	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Revisar estado de rueda guia	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Revisar estado de bastidores	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Inspeccion/Ajuste de pernos de patines, rodillos, guardas, sproker	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccion/Ajuste de pernos master de cadena	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Inspeccion/Ajuste de pernos de cadena	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Verificar desgaste de guias de cadena	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Verificar desgaste de eslabones de cadena	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Verificar estado de piñon - sproker	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Verificar estado de zapatas gastadas, dobladas, rotas, ect	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema electrico									
1	Inspeccionar circulina	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar mandos de control electrico	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Revisar cables de bateria	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Comprobar funcionamiento de limpiaparabrisas - liquido	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Comprobar funcionamiento de indicadores de panel	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Comprobar funcionamiento de luces	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Comprobar funcionamiento claxon	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Inspeccionar fijacion de alternador y correas	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Comprobar alarma de retroceso	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Verificar baterias, celdas, bornes, nivel de electrolito, estado de baterias	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Verificar fusibles, reemplazar dañados	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Verificar harnes, abrasaderas, aislamiento y conectores	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Verificar estado de caja de relays y relays	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Inspeccion de alternador (verificar voltaje, juego de axial y lateral)				X				X
15	Inspeccion de arrancador (verificar arranque)				X				X
16	Limpieza y lubricacion de enchufes electricos/electronicos								X
Sistema de articulacion y corte									
1	Inspeccionar/cambiar cuchillas y cantoneras si es necesario	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Inspeccionar cucharon, fisuras desgastes	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Inspeccionar articulacion de Implementos cucharon	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Inspeccionar estado de puntos de lubricacion - cambio de graseras	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Inspeccion/regulacion de rotulas de hoja topadora	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Inspeccion/regulacion de rotulas de hoja topadora - Trunio		X		X		X		X
7	Inspeccion de holgura de eje equalizador - soportes		X		X		X		X
8	Inspeccionar estado de puntos de lubricacion - Cambio de graseras								X

“PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO EN MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA MAQUINORTE S.A.C”

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	22%	1%	13%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	repositorio.ucsp.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	docplayer.es Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.uttt.edu.mx Fuente de Internet	1%
6	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unan.edu.ni Fuente de Internet	1%
9	mafiadoc.com Fuente de Internet	

		1 %
10	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	1 %
11	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	< 1 %
12	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
13	es.scribd.com Fuente de Internet	< 1 %
14	documents.mx Fuente de Internet	< 1 %
15	www.scribd.com Fuente de Internet	< 1 %
16	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
17	es.unionpedia.org Fuente de Internet	< 1 %
18	Submitted to Universidad Privada San Juan Bautista Trabajo del estudiante	< 1 %
19	repositorio.uasf.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
20	predictiva21.com Fuente de Internet	

< 1 %

21 alicia.concytec.gob.pe < 1 %
Fuente de Internet

22 repositorio.epneumann.edu.pe < 1 %
Fuente de Internet

23 www.cislab.mx < 1 %
Fuente de Internet

24 noesis.uis.edu.co < 1 %
Fuente de Internet

25 repositorio.uti.edu.ec < 1 %
Fuente de Internet

26 repositorio.ujcm.edu.pe < 1 %
Fuente de Internet

27 Submitted to CONACYT < 1 %
Trabajo del estudiante

28 repositorio.utn.edu.ec < 1 %
Fuente de Internet

29 dspace.esPOCH.edu.ec < 1 %
Fuente de Internet

30 Submitted to Instituto Especializado de < 1 %
Estudios Superiores Loyola
Trabajo del estudiante

31 pt.scribd.com
Fuente de Internet

		< 1 %
32	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
33	repository.ean.edu.co Fuente de Internet	< 1 %
34	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	< 1 %
35	contraloria.cdmx.gob.mx Fuente de Internet	< 1 %
36	www.slideshare.net Fuente de Internet	< 1 %
37	www.coursehero.com Fuente de Internet	< 1 %
38	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	< 1 %
39	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
40	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
41	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
42	qdoc.tips Fuente de Internet	< 1 %

43 **exploredoc.com** <1%
Fuente de Internet

44 **hdl.handle.net** <1%
Fuente de Internet

45 **repositorio.unap.edu.pe** <1%
Fuente de Internet

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words