

**UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA**

Facultad de Ingeniería y Gestión



**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LA FLOTA DE  
CAMIONES GRÚA Y GRÚAS TELESCÓPICAS DE UNA  
EMPRESA MINERA EN AREQUIPA**

Trabajo de investigación para optar el Grado académico de Bachiller en Ingeniería  
Industrial

**SEBASTIAN CRISTIAN SAMANEZ OLIVARES  
ALVARO OLGHER HERRERA MACHACA**

**Asesor**

**Ing. José Javier Zavala**

**Lima – Perú**

**Octubre de 2019**

## **EPÍGRAFE**

Si no puedes volar entonces corre, si no puedes correr entonces camina, si no puedes caminar entonces arrástrate, pero sea lo que sea que hagas, sigue moviéndote hacia adelante

(Martin Luthr King, Jr.)

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mis padres que siempre me alentaron a ser mejor cada día y saber superarme como persona en todo aspecto y a mis hermanos que siempre me brindaron su apoyo en cada momento

A nuestro asesor de tesis quien a pesar de toda la carga laboral que posee, nos brindaba de su tiempo para concluir con este trabajo.

## RESUMEN

En el presente trabajo se presenta una propuesta para la mejora de disponibilidad de las Grúas y Camiones Grúa de una empresa minera en Arequipa, en la empresa se tiene a cargo 86 equipos entre camiones grúa y grúas de las marcas Liebherr, Grove entre otras; la empresa vela por el correcto funcionamiento de ellas, se dedica a brindarles principalmente a dar mantenimientos preventivos y si se diera el caso mantenimientos correctivos.

Desde que se tiene a cargo la flota, la empresa minera ha venido reportándonos un índice bajo de disponibilidad; nuestra empresa ha venido detectando mayores casos de mantenimientos correctivos a tal punto que se ha llegado a desmovilizar equipos los cuales permanecen en taller por falta de repuestos los cuales se encuentran en importación; es por ello que surge la necesidad de desarrollar un plan de mantenimiento que nos ayude a mitigar estos las fallas en estos equipos con el fin de mejorar nuestros índices de disponibilidad.

Asimismo, para realizar este plan de mantenimiento se empleó la metodología del RCM por John Moubray (1997) con la cual evaluaremos las distintas fallas que se poseen.

**Palabras clave:** Mantenimiento, disponibilidad, Grúas, RCM,

## **ABSTRACT**

In the present work a proposal is presented for the improvement of the availability of the Cranes and Crane Trucks of a mining company in Arequipa, in the company there is a load 86 equipment between crane trucks and cranes of the Liebherr, Grove brands, among others; The company ensures the proper functioning of the same, is dedicated to providing information mainly to preventive maintenance and the case of corrective cases.

Since you have a load, the company, the company, the information, the report, the availability index; our company has been detected in cases of corrective maintenance to such an extent that it has been possible to demobilize the equipment that remains in a halt due to the lack of spare parts that are found in the import; that is why the need arises to develop a maintenance plan that helps us mitigate these failures in these teams in order to improve our availability indexes.

Likewise, to carry out this maintenance plan, the RCM methodology was used by John Moubray (1997) with the evaluation of the different faults that are known.

**Keywords:** Maintenance, availability, Crane, RCM,

## TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	16
1.1. Tema de Mejora.....	16
1.2. Planteamiento del Problema del Estudio .....	16
1.3. Problema General del Estudio .....	16
1.4. Objetivos del Estudio. ....	17
1.4.1. Objetivo General del Estudio.....	17
1.4.2. Objetivos Específicos del Estudio .....	17
1.5. Justificación del Estudio.....	17
1.6. Logros a alcanzar con el Estudio.....	18
1.7. Importancia.....	18
1.8. Tipo y nivel de investigación.....	18
1.9. Técnicas e Instrumentos de Investigación.....	19
1.9.1. Técnicas de Investigación.....	19
1.9.2. Instrumentos de Investigación .....	19
a. Reporte Diario de Operador.....	19
b. Registro de Reporte de Mantenimientos preventivos y Correctivos.....	19
CAPÍTULO II: DESCRIPCION DE LA EMPRESA .....	20
2.1. ¿Quiénes Somos?.....	20
2.2. Misión.....	20

2.3. Visión.....	20
2.4. Perfil Organizacional.....	20
2.5. Valores.....	21
2.6 Experiencia de la empresa .....	22
a. Montaje de estructura metálica y cobertura de la pila de intermedios Cuajone.....	22
b. Desmontaje y montaje del tambor lavador – el brocal .....	22
c. Cover Lid rack Platform Installation – Las Bambas.....	22
d. K-116 Electrical and Instrumentation Crushing & Conveying.....	22
e. Construcción del Laboratorio de Metalurgia en la Quinoa II.....	22
2.7 Servicios que realiza la empresa.....	23
a. Minería y metalurgia.....	23
b. Generación y Transmisión Eléctrica.....	24
c. Plantas Industriales .....	24
d. Puertos .....	25
e. Tratamiento de agua y efluentes .....	25
f. Obras de movimiento de tierras .....	25
g. Construcción de caminos privados (accesos) .....	25
h. Construcción de plataformas industriales .....	26
i. Construcción de “PADS” de lixiviación.....	26
j. Construcción de presas de relave y aguas frescas.....	26
k. Construcción de piscinas de evaporación .....	26
l. Equipos y Servicios.....	27
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO .....	28
3.1. Antecedentes de la Propuesta de Mejora.....	28
3.2. Bases Teóricas del estudio.....	29

3.3. Definición de conceptos .....	30
a. Confiabilidad .....	30
a. Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM).....	31
b. Contexto de Operación .....	32
c. Ventajas de Aplicación del RCM .....	33
d. Fallas Funcionales (Estados de falla).....	33
e. Modos de Falla.....	34
f. Efectos de las Fallas en Equipos.....	34
g. Consecuencias de las fallas en los equipos .....	35
h. Diagrama de flujo del RCM.....	36
3.4. Hoja de información RCM .....	36
3.5. Hoja de decisión del RCM .....	37
3.6. Diagrama de decisión RCM .....	37
CAPÍTULO IV: DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA.....	40
4.1. Proceso de Mantenimiento de los Equipos en la Empresa.....	40
4.1.1. Desarrollo del proceso.....	40
4.1.2. Diagrama de Procesos Principales.....	41
4.1.3. Recurso Humano .....	42
4.1.4. Desarrollo del Mantenimiento.....	42
4.1.4. Almacén de equipos y servicios .....	51
4.1.5. Seguridad y Medio Ambiente .....	51
CAPÍTULO V: ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD.....	53
5.1. Contexto Operacional de lo Equipos.....	53
5.2. Situación Inicial de las Grúas y Camiones Grúa.....	56

5.2.1 Fallas Frecuentes .....	59
5.2.5 Aplicación del mantenimiento basado en la confiabilidad.....	59
<i>a.</i> Tablas de Información RCM y Decisiones .....	60
CAPITULO VI: PROPUESTA DE MEJORA.....	73
6.1. Cartillas de mantenimiento propuestas para grúas telescópicas.....	73
6.2 Cartillas de mantenimiento propuestas para camiones grúa.....	80
6.3. Formato de backlog propuesto para pedido de repuestos .....	91
CAPÍTULO VII: EVALUACION DE RESULTADOS .....	93
7.1. Análisis Estadístico de los Resultados.....	93
CONCLUSIONES.....	100
RECOMENDACIONES .....	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	102
ANEXOS .....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formato de información RCM .....	36
Tabla 2. Formato de decisión RCM.....	37
Tabla 3. Recurso Humano .....	42
Tabla 4. Horas hombre y OM usadas en el mes Octubre .....	46
Tabla 5. Resumen HH Y OM mes de octubre .....	47
Tabla 6. Horas hombre y OM usadas en el mes Noviembre .....	48
Tabla 7. Resumen HH Y OM mes de noviembre.....	48
Tabla 8. Diagnóstico de situación inicial, resumen de indicadores.....	49
Tabla 9. Ratio OM correctivo.....	50
Tabla 10. Ratio HH correctivo .....	51
Tabla 11. Maestro de grúas.....	54
Tabla 12. Maestro de camiones grúa .....	56
Tabla 13. Disponibilidad de equipos actual.....	59
Tabla 14. Fallas frecuentes .....	59
Tabla 15. Información del sistema de refrigeración .....	62
Tabla 16. Decisión del sistema de refrigeración.....	63
Tabla 17. Información del sistema de combustible (Diésel) .....	65
Tabla 18. Decisión del sistema de combustible (Diésel).....	66
Tabla 19. Información del sistema hidráulico .....	68
Tabla 20. Decisión del sistema hidráulico.....	69
Tabla 21. Información del sistema eléctrico.....	71
Tabla 22. Decisión del sistema eléctrico .....	72
Tabla 23. Check list de mantenimiento preventivo PM1 (250 horas) GRUA GROVE.....	75

Tabla 24. Check list de mantenimiento preventivo PM2 (500 horas) GRUA GROVE .....	76
Tabla 25. Check list de mantenimiento preventivo PM3 (1000 horas) GRUA GROVE .....	77
Tabla 26. Check list de mantenimiento preventivo PM (3000 horas) GRUA GROVE .....	78
Tabla 27. Check list de mantenimiento preventivo PM (6000 horas) GRUA GROVE .....	79
Tabla 28. Check list de mantenimiento preventivo PM1 (250 horas) camiones grúa .....	82
Tabla 29. Check list de mantenimiento preventivo PM2 (500 horas) camiones grúa .....	85
Tabla 30. Check list de mantenimiento preventivo PM3 (1000 horas) camiones grúa .....	88
Tabla 31. Check list de mantenimiento preventivo PM4 (2000 horas) camiones grúa .....	91
Tabla 32. Horas hombre de según propuesta .....	94
Tabla 33. Resumen HH y OM .....	94
Tabla 34. Indicadores de propuesta .....	95
Tabla 35. Calculo de disponibilidad de equipos .....	98
Tabla 36. Formato de interacción entre disponibilidad anterior y posterior al desarrollo del RCM .....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Decisión del RCM. ....	38
Figura 2. Diagrama de decisión RCM.....	39
Figura 3. Ubicación del proceso a diagnosticar.....	40
Figura 4. Diagrama de procesos mantenimiento .....	41
Figura 5: Diagrama de procedimiento de proceso de mantenimiento preventivo .....	43
Figura 6 Diagrama de procedimiento de proceso de mantenimiento correctivo.....	44
Figura 7. Formato propuesto de Backlog .....	92

## **INTRODUCCIÓN**

La presente tesis titulada “PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD PARA LA FLOTA DE CAMIONES GRUA Y GRUAS TELESCOPICAS DE UNA EMPRESA MINERA EN AREQUIPA” nace de la baja confiabilidad que se tiene de estos equipos en la empresa.

La disponibilidad en estos equipos críticos es de suma importancia puesto que no se pueden tener paradas imprevistas o en el peor de los casos que se programe un izaje el cual para toda la planta, se disponga de una de las grúas y esta no se encuentre disponible para su uso.

Para lograr que la disponibilidad aumente se usara la metodología del RCM, se hará una comparación entre el plan de mantenimiento inicial y el plan de mantenimiento final que se logró generar y una comparación entre la disponibilidad tentativa que se tendría si se llegara a aplicar el nuevo plan de mantenimiento.

# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

## **1.1. Tema de Mejora**

El trabajo de investigación consiste en la propuesta de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para la flota de camiones grúa y grúa telescópicas de una minera ubicada en el departamento de Arequipa.

## **1.2. Planteamiento del Problema del Estudio**

La cantidad de equipos de la flota de soporte y servicios es mayor en camiones grúa y grúas telescópicas. El problema fue que se encontró una disponibilidad de un 84 % de los equipos debido a las paradas no programadas. Al obtener una disponibilidad menos a la necesaria afectará las diferentes áreas, retrasando los proyectos o trabajos diarios planificados de suma importancia, sobre todo se afectará la producción y esto genera perdida de dinero muy considerables por ende se quiere una mejora.

Debido a lo antes explicado se necesita y propone una mejora en el plan de mantenimiento el cual será basado en confiabilidad, esto nos ayudara a encontrar las verdaderas fallas en el equipo y proceso por ende podemos dar una solución acorde a la falla y evitar algún daño o problema futuro de mayor magnitud.

El resultado ayudara a aumentar la disponibilidad de 80.5% a un 96%, lo que en mantenimiento es una cifra buena para este indicador.

## **1.3. Problema General del Estudio**

Determinar el plan ideal para la mejora de la disponibilidad y generar un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, todo esto como se indica anteriormente es para incrementar la disponibilidad de los camiones grúa y grúas telescópicas en la empresa minera.

## **1.4. Objetivos del Estudio.**

### **1.4.1. Objetivo General del Estudio**

- Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar e incrementar la disponibilidad de los camiones grúa y grúas de una empresa minera en Arequipa

### **1.4.2. Objetivos Específicos del Estudio**

- Identificar el problema al cual se le aplicara el estudio.
- Reconocer los ámbitos de operación de la empresa y a su vez la constitución de la empresa
- Dar a conocer el significado de la metodología y del proceso.
- Diagnosticar la situación actual del proceso sujeto a evaluación.
- Se realizará el análisis del problema aplicando RCM para encontrar las fallas en el proceso evaluado.
- Se evaluará los resultados del problema

## **1.5. Justificación del estudio**

En el presente análisis se muestra los equipos a evaluar camiones grúas y grúas telescópicas los cuales realizan tareas de izajes en toda la minera, en varias oportunidades estos tuvieron paradas al momento de realizar los izajes por ende afectaron el desarrollo de los trabajos y proyectos planificados diarios. La consecuencia de dichas paradas genera pérdidas de dinero y aun peor el aumento de los gastos en mantenimientos correctivos de los equipos, aumento en la compra de repuestos, pérdidas de dinero por tener el equipo parado sin operar.

Si bien es cierto a estos equipos si se les realiza mantenimientos preventivos y correctivos aun así se tienen paradas inesperadas por ende se concluye que no se está realizando el mantenimiento adecuado o la metodología usada no es la correcta para estos equipos por lo cual se propone usar el plan con la metodología RCM.

#### **1.6. Logros a alcanzar con el Estudio**

Se considerarán las áreas que estén orientadas al mantenimiento, tales como la gestión de mantenimiento, la metodología del trabajo con la que cuenta la empresa, se usara el análisis de criticidad dentro de la flota de equipos de izaje, para poder determinar los elementos críticos que requieren una mejor verificación; ya que a todos estos elementos críticos se les aplicaran la metodología de RCM.

#### **1.7. Importancia**

El trabajo que se realizara es de gran importancia para la empresa, ya que se desarrollaran evaluaciones en donde veremos las diferencias en cuanto al coste de mantenimiento para finalmente culminar con la mejora de disponibilidad de la flota de equipos grúa.

Con el objetivo de no retrasar los objetivos diarios de la empresa minera, teniendo un menor costo de mantenimiento preventivo y cobre todo en mantenimientos correctivos.

#### **1.8. Tipo y nivel de investigación**

Nuestro trabajo de investigación es de tipo explicativa, descriptiva y cuantitativa , lo que queremos determinar con las falas funcionales de los equipo por qué se producen , en que contesto operación se producen y las consecuencias que estas fallas generan en el equipo. Según lo explicado se llegó a la conclusión de que los datos que son necesarios para nuestra investigación serán monitoreados y registrados diariamente y así encontrar las fallas correctas y a su vez tomar el plan de acción acorde al RCM que se aplicara.

Sera indispensable evaluación de cada sistema y proceso del equipo para determinar la falla o baja disponibilidad que se posee en la empresa.

## **1.9. Técnicas y Reportes de Investigación**

### **1.9.1. Técnicas de Investigación**

En esta propuesta se utilizó la técnica de investigación documental la cual consta de la recolección de datos según los formatos de reportes que se encuentran implementados en la empresa para dicho proceso.

### **1.9.2. Reportes de Investigación**

Los reportes de investigación que se utilizaron son los siguientes:

#### **a. Reporte Diario de Operador**

Este reporte consta en la evaluación o inspección visual que el operador debe de realizar antes de iniciar a operar cualquier equipo, señalando si el equipo está en buen estado o cuneta con deficiencias.

Se debe de realizar adecuadamente y con el cumplimiento indicado esto para contar con la data necesaria a fin de aplicar el RCM adecuadamente y dar la solución a las fallas que se presentan las cuales generan baja disponibilidad en la flota. (ver Anexo 1 y 2).

#### **b. Registro de Reporte de Mantenimientos preventivos y Correctivos.**

Es el formato en que le técnico se encarga de reportar los trabajos realizados en el día y con cada equipo siendo tareas correctivas o preventivas, detallando los procesos e indicando observaciones o alguna falla adicional que se encuentre o requiera el equipo (Ver anexo 3).

## **CAPÍTULO II: DESCRIPCION DE LA EMPRESA**

La empresa SSK Ingeniería y Construcción posee varias áreas tanto como renta, viene a ser el alquiler de equipos de flota auxiliar; su área de servicios la cual posee personal capacitado para atender los distintos equipos que poseen las empresas dando un soporte óptimo. En cualquiera de estos dos ámbitos la empresa brinda servicios de confianza.

### **2.1. ¿Quiénes Somos?**

Somos líderes en proyectos de construcción y montaje en: minería y metalurgia, generación y transmisión de energía, plantas industriales, obras marítimas, entre otros. Tenemos experiencia, técnicos y profesionales especializados, y uno de los más importantes parques de maquinarias de montaje del Perú (SSK Rental, 2019).

### **2.2. Misión.**

Brindar servicios industriales especializados, con excelencia en seguridad, calidad y productividad, contribuyendo al desarrollo sostenible de nuestra sociedad.

### **2.3. Visión.**

Ser la constructora de infraestructura industrial más eficiente del mercado, estableciendo asociaciones de transparencia y confianza a largo plazo con nuestros clientes.

### **2.4. Perfil Organizacional**

Desde 1998, servimos a nuestros clientes brindándoles una alta calidad en servicio, construcción y montajes electromecánicos; basándonos en nuestra filosofía de valores y la convicción en la visión y misión de nuestra compañía. En conjunto con nuestros cinco pilares estratégicos, consolida y forja una sólida cultura organizacional

A lo largo de nuestra experiencia hemos sido partícipes de proyectos de construcción industrial a gran escala, la cual aporta un gran valor al desarrollo de nuestro país. La seguridad en nuestras operaciones, transparencia y ética, así como la capacidad y cuadros técnicos de nuestros profesionales hacen que nuestras obras resulten exitosas.

Contamos con el mejor servicio y los menores costos del mercado en equipos y suministros, con altos y óptimos estándares de mantenimiento. Asimismo, es importante para nosotros contar con el respaldo financiero de Ingeniería y Construcción Sigdo Koppers, una de las empresas líderes en el rubro en Sudamérica.

## **2.5. Valores**

**Respeto:** Las personas que se relacionan con SSK pueden sentirse seguras de su dignidad, así como el respeto a sus creencias y a su vida personal, son lo primero para nosotros.

**Integridad:** Actuamos siempre con ética, respetando nuestros valores y buscamos la cohesión entre lo que decimos y nuestros actos.

**Compromiso:** Nuestra vocación de servicio es la principal garantía para conseguir la total satisfacción de nuestros clientes. Ejecutamos todos nuestros proyectos bajo un claro entendimiento del costo y plazo involucrado. Asimismo, desplegamos todos nuestros esfuerzos para cumplir en forma cabal cada una de nuestras promesas.

**Excelencia:** Fomentamos que el valor del producto final sea siempre mayor a la suma de los esfuerzos individuales, buscando la excelencia a través del trabajo coordinado y disciplinado de nuestros colaboradores.

## **2.6 Experiencia de la empresa**

A continuación, se muestran algunos proyectos importantes que la empresa desarrollo.

### **a. Montaje de estructura metálica y cobertura de la pila de intermedios Cuajone**

El proyecto tiene por objetivo el montaje de la estructura metálica tipo DOMO y su cobertura de cerramiento para controlar la polución en la Pila de Intermedios de Cuajone

### **b. Desmontaje y montaje del tambor lavador – el brocal**

El trabajo comprende el desmontaje de una estructura de techo existente para extraer el tambor actual y reemplazarlo por el nuevo tambor. Luego de instalado el nuevo tambor se procederá con el montaje de la estructura de techo y cerramiento con la cobertura

### **c. Cover Lid rack Platform Installation – Las Bambas**

- Diseño de estructuras.
- Suministro e instalación de nuevas estructuras.
- Suministro e instalación de nuevos equipos.

No incluye el alcance las fundaciones obras civiles a excepción del suministro e instalación de grout para las estructuras.

### **d. K-116 Electrical and Instrumentation Crushing & Conveying**

El proyecto contempla trabajos eléctricos e instrumentación del Área 1 del Proyecto Ampliación de la Concentradora Cerro Verde. Instalación de cables baja y media tensión, control e instrumentación, montajes de instrumentos, circuitos de iluminación y fibra óptica con todas las canalizaciones asociadas.

### **e. Construcción del Laboratorio de Metalurgia en la Quinoa II**

- Obras civiles para fundación de estructuras y equipos.

- Suministro e instalación de estructuras metálicas.
- Arquitectura interior y exterior del laboratorio.
- Coberturas y cerramientos.
- Instalaciones sanitarias y de tuberías.
- Implementación del sistema de aire acondicionado.
- Suministro e instalación de equipos mecánicos tales como ventiladores, resistencias eléctricas y scrubbers.
- Suministro y montaje de canalizaciones, conduits, cables, conectores, equipos de media tensión y baja tensión tales como transformador de 150KVA y tableros eléctricos.
- Suministro e instalación de luminarias, sistema contra incendio e instrumentación en general

## **2.7 Servicios que realiza la empresa**

### **a. Minería y metalurgia**

Hemos participado en los proyectos mineros más importantes del Perú: Cerro Verde, Toquepala, Toromocho, Lagunas Norte, El Brocal, Las Bambas y Constancia.

Nuestro conocimiento y experiencia en el segmento minero se sustenta en las siguientes actividades:

- Plantas concentradoras (incluidos los procesos de chancado, molienda, flotación, concentrado y filtrado).
- Extracción por solventes y lixiviación.
- Plantas de cal completas.
- Sistemas de manejo de materiales mediante fajas transportadoras y zarandas.
- Sistemas de tuberías de acero carbono, acero inoxidable, HDPE, FGRP y PVC.

- Instalaciones eléctricas e instrumentación.

También poseemos sólida formación en la ejecución de proyectos metalúrgicos, con capacidad de abordar desafíos tales como:

- Fundiciones.
- Plantas de molibdeno y plantas de ácido.

## **b. Generación y Transmisión Eléctrica**

Contamos con los recursos, conocimiento y experiencia para ejecutar proyectos en el área de generación y transmisión eléctrica.

- Centrales Hidroeléctricas.
- Centrales Termoeléctricas.
- Líneas de Transmisión Eléctrica.
- Subestaciones Eléctricas.
- Pipelines

Capacidad necesaria para ejecutar líneas de conducción tanto aéreas como enterradas mediante extensas longitudes de recorrido a campo traviesa.

Hemos trabajado en algunos de los mayores proyectos de conducción de agua y lodos para la gran minería tales como Yanacocha, Cerro Verde y Toromocho. Hemos adquirido un profundo conocimiento y experiencia que nos ha permitido estar situados en la vanguardia de la técnica en la construcción e instalación de los sistemas de abastecimiento, conducción y bombeo de líquidos.

## **c. Plantas Industriales**

Estamos involucrados en la construcción de grandes infraestructuras industriales. Nuestro objetivo se basa en el desarrollo de las funcionalidades integrales.

Hemos participado con gran éxito en proyectos para plantas de producción de cemento, refinerías de petróleo, refinerías para procesos metalúrgicos, papeleras y otras.

#### **d. Puertos**

Materializamos la mayor obra portuaria para embarque de concentrado de minerales para Cía Minera Antamina, en la bahía de Punta Lobitos, Huarney.

Estamos capacitados para abordar actividades tales como:

- Montaje de grúas de carga para instalaciones portuarias.
- Construcción de muelles.
- Construcción y montajes de facilidades portuarias.
- Obras civiles.

Nuestra orientación principal en obras portuarias es en aquellos trabajos que están relacionados con el segmento de minería y plantas industriales.

#### **e. Tratamiento de agua y efluentes**

Hemos desarrollado numerosos proyectos referidos al tratamiento de agua y efluentes, principalmente en complejos mineros con altos estándares de eficiencia en los procesos de tratamiento, lo cual nos permite afrontar la construcción de plantas de tratamiento de agua potable y aguas servidas para uso industrial o doméstico.

#### **f. Obras de movimiento de tierras**

Trabajamos en cada una de las etapas que involucran proyectos desarrollados en diferentes sectores industriales, tales como: minería, metálica y no-metálica, energía, embalses e irrigación y petróleo, entre otras.

Nuestro conocimiento y experiencia nos permite ofrecer al mercado peruano el mejor servicio especializado en construcción de caminos de acceso, plataformas, obras civiles asociadas y un sinnúmero de especialidades aplicando tecnologías de control de gestión, permitiendo gestionar obras en tiempo real con una alta eficiencia.

#### **g. Construcción de caminos privados (accesos)**

Nuestra experiencia y equipos que incorporan nuevas tecnologías, nos permiten realizar trabajos eficientes, con altos estándares de calidad y seguridad en la construcción de vías, que permiten el acceso y prestan servicio a la operación de diversos proyectos, por ejemplo en el sector minero, desarrollamos obras que involucran cortes en cerro, explanaciones, obras de arte, preparación y colocación de las diferentes capas que componen la estructura de un pavimento incluido el tratamiento superficial.

#### **h. Construcción de plataformas industriales**

Conocedores de las necesidades de nuestros clientes, desarrollamos en los plazos establecidos y con soluciones técnicas innovadoras todo tipo de plataformas orientadas a poner en marcha el giro de sus respectivas industrias tanto para proyectos nuevos como para ampliaciones de planta.

#### **i. Construcción de “PADS” de lixiviación**

Contamos con experiencia en la construcción de PADS con el desarrollo de más de 8 millones de m<sup>2</sup> de plataforma para pilas de lixiviación con algunos proyectos que contemplaban de manera individual más de 2 millones de m<sup>2</sup> de construcción de plataforma. Nuestro servicio comprende realizar todas las excavaciones, colocación de drenes para la canalización de aguas naturales y rellenos estructurales, así como la preparación, transporte y colocación de las capas impermeabilizantes, pipelines y geo sintéticos correspondientes.

#### **j. Construcción de presas de relave y aguas frescas**

La confianza de nuestros clientes nos permite desarrollar contratos de largo plazo para la construcción de presas de relave, desde la selección y preparación de los diferentes tipos de material a ser considerados en la conformación del dique, así como la colocación en sus diferentes fases de construcción y protección de taludes.

### **k. Construcción de piscinas de evaporación**

Contamos con la experiencia de haber construido más de 40 millones de m<sup>2</sup> de pozas de evaporación, lo que nos ha permitido ir mejorando nuestros procesos con el desarrollo del tiempo y tener hoy en día la experiencia, el conocimiento y la tecnología necesaria para realizar un trabajo eficiente, de calidad y en el menor tiempo posible.

### **l. Equipos y Servicios**

Somos una división especializada en brindar servicios integrales para equipos industriales de izaje, operando en Perú bajo el respaldo de SSK.

Nuestro principal objetivo es maximizar y asegurar la disponibilidad operativa de los equipos de nuestros clientes. Para ello, promovemos la capacitación de nuestros ingenieros y técnicos, a través de los Centros de Excelencia y con certificación de nivel internacional como OSHA y las impartidas

## **CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO**

### **3.1. Antecedentes de la Propuesta de Mejora**

En la actualidad se cuenta con numerosos trabajos de investigación dedicados al RCM, de los cuales tocaremos algunos en este punto de nuestro trabajo.

Montilla C. *et al.* (2007) en el artículo “CASO DE APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD RCM, PREVIA EXISTENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO”, nos indica que el mantenimiento es un proceso el cual asegura que cualquier activo ya sea equipos y entre otros siga haciendo lo que queremos que haga, es decir que una mesa este para que podamos desayunar almorzar o cenar y si no se pudiera pues no estaría cumpliendo con su función para la cual fue construida.

Garrido S. (2012) en el libro “RCM POWER PLANT” indica que el RCM es una técnica para elaborar planes de mantenimiento y que tiene muchas ventajas entre ellas la de formular estrategias de gestión de los activos físicos.

El mismo realizo un plan basado en confiabilidad teniendo en cuenta los diferentes aspectos y procesos para desarrollarlo de manera correcta y así poder determinar las fallas y consecuencias de manera más exacta en los equipos.

Es de suma importancia recalcar que cualquier empresa que desee desarrollar RCM y está en los antecedentes indicado, debe de tener en cuenta cada punto, área, sistema parte del global del equipo o proceso para poder tener éxito en el plan a realizar

### **3.2. Bases Teóricas del estudio**

Según Mesa D. *et al.* (2006) La confiabilidad es la confianza que se tiene de una parte o componente, sistemas o equipo desempeñe la función para la cual fue adquirido o alquilado; durante un tiempo ya establecido bajo condiciones estándares de operación.

También es una probabilidad de que un componente, parte o sistema pueda desempeñar la función requerida durante un intervalo de tiempo bajo condiciones de uso las cuales fueron definidas por su fabricante.

Se debe también planificar varias de tareas, estas deben de asignarse a todos los departamentos asociados al mantenimiento de los equipos. El área de operaciones no solo se dedica al trabajo en sí de la empresa sino también se encarga de mantener los equipos que posee a su disposición. Es por ello que cada cierto intervalo de trabajo se programa distintos mantenimientos es así donde se genera data de cada equipo. Para planificar la confiabilidad se tiene el siguiente listado a seguir:

- Cuantificar la confiabilidad
- Definir un buen funcionamiento
- Verificar el entorno
- Tiempo entre fallas
- Partes de un programa de mantenimiento

Nos brinda definiciones exactas de cómo se lleva cada proceso y que se realiza en cada punto de ellos para poder tener un inicio de plan acorde a lo que deseamos lograr con el RCM

### **3.3. Definición de Conceptos**

#### **a. Confiabilidad**

Se puede definir como la probabilidad de que un sistema, equipos cumpla con la función para la cual fue diseñado, durante un tiempo determinado a condiciones específicas de su operación.

**a. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)**

(Moubray, 1997) afirma:

RCM da resultados rápidamente. De hecho, si son enfocadas y aplicadas correctamente, las revisiones de RCM se repagan en cuestión de meses y hasta semanas, como se menciona en el Capítulo 14. Estas revisiones transforman tanto la percepción de los requerimientos de mantenimiento de los activos físicos utilizados por la organización y en la manera en que es percibida la función de mantenimiento como un todo. El resultado es un mantenimiento más costo – eficaz, más armonioso y más exitoso. (p.21)

Como bien se sabe la manera de reducir fallas operacionales es disminuyendo la cantidad y la magnitud de las mismas. (Moubray, 1997) afirma:

El desempeño de la planta se mejora reduciendo el número y la severidad de las fallas no anticipadas que tengan consecuencias operacionales.

EL proceso de RCM ayuda a conseguir esto de la siguiente forma:

- La revisión sistemática de las consecuencias operacionales de cada falla que no haya sido tratada ya como riesgo de seguridad, junto con el criterio estricto usado para evaluar la efectividad de las tareas, aseguran que solo las tareas más efectivas son seleccionadas para manejar cada modo de falla.
  - En el énfasis puesto en las tareas a condición ayuda a asegurar que las fallas potenciales sean detectadas antes que se conviertan en fallas funcionales.
- (p.314)

En muchos casos se presentan y tiene diferentes objetivos importantes al momento de realizar RCM (Moubray, 1997) afirma :

Como vimos uno de los objetivos principales del proceso RCM es el de establecer la manera más efectiva de manejar cada falla en el contexto de sus consecuencias. Esto solamente puede hacerse si antes se evalúan las consecuencias como si no se hiciera nada para manejar las fallas (en otras palabras, para predecirlas o para disminuir sus consecuencias).

Los dispositivos de protección que se diseñan para tratar con la falla o con el estado de falla (alarmas, sistemas de desconexión o de alivio) no son más que sistemas de manejo de fallas con protección inherente. Por lo tanto, para asegurarse que el análisis se lleve a cabo desde una base –cero adecuada, las consecuencias de las fallas de las funciones protegidas deben evaluarse como si este tipo de dispositivo de protección no existiesen. (p.101)

#### **b. Contexto de Operación**

En este punto se considera el entorno en el cual trabaja el equipo, donde se desarrolla al 100% sus funciones, esto debido a que los entornos o contextos operacionales varían en cada momento y lugar sobre todo son contextos diferentes en cada empresa, lugar, país o situación de trabajo por ende es un punto muy importante a la hora de desarrollar RCM.

#### **c. Ventajas de Aplicación del RCM**

Se tiene diferentes ventajas para utilizar el RCM en el plan de mantenimiento esto porque se identifica las fallas raíz, por lo cual se toma acciones correctivas directas y a su vez dirigidas.

En este proceso se obtiene los siguientes beneficios:

- Mejor desarrollo en el entorno
- Aumento de indicadores
- Mejor control de gastos
- Mejor uso de los activos
- Crear historial

#### **d. Fallas Funcionales (Estados de falla)**

Es quitar la función a un sistema o proceso determina, en palabras simples deja de cumplir la función para la cual está destinado o elegido, por ende, esto genera una consecuencia de falla en todo el proceso.

La falta de función o falla funcional son un punto importante ya que se debe de considerar los tiempos en que se desarrollan estas y la duración de las mismas para determinar estas fallas en el tiempo y evitarlas aplicando RCM.

Cada sistema o mecanismo cuenta con diferentes fallas y estados de falla, de igual manera se generan diferentes consecuencias según la falla, esto es muy importante en consideración al iniciar un plan de RCM.

**e. Modos de Falla.**

Posible causa que genera una falla en las funciones del equipo.

En este punto es donde se verifica el análisis causa raíz de las fallas , esto para determinar el inicio de la falla y poder atacar la falla raíz y eliminarla o controlarla para evitar las fallas en el equipo

Normalmente cuentas como modos de falla por desgaste del equipo por tiempos de trabajo, por falla en el componente o equipo, no menos importante falla por errores de operación o personal y las fallas de diseño que son las reconocidas por el fabricante

**f. Efectos de las Fallas en Equipos**

En este punto se desarrollan los modos de falla, es decir el efecto que genera un modo de falla en los equipos, se considera normalmente la pérdida de la función.

Estas al generar efectos de falla tienden a afectar a todas las áreas en la empresa desde operación hasta seguridad

(Moubray, 1997) afirma:

El cuarto paso en el proceso de revisión RCM consiste en hacer una lista de lo que de hecho sucede al producirse cada modo de falla. Esto se denomina efectos de falla. Los efectos de falla describen que pasa cuando ocurre un modo de falla (p.76)

**g. Consecuencias de las fallas en los equipos**

Si realizamos una evaluación en las empresas es altamente posible que nos arroje una cantidad considerable de los modos de falla las cuales influyen directamente en la operación, de igual manera y en mayor índice de daño a la operación se encuentran los efectos de falla los que como bien se indicó anteriormente influyen directamente en la operación y dentro de todas sus áreas y sobre todo afectar en el producto y servicio brindado.

El resultado de esto tendrá serios aumentos en los gastos de la empresa sobre todo si las consecuencias de los efectos de falla son muy críticas, según sea la magnitud de la falla de igual magnitud se necesitará la solución

Si analizamos la confiabilidad en RCM se evalúa las consecuencias de las fallas por lo que se realiza o se programa tareas para disminuir o anular en cierto porcentaje las consecuencias de la falla por lo cual nos brinda 4 categorías las cuales son:

- Consecuencias Operativas: Se considera cuando se altera de manera considerable la productividad, calidad, atención al cliente y el costo
- Consecuencias no operativas: Se considera a las consecuencias que no afectan la productividad y la seguridad, pero si los costos.
- Consecuencias de fallas no mostradas: Estas fallas se presentan de manera imprevista y tienen muchas veces consecuencias letales en los equipos.
- Consecuencias de seguridad y medioambiente: En esta categoría se encuentran las fallas que afectan directamente a la integridad de los trabajadores y/o el ambiente en que se desempeña.

#### **h. Diagrama de flujo del RCM.**

En el mismo se desarrolla la verificación del sistema, determina funcionamiento, las fallas y sus categorías. Seguido se desarrolla el proceso para la toma de decisión.

#### **3.4. Hoja de información RCM**

Se detalla el formato a usar para dicha aplicación de RCM el cual consta de una serie de celdas en línea vertical en donde se registran la funcionalidades principales y secundarias, falla de función, modo de falla y como último punto consecuencias de esta

Tabla 1:

Formato de información RCM

HOJA DE INFORMACION RCM	ELEMENTO:		NRO:	REALIZADO POR:	HOJA
	COMPONENTE:		REF:		DE
FUNCION	FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFFECTOS DE FALLA

Nota. Hoja de información RCM. Fuente: (Moubray, 1997) , RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (p.57).

### 3.5. Hoja de decisión del RCM

Se tiene las tres primeras celdas con la siguiente descripción F, FF, MF las cuales corresponden a las categorías de fallas respectivamente, estas cumplen la función de interactuar las referencias indicadas en el formato de datos RCM

Referencia de Información:

- F: Falla
- FF: Falla Funcional
- MF: Modo de Falla

Tabla 2.

Formato de decisión RCM

HOJA DE DECISION RCM			ELEMENTO:						NRO	REALIZADO POR:	HOJA	
			COMPONENTE:						REF		DE	
REFERENCIA DE INFORMACION	EVALUACION DE LAS CONSECUENCIAS			H1	H2	H3	TAREAS A FALTA DE	TAREAS PROPUESTAS:	FRECUENCIA INICIAL	REALIZAR POR:		
				S1	S2	S3						
				O1	O	O3						
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4

Nota. Hoja de decisión RCM. Fuente: (Moubray, 1997) , RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (p.203).

### **3.6. Diagrama de decisión RCM**

Este diagrama es el elemento unificador de toma de decisiones, analizando cada elemento de los equipos o en este caso sistemas o subsistemas tanto como de grúas telescópicas como de camiones grúa identificando sus modos de fallo.

Está dividido en cuatro módulos interconectados entre sí, en los que mediante una serie de preguntas se avanza por el diagrama hasta llegar a una decisión final, que en cada caso es única. El conocimiento del funcionamiento de este diagrama es básico por no decir primordial o el más importante en la implantación de un análisis RCM, y su manejo debe estar dirigido por la persona correcta con un conocimiento profundo de los equipos a evaluar y así tener una correcta toma de decisiones.

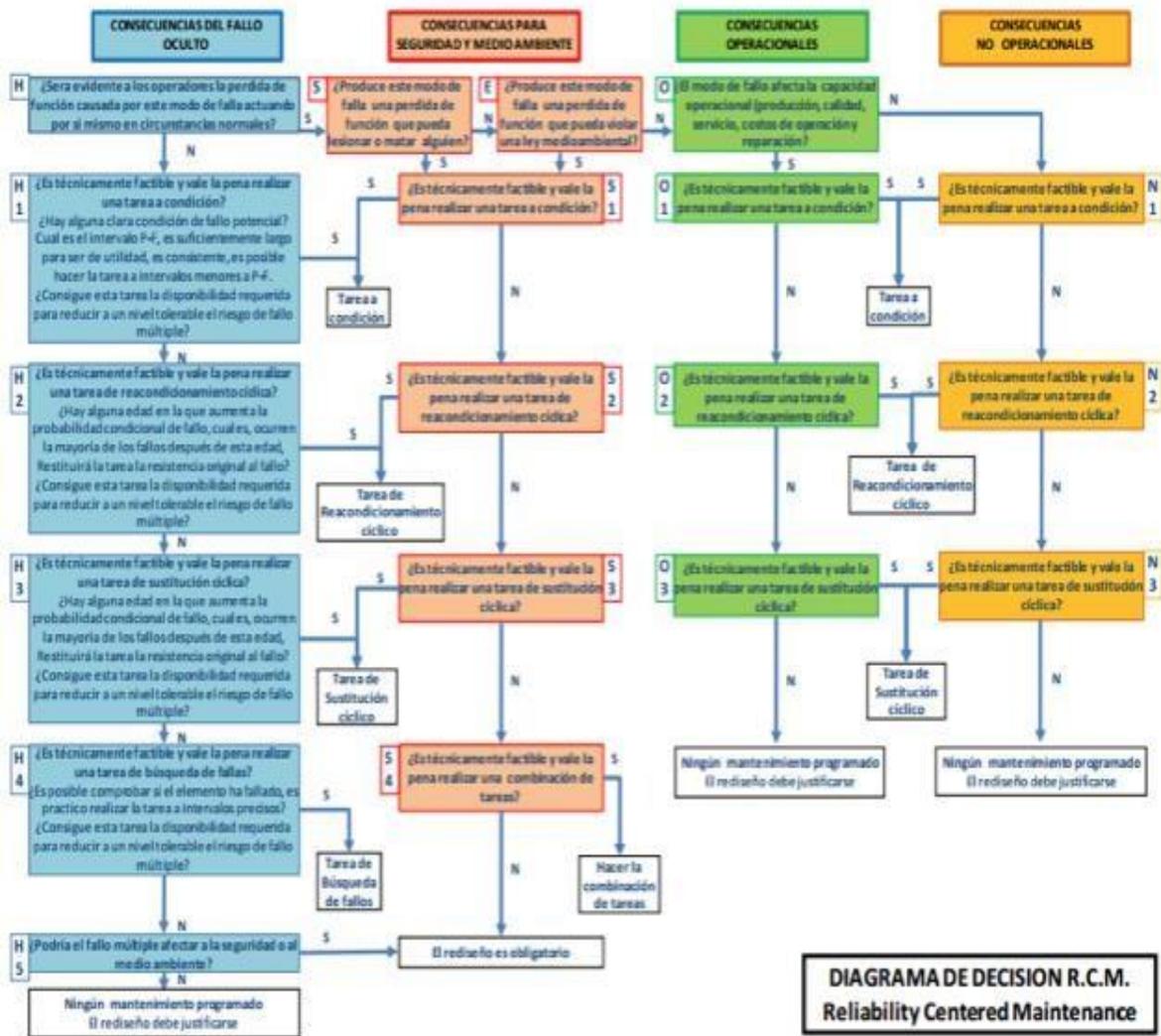


Figura 1. Diagrama de Decisión del RCM.

Fuente: (Moubray, 1997) , RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

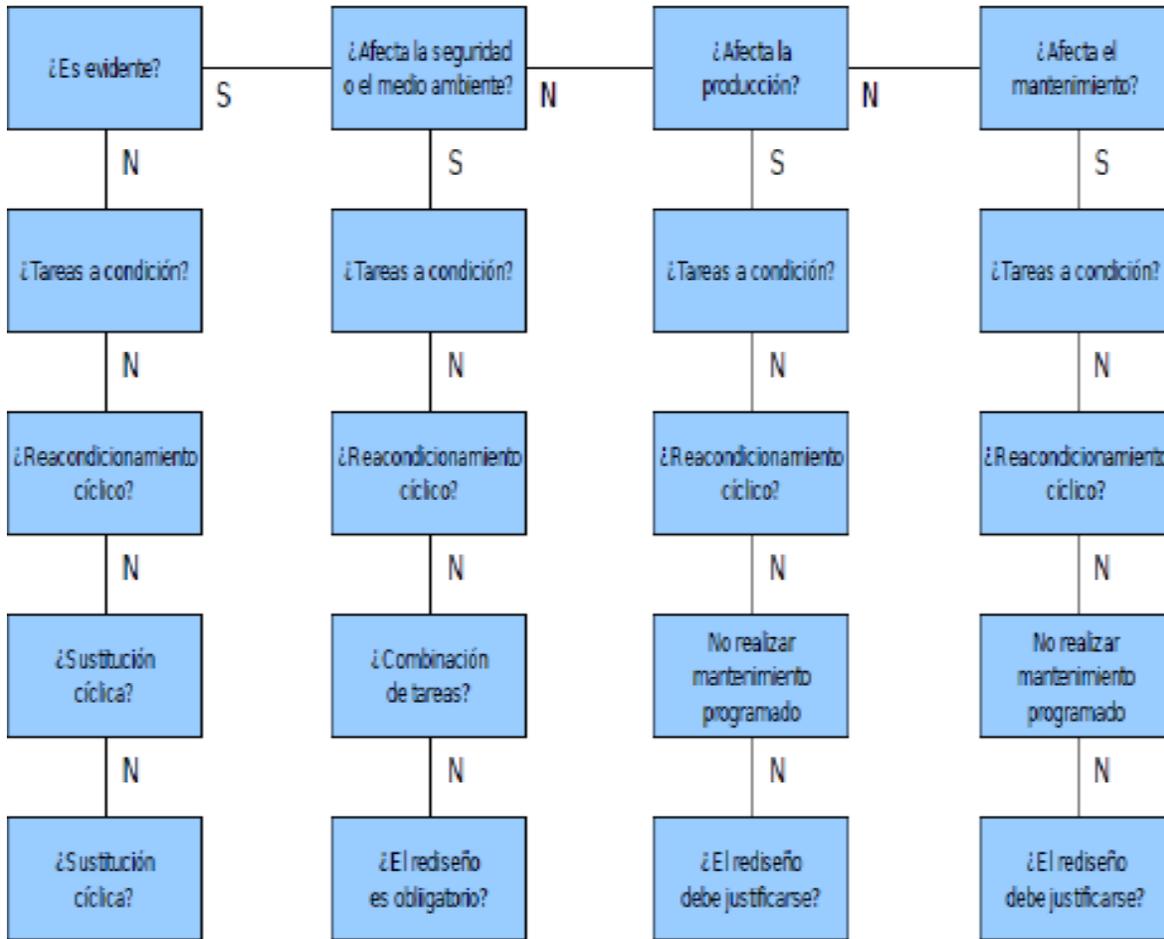


Figura 2. Flujograma de selección de las actividades de Mantenimiento

Fuente: Moubray, Mantenimiento Basado en la Confiabilidad RCM

En la figura 2 nos muestra el conjunto de actividades que se suceden alternativamente, todo con el fin de encontrar una solución para el problema detectado, y así minimizarlo o en sus mejores casos eliminarlos.

## CAPÍTULO IV: DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

### 4.1. Proceso de Mantenimiento de los Equipos en la Empresa.

#### 4.1.1. Desarrollo del proceso.

##### - Ubicación del proceso

Se procede a mostrar el área en el que se desarrolla las actividades de mantenimiento



Figura 3. Ubicación del proceso a diagnosticar

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2. Diagrama de Procesos Principales

Se inicia el proceso cuando un equipo ingresa a taller ya sea por mantenimiento preventivo programado o correctivo que tenga el equipo, según sea el caso se procede a la tarea, en caso de que el equipo sea un preventivo se procede de la siguiente manera.

Se asigna una bahía de ingreso para el equipo, una vez posicionado el equipo correctamente, se procede a verificar y pedir los insumos a almacén, se procede una vez con todo lo necesario a desarrollar el mantenimiento, una vez terminado este, se realiza las pruebas y ajustes para proseguir con la entrega del equipo.

De igual manera se detalla el procedimiento para los correctivos, primero se procede a la evaluación seguido se determinada si se puede reparar el componente o en todo caso requiere pedir un repuesto nuevo, el siguiente paso es la espera del componente ya sea reparado o sea nuevo, una vez que tenemos el componente procedemos a montar en el equipo seguido se procede a realizar pruebas y ajuste para poder realizar la entrega inmediata.

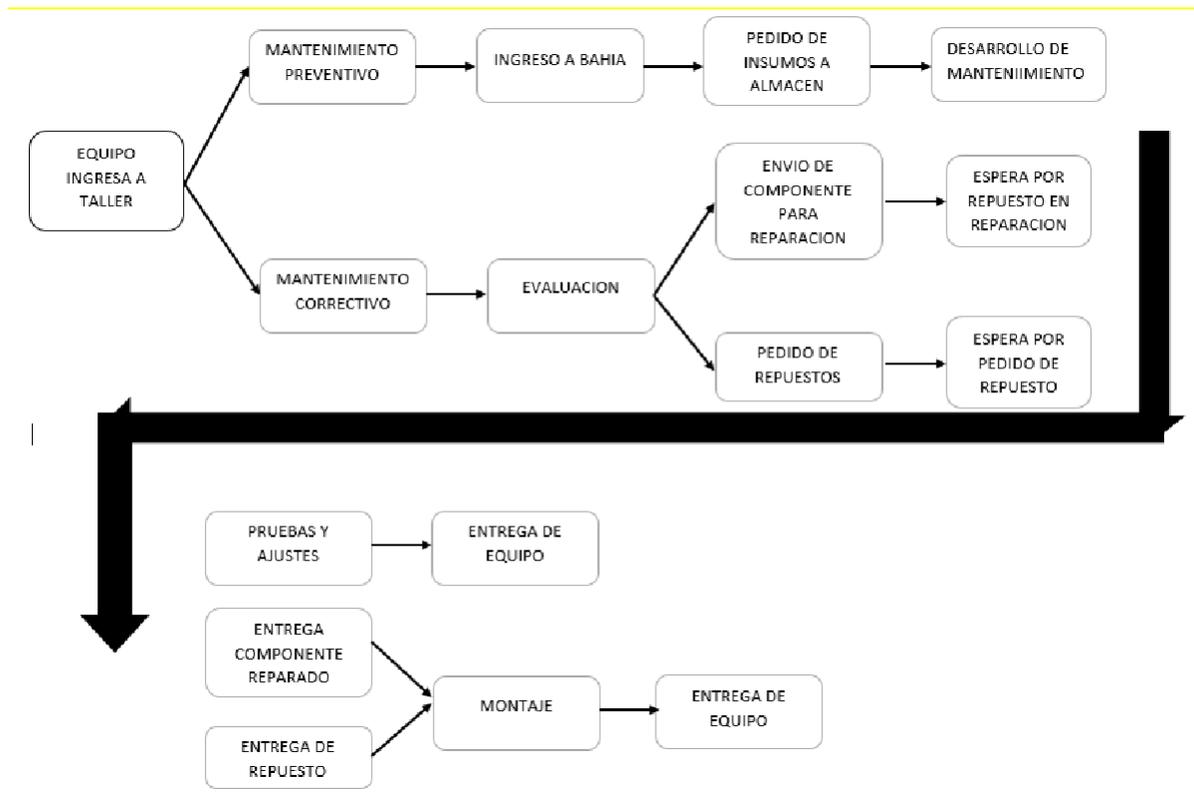


Figura 4. Diagrama de procesos mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3. Recurso Humano

A continuación, se muestra la tabla con el recurso humano utilizado para el desarrollo de dicho proceso

Tabla 3.

Recurso Humano

N°	Cargo	Cantidad
1	Jefe de servicios	1
2	Supervisor de servicios	2
3	Supervisor de seguridad	1
4	Planner de servicios	2
5	Técnicos de servicios	20
6	Encargado de almacén	1
7	Asistente administrativo	1

Fuente: Elaboración propia

En el tema administrativo se desarrolla las actividades con turno de 5 días de trabajo y 2 días de descanso, en el tema operativo los turnos son de 8 días de trabajo y 6 días de descanso, teniendo en cuenta que tenemos 2 guardias (A Y B)

#### 4.1.4. Desarrollo del Mantenimiento

##### a. Fases del mantenimiento

Según el diagnóstico efectuado encontramos 2 tipos de mantenimientos realizados en la actualidad que son mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo los cuales se detallan a continuación según la forma de realizarlos.

##### b. Mantenimiento Preventivo

Se desarrolla en intervalos de tiempo determinado, por lo general son cada 3 meses de trabajo del equipo, este procedimiento se inicia cuando el área de planeamiento semanalmente programa los equipos para mantenimiento, seguido se avisa a las áreas y jefaturas correspondientes que tienen los equipos a su cargo, que los equipos se encuentran programados para mantenimiento preventivo ya sea 250, 500, 1000, 2000 hrs.(Ver Anexo4)

Cuando los equipos ingresan a taller se procede a realizar los mantenimientos según la prioridad de disponibilidad que indique cada usuario, una vez determinado el orden que se realizaran los preventivos se procede a posicionar el equipo en el taller, luego se procede a firmar los formatos ya establecidos, demarcar el área de trabajo y bloquear el equipo. Una vez ya realizado lo indicado anteriormente se procede con realizar el preventivo según la cartilla de mantenimiento asignada para cada equipo, se basan en la cartilla que otorga el fabricante. (Ver Anexo 4 y 5)

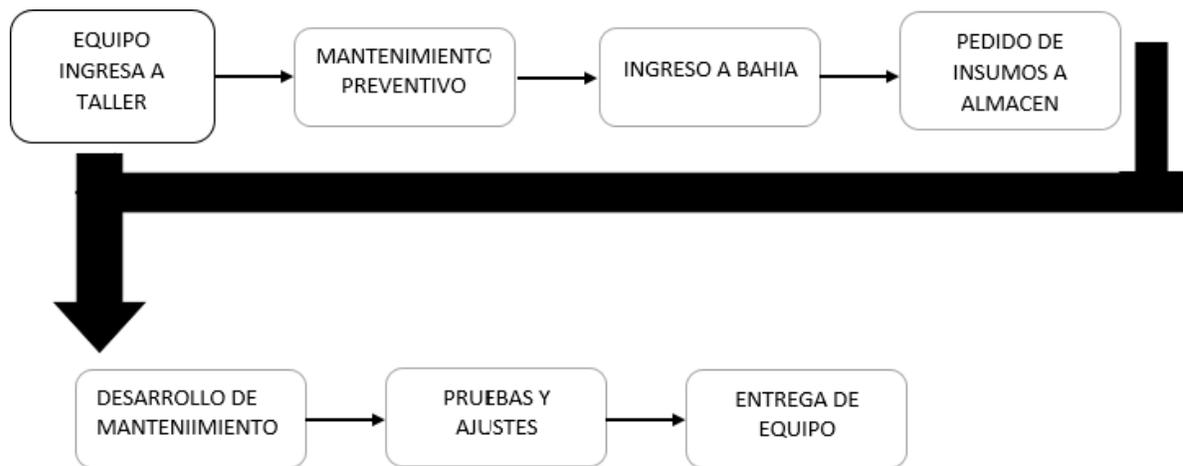


Figura 5: Diagrama de procedimiento de proceso de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración Propia

A continuación de igual manera se muestra la cartilla de mantenimiento usada para las grúas telescópicas según cada modelo y marca correspondiente.

### c. Mantenimiento Correctivo

En dicho mantenimiento correctivo se realizan el levantamiento de observaciones y reparaciones que tenga el equipo.

El procedimiento que se realiza es el siguiente se procede a recepcionar el equipo entregado por el usuario, el mismo nos indica que fallo repentino tiene o que daño fue el que se produjo en el equipo.

Seguido a esto se deja constancia en un check list de ingreso de equipos para dejar constancia y de conocimiento a todo el equipo de técnicos de mantenimiento el problema que tiene ese equipo (cabe recalcar que los correctivos en estos equipos son diversos por lo cual son variables en todo momento ya sea por tipo de falla, marca modelo, función, capacidad de carga, dimensiones, etc).

Se procede a posicionar el equipo en el taller de camiones grúa o grúa de acuerdo sea el caso, luego se procede a firmar los formatos ya establecidos, demarcar el área de trabajo y bloquear el equipo. Una vez ya realizado lo indicado anteriormente se procede con la inspección de la falla, procedimiento de reparación y de ser necesario se pide repuesto a almacén para levantar dicha falla, de no tener el repuesto en almacén se realiza el pedido a fabrica teniendo dos opciones de operatividad, se repara el componente si es factible o se espera con el equipo inoperativo el repuesto para dejar el equipo en óptimas condiciones. (Ver Anexo 6)

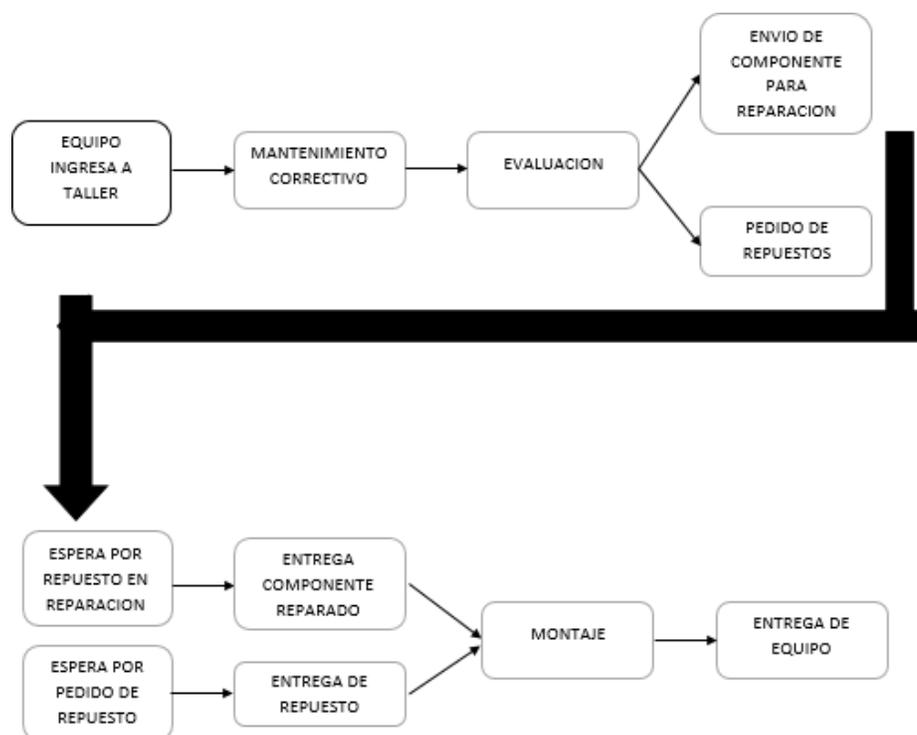


Figura 6 Diagrama de procedimiento de proceso de mantenimiento correctivo

Fuente: Elaboración Propia

#### d. Control de equipos

##### Control de equipos

Para este caso la información se obtendrá de los informes, se tiene en cuenta los intervalos de tiempo cumplidos para efectuar la atención preventivas y correctivas adecuadas.

Como se indica los reportes son la manera en que se lleva el control de los equipos para conocer su status real, estos son de suma importancia para desarrollar y verificar los indicadores de mantenimiento de los equipos, se muestra el reporte de servicio como muestra

Como bien se comentó anteriormente los reportes de servicio nos indican las tareas efectuadas según la planificación ya establecida semanalmente, de igual forma el control de las tareas y horas efectuadas en cada trabajo realizado

A continuación, se muestra las horas de trabajo de los meses en evaluación para iniciar el mes de Octubre.

Tabla 4.

Horas hombre y OM usadas en el mes Octubre.

OCTUBRE					
ITEM	DESCRIPCIÓN	OM	HH	CONDICIONES	OBSERVACIÓN
1	PM 500 HRS: ENGRASE GENERAL, LIMPIEZA Y LUBRICACION DE VIGAS ESTABILIZADORAS	400006021003	28.0	PROGRAMADO	MANTTO PREVENTIVO
2	EVALUACIÓN DE GANCHO DE GRUA, INSPECCION DE CABLES DE WINCHE	400006102042	16.0	PROGRAMADO	MANTTO PREVENTIVO
3	REEMPLAZO DE ACEITE DE MOTOR Y FILTROS	400006248188	16.0	PROGRAMADO	MANTTO PREVENTIVO
4	PM 2000 HRS: MANTENIMIENTO MECANICO/ELECTRICO DE ACUERDO A CARTILLA DE MANTTO	400006003336	120.0	PROGRAMADO	MANTTO PREVENTIVO
5	PM 250 HRS: MANTENIMIENTO MECANICO/ELECTRICO DE ACUERDO A CARTILLA DE MANTTO	400005710590	68.0	PROGRAMADO	MANTTO PREVENTIVO
6	RELLENADO DE ACEITE HIDRAULICO	400006035425	12.0	NO PROGRAMADO	CORRECTIVO
7	DESCARGA DE CILINDROS TELESCOPICOS	400005673386	160.0	PROGRAMADO	CORRECTIVO
8	INSTALACION DE MODULO ELECTRONICO DE MOTOR Y ESCANE0 DE MOTOR Y PRUEBA DE TURBOS	400006150157	68.0	NO PROGRAMADO	CORRECTIVO

9	EVALUACION DE TRANSMISION POR FALLA ELECTRONICA	400006356315	72.0	NO PROGRAMADO	CORRECTIVO
10	INSTALACION DE MODULO DE TRANSMISION Y PRUEBAS, MOVILIZACION DE GRUA	400006356363	20.0	NO PROGRAMADO	CORRECTIVO
11	INSPECCION DE CABLE DE WINCHE Y CORTADO DE TRAMO DAÑADO	400006102041	20.0	NO PROGRAMADO	CORRECTIVO
12	EVALUACION DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE	400006226274	116.0	NO PROGRAMADO	CORRECTIVO
13	REEMPLAZO DE PERNOS DE PADS DEL SOPORTE DE PLUMA	400006356366	12.0	PROGRAMADO	CORRECTIVO
14	INSPECCION DE CABLE DE WINCHE Y REGULACION DE PADS	400006101858	36.0	PROGRAMADO	CORRECTIVO
15	INSTALACION DE VALVULA DE COMBUSTIBLE PARA PRUEBAS	400006248193	32.0	PROGRAMADO	CORRECTIVO
16	REVISION DE A/C Y CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR DE GRÚA	400006356369	52.0	NO PROGRAMADO	CORRECTIVO
17	INSPECCION DE CABLES DE WINCHE Y CORRECCION DE ENROLLADO DE CABLE AUXILIAR Y CORRECTIVO A PUERTA DE CABINA	400006101855	20.0	NO PROGRAMADO	CORRECTIVO
18	CORTADO DE CABLE POR TRAMO DAÑADO E INSPECCIÓN DE CABLE DE WINCHE	400006101857	8.0	NO PROGRAMADO	CORRECTIVO
19	DESMONTAJE DE MOTOR	400006169197	72.0	PROGRAMADO	CORRECTIVO
20	REVISION DE A/C	400006175646	4.0	NO PROGRAMADO	CORRECTIVO
21	DESHABILITACION DE WINCHE AUXILIAR	400006175647	8.0	NO PROGRAMADO	CORRECTIVO

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro antes mostrado se procedes a sacar los resultados de cantidad de horas hombre y OM usadas para cada tipo de mantenimiento, se muestra la siguiente tabla.

Tabla 5.

Resumen HH Y OM mes de octubre.

HH	
PM	248.0
CORRECTIVO PROG.	312.0
CORRECTIVO NO PROG.	400.0
<b>TOTAL HH</b>	<b>960.0</b>

OM	
#OM Correctivo	16
#OM Preventivo	5
<b>#OM Total</b>	<b>21</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra las horas de trabajo usadas en el mes de noviembre.

Tabla 6.

Horas hombre y OM usadas en el mes Noviembre.

NOVIEMBRE					
ITEM	DESCRIPCIÓN	OM	HH	CONDICIONES	OBSERVACIÓN
1	PM 250 HRS: ENGRASE GENERAL, LIMPIEZA Y LUBRICACION DE VIGAS ESTABILIZADORAS	400005710590	60.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
2	PM 500 HRS: LUBRICACION GENERAL, CAMBIO DE FILTROS, TOMA DE MUESTRAS	400006126646	40.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
3	PM 250 HRS: LUBRICACIÓN GENERAL, TOMA DE MUESTRAS CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTORES	400006060666	84.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
4	EVALUACIÓN DE LA GRÚA	400006356509	34.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
5	LUBRICACIÓN DE CADENA DE PLUMA	400006251937	20.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
6	PM 250 HRS: MANTENIMIENTO MECANICO/ELECTRICO DE ACUERDO A CARTILLA DE MANTTO, APOYO A SOLDADURA	400006060749	102.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
7	EVA. DE CABLE	400006356516	8.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
8	ENGRASE CUERPOS PLUMA	400006267903	43.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
9	RELLENADO DE ACEITE HIDRAULICO	400006356588	3.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
10	RELLENADO DE ACEITE HIDRÁULICO	400006356513	3.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
11	PM 2000 HRS: MANTENIMIENTO MECANICO/ELECTRICO DE ACUERDO A CARTILLA DE MANTTO	400006060848	98.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
12	CAMBIO ACEITE WINCHES	400006294930	11.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
13	PM 2000 HRS: MANTENIMIENTO ELECTRICO E INFORME DE MANTTO	400006060848	17.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
14	LLENADO DE GRASA AL LUBRICADOR PRINCIPAL	400006356408	6.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
15	DESMTAJE DE MODULO PLD	400006248193	90.0	PROGRAMADA	CORRECTIVO
16	REEMPLAZO DE BATERIAS POR DESCARGA	400006356379	4.0	NO PROGRAMADA	CORRECTIVO
17	REVISION DEL SISTEMA DE WINCHE	400006356401	20.0	NO PROGRAMADA	CORRECTIVO
18	INSPECCION DE CABLE Y CORRECTO ENROLLAMIENTO DE CABLE WINCHE PRINCIPAL	400006101846	20.0	NO PROGRAMADA	CORRECTIVO
19	PRUEBAS DE MODULO NUEVO TRANSMISION	400006356363	8.0	PROGRAMADA	CORRECTIVO
20	MODIFICACIÓN DE LLAVE CORTA CORRIENTE	400006189773	16.0	PROGRAMADA	CORRECTIVO
21	EVALUACIÓN DE SENSORES DE ESTABILIZADOR	400006218393	24.0	PROGRAMADA	CORRECTIVO
22	MONTAJE DE COMPONENTES PERIFERICOS EN GRUA POR DESMONTAJE DE PLUMA	400006356507	40.0	PROGRAMADA	CORRECTIVO
23	PRUEBA DE CARGA, INSTALACIÓN DE ALARMA DE GIRO	400006175610	38.0	PROGRAMADA	CORRECTIVO

24	EVALUACIÓN Y PRUEBAS	400006356509	36.0	PROGRAMADA	CORRECTIVO
25	DESARMADO Y ARMADO DE CONTRAPESOS	400006356373	22.0	PROGRAMADA	CORRECTIVO
26	EVA. DE ESTABILIZADOR DELANTERO DERECHO	400006356514	16.0	PROGRAMADA	CORRECTIVO
27	EVA. BLOQUEO DE PLUMA	400006356586	6.0	NO PROGRAMADA	CORRECTIVO
28	EVA. DE CONTRAPESO BLOQUEADO	400006356510	7.0	NO PROGRAMADA	CORRECTIVO
29	AUXILIO ELÉCTRICO	400006356412	3.0	NO PROGRAMADA	CORRECTIVO
30	EVA. DEL SENSOR HOMBRE MUERTO	400006356511	6.0	NO PROGRAMADA	CORRECTIVO
31	EVA. GRÚA	400006356519	8.5	PROGRAMADA	CORRECTIVO
32	FALLA SIST SENSORES POSI PLUMA	400006267901	17.5	NO PROGRAMADA	CORRECTIVO
33	EVAL MOTOR*ELEVADA TEMPERATURA	400006286237	8.0	PROGRAMADA	CORRECTIVO
34	EVAL.FRENO DE MOTOR, EVAL. LUCES DE EMERGENCIA , FUGA DE ACEITE POR TAPA DE TANQUE HIDRÁULICO	400006356512	9.0	PROGRAMADA	CORRECTIVO
35	CALIBRAR NIVELES ESTABILIZADORE /PRUEBA DE ESTABILIZADORES	400006275285	8.0	PROGRAMADA	CORRECTIVO

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro antes mostrado se procedes a sacar los resultados de cantidad de horas hombre y OM usadas para cada tipo de mantenimiento, se muestra la siguiente tabla.

Tabla 7.

Resumen HH Y OM mes de noviembre.

HH	
PM	529.0
CORRECTIVO PROG.	323.5
CORRECTIVO NO PROG.	83.5
<b>TOTAL HH</b>	<b>936.0</b>

OM	
#OM Correctivo	21
#OM Preventivo	14
<b>#OM Total</b>	<b>35</b>

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos sobre horas hombre y Ordenes de mantenimiento podemos diagnosticar los siguientes indicadores de los meses evaluados para dicho proceso.

Tabla 8.

Diagnóstico de situación inicial, resumen de indicadores.

<b>INDICADORES</b>		
	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>
<b>MP (HH)</b>	248	529
<b>MC (HH)</b>	712	407
<b>Std by (HH)</b>	0	0
<b>HH TOTALES</b>	960	936
<b>#OM Correctivo</b>	20	29
<b>#OM Preventivo</b>	5	14
<b>#OM Total</b>	25	43
<b>#OM No Programada</b>	11	8
<b>#OM Programado</b>	10	35
<b>#OM Ejecutado de lo programado</b>	10	27
<b># OMs correspondientes a reclamos y/o retrabajos</b>	0	0
<b>#OMs debido a malas prácticas de operación</b>	0	0
<b>#PM Programado</b>	5	14
<b>#PM Ejecutado</b>	16	29
<b>% D Prom. Mes</b>	82.34%	81.10%
<b>Ratio (#OM Correctivo/#OM Total)</b>	80.00%	67.44%
<b>MP (HH/HH TOTALES)</b>	25.83%	56.52%

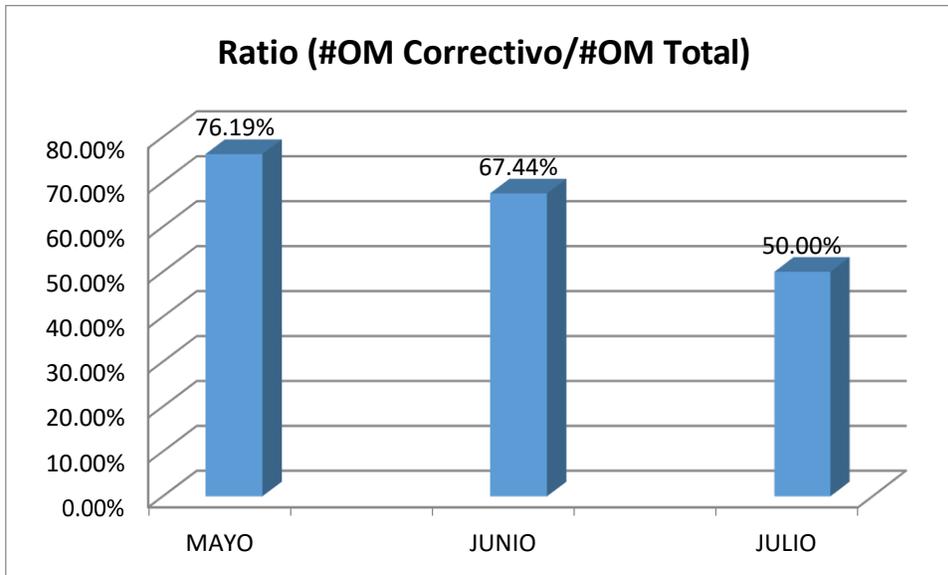
Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla anterior los meses en diagnostico la disponibilidad lograda es baja en consideración a la que se quiere alcanzar debido a que se nos pide una disponibilidad de los equipos no menos al 86%

A continuación, se muestra el diagrama de barras donde nos muestra el ratio entre Ordenes de mantenimiento correctivo entre ordenes de manteniendo totales

Tabla 9.

Ratio OM correctivo



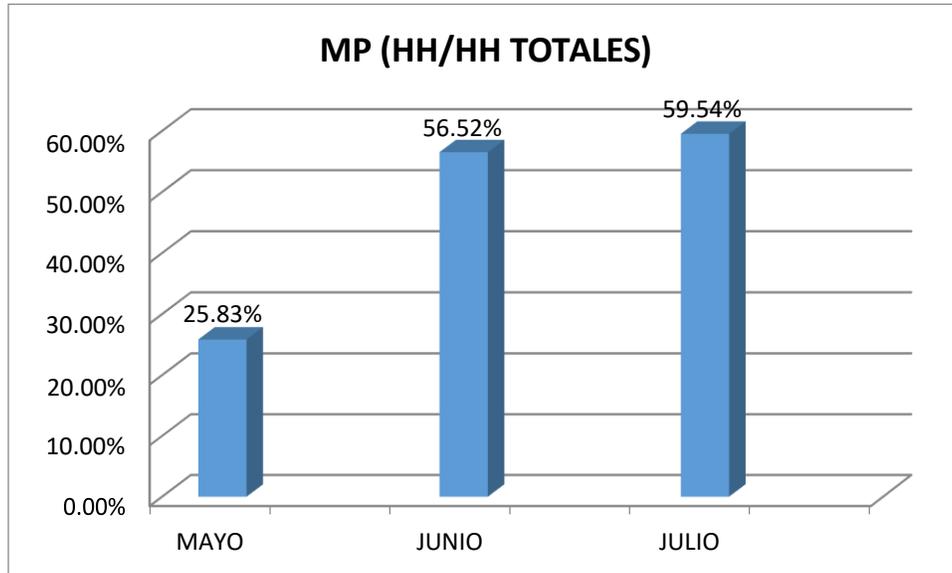
Fuente: Elaboración propia

En este diagrama se indica la ratio de órdenes de mantenimiento usadas para únicamente mantenimiento correctivo con respecto a las órdenes de mantenimiento totales.

A continuación, se muestra el diagrama de bloques para el mantenimiento preventivo, dividiendo horas hombre utilizadas para preventivo sobre las horas hombre totales

Tabla 10.

Ratio HH correctivo



Fuente: Elaboración propia

Lo que obtenemos con este diagrama es demostrar las horas hombre usadas para mantenimiento preventivo con respecto a las horas hombre totales, como se muestra esta va en incremento según los meses a evaluar.

#### 4.1.4. Almacén de equipos y servicios

Esta área juega un papel muy importante para la disponibilidad de los equipos ya que muchos de ellos por no decir el 100 % de los repuestos son vistas por esta área.

Se realizó un diagnostico a dicha para verificar el proceso en el que se desarrolla, a continuación, se procede a detallar.

Una vez identificado el repuesto a solicitar en los manuales correspondientes, se procede a solicitar el repuesto mediante correo primero al supervisor y él lo deriva a almacén, el cual debe de realizar el pedido inmediato del mismo.

Se menciona en el diagnostico a esta área ya que tiene suma importancia en la disponibilidad de los equipos, ya que ellos nos proveen los insumos, consumibles, repuestos, todo lo necesario para poder desarrollar de manera eficiente los trabajos a los equipos. De igual manera al momento de realizar el diagnóstico y estado de esta área se encuentra que en muchos de los pedidos de repuestos estos tienen un tiempo de demora es de meses lo cual afecta significativamente la disponibilidad de los equipos.

El tiempo de repuesta de almacén correspondiente a los repuesta está sujeto a la disponibilidad de repuestos en fabrica, por lo cual se debería tomar en consideración una forma más rápida de trabajo en esta área para mejorar la disponibilidad.

#### **4.1.5. Seguridad y Medio Ambiente**

##### **a. Seguridad**

Se procede a diagnosticar el área ya indicada.

Las charlas de seguridad son diarias y con diversos temas correspondientes a concientizar al personal sobre los riesgos a los que están expuestos, de igual manera se realizan continuamente capacitaciones sobre temas de seguridad los cual mejora el conocimiento para el desarrollo de las tareas en el área operativa.

Para el inicio de cualquier tarea a desarrollar, el procedimiento de seguridad es el siguiente.

- Usar los EPP acorde al trabajo a realizar
- Tener el IPER-C y los documentos de inicio de labor (AT, PETAR) correctamente llenado y firmado
- Realizar los check list correspondientes de acuerdo al uso de las herramientas y equipos que se necesitaran para el área
- Demarcar el área de trabajo y señalar la misma indicando si es un área restringida (barreras rojas) o controlada (barreras amarillas)
- Bloquear el equipo en el que se realizara los trabajos.

Como se recalcó este es el diagnostico actual de dicha en el proceso de tareas, esta área es una de mucha importancia área el desarrollo de las tareas por ende de igual manera está incluida en las áreas involucradas con la disponibilidad de los equipos.

##### **b. Medio ambiente**

Referente a este punto se detalla lo siguiente, el tema de desechos se encuentra según

el estándar y que se tiene un tacho de residuos para cada tipo de desecho.

Referente a los derrames se cuenta con un kit anti derrame de emergencia en un punto del taller para poder atender a tiempos cualquier tipo de derrame según se indica.

## **CAPÍTULO V: ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD.**

### **5.1. Contexto Operacional de lo Equipos**

La empresa cuenta con camiones grúa y grúas telescópicas de las marcas más reconocidas, estos equipos están encargados del izaje de todas las áreas trabajando en un Jornal de trabajo son 10 horas operativas siempre considerando la planificación del área de productividad. Dichos equipos se trasladan por vías dentro de mina.

La capacidad de las grúas y camiones grúa esta puede variar según el equipo, gancho y winche determinado.

Tabla 11.

Maestro de grúas

FLOTA DE GRUAS							
N°	EQUIPO	MODELO	SERIE	PARTE	MARCA	MODELO	SERIE
1	N°9	GMK5130-L	51308069	GRUA	CUMMINS	6BTA5.9-C173	46768064
				CAMION	CUMMINS	99N14-B	11873286
2	N°20	LTM1100	65158	GRUA	LIEBHERR	D924 TIE A4	2001-01-1200
				CAMION	LIEBHERR	D9408 TIE A5	2001-12-0176
3	N°21	GMK5200	52008143	GRUA	MERCEDES BENZ	OM904LA	907-940-00-188447
				CAMION	MERCEDES BENZ	OM502LA	942.930-00-173151
4	N°22	RT530E	225932	UNO SOLO	CUMMINS	QSB5.9	46622750
5	N°23	RT875E	225548	UNO SOLO	CUMMINS	QSB6.7L	46595709
6	N°24	AT 20	4089	UNO SOLO	MERCEDES BENZ	OM906LA	906.965-00-728444
7	N°25	GMK7450	74508151	GRUA	MERCEDES BENZ	OM906LA	906.991-00-915263
				CAMION	MERCEDES BENZ	OM502LA	942.992-00-791755
8	N°26	RT555	161374	UNO SOLO	CUMMINS	QSB6.7L	
9	N°27	RT-75	704023	UNO SOLO	CUMMINS	QSB6.7L	CPL 8466
10	N°28	LTM1220	45814	GRUA	LIEBHERR	D934-L-A6	2013-032730
				CAMION	LIEBHERR	D846-A7	2013-02-0996
11	N°29	GMK6300-L	63003136	GRUA	MERCEDES BENZ	OM906LA	906.991-C-1069165
				CAMION	MERCEDES BENZ	OM502LA	942.991-C-0937561
12	N°30		71605	UNO SOLO	LIEBHERR		

Fuente: SSK ingeniería y construcción SAC

A continuación, se muestra el maestro de camiones grúa

Tabla 12.

Maestro de camiones grúa

FLOTA DE CAMIONES GRUA					
N°	EQUIPO	Área	Marca	Modelo	SERIE
1	CAMIGRUA101	Soldadura	HIAB	144B-3CL	14405361
2	CAMIGRUA103	mantenimiento c2	HIAB	200C	600 HIPRO
3	CAMIGRUA104	mantenimiento c2	PALFINGER	PK38502	1360072
4	CAMIGRUA105	Mantenimiento Chancado C1	HIAB	26	
5	CAMIGRUA106	Mtto. Agua Clara	HIAB	26	
6	CAMIGRUA107	Tratamiento De Agua	HIAB	26	
7	CAMIGRUA109	Plan. Operaciones Relaves	PALFINGER	PK32080	1360207
8	CAMIGRUA116	Soldadura	HIAB	026 T3	SL026T000546
9	CAMIGRUA118	Tractores	HIAB	26	JHFYT20H0AK002340
10	CAMIGRUA122	Grúas	PM	65SP	GA780066
11	CAMIGRUA123	mantenimiento c2	IMT	52/380 K3	5280K3281208
12	CAMIGRUA124	Mtto. Agua Clara	PALFINGER	PK38502	1460015
13	CAMIGRUA125	Servicios Operaciones C1	PALFINGER	PK32080	100096007
14	CAMIGRUA127	mantenimiento c2	PALFINGER	PK38502	100104094
15	CAMIGRUA128	Perforación Geología	PALFINGER	PK18500	100113416
16	CAMIGRUA130	Operaciones Mina	PALFINGER	PK18500	100113417
17	CAMIGRUA131	Tractores	IMT	11/76K3	NR
18	CAMIGRUA139	Taller Palas Eléctricas	MANITEX	50110	189117
19	CAMIGRUA140	Camiones	HIAB	600EP-4 HI PRO	6000354
20	CAMIGRUA141	Almacén 2	EFFER	65/4S	120030
21	CAMIGRUA142	Llantas	PALFINGER	PC2700	2060-12086
22	CAMIGRUA143	Operaciones Mina	PALFINGER	23500	100137605
23	CAMIGRUA144	Taller Palas Eléctricas	EFFER	350/55	119564
24	CAMIGRUA159	mantenimiento c2	NATIONAL	NBT30H100	298148
25	CAMIGRUA160	mantenimiento c2	EFFER	440/5S	120088
26	CAMIGRUA161	Operaciones Lixiviación	EFFER	220	120471
27	CAMIGRUA162	mantenimiento c2	EFFER	440/6S	120906
28	CAMIGRUA166	Perforación Geología	PALFINGER	PK18500	100155591
29	CAMIGRUA168	Taller Palas Eléctricas	MANITEX	50110S	GA8802921302
30	CAMIGRUA169	Taller Palas Eléctricas	MANITEX	1770C	GA8802921302
31	CAMIGRUA171	Perforación Y Voladura	PM	15523	GA8802921302
32	CAMIGRUA175	Soldadura	PM	15523	GA8802921302
33	CAMIGRUA176	Mtto. Mecánico Ew	PM	15523	G12900331332
34	CAMIGRUA177	Mtto. Relaves	EFFER	850-CF	121989
35	CAMIGRUA178	Taller Perforadoras	NATIONAL	600 E2	299110
36	CAMIGRUA179	Taller Eléctrico Mina	PALFINGER	PK76002	100170342
37	CAMIGRUA180	Camiones	IMT	11/78K3	NR
38	CAMIGRUA181	Tractores	IMT	11/78K3	NR
39	CAMIGRUA183	Taller Perforadoras	IMT	11/78K3	NR
40	CAMIGRUA189	Grúas	PM	PM85026SP	GA7901421422

41	CAMIGRUA190	Taller de Lubricación	EFFER	Crane 150/3	122887
42	CAMIGRUA191	Taller Perforadoras	EFFER	35/3S	122765
43	CAMIGRUA192	Taller de Lubricación	IMT	111785LK3	1170172
44	CAMIGRUA193	C2 Linga	EFFER	855-6S	
45	CAMIGRUA195	mantenimiento c2	PALFINGER	PK76002EH	100280954
46	CAMIGRUA196	mantenimiento c2	PALFINGER	PK50002EH	100280627
47	CAMIGRUA197	mantenimiento c2	MANITEX	35100C	229234
48	CAMIGRUA198	Mtto. Chancado	HIAB	XS088 B-2CLX	BL088CL00186
49	CAMIGRUA199	Sup. Senior Molinos	HIAB	XS088 B-2CLX	BL088CL00208
50	CAMIGRUA200	Sup. Senior Molinos C2	HIAB	XS088 B-2CLX	BL08810808
51	CAMIGRUA201	Sup. Senior Molinos C2	HIAB	XS088 B-2CLX	BL088CL00207
52	CAMIGRUA202	Mtto. E / I Concentradora	HIAB	XS088 B-2CLX	BL088CL00190
53	CAMIGRUA203	Servicios Generales	EFFER	305C/3S	100023840
54	CAMIGRUA205	Operaciones Mina	PALFINGER	PK88002 EH E	100175716
55	CAMIGRUA206	Mtto. Chancado C 1	HIAB	26	
56	CAMIGRUA207	Taller Hidráulicas/ Cargadores	EFFER	455/6S	100023980
57	CAMIGRUA215	Camiones	AUTOCRANE	FIEX 12 PRO	195-50424
58	CAMIGRUA224	Taller Palas Eléctricas	EFFER	CRANE 100/4 S	
59	CAMIGRUA228	Taller Eléctrico Mina	EFFER	855/6S	100025143
60	CAMIGRUA229	Taller Palas Eléctricas	HIAB	TDUO 038 B-4	BL38TDU00004
61	CAMIGRUA231	Taller Perforadoras	HIAB	066 D-4 Duo	
62	CAMIGRUA232	Taller Palas Eléctricas	PALFINGER	PK100002 EH	100405779
63	CAMIGRUA235	Taller Perforadoras	PALFINGER	PK50002	100375368
64	CAMIGRUA236	Camiones	HIAB	X-HIPRO 1058 E-10	
65	CAMIGRUA79	Plan. Mtto. Generación	REACH ALL	AP80MH	8618
66	CAMIGRUA81	Mtto. Chancado C 2	HIAB	26	68962
67	CAMIGRUA85	mantenimiento c2	PALFINGER	PK38502	1060136
68	CAMIGRUA87	Mtto. Instrumentación	HIAB	26	84475
69	CAMIGRUA91	Mtto. Chancado C 2	HIAB	26	
70	CAMIGRUA96	mantenimiento c2	NATIONAL	1100	292698
71	CAMIGRUA97	mantenimiento c2	PALFINGER	PK38502	1260436
72	CAMIGRUA 237		HIAB	8007-1470	BLXCL0800180
73	CAMIGRUA 242		PALFINGER	PK18500	5305-5K-A
74	CAMIGRUA 243		PALFINGER	PKB10000	S107SKA
75	CAMIGRUA 63		NATIONAL	600C	26158
76	CAMIGRUA170		PM	PM155523	GA8802991304
77	CAMIGRUA222		EFFER		
78	CAMIGRUA233				
79	CAMIGRUA172		PALFINGER	PK6500	100156014
80	CAMIGRUA239		HIAB	X-HIPRO 1058 E-10	10580068
81	CAMIGRUA80		HIAB	026T	68962

Fuente: SSK ingeniería y construcción SAC

Con las tablas antes mostradas se procedió a indicar la flota de equipos la cual estará en evaluación para el desarrollo de la metodología RCM.

## 5.2. Situación Inicial de las Grúas y Camiones Grúa.

Para poder situarnos desde un punto de partida se muestra el siguiente cuadro el cual nos presenta la disponibilidad actual en las que se encuentran los equipos.

Tabla 13.

Disponibilidad de equipos actual.

CODIGO EQUIPO	Marca	Modelo	Serie	Ponderación	DISPONIBILIDAD
GRUA N°9		GMK5130-L	51308069	8.33	80%
GRUA N°20		LTM1100	65158	8.33	75%
GRUA N°21		GMK5200	52008143	8.33	85%
GRUA N°22		RT530E	225932	8.33	90%
GRUA N°23		RT875E	225548	8.33	56%
GRUA N°24		AT 20	4089	8.33	90%
GRUA N°25		GMK7450	74508151	8.33	90%
GRUA N°26		RT555	161374	8.33	78%
GRUA N°27		RT-75	704023	8.33	56%
GRUA N°28		LTM1220	45814	8.33	50%
GRUA N°29		GMK6300-L	63003136	8.33	85%
GRUA N°30			71605	8.33	90%
CAMIGRUA236	HIAB	X-HIPRO 1058 E-10		1.35%	97%
CAMIGRUA205	PALFINGER	PK88002 EH E	100155716	1.35%	100%
CAMIGRUA177	EFFER	850-CF	121989	1.35%	94%
CAMIGRUA179	PALFINGER	PK76002	100170342	1.35%	61%
CAMIGRUA195	PALFINGER	PK76002EH	100280954	1.35%	61%
CAMIGRUA139	MANITEX	50110	189117	1.35%	100%
CAMIGRUA196	PALFINGER	PK50002EH	100280627	1.35%	84%
CAMIGRUA168	MANITEX	50110S	GA8802921302	1.35%	94%
CAMIGRUA235	PALFINGER	PK50002	100409868	1.35%	97%
CAMIGRUA123	IMT	52/380 K3	5280K3281208	1.35%	100%
CAMIGRUA207	EFFER	455/6S	100023980	1.35%	61%
CAMIGRUA160	EFFER	440/5S	120088	1.35%	74%
CAMIGRUA162	EFFER	440/6S	120906	1.35%	100%
CAMIGRUA104	PALFINGER	PK38502	1360072	1.35%	61%
CAMIGRUA124	PALFINGER	PK38502	1460015	1.35%	100%
CAMIGRUA127	PALFINGER	PK38502	100104094	1.35%	61%
CAMIGRUA85	PALFINGER	PK38502	1060136	1.35%	94%
CAMIGRUA97	PALFINGER	PK38502	1260436	1.35%	100%
CAMIGRUA144	EFFER	350/5S	119564	1.35%	61%
CAMIGRUA197	MANITEX	35100C	229234	1.35%	97%

<b>CAMIGRUA109</b>	PALFINGER	PK32080	1360207	1.35%	100%
<b>CAMIGRUA125</b>	PALFINGER	PK32080	100096007	1.35%	100%
<b>CAMIGRUA159</b>	NATIONAL	NBT30H100	298148	1.35%	100%
<b>CAMIGRUA203</b>	EFFER	305C/3S	100023840	1.35%	100%
<b>CAMIGRUA193</b>	EFFER	855-6S		1.35%	97%
<b>CAMIGRUA189</b>	PM	PM85026SP	GA7901421422	1.35%	61%
<b>CAMIGRUA 96</b>	NATIONAL	1100	292698	1.35%	61%
<b>CAMIGRUA103</b>	HIAB	200C	20003763	1.35%	100%
<b>CAMIGRUA143</b>	PALFINGER	23500	100137605	1.35%	87%
<b>CAMIGRUA122</b>	PM	65SP	GA780066	1.35%	61%
<b>CAMIGRUA161</b>	EFFER	220	120471	1.35%	61%
<b>CAMIGRUA228</b>	EFFER	855/6S	100025143	1.35%	100%
<b>CAMIGRUA178</b>	NATIONAL	600 E2	299110	1.35%	94%
<b>CAMIGRUA128</b>	PALFINGER	PK18500	100113416	1.35%	94%
<b>CAMIGRUA130</b>	PALFINGER	PK18500	100113417	1.35%	94%
<b>CAMIGRUA166</b>	PALFINGER	PK18500	100155591	1.35%	100%
<b>CAMIGRUA169</b>	MANITEX	1770C	GA8802921302	1.35%	97%
<b>CAMIGRUA190</b>	EFFER	Crane 150/3	122887	1.35%	94%
<b>CAMIGRUA101</b>	HIAB	144B-3CL	14405361	1.35%	90%
<b>CAMIGRUA215</b>	AUTOCRAN E	FIEX 12 PRO	195-50424	1.35%	84%
<b>CAMIGRUA198</b>	HIAB	XS088 B- 2CLX	BL088CL00186	1.35%	87%
<b>CAMIGRUA199</b>	HIAB	XS088 B- 2CLX	BL088CL00208	1.35%	68%
<b>CAMIGRUA200</b>	HIAB	XS088 B- 2CLX	BL08810808	1.35%	61%
<b>CAMIGRUA201</b>	HIAB	XS088 B- 2CLX	BL088CL00207	1.35%	61%
<b>CAMIGRUA202</b>	HIAB	XS088 B- 2CLX	BL088CL00190	1.35%	61%
<b>CAMIGRUA171</b>	PM	15523	GA8802921302	1.35%	61%
<b>CAMIGRUA175</b>	PM	15523	GA8802921302	1.35%	100%
<b>CAMIGRUA176</b>	PM	15523	G12900331332	1.35%	87%
<b>CAMIGRUA141</b>	EFFER	65/4S	120030	1.35%	61%
<b>CAMIGRUA231</b>	HIAB	066 D-4 Duo		1.35%	100%
<b>CAMIGRUA140</b>	HIAB	600EP-4 HI PRO	6000354	1.35%	87%
<b>CAMIGRUA79</b>	REACH ALL	AP80MH	8618	1.35%	100%
<b>CAMIGRUA191</b>	EFFER	35/3S	122765	1.35%	61%
<b>CAMIGRUA131</b>	IMT	11/76K3	NR	1.35%	81%
<b>CAMIGRUA224</b>	EFFER	CRANE 100/4 S	100024276	1.35%	61%
<b>CAMIGRUA229</b>	HIAB	TDUO 038 B-4	BL38TDU00004	1.35%	90%
<b>CAMIGRUA118</b>	HIAB	26	JHFYT20H0AK002340	1.35%	100%
<b>CAMIGRUA105</b>	HIAB	26		1.35%	100%
<b>CAMIGRUA106</b>	HIAB	26		1.35%	100%
<b>CAMIGRUA107</b>	HIAB	26		1.35%	68%
<b>CAMIGRUA116</b>	HIAB	026 T3	SL026T000546	1.35%	100%
<b>CAMIGRUA81</b>	HIAB	26	68962	1.35%	81%
<b>CAMIGRUA87</b>	HIAB	26	84475	1.35%	68%

<b>CAMIGRUA91</b>	HIAB	26		1.35%	81%
<b>CAMIGRUA142</b>	PALFINGER	PC2700	2060-12086	1.35%	100%
<b>CAMIGRUA180</b>	IMT	11/78K3	NR	1.35%	77%
<b>CAMIGRUA181</b>	IMT	11/78K3	NR	1.35%	81%
<b>CAMIGRUA183</b>	IMT	11/78K3	NR	1.35%	81%
<b>CAMIGRUA192</b>	IMT	111785LK3	1170172	1.35%	100%
<b>CAMIGRUA206</b>	HIAB	26		1.35%	90%
<b>CAMIGRUA232</b>	PALFINGER	PK100002 EH	100405779	1.35%	84%
<b>CAMIGRUA222</b>	EFFER	35/3S	100024139	1.35%	100%
<b>CAMIGRUA170</b>				1.35%	61%
<b>CAMIGRUA 63</b>	NATIONAL	600C	26158	1.35%	90%
PROMEDIO					84%

Fuente: Elaboración propia

Como podemos apreciar la disponibilidad de los equipos está por debajo de la requerida por lo que se considera realizar RCM

### 5.2.1 Fallas Frecuentes

Se verifico en los reportes de los equipos las fallas más frecuentes en cada sistema, esta información es de suma importancia para localizar la raíz de las fallas. Seguido se detalla las fallas, cabe recalcar que el sistema con más fallas es el sistema hidráulico.

Según los reportes y el diagnostico mostrado se presentas fallas más frecuentes en cada sistema y la ponderación de dichas fallas

Tabla 14.

Fallas frecuentes

Nº	SISTEMA DEL EQUIPO	CANTIDAD DE LAS FALLAS EN PORCENTAJE
1	REFRIGERACION	8%
2	COMBUSTIBLE (DIESEL)	25%
3	HIDRAULICO	45%
4	ELECTRICO	22%

Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.5 Aplicación del mantenimiento basado en la confiabilidad.

**a. Tablas de Información RCM y Decisiones**

Tabla 15.

Información del sistema de refrigeración

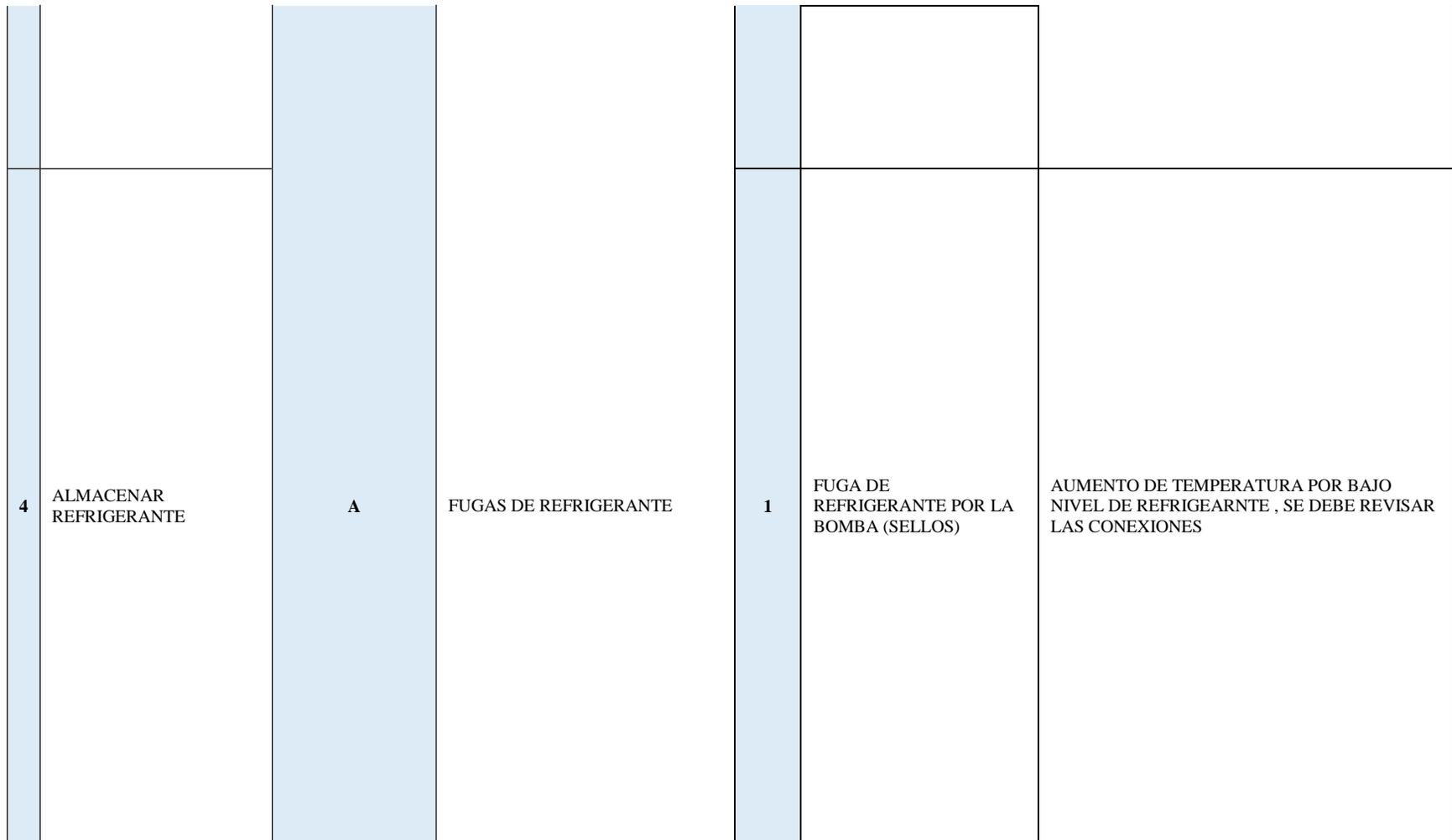
HOJA DE INFORMACION RCM		ELEMENTO : GRUA GROVE		NRO:	REALIZADO POR :	HOJA
		COMPONENTE :		REF:		DE
FUNCION		FALLO FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFFECTO DE FALLA
1	MANTENER LA TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO	A	SOBRECALENTAMIENTO EN LA TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE Y MOTOR	1	FALLA EN EL FUNCIONAMIENTO DEL RADIADOR	TESTIGO DE ADVERTENCIA DE TEMPERATURA INADECUADA ACTIVO EN EL PANEL , FALLA Y PARO REPENTINO DEL MOTOR , LA ACCION A TOMAR ES LIMPIEZA Y EVALUACION VISUAL DEL RADIADOR
				2	FUGAS DE REFRIGERANTE	SE EVALUA LAS CONEXIONES , MANGUERAS Y CAÑERIAS PARA VERIFICAR Y ELIMINAR LAS FUGAS
				3	REFRIGERANTE DE MALA CALIDAD , CON FALTA DE PROPIEDADES	SE REEMPLAZA EL REFRIGERANTE POR UNO SEGÚN LO INDIQUE EL FABRICANTE
				4	INTERCAMBIO DE CALOR Y ENFRIAMIENTO INADECUADO	REFRIGERANTE CON TEMPERATURAS ELEVADAS Y FALLAS EN COMPONENTES DEL MOTOR , DE IGUAL MANERA PRESENTA PERDIDA DE POTENCIA DE MOTOR
		B	BAJA TEMPERATURA DEL LIQUIDO RERIGERANTE	1	TERMOSTATO CON FUGAS EN SUS SELLOS	HUMO BLANCO Y PERDIDA DE POTENCIA EN EL MOTOR , SE NECESITA CAMBIAR LOS SELLOS

2	BOMBEAR REFRIGERANTE POR TODO EL SISTEMA	A
3	REGULAR EL FLUJO Y LA RECIRCULACION DE REFRIGERANTE	A

REFRIGERANTE EN EL SISTEMA INADECUADO POR FALTA DE BOMBEO ADECUADO

PERDIDA DE REGULACION DE FLUJO

1	FALLA EN EL IMPELENTE DE BOMBA	AUMENTO DE TEMPERATURA POR ENCIMA DE LO NORMAL , CIRCULACION DE REFRIGERANTE INADECUADO
1	TERMOSTATO ABIERTO	LA POTENCIA DEL MOTOR CAE CONSIDERABLEMENTE
2	TERMOSTATO CERRADO	AUMENTO DE TEMPERATURA POR FALTA DE CIRCULACION DE FLUJO CONSTANTE



Nota. Hoja de información del sistema de refrigeración. Fuente: (Moubray, 1997) , RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (p.57).

Tabla 16.

Decisión del sistema de refrigeración

HOJA DE DECISION RCM			ELEMENTO :										NRO	REALIZADO POR :		HOJA
			COMPONENTE :										REF			DE
REFERENCIA DE INFORMACION			EVALUACION DE LAS CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	TAREAS A FALTA DE				TAREAS PROPUESTAS:	FRECUENCIA INICIAL	REALIZAR POR :
							S1	S2	S3							
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	A	1	S	N	N	S	S							LIMPIEZA Y EVALUACION VISUAL DEL RADIADOR	2000 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO
1	A	2	S	N	N	S	S							EVALUAR LAS CONEXIONES, MANGUERAS Y CAÑERIAS	500 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO
1	A	3	S	N	N	S	N	N	S					REEMPLAZO DE REFRIGERANTE	2000 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO
1	A	4	S	N	N	S	N	N	S					REEMPLAZO DE REFRIGERANTE	2000 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S					CAMBIO DE SELLOS DEL TERMOSTATO	3000 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO
2	A	1	S	N	N	S	S							EVALUAR LA BOMBA DE REFRIGERANTE	750 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S					CAMBIO DE SWITCH DE APERTURA	3000 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO
3	A	2	S	N	N	S	N	N	S					REEMPLAZO DE TERMOSTATO	3000 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO
4	A	1	S	N	N	S	S							VERIFICAR ESTANQUEIDAD	500 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO

Nota. Hoja de decisión del sistema de refrigeración. Fuente: (Moubray, 1997) , RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (p.203).

Tabla 17.

Información del sistema de combustible (Diesel)

HOJA DE INFORMACION RCM		ELEMENTO : GRUA GROVE		NRO:	REALIZADO POR :	HOJA
COMPONENTE :				REF:		DE
FUNCION		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFFECTOS DE FALLA
1	INYECTAR COMBUSTIBLE SEGÚN REGULACION	A	FALLA DE INYECCION DE COMBUSTIBLE CORRECTA EN LA COMBUSTION	1	FILTRO DE TANQUE OBSTRUIDO	PERDIDAD DE POTENCIA , SE CAMBIA O LIMPIA EL FILTRO DE TANQUE
				2	FILTROS Y TANQUE DE COMBUSTIBLE CONTAMINADO	INYECCION INADECUADA , PODRIA PRODUCIR FALLAS EN LA BOMBA , SE TIENE QUE CAMBIAR FITROS Y DRENAR EL AGUA ACUMULADA EN EL TANQUE
				3	INYECTOR OBSTRUIDO	PERDIDA DE POTENCIA , MANTENIMIENTO DE LOS INYECTORES
				4	DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLE INADECUADA	VERIFICAR SINCRONIZACION DE INYECTORES , HUMO NEGRO , VERIFICAR LOS INYECTORES PARA REALIZAR CAMBIO
				5	CABEZAL DE BOMBA DAÑADO	MALA DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLE A LOS INYECTORES, CAMBIO DE CABEZAL

2	TRASLDAR EL COMBUSTIBLE DE TANQUE A LA BOMBA	A	TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE INADECUADA	1	MANGUERAS Y CAÑERIAS DAÑADAS	FALTA DE PRESION EN EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE , CAMBIO DE MABGUERAS Y CAÑERIAS
				2	MOTOR ELECTRICO DE LA BOMBA EN MAL ESTADO	FUNCIONAMIENTO DE MOTOR IRREGULAR , CAMBIO DE BOMBA
	B	TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE NULA	1	FALLA EN LA BOMBA DE COMBUSTIBLE	FALTA DE COMBUSTIBLE EN EL SISTEMA , CAMBIAR BOMBA	
			2	FALTA DE COMBUSTIBLE	SISTEMA SUCCIONA AIRE , LLENAR COMBUSTIBLE Y PURGAR SISTEMA	

Nota. Hoja de información del sistema de combustible. Fuente: (Moubray, 1997) , RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (p.57).

Tabla 18.

Decisión del sistema de combustible (Diesel)

HOJA DE DECISION RCM			ELEMENTO :										NRO	REALIZADO POR :		HOJA
			COMPONENTE :										REF			DE
REFERENCIA DE INFORMACION			EVALUACION DE LAS CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	TAREAS A FALTA DE				TAREAS PROPUESTAS:	FRECUENCIA INICIAL	REALIZAR POR :
							S1	S2	S3							
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S				CAMBIA O LIMPIA EL FILTRO DE TANQUE	250 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO	
1	A	2	S	N	N	S	S						CAMBIAR FITROS Y DRENAR EL AGUA ACUMULADA EN EL TANQUE	250 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO	
1	A	3	S	N	N	S	S						MANTENIMIENTO DE INYECTOR DE COMBUSTIBLE	3000 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO	
1	A	4	S	N	N	S	N	N	S				VERIFICAR LOS INYECTORES PARA REALIZAR CAMBIO	4000 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO	
1	A	5	S	N	N	S	S						CAMBIO DE CABEZAL	3000 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO	
2	A	1	S	N	N	S	S						CAMBIO DE MANGUERAS Y CAÑERIAS	250 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO	
2	A	2	S	N	N	S	S						CAMBIO DE MOTOR ELECTRICO DE BOMBA	3000 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO	
2	B	1	S	N	N	S	S	N	N				CAMBIAR BOMBA	4000 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO	
2	B	2	S	N	N	S	S						LLENAR COMBUSTIBLE Y PURGAR SISTEMA	250 HORAS	OPERADOR DE EQUIPO	

Nota. Hoja de decisión del sistema de combustible. Fuente: (Moubray, 1997) , RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (p.203).

Tabla 19.

Información del sistema hidráulico.

HOJA DE INFORMACION RCM		ELEMENTO : GRUA GROVE		NRO:	REALIZADO POR :	HOJA
COMONENTE :				REF:		DE
FUNCION		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFFECTOS DE FALLA
1	HACER QUE LOS ACTUADORES HIDRAULICOS FUNCIONEN	A	FUNCIONES HIDRAULICAS NO FUNCIONAN	1	FALLA EN LOS CILINDROS HIDRAULICOS	NO SE REALIZAN FUNCIONES HIDRAULICAS , VERIFICAR Y REALIZAR CAMBIO DE CILINDROS HIDRAULICOS
				2	FALLA EN LA BOMBA HIDRAULICA	BAJA PRESION EN EL SISTEMA , CAMBIAR BOMBA
2	TRASLADAR ACEITE HIDRAULICO	A	FUGAS EN EL SISTEMA	1	PERDIDA DE ACEITE	FUGA DE ACEITES , CAMBIAR EMPAQUES

POR EL SISTEMA
----------------

2	<table border="1"> <tr> <td>COMPONENTES DAÑADOS CON FUGAS</td> <td>PERDIDA DE ACEITE POR LOS COMPONENTES , VERIFICAR FUGAS Y REALIZAR CAMBIOS</td> </tr> </table>	COMPONENTES DAÑADOS CON FUGAS	PERDIDA DE ACEITE POR LOS COMPONENTES , VERIFICAR FUGAS Y REALIZAR CAMBIOS
COMPONENTES DAÑADOS CON FUGAS	PERDIDA DE ACEITE POR LOS COMPONENTES , VERIFICAR FUGAS Y REALIZAR CAMBIOS		

N . Hoja de inform na hidráulico. Fuente: (Moubray, 1997) , RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (p.57).

Tabla 20.

Decisión del sistema hidráulico

HOJA DE DECISION RCM			ELEMENTO :										NRO	REALIZADO POR :		HOJA
			COMPONENTE :										REF			DE
REFERENCIA DE INFORMACION			EVALUACION DE LAS CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	TAREAS A FALTA DE				TAREAS PROPUESTAS:	FRECUENCIA INICIAL	REALIZAR POR :
							S1	S2	S3							
F	FF	MF	H	S	E	O	O1	O	O3	H4	H5	S4				
1	A	1	S	S	S	S	N	N	N				VERIFICAR FUNCIONAMIENTO Y REALIZAR CAMBIO DE CILINDROS HIDRAULICOS	SEMANAL	TECNICO DE MANTENIMIENTO Y OPERADOR DE EQUIPO	
1	A	2	S	N	N	S	S						CAMBIAR BOMBA	3000 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO	
2	A	1	S	N	S	S	S	N	N				CAMBIAR EMPAQUES	250 HORAS	OPERADOR DE EQUIPO	
2	A	2	S	N	S	S	S	N	N				VERIFICAR FUGAS Y REALIZAR CAMBIOS	DIARIO	OPERADOR DE EQUIPO	

Nota. Hoja de decisión del sistema hidráulico. Fuente: (Moubray, 1997) , RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (p.203).

Tabla 21.

Información del sistema eléctrico.

HOJA DE INFORMACION RCM		ELEMENTO : GRUA GROVE		NRO:	REALIZADO POR :	HOJA
FUNCION		FALLA FUNCIONAL		REF:	MODO DE FALLA	DE
1		A	NO MANTENER CARGA	1	ALTERNADOR QUEMADO CON FALLA	LAS BATERIAS NO CARGAN , REEMPLAZAR EL REGULADOR DE VOLTAJE
MANTENER LA CARGA		B	DIFICULTAD PARA MANTENER CARGA	1	CELDAS DE BATERIAS CRUZADAS	BATERIA NO CONTIENE LA CARGA ENVIADA POR EL ALTERNADOR , AJUSTAR O CAMBIAR LAS FAJAS
				2	FAJA DE DISTRIBUCION INADECUADA	TRANSMISION DE POTENCIA POR LAS FAJAS AL MOTOS NO ES LA ADECUADA , REEMPLAZO
				3	CARBON DEL ALTERNADOR GASTADOS	REEEMPLAZAR CARBON
				4	RODAMIENTO DEL ALTERADOR DAÑADO	NO SE PRODUCE CORRIENTE , CAMBIAR RODAMIENTOS

2	ENTREGAR CARGA PARA ARRANQUE DEL EQUIPO	A	NO SE PUEDE ARRANCAR EL MOTOR	1	BENDIX DE ARRANCADOR PEGADO	MOTOR NO ARRANCA , REPARAR ARRANCADOR
				2	PIÑÓN DE ARRANQUE CON DIENTES DAÑADOS	REEMPLAZAR PIÑÓN DE ARRANQUE
				3	INDUCIDO DE ARRANCADOR QUEMADO	NO GIRA EL ARRANCADOR , CAMBIAR ARRANCADOR
		B	MOTOR ARRANCA CON DIFICULTAD	1	RODAMIENTOS EN MAL ESTADO	GIRO DEFECTUOSO , CAMBIAR RODAJES
		C	NO ENTREGAR ENERGIA	1	BATERIA DESCARGADA	MOTOR NO ENCIENDE , CAMBIAR BATERIA
				2	BORNES SULFATADOS O EN MAL ESTADO	LIMPIAR LOS BORNES Y SI ESTAN MUY DAÑADOS CAMBIAR
				3	CONEXIONES ELECTRICAS DAÑADAS	MOTOR NO ARRANCA , REPARAR CONEXIONES ELECTRICAS

Nota. Hoja de información del sistema eléctrico. Fuente: (Moubray, 1997) , RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (p.57).

Tabla 22.

Decisión del sistema eléctrico

HOJA DE DECISION RCM			ELEMENTO :										NRO	REALIZADO POR :		HOJA
			COMPONENTE :										REF			DE
REFERENCIA DE INFORMACION			EVALUACION DE LAS CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	TAREAS A FALTA DE				TAREAS PROPUESTAS:	FRECUENCIA INICIAL	REALIZAR POR :
							S1	S2	S3							
F	FF	MF	H	S	E	O	O1	O	O3	H4	H5	S4				
1	A	1	S	N	N	S	S						REEMPLAZAR EL REGULADOR DE VOLTAJE	2000 HORAS	TECNICO ELECTRICO	
1	B	1	S	N	N	N	N	N	S				AJUSTAR O CAMBIAR LAS FAJAS	3000 HORAS	TECNICO ELECTRICO	
1	B	2	S	N	N	S	N	N	S				REEMPLAZAR O TENSAR LA FAJA	1000 HORAS	TECNICO DE MANTENIMIENTO	
1	B	3	S	N	N	S	S						REEMPLAZAR CARBONES	2000 HORAS	TECNICO ELECTRICO	
1	B	4	S	N	N	S	N	N	S				CAMBIAR RODAMIENTOS	3000 HORAS	TECNICO ELECTRICO	
2	A	1	S	N	N	N	S						REPARACION ARRANCADOR	2000 HORAS	TECNICO ELECTRICO	
2	A	2	S	N	N	N	S						REEMPLAZAR PIÑON DE ARRANQUE	2000 HORAS	TECNICO ELECTRICO	
2	A	3	S	N	N	N	S						CAMBIAR ARRANCADOR	2000 HORAS	TECNICO ELECTRICO	
2	B	1	S	N	N	N	S						CAMBIAR RODAJES	4000 HORAS	TECNICO ELECTRICO	
2	C	1	S	N	N	S	S						CAMBIAR BATERIA	DIARIO	TECNICO ELECTRICO	
2	C	2	S	N	N	S	S						LIMPIAR LOS BORNES Y SI ESTAN MUY DAÑADOS CAMBIAR	50 HORAS	TECNICO ELECTRICO	
2	C	3	S	N	N	S	S						REVISAR CONEXIONES ELECTRICAS	DIARIAS	TECNICO ELECTRICO	

Nota. Hoja de decisión del sistema eléctrico. Fuente: (Moubray, 1997) , RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (p.203).

## CAPITULO VI: PROPUESTA DE MEJORA

Según el diagnóstico y análisis de cómo se encuentra el mantenimiento de los equipos actualmente, se proponen los siguientes check list de mantenimiento para los equipos y a su vez un formato para el control de repuestos el cual era un punto crucial en dicho proceso.

### 6.1. Cartillas de mantenimiento propuestas para grúas telescópicas.

#### a. Cartilla de mantenimiento preventivo de 250 hrs para grúas

A continuación, se detalla la cartilla propuesta para la mejora de proceso según el RCM aplicado.

Tabla 23.

Check list de mantenimiento preventivo PM1 (250 horas) GRUA GROVE

CONJUNTO	COMPONENTE	FUENTE	DESCRIPCION DEL TRABAJO	CHECK
Conjunto Inferior	Motor Vehículo	-	Revisar condición general y posibles fugas	
		Manual	Revisar el nivel de aceite de motor	
		Manual	Inspección visual de faja de transmisión	
		Manual	Revisar el nivel de refrigerante	
		-	Revisar estado de las mangueras del sistema de enfriamiento	
		-	Revisar el estado de las mangueras de admisión del turbo	
		Manual	Revisar el estado de las mangueras de admisión	
		Manual	Drenar el agua de filtro de separador de combustible	
		Manual	Inspeccionar manguera de desfogue de motor	
	Manual	Revisar el estado filtro de aire		
	Ruedas	Manual	Inspección por posibles daños (cortes, penetraciones, etc.)	
	Sistema Eléctrico	Manual	Revisión de luces y pantallas indicadoras.	
	Sistema Hidráulico	Manual	Revisar el nivel de aceite hidráulico y posibles fugas.	
		-	Verificar la pantalla para detectar contaminación de filtro	
Transmisión Automática	Manual	Comprobación del nivel de aceite		

Conjunto Superior	Cable de elevación	Manual	Control del cable de elevación, poleas y los tambores de cable.	
	Motor Grúa	Manual	Revisar condición general y posibles fugas	
		Manual	Revisar el nivel de aceite de motor	
		Manual	Drenar agua de filtro separador de agua	
		Manual	Inspección visual del ventilador.	
		Manual	Revisar el nivel de refrigerante	
		Manual	Revisar estado de las mangueras del sistema de enfriamiento	
		Manual	Revisar el estado de las mangueras de admisión del turbo	
		Manual	Revisar el estado de las mangueras de admisión	
	Ganchos	Manual	Comprovar que el gancho gire libremente	
		Manual	Comprovar el ajuste del socket de cable	
	Sistema Hidráulico	Manual	Revisar el nivel de aceite hidráulico	
		Manual	Revisar el indicador de suciedad del filtro de aceite	
Conjunto Inferior	Dirección	Manual	Revisar posibles fugas	
	Ejes	Manual	Revisar posibles fugas y estado en general	
	Caja de transferencia	Manual	Revisar posibles fugas y estado en general	
	Caja de transmisión	Manual	Revisar condición general y posibles fugas	
	Otros	Manual	Revisar funcionamiento del limpiaparabrisas y nivel del liquido de reserva	
		Manual	Revisión de posibles fisuras en la estructura del equipo	
	Sistema de Lubricación central	Manual	Revisar el nivel de llenado del deposito de grasa	
	Sistema Hidráulico	Manual	Revisión de las mangueras hidráulicas (posibles fugas)	
		Manual	revisar el apriete de mangueras de suspensión, direccion y estabilizacion	
	Sistema Neumático	Manual	Drenar los tanque acumuladores	
Manual		Revisión de posibles fugas		
Ruedas	Manual	Comprobar presión de inflado de los neumáticos		
Conjunto Superior	Mecanismo de Giro	Manual	Revisar el nivel de aceite	
		Manual	Revisión de posibles fugas	
	Otros	Manual	Revisar funcionamiento del limpiaparabrisas y nivel del liquido de reserva	
	Sistema de Lubricación central	Manual	Revisar el nivel de llenado del deposito de grasa	
	Winche	Manual	Revisar funcionamiento de freno de winche	
		Manual	Revisión de posibles fugas	
		Manual	Revisar nivel de aceite	
		Manual	Lubricar engranaje de sensor de bloqueo de vueltas	
		Manual	Revisar el estado del cable	
	Sistema Hidráulico	Manual	Revisión de las mangueras hidráulicas (posibles fugas)	
		Manual	Revisar apriete con el motor en marcha	
Sistema Neumático	Manual	Purga del sistema neumático		
	Manual	Revisión de posibles fugas		
Conjunto Superior	Pluma Principal	Manual	Lubricar la parte inferior del eje de la pluma principal	
Conjunto Inferior	Ruedas	Manual	Comprobar apriete de las tuercas de rueda	
		Manual	Comprobar tendencia de desgaste de los neumáticos / posible rotación	
		Manual	Control del juego de cojinete de la rueda	
	Otros	Manual	Revisión del funcionamiento del sistema de calefacción - A/C	

		Manual	Lubricación de cilindros estabilizadores	
		Manual	Lubricar bisagras de la puerta	
	Suspensión	Manual	Revisar el nivel de aceite en los cilindros de suspensión.	
		Manual	Revisión del ajuste de los tornillos de fijación de los amortiguadores portar ruedas.	
	Freno Vehículo	Manual	Control del espesor de los forros de freno	
		Adicional	Inspección y control del funcionamiento de los frenos y dirección del equipo con motor apagado	
	Diferenciales	Manual	Revisar nivel de aceite	
	Mandos finales	Manual	Revisar nivel de aceite	
	Cardanes	Manual	Lubricar crucetas	
	Motor Vehículo	Manual	Revisión o cambio de abrazaderas, mangueras, manifold, etc.	
	Sistema eléctrico	Manual	Revisar el nivel de ácido de las baterías	
		Adicional	Revisión de sistema de iluminación y alarmas	
		Manual	Revisar la densidad de ácido de las baterías	
	Caja de transferencia	Manual	Comprobación del nivel de aceite.	
	Suspensión	Manual	Control del nivel de aceite en los cilindros amortiguadores	
	Dirección	Manual	Lubricar el eje del cardan de dirección	
	Motor Vehículo	Manual	Limpieza del prefiltro de combustible	
		Manual	Reemplazo de filtro de combustible	
		Manual	Cambio de aceite de motor	
		Manual	Reemplazo de filtro de Aceite	
		Manual	Reemplazo de filtro primario de aire	
		Manual	Reemplazo de filtro de refrigerante	
	Sistema Hidráulico	Manual	Cambio del filtro de retorno hidráulico.	
		Manual	Control de las varillas magnéticas del filtro de aceite hidráulico por si hay adhesiones metálicas	
Conjunto Superior	Pluma Principal	Manual	Lubricar la parte inferior del eje del cilindro basculante	
		Manual	Lubricar pivote de pluma	
	Ganchos	Manual	Lubricar	
	Tornamesa	Manual	Inspección de guarda protectora de piñones de giro (AJUSTE Y ESTADO)	
	Motor Grúa	Manual	Revisión o cambio de abrazaderas, mangueras, manifold, etc.	
	Otros	Manual	Revisión del funcionamiento del sistema de calefacción - A/C	
		Manual	Lubricar bisagras de la puerta	
	Sistema Hidráulico	Manual	Purga de aire del cilindro telescópico	
		Manual	Purga de aire del cilindro basculante	
	Sistema eléctrico	Manual	Revisar el nivel de ácido de las baterías	
		Manual	Revisar la densidad de ácido de las baterías	
		Adicional	Revisión de sistema de iluminación y alarmas	
	Motor Grúa	Manual	Limpieza de prefiltro de combustible	
		Manual	Reemplazo del pre filtro de combustible	
		Manual	Reemplazo del filtro de combustible	
		Manual	Cambio de aceite de motor	
		Manual	Reemplazo de filtro de Aceite	
		Manual	Reemplazo de filtro primario de aire	
	Sistema Hidráulico	Manual	Reemplazo de filtro de refrigerante	
		Manual	Control de las varillas magnéticas del filtro de aceite hidráulico por si hay adhesiones metálicas	
		Manual	Cambio del filtro hidráulico,	

Fuente: Elaboración propia

**b. Cartilla de mantenimiento preventivo de 500 hrs para grúas**

En este mantenimiento se toma las actividades preventivas del PM1 (250 hrs ) y se agrega la lista adjunta para completar la cartilla de PM2 – 500 HRs.

Tabla 24.

Check list de mantenimiento preventivo PM2 (500 horas) GRUA GROVE

CONJUNTO	COMPONENTE	FUENTE	DESCRIPCION DEL TRABAJO	CHECK
Conjunto Inferior	Ejes	Manual	Lubricación de los árboles de transmisión (longitudinales) entre cajas de transferencia	
	Transmisión Automática	Manual	Cambio del aceite	
		Manual	Cambio de Filtro	
	Dirección	Manual	Revisión del ajuste de las uniones por tornillo.	
		Manual	Revisión de todas las barras de acoplamiento y del varillaje de dirección por si no hay juego suficiente	
		Manual	Control de los daños de las guarniciones de goma	
	Suspensión	Manual	Revisión del ajuste de los pernos de fijación de los cilindros de suspensión	
	Sistema eléctrico	Crane Care	Evaluación de borneras y cajas de paso	
	Sistema Hidráulico	Manual	Reemplazo del respiradero del tanque hidráulico	
	Sistema de Lubricación central	Manual	Limpieza del deposito de llenado de grasa	
	Motor vehículo	Manual	Reemplazo de filtro secundario de aire	
Caja de transferencia	Manual	Cambio de aceite		
Sistema de Aire Comprimido	Manual	Reemplazo del cartucho del compresor de aire		
Conjunto Superior	Tornamesa	Manual	Lubricar piñon del mecanismo de giro	
		Manual	Revisión de estado de los pernos de fijación y el torque de los mismos.	
	Sistema de Aire Comprimido	Manual	Reemplazo del cartucho del compresor de aire	
	Sistema eléctrico	Crane Care	Evaluación de borneras y cajas de paso	
	Sistema Hidráulico	Manual	Reemplazo del respirador de tanque hidráulico	
	Cable de elevación	Manual	Lubricación de cables y poleas	
	Motor Grúa	Manual	Reemplazo de filtro secundario de aire	
	Pluma Principal	Manual	Lubricar las caras deslizantes de la pluma	
Pasteca	Manual	Realización de ensayos no destructivos varios		

Fuente: Elaboración propia

**c. Cartilla de mantenimiento preventivo de 1000 hrs para grúas**

En este mantenimiento se tomará las actividades preventivas de los mantenimientos de 250 y 500 horas más las actividades preventivas que se muestran a continuación, la cual completa las actividades preventivas del mantenimiento de 1000 horas.

Tabla 25.

Check list de mantenimiento preventivo PM3 (1000 horas) GRUA GROVE

CONJUNTO	COMPONENTE	FUENTE	DESCRIPCION DEL TRABAJO	CHECK
Conjunto Inferior	Sistema Neumatico	Manual	Revisión del sistema de acumulación de presión	
		Manual	Cambio de filtro secador de aire	
	Ejes	Manual	Cambio de aceite del diferencial	
		Manual	Cambio de aceite de los mandos finales	
	Caja de cambios automática	Manual	Cambio del aceite	
		Manual	Cambio de Filtro	
	Motor Vehículo	Manual	Cambio de filtro elemento de combustible	
		Manual	Cambio de Filtro respiradero	
Conjunto Superior	Winche	Manual	Cambio de aceite y evaluación del aceite	
	Mecanismo de Giro	Manual	Cambio de aceite	
	Motor Vehículo	Manual	Cambio de filtro elemento de combustible	
	Sistema Neumatico	Manual	Cambio de filtro secador de aire	
	Sistema Hidráulico	Manual	Cambio de filtro respirator	
		Manual	Cambio de aceite	

Fuente: Elaboración propia

**d. Cartilla de mantenimiento preventivo de 3000 hrs para grúas**

En este mantenimiento se tomará las actividades preventivas de los mantenimientos de 250, 500 y 1000 horas más las actividades preventivas que se muestran a continuación, la cual completa las actividades preventivas del mantenimiento de 3000 horas.

Tabla 26.

Check list de mantenimiento preventivo PM (3000 horas) GRUA GROVE.

CONJUNTO	COMPONENTE	FUENTE	DESCRIPCION DEL TRABAJO	CHECK
Conjunto Inferior	Motor vehículo	Manual	Calibración de válvulas e inyectores	
		Manual	Reemplace el empaque del freno de motor y la carcasa del mismo	
Conjunto Inferior	Sistema hidraulico	Manual	Cambio de aceite	
	Motor vehículo	Manual	Inspección del tubo respirador (presencia de lodo, hielo, etc.)	
		Manual	Inspección visual de las mangueras de admisión	
		Manual	Inspeccione la correa del alternador	
Manual	Inspeccione las poleas tensadoras de la correa			
Conjunto Superior	Motor Grúa	Manual	Calibración de válvulas e inyectores	
		Manual	Reemplace el empaque del freno de motor y la carcasa del mismo	
	Cables de elevación	Manual	Reemplazo	
	Winche	Manual	Llevar a cabo inspección parcial	
Conjunto Superior	Motor Grúa	Manual	Inspección del tubo respirador (presencia de lodo, hielo, etc.)	
		Manual	Inspección visual de las mangueras de admisión	
		Manual	Inspeccione la correa del alternador	
		Manual	Inspeccione las poleas tensadoras de la correa	

Fuente: Elaboración propia

**e. Cartilla de mantenimiento preventivo de 6000 hrs para grúas**

En este mantenimiento se tomará las actividades preventivas de los mantenimientos de 250, 500 , 1000 y 3000 horas más las actividades preventivas que se muestran a continuación, la cual completa las actividades preventivas del mantenimiento de 6000 horas.

Tabla 27.

Check list de mantenimiento preventivo PM (6000 horas) GRUA GROVE.

CONJUNTO	COMPONENTE	FUENTE	DESCRIPCION DEL TRABAJO	CHECK
Conjunto Superior	Winche	Manual	Llevar a cabo inspección General	
Conjunto Superior	Motor Grúa	Manual	Revisar la vibración del dámper (posibles fugas, bamboleo, etc.)	
		Manual	Inspeccione el espesor del dámper (deformaciones o la elevación de la tapa de la compuerta).	
		Manual	Limpiar el sistema de enfriamiento.	
		Manual	Medir el juego de la polea de la correa de transmisión	
		Manual	Inspeccionar la polea de la correa de transmisión (juego, rajaduras, etc.)	
		Manual	Medir el espacio final de la polea.	
		Manual	Inspeccionar el cubo del ventilador (Juego, rajaduras, fugas)	
		Manual	Medir el espacio final del cubo del ventilador.	
Conjunto Inferior	Motor vehículo	Manual	Revisar la vibración del dámper (posibles fugas, bamboleo, etc.)	
		Manual	Inspeccione el espesor del dámper (deformaciones o la elevación de la tapa de la compuerta).	
		Manual	Limpiar el sistema de enfriamiento.	
		Manual	Medir el juego de la polea de la correa de transmisión	
		Manual	Inspeccionar la polea de la correa de transmisión (juego, rajaduras, etc.)	
		Manual	Medir el espacio final de la polea.	
		Manual	Inspeccionar el cubo del ventilador (Juego, rajaduras, fugas)	
		Manual	Medir el espacio final del cubo del ventilador.	

Fuente: Elaboración propia

## 6.2 Cartillas de mantenimiento propuestas para camiones grúa.

### Cartilla de mantenimiento preventivo de 250 hrs para camiones grúa

A continuación, se detalla las actividades preventivas en cada mantenimiento de los camiones grúa

Tabla 28.

Check list de mantenimiento preventivo PM1 (250 horas) camiones grúa

CARTILLA MANTENIMIENTO PREVENTIVO 250 HRS - PM1			
MODELO	SERIE	HORÓMETRO	FECHA
PM1 - 250 HRS			
COMO SE ENCUENTRA EL EQUIPOS :			
SISTEMA	TIPO	DESCRIPCION	CHECK
Sistema Hidráulico	MECÁNICO	Revisar la hermeticidad y estado del tanque hidráulico (posibles daños estructurales)	
		Revisar el nivel de aceite hidráulico (HYDO 10W30 llenar a nivel si es necesario)	
		Inspección y mantenimiento del enfriador (limpieza externa de panel de enfriador)	
		Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores (dar ajuste de ser necesario o cambio)	
		Revisar el estado de palancas de control/joystick, así como señales de las mismas	
		Revisar la hermeticidad y el correcto funcionamiento de bomba hidráulica	
		Revisar la hermeticidad y estado de bloque de válvulas	
	ELÉCTRICO	Inspección y mantenimiento del control remoto	
	Inspección y Mantenimiento de cables, conectores eléctricos y solenoide de válvulas (reemplazar de ser necesario)		
Pluma	MECÁNICO	Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores (dar ajuste de ser necesario o cambio)	
		Revisar el estado y el correcto funcionamiento de válvulas de retención de cilindros de levante Primario y Secundario	
		Revisar la hermeticidad y estado de los cilindros de levante y telescópicos(posibles daños estructurales)	
		Limpieza, lubricación e Inspección de secciones telescópicas (posibles daños estructurales)	
		Inspección y mantenimiento de corredera y guía de cilindros telescópicos (grasa multipropósito)	
		Inspección y mantenimiento de pin pivote de pluma y de cilindros de levante(posibles daños estructurales-grasa multipropósito)	
		Inspección de Pad's de secciones telescópicas (reemplazar de ser necesario)	

	<b>ELÉCTRICO</b>	Revisar el estado y Verificar el correcto funcionamiento de transductores de presión	
<b>Gancho y grillete</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspección y mantenimiento general (estructural, rodamiento, pernos de sujeción y cierre de seguridad), completar cuadro al reverso	
<b>Bastidor</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspección de fisuras en el chasis de la estructura soporte de grúa	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores (dar ajuste de ser necesario o cambio)	
		Inspeccionar el nivel de aceite de reductor de giro (80W90 llenar si es necesario)	
		Revisar la hermeticidad del sistema de giro(motor, freno, reductor y válvulas)	
		Revisar el estado del tornamesa y piñón de giro (posibles daños estructurales al dentado)	
		Revisar el estado de los pernos de sujeción de tornamesa y piñón de giro (posibles daños)	
		Revisar el estado de la cremallera y piñón de giro (posibles daños estructurales)	
		Revisar la hermeticidad del cilindro de cremallera de giro	
		Inspeccionar los pernos de sujeción y dentado de cremallera de giro y piñón de giro	
		Engrase de rodamiento de tornamesa o cremallera (graseras, grasa multipropósito)	
<b>Estabilizadores</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores (dar ajuste de ser necesario o cambio)	
		Revisar la hermeticidad de cilindros de vigas, gato estabilizador y válvulas	
		Limpieza, lubricación e Inspección de vigas estabilizadoras y apoyo de gatos estabilizadores (posibles daños estructurales)	
		Revisar el estado de los Pad's de vigas estabilizadoras	
	<b>ELÉCTRICO</b>	Inspección, mantenimiento y verificación del correcto funcionamiento del sistema de monitoreo de los estabilizadores	
<b>Sistema LMI/Eléctrico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccionar soporte y pernos de sujeción del sistema LMI(posibles daños estructurales)	
	<b>ELÉCTRICO</b>	Inspección y mantenimiento de cables, conectores, cajas de paso eléctricos y módulos del sistema LMI	
		Inspección, mantenimiento y verificación del correcto funcionamiento de display y sensor de ángulo(calibrar de ser necesario)	
		Inspeccionar el estado de fusibles	
		Inspeccionar el funcionamiento de alarma de giro(reemplazar de ser necesario)	
		Inspeccionar el estado de las luces de trabajo (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el correcto funcionamiento de la parada de emergencia en la estación del operador	
<b>Otros</b>	<b>SEÑALIZACION</b>	Revisar el buen estado de pegatinas indicadoras de seguridad y aplastamiento (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar buen estado de etiquetas de identificación de tanque hidráulico y mirilla (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el buen estado de las marcas de posición de las vigas estabilizadoras (reemplazar de ser necesario)	

		Revisar el buen estado de las marcas de posición de las longitudes parciales y totales de la pluma según tabla de carga	
		Revisar la etiqueta de advertencia de riesgo de electrocución y distancias mínimas(reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el buen estado de los indicadores de nivel; ojos de pollo (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar la etiqueta de señales de mano (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar la etiqueta de tabla de capacidad de carga (reemplazar de ser necesario)	
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de filtro respiradero	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Limpieza y lubricación del dentado de cremallera y piñón de giro	
		Limpieza y lubricación del dentado de tornamesa y piñón de giro	
<b>Estabilizadores</b>	<b>MECÁNICO</b>	Calibración de Pad's de vigas (reemplazar si es necesario)	
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de filtro hidráulico de presión y retorno	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de aceite a reductor de giro (80W90)	
	<b>MECÁNICO</b>	Apretar los pernos de sujeción de tornamesa	
<b>Winche</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de aceite a reductor de Winche (80W90)	
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de aceite hidráulico (previo análisis si esta muy contaminado se recomienda el cambio) 10W30 HYDO	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Evaluación de espacio libre de cojinete de tornamesa (si la deflexión es > a 0.090" o 2.3mm, cambiar cojinetes)	
<b>Canastilla</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccion de canastilla	
<b>SE ENTREGA EL EQUIPO :</b>			
<b>RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES</b>			

Fuente: Elaboración propia

## Cartilla de mantenimiento preventivo de 500 hrs para camiones grúa

Tabla 29.

Check list de mantenimiento preventivo PM2 (500 horas) camiones grúa

CARTILLA MANTENIMIENTO PREVENTIVO 500 HRS - PM2			
MODELO	SERIE	HORÓMETRO	PROGR / NO PROGR
PM2 - 500 HRS			
<b>COMO SE ENCUENTRA EL EQUIPOS :</b>			
SISTEMA	TIPO		CHEC K
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>	<b>MECÁNICO</b>	Revisar la hermeticidad y estado del tanque hidráulico (posibles daños estructurales)	
		Revisar el nivel de aceite hidráulico (HYDO 10W30 llenar a nivel si es necesario)	
		Inspección y mantenimiento del enfriador (limpieza externa de panel de enfriador)	
		Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores	
		Revisar el estado de palancas de control/joystick, así como señales de las mismas	
		Revisar la hermeticidad y el correcto funcionamiento de bomba hidráulica	
		Revisar la hermeticidad y estado de bloque de válvulas	
	<b>ELÉCTRICO</b>	Inspección y mantenimiento del control remoto	
Inspección y Mantenimiento de cables, conectores eléctricos y solenoide de válvulas			
<b>Pluma</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores	
		Revisar el estado y el correcto funcionamiento de válvulas de retención de cilindros de levante	
		Revisar la hermeticidad y estado de los cilindros de levante y telescópicos(posibles daños estructurales)	
		Limpieza, lubricación e Inspección de secciones telescópicas (posibles daños estructurales)	
		Inspección y mantenimiento de corredera y guía de cilindros telescópicos (grasa multipropósito)	
		Inspección y mantenimiento de pin pivote de pluma y de cilindros de levante	
	Inspección de Pad's de secciones telescópicas (reemplazar de ser necesario)		
<b>ELÉCTRICO</b>	Revisar el estado y Verificar el correcto funcionamiento de transductores de presión		
<b>Gancho y grillete</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspección y mantenimiento general	
<b>Bastidor</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspección de fisuras en el chasis de la estructura soporte de grúa	

<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores	
		Inspeccionar el nivel de aceite de reductor de giro (80W90 llenar si es necesario)	
		Revisar la hermeticidad del sistema de giro(motor, freno, reductor y válvulas)	
		Revisar el estado del tornamesa y piñón de giro (posibles daños estructurales al dentado)	
		Revisar el estado de los pernos de sujeción de tornamesa y piñón de giro (posibles daños)	
		Revisar el estado de la cremallera y piñón de giro (posibles daños estructurales)	
		Revisar la hermeticidad del cilindro de cremallera de giro	
		Inspeccionar los pernos de sujeción y dentado de cremallera de giro y piñón de giro	
		Engrase de rodamiento de tornamesa o cremallera (graseras, grasa multipropósito)	
<b>Estabilizadores</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores	
		Revisar la hermeticidad de cilindros de vigas, gato estabilizador y válvulas	
		Limpieza, lubricación e Inspección de vigas estabilizadoras	
		Revisar el estado de los Pad's de vigas	
	<b>ELÉCTRICO</b>	Inspección, mantenimiento y verificación del correcto funcionamiento del sistema de monitoreo	
<b>Sistema LMI/Eléctrico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccionar soporte y pernos de sujeción del sistema LMI(posibles daños estructurales)	
	<b>ELÉCTRICO</b>	Inspección y mantenimiento de cables, conectores, cajas de paso eléctricos y módulos del sistema LMI	
		Inspección, mantenimiento y verificación del correcto funcionamiento de display y sensor de ángulo(calibrar de ser necesario)	
		Inspeccionar el estado de fusibles	
		Inspeccionar el funcionamiento de alarma de giro	
		Inspeccionar el estado de las luces de trabajo (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el correcto funcionamiento de la parada de emergencia en la estación del operador	
<b>Otros</b>	<b>SEÑALIZACIÓN</b>	Revisar el buen estado de pegatinas indicadoras de seguridad y aplastamiento	
		Revisar buen estado de etiquetas de identificación de tanque hidráulico y mirilla (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el buen estado de las marcas de posición de las vigas estabilizadoras (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el buen estado de las marcas de posición de las longitudes parciales y totales de la pluma según tabla de carga	
		Revisar la etiqueta de advertencia de riesgo de electrocución y distancias mínimas(reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el buen estado de los indicadores de nivel; ojos de pollo ( reemplazar de ser necesario)	
		Revisar la etiqueta de señales de mano (reemplazar de ser necesario)	

		Revisar la etiqueta de tabla de capacidad de carga (reemplazar de ser necesario)	
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de filtro respiradero	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Limpieza y lubricación del dentado de cremallera y piñón de giro	
		Limpieza y lubricación del dentado de tornamesa y piñón de giro	
<b>Estabilizadores</b>	<b>MECÁNICO</b>	Calibración de Pad's de vigas (reemplazar si es necesario)	
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de filtro hidráulico de presión y retorno	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de aceite a reductor de giro (80W90)	
		Apretar los pernos de sujeción de tornamesa	
<b>Winche</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de aceite a reductor de Winche (80W90)	
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de aceite hidráulico (previo análisis si esta muy contaminado se recomienda el cambio) 10W30 HYDO	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Evaluación de espacio libre de cojinete de tornamesa (si la deflexión es > a 0.090" o 2.3mm, cambiar cojinetes)	
<b>Canastilla</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccion de canastilla	
<b>SE EBTRAGA EL EQUIPO :</b>			
<b>RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES</b>			

Fuente: Elaboración propia

## Cartilla de mantenimiento preventivo de 1000 hrs para camiones grúa

Se muestra la siguiente como propuesta de mejora.

Tabla 30.

Check list de mantenimiento preventivo PM3 (1000 horas) camiones grúa

CARTILLA MANTENIMIENTO PREVENTIVO PM3 - 1000 HRS			
MODELO	SERIE	HORÓMETRO	PROGR / NO PROGR
PM3 1000 HRS			
COMO SE ENCUENTRA EL EQUIPOS:			
SISTEMA	TIPO		CHEC K
SISTEMA HIDARULICO	MECÁNICO	Revisar la hermeticidad y estado del tanque hidráulico (posibles daños estructurales)	
		Revisar el nivel de aceite hidráulico (HYDO 10W30 llenar a nivel si es necesario)	
		Inspección y mantenimiento del enfriador (limpieza externa de panel de enfriador)	
		Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores (dar ajuste de ser necesario o cambio)	
		Revisar el estado de palancas de control/joystick, así como señales de las mismas	
		Revisar la hermeticidad y el correcto funcionamiento de bomba hidráulica	
		Revisar la hermeticidad y estado de bloque de válvulas	
	ELÉCTRICO	Inspección y mantenimiento del control remoto	
Inspección y Mantenimiento de cables, conectores eléctricos y solenoide de válvulas (reemplazar de ser necesario)			
Pluma	MECÁNICO	Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores (dar ajuste de ser necesario o cambio)	
		Revisar el estado y el correcto funcionamiento de válvulas de retención de cilindros de levante Primario y Secundario	
		Revisar la hermeticidad y estado de los cilindros de levante y telescópicos (posibles daños estructurales)	
		Limpieza, lubricación e Inspección de secciones telescópicas (posibles daños estructurales)	
		Inspección y mantenimiento de corredera y guía de cilindros telescópicos (grasa multipropósito)	
		Inspección y mantenimiento de pin pivote de pluma y de cilindros de levante (posibles daños estructurales-grasa multipropósito)	
		Inspección de Pad's de secciones telescópicas (reemplazar de ser necesario)	
	ELÉCTRICO	Revisar el estado y Verificar el correcto funcionamiento de transductores de presión (la consola debe indicar la correcta carga real)	
Gancho y grillete	MECÁNICO	Inspección y mantenimiento general (estructural, rodamiento, pernos de sujeción y cierre de seguridad), completar cuadro al reverso	

<b>Bastidor</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspección de fisuras en el chasis de la estructura soporte de grúa	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores (dar ajuste de ser necesario o cambio)	
		Inspeccionar el nivel de aceite de reductor de giro (80W90 llenar si es necesario)	
		Revisar la hermeticidad del sistema de giro(motor, freno, reductor y válvulas)	
		Revisar el estado del tornamesa y piñón de giro (posibles daños estructurales al dentado)	
		Revisar el estado de los pernos de sujeción de tornamesa y piñón de giro (posibles daños)	
		Revisar el estado de la cremallera y piñón de giro (posibles daños estructurales)	
		Revisar la hermeticidad del cilindro de cremallera de giro	
		Inspeccionar los pernos de sujeción y dentado de cremallera de giro y piñón de giro	
		Engrase de rodamiento de tornamesa o cremallera (graseras, grasa multipropósito)	
<b>Estabilizadores</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores (dar ajuste de ser necesario o cambio)	
		Revisar la hermeticidad de cilindros de vigas, gato estabilizador y válvulas	
		Limpieza, lubricación e Inspección de vigas estabilizadoras y apoyo de gatos estabilizadores (posibles daños estructurales)	
		Revisar el estado de los Pad's de vigas estabilizadoras	
	<b>ELÉCTRICO</b>	Inspección, mantenimiento y verificación del correcto funcionamiento del sistema de monitoreo de los estabilizadores	
<b>Sistema LMI/Eléctrico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccionar soporte y pernos de sujeción del sistema LMI (posibles daños estructurales)	
	<b>ELÉCTRICO</b>	Inspección y mantenimiento de cables, conectores, cajas de paso eléctricos y módulos del sistema LMI	
		Inspección, mantenimiento y verificación del correcto funcionamiento de display y sensor de ángulo (calibrar de ser necesario)	
		Inspeccionar el estado de fusibles	
		Inspeccionar el funcionamiento de alarma de giro (reemplazar de ser necesario)	
		Inspeccionar el estado de las luces de trabajo (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el correcto funcionamiento de la parada de emergencia en la estación del operador	
<b>Otros</b>	<b>SEÑALIZACIÓN</b>	Revisar el buen estado de pegatinas indicadoras de seguridad y aplastamiento (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar buen estado de etiquetas de identificación de tanque hidráulico y mirilla (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el buen estado de las marcas de posición de las vigas estabilizadoras (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el buen estado de las marcas de posición de las longitudes parciales y totales de la pluma según tabla de carga	
		Revisar la etiqueta de advertencia de riesgo de electrocución y distancias mínimas (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el buen estado de los indicadores de nivel; ojos de pollo (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar la etiqueta de señales de mano (reemplazar de ser necesario)	

		Revisar la etiqueta de tabla de capacidad de carga (reemplazar de ser necesario)	
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de filtro respiradero	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Limpieza y lubricación del dentado de cremallera y piñón de giro	
		Limpieza y lubricación del dentado de tornamesa y piñón de giro	
<b>Estabilizadores</b>	<b>MECÁNICO</b>	Calibración de Pad's de vigas (reemplazar si es necesario)	
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de filtro hidráulico de presión y retorno	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de aceite a reductor de giro (80W90)	
	<b>MECÁNICO</b>	Apretar los pernos de sujeción de tornamesa	
<b>Winche</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de aceite a reductor de Winche (80W90)	
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de aceite hidráulico (previo análisis si está muy contaminado se recomienda el cambio) 10W30 HYDO	
<b>Canstilla</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspección de canastilla	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Evaluación de espacio libre de cojinete de tornamesa (si la deflexión es > a 0.090" o 2.3mm, cambiar cojinetes)	
<b>SE ENTREGA EL EQUIPO:</b>			
<b>RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES</b>			

Fuente: Elaboración propia

## Cartilla de mantenimiento preventivo de 2000 hrs para camiones grúa

Se muestra la siguiente como propuesta de mejora.

Tabla 31.

Check list de mantenimiento preventivo PM4 (2000 horas) camiones grúa

CARTILLA MANTENIMIENTO PREVENTIVO PM4 - 2000 HRS			
MODELO	SERIE	HORÓMETRO	PROGR / NO PROGR
PM4 2000 HRS			
COMO SE ENCUESTRA EL EQUIPOS :			
SISTEMA	TIPO		CHEC K
SISTEMA HIDARULICO	MECÁNICO	Revisar la hermeticidad y estado del tanque hidráulico (posibles daños estructurales)	
		Revisar el nivel de aceite hidráulico (HYDO 10W30 llenar a nivel si es necesario)	
		Inspección y mantenimiento del enfriador (limpieza externa de panel de enfriador)	
		Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores (dar ajuste de ser necesario o cambio)	
		Revisar el estado de palancas de control/joystick, así como señales de las mismas	
		Revisar la hermeticidad y el correcto funcionamiento de bomba hidráulica	
	ELÉCTRICO	Revisar la hermeticidad y estado de bloque de válvulas	
		Inspección y mantenimiento del control remoto	
Pluma	MECÁNICO	Inspección y mantenimiento de cables, conectores eléctricos y solenoide de válvulas (reemplazar de ser necesario)	
		Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores (dar ajuste de ser necesario o cambio)	
		Revisar el estado y el correcto funcionamiento de válvulas de retención de cilindros de levante Primario y Secundario	
		Revisar la hermeticidad y estado de los cilindros de levante y telescópicos (posibles daños estructurales)	
		Limpieza, lubricación e Inspección de secciones telescópicas (posibles daños estructurales)	
		Inspección y mantenimiento de corredera y guía de cilindros telescópicos (grasa multipropósito)	
		Inspección y mantenimiento de pin pivote de pluma y de cilindros de levante (posibles daños estructurales-grasa multipropósito)	
	Inspección de Pad's de secciones telescópicas (reemplazar de ser necesario)		
ELÉCTRICO	Revisar el estado y Verificar el correcto funcionamiento de transductores de presión (la consola debe indicar la correcta carga real)		
Gancho y grillete	MECÁNICO	Inspección y mantenimiento general (estructural, rodamiento, pernos de sujeción y cierre de seguridad), completar cuadro al reverso	

<b>Bastidor</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspección de fisuras en el chasis de la estructura soporte de grúa	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores (dar ajuste de ser necesario o cambio)	
		Inspeccionar el nivel de aceite de reductor de giro (80W90 llenar si es necesario)	
		Revisar la hermeticidad del sistema de giro(motor, freno, reductor y válvulas)	
		Revisar el estado del tornamesa y piñón de giro (posibles daños estructurales al dentado)	
		Revisar el estado de los pernos de sujeción de tornamesa y piñón de giro (posibles daños)	
		Revisar el estado de la cremallera y piñón de giro (posibles daños estructurales)	
		Revisar la hermeticidad del cilindro de cremallera de giro	
		Inspeccionar los pernos de sujeción y dentado de cremallera de giro y piñón de giro	
		Engrase de rodamiento de tornamesa o cremallera (graseras, grasa multipropósito)	
<b>Estabilizadores</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccionar el estado de mangueras, cañerías y conectores (dar ajuste de ser necesario o cambio)	
		Revisar la hermeticidad de cilindros de vigas, gato estabilizador y válvulas	
		Limpieza, lubricación e Inspección de vigas estabilizadoras y apoyo de gatos estabilizadores (posibles daños estructurales)	
		Revisar el estado de los Pad's de vigas estabilizadoras	
	<b>ELÉCTRICO</b>	Inspección, mantenimiento y verificación del correcto funcionamiento del sistema de monitoreo de los estabilizadores	
<b>Sistema LMI/Eléctrico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccionar soporte y pernos de sujeción del sistema LMI(posibles daños estructurales)	
	<b>ELÉCTRICO</b>	Inspección y mantenimiento de cables, conectores, cajas de paso eléctricos y módulos del sistema LMI	
		Inspección, mantenimiento y verificación del correcto funcionamiento de display y sensor de ángulo(calibrar de ser necesario)	
		Inspeccionar el estado de fusibles	
		Inspeccionar el funcionamiento de alarma de giro(reemplazar de ser necesario)	
		Inspeccionar el estado de las luces de trabajo (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el correcto funcionamiento de la parada de emergencia en la estación del operador	
<b>Otros</b>	<b>SEÑALIZACIÓN</b>	Revisar el buen estado de pegatinas indicadoras de seguridad y aplastamiento (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar buen estado de etiquetas de identificación de tanque hidráulico y mirilla (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el buen estado de las marcas de posición de las vigas estabilizadoras (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el buen estado de las marcas de posición de las longitudes parciales y totales de la pluma según tabla de carga	
		Revisar la etiqueta de advertencia de riesgo de electrocución y distancias mínimas(reemplazar de ser necesario)	
		Revisar el buen estado de los indicadores de nivel; ojos de pollo (reemplazar de ser necesario)	
		Revisar la etiqueta de señales de mano (reemplazar de ser necesario)	

		Revisar la etiqueta de tabla de capacidad de carga (reemplazar de ser necesario)	
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de filtro respiradero	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Limpieza y lubricación del dentado de cremallera y piñón de giro	
		Limpieza y lubricación del dentado de tornamesa y piñón de giro	
<b>Estabilizadores</b>	<b>MECÁNICO</b>	Calibración de Pad's de vigas (reemplazar si es necesario)	
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de filtro hidráulico de presión y retorno	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de aceite a reductor de giro (80W90)	
	<b>MECÁNICO</b>	Apretar los pernos de sujeción de tornamesa	
<b>Winche</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de aceite a reductor de Winche (80W90)	
<b>Sistema Hidráulico</b>	<b>MECÁNICO</b>	Cambio de aceite hidráulico (previo análisis si esta muy contaminado se recomienda el cambio) 10W30 HYDO	
<b>Canstilla</b>	<b>MECÁNICO</b>	Inspeccion de canastilla	
<b>Sistema de Giro</b>	<b>MECÁNICO</b>	Evaluación de espacio libre de cojinete de tornamesa (si la deflexión es > a 0.090" o 2.3mm, cambiar cojinetes)	
<b>SE ENTREGA EL EQUIPO :</b>			
<b>RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES</b>			

Fuente: Elaboración propia

### **6.3. Formato de backlog propuesto para pedido de repuestos.**

Como se pudo diagnosticar el tema de pedido de repuestos es crucial en el momento de poner disponible un equipo por lo cual se propone este formato de backlog para mejor control de pedido y así mejorar el tiempo de respuesta en base a seguimiento

BACKLOG -											
DATOS GENERALES											
EQUIPO	HOROMETRO		PRIORIDAD (Lead Time)			CARGO			REALIZADO EN		
			<input type="checkbox"/> 1 Maquina parada	<input type="checkbox"/> 2 Emergencia (Inmediato)	<input type="checkbox"/> 3 Conducto regular Normal	<input type="checkbox"/> Cargo al contrato	<input type="checkbox"/> Cargo con OT	<input type="checkbox"/> Compra terceros	<input type="checkbox"/> PM Mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/> Correctivo	<input type="checkbox"/> Pre PM
DATOS DE LAS ACTIVIDADES											
ACTIVIDAD A REALIZAR				PROBLEMA				OBSERVACIONES			
LEVANTAR OBSERVACION SISTEMA ELECTRICO				FALLA EN EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO							
DATOS DE LOS RECURSOS											
TIEMPO ESTIMADO, LUGAR				RECURSOS HUMANOS				EQUIPOS SOPORTE			
		<input type="checkbox"/> Horas	<input type="checkbox"/> Campo	<input type="checkbox"/> Mecánico				<input type="checkbox"/> Grúa	<input type="checkbox"/> Camión lubricador		
		<input type="checkbox"/> Dias	<input type="checkbox"/> Taller MBS	<input type="checkbox"/> Electricista				<input type="checkbox"/> Maquina soldar	<input type="checkbox"/> Manilla		
				<input type="checkbox"/> Soldador				<input type="checkbox"/> Compresora	<input type="checkbox"/> Camabaja		
				<input type="checkbox"/> Grueso				<input type="checkbox"/> Luminaria	<input type="checkbox"/> Otro		
				<input type="checkbox"/> Rigger				<input type="checkbox"/> Montacarga			
				<b>TOTAL</b>			2	<input type="checkbox"/> Apoyo de Neuma			
SOLICITUD DE PARTES											
ITEM	NUMERO PARTE			DESCRIPCION					CANT	REF.	
1											
2											
3											
4											
REFERENCIAS, FOTOS, ANEXOS											
APROBACIONES											
ELABORADO SSK			REVISADO SSK			REVISADO			RECEPCION		
SOLICITANTE SSK			SUP. SSK			MINISTRADOR DE CONTRA			PLANEAMIENTO		
Fecha			Fecha			Fecha			Fecha		

Figura 7. Formato propuesto de Backlog

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO VII: EVALUACION DE RESULTADOS

### 7.1. Análisis Estadístico de los Resultados

A continuación, se muestra las horas hombre aplicadas según la propuesta realizada.

Tabla 32.

Horas hombre de según propuesta.

ITEM	DESCRIPCIÓN	OM	HH	CONDICIONES	OBSERVACIÓN
1	PM 2000 HRS: MANTENIMIENTO MECANICO/ELECTRICO DE ACUERDO A CARTILLA DE MANTTO	400006060848	34.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
2	PM 250 HRS: MANTENIMIENTO MECANICO/ELECTRICO DE ACUERDO A CARTILLA DE MANTTO, APOYO A SOLDARDURA	400006062015	78.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
3	PM 2000 HRS: MANTENIMIENTO MECANICO/ELECTRICO DE ACUERDO A CARTILLA DE MANTTO	400005286824	189.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
4	REV VALV CHEK*TK COMPEN HYD	400006329075	4.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
5	REV VALV CHEK*TK COMPEN HYD	400006329076	4.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
6	REV VALV CHEK*TK COMPEN HYD	400006329078	4.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
7	MANTENIMIENTO BASICO: ENGRASE-LUBRICACION	400006342331	12.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
8	PM 2000 HRS: MANTENIMIENTO MECANICO/ELECTRICO DE ACUERDO A CARTILLA DE MANTTO	400006062017	84.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
9	PM 500 HRS: MANTENIMIENTO MECANICO/ELECTRICO DE ACUERDO A CARTILLA DE MANTTO	400006169678	95.0	PROGRAMADA	MANTTO PREVENTIVO
10	MONTAJE DEL MOTOR	400006313306	120	PROGRAMADA	CORRECTIVO
11	TOMA DE MUESTRA DE ACEITE DE TRANSMISIÓN Y VIDEOSCOPIA	400006313412	11.0	NO PROGRAMADA	CORRECTIVO
12	INSPECCIÓN DE MOTOR POR RUIDO ANORMAL	400006356592	30	NO PROGRAMADA	CORRECTIVO
13	EVALUACIÓN DE SISTEMA DE FRENOS	400006294556	90	PROGRAMADA	CORRECTIVO
14	EVALUACIÓN DE LA CHAPA DE CABINA DE CAMIÓN	400006356369	10	NO PROGRAMADA	CORRECTIVO

15	REPARACIÓN DEL SISTEMA DE GIRO	400006449674	8.0	PROGRAMADA	CORRECTIVO
16	INSPECCIÓN DE GRÚA POR FALLA	400006449677	4.0	NO PROGRAMADA	CORRECTIVO
17	ENGRASE DE CREMALLERA, PUNTOS DE ENGRASE Y ENGRASE DE CUBIERTA DE ESTABILIZADOR VERTICAL	400006342331	16	PROGRAMADA	CORRECTIVO
18	LUBRICACIÓN DE VISAGRAS Y TOPES DE PUERTA DE CAMIÓN	400006452178	4.0	NO PROGRAMADA	CORRECTIVO

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro antes mostrado se procedes a sacar los resultados de cantidad de horas para cada tipo de mantenimiento, se muestra la siguiente tabla.

Tabla 33.

Resumen HH y OM

<b>HH</b>	
<b>PM</b>	504
<b>CORRECTIVO PROG.</b>	234
<b>CORRECTIVO NO PROG.</b>	59
<b>TOTAL HH</b>	<b>797</b>

<b>OM</b>	
<b>#OM Correctivo</b>	9
<b>#OM Preventivo</b>	9
<b>#OM Total</b>	<b>18</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran los resultados de los indicadores para dicha propuesta.

Tabla 34.

Indicadores de propuesta

<b>RESUMEN DE INDICADORES</b>		
		<b>JULIO</b>
<b>MP (HH)</b>		504
<b>MC (HH)</b>		293
<b>Std by (HH)</b>		0
<b>HH TOTALES</b>		797
<b>#OM Correctivo</b>		9

#OM Preventivo		9
#OM Total		18
#OM No Programada		5
#OM Programado		13
#OM Ejecutado de lo programado		13
# OMs correspondientes a reclamos y/o retrabajos		0
#OMs debido a malas prácticas de operación		0
#PM Programado		9
#PM Ejecutado		9
% D Prom. mes		86.00%
Ratio (#OM Correctivo/#OM Total)		50.00%
MP (HH/HH TOTALES)		63.24%

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra la disponibilidad antes de aplicar RCM en los meses de octubre y noviembre evaluados son:

% D Prom. Ponderado mes	82.34%	81.10%
-------------------------	--------	--------

La disponibilidad después de aplicar RCM aumenta a 86%

De igual manera se muestra la disponibilidad aumentada de los equipos aplicando la propuesta ya mencionada.



CODIGO EQUIPO	Marca	Ponderacion	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DIA 30	DIA 31	DESPUES DE RCM	
GRUA N°9	GROVE	0.0833	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	81%	
GRUA N°21	GROVE	0.0833	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	87%	
GRUA N°25	GROVE	0.0833	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	90%	
GRUA N°28	GROVE	0.0833	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	61%	
GRUA N°29	GROVE	0.0833	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	87%	
CAMIGRUA205	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%	
CAMIGRUA179	PALFINGER	0.0135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	61%	
CAMIGRUA195	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	68%	
CAMIGRUA196	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	87%	
CAMIGRUA235	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	97%	
CAMIGRUA104	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	71%	
CAMIGRUA124	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%	
CAMIGRUA127	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	61%	
CAMIGRUA85	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	97%	
CAMIGRUA97	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%	
CAMIGRUA109	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%	
CAMIGRUA125	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%	
CAMIGRUA143	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	90%	
CAMIGRUA128	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	97%	
CAMIGRUA130	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	97%	
CAMIGRUA166	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%	
CAMIGRUA142	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%	
CAMIGRUA232	PALFINGER	0.0135	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	87%	
																		PROMEDIO	87.80%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla mostrada se puede apreciar la disponibilidad por equipo y la promedio según la propuesta.

A continuación, se muestra la tabla para la comparación de disponibilidades aplicando RCM

Tabla 36.

Formato de interacción entre disponibilidad anterior y posterior al desarrollo del RCM

<b>CODIGO EQUIPO</b>	<b>Marca</b>	<b>Ponderacion</b>	<b>DISPONIBILIDAD ANTES DE APLICAR RCM</b>	<b>DISPONIBILIDAD DESPUES DE APLICAR RCM</b>
<b>GRUA N°9</b>	GROVE	8.33%	80%	82%
<b>GRUA N°21</b>		8.33%	85%	86%
<b>GRUA N°25</b>		8.33%	90%	90.5%
<b>GRUA N°28</b>		8.33%	50%	60%
<b>GRUA N°29</b>		8.33%	85%	87%
<b>CAMIGRUA205</b>	PALFINGER	1.35%	100%	100%
<b>CAMIGRUA179</b>	PALFINGER	1.35%	61%	62.8%
<b>CAMIGRUA195</b>	PALFINGER	1.35%	61%	69%
<b>CAMIGRUA196</b>	PALFINGER	1.35%	84%	86%
<b>CAMIGRUA235</b>	PALFINGER	1.35%	97%	98%
<b>CAMIGRUA104</b>	PALFINGER	1.35%	61%	70%
<b>CAMIGRUA124</b>	PALFINGER	1.35%	100%	100%
<b>CAMIGRUA127</b>	PALFINGER	1.35%	61%	62.6%
<b>CAMIGRUA85</b>	PALFINGER	1.35%	94%	98%
<b>CAMIGRUA97</b>	PALFINGER	1.35%	100%	100%
<b>CAMIGRUA109</b>	PALFINGER	1.35%	100%	100%
<b>CAMIGRUA125</b>	PALFINGER	1.35%	100%	100%
<b>CAMIGRUA143</b>	PALFINGER	1.35%	87%	89%
<b>CAMIGRUA128</b>	PALFINGER	1.35%	94%	97%
<b>CAMIGRUA130</b>	PALFINGER	1.35%	94%	96%
<b>CAMIGRUA166</b>	PALFINGER	1.35%	100%	100%
<b>CAMIGRUA142</b>	PALFINGER	1.35%	100%	100%
<b>CAMIGRUA232</b>	PALFINGER	1.35%	84%	86.3%
			85.6%	87.8%

Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. Se logró identificar el problema, tenía la principal falla en el sistema hidráulico de estos equipos.
2. Se revisó los ámbitos de operación de la empresa los cuales enmarcan varios frentes de trabajo en los cuales se desenvuelve de la mejor manera, dejando un precedente de buenas prácticas y proyectos concluidos.
3. Se logró revisar la metodología del RCM con la cual se espera obtener resultados en la empresa con esta pequeña mejora.
4. Se logró diagnosticar la empresa dando a conocer que el área de taller, específicamente las cartillas de mantenimiento no eran las adecuadas para el tipo de trabajo que poseen los equipos.
5. Asimismo, se logró verificar el posible aumento de disponibilidad si es que la empresa optaría por el uso de las nuevas cartillas de mantenimiento.

## **RECOMENDACIONES**

1. Para aumentar la disponibilidad se recomienda capacitar a los operadores en buenas prácticas de operación de dichos equipos para poder disminuir las fallas de los equipos.
2. El proceso del RCM permite una mejor optimización del tiempo, según el desarrollo de este método ya que analiza la raíz y genera aumento en la disponibilidad
3. La recomendación a este estudio es que se debe respetar el mantenimiento preventivo y realizarlo con eficacia según el formato indicado N°4, esto para mejorar el estado del mismo en cada mantenimiento y asegurar su operatividad
4. Se aplicaría de mejor manera que las tareas en dicho RCM sean aplicadas por toda el área de operaciones así desarrollar mejor la metodología y aumentar la disponibilidad considerablemente con el tiempo
5. El entorno en que los equipos trabajan debería ser favorable para la operación de los mismos y evitar fallas por operación de los equipos

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Da Costa, M. (2010). Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad a motores a gas de dos tiempos en pozos de alta producción. Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima - Perú.
- GARCÍA, S. Organización y gestión integral de mantenimiento [En línea]. Madrid- España: Ediciones Díaz de Santos, 2010. Consulta: [25-05-2018]. Disponible en:[https://books.google.com.mx/books?id=PUovBdLioMC&dq=Organización+y+gestión+integral+de+mantenimiento,+Santiago+García+Garrido&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.mx/books?id=PUovBdLioMC&dq=Organización+y+gestión+integral+de+mantenimiento,+Santiago+García+Garrido&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
- Garrido S. 2012. RCM Power Plant. Energiza, Especial operación y mantenimiento O&M (2ª parte). Renovetec. Madrid –Sevilla. Recuperado de <http://www.energiza.org/antiores/energizaAgosto2012.pdf>
- Mesa, D., Ortiz Y. y Pinzón, M. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Scientia Et Technica, Vol. XII, pp. 155 -160.
- Montilla C., Arryave J. y Silva C. 2007. Caso de aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, previa existencia de mantenimiento preventivo. Scientia et Technica Año XIII, N°37. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701.
- SSK Rental. 2019.
- Tecsup. (2015) “Mantenimiento basado en la confiabilidad”, Lima

Valentin F. (2014). Mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica de las excavadoras CAT 336D L en el proyecto Toromocho. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Mecánica, Huancayo - Peru.