

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea del CRAI-Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la CRAI-Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-Biblioteca

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

Mantenimiento en equipos de operación para la industria minera en la empresa C.I.

Prodeco S.A. – Mina Calenturitas (Loma-Cesar)

William Guillermo Mendoza Mojica

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Mecatrónico

Director

Félix Antonio Pérez Rondón

Magister en controles industriales

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad Ingeniería Mecatronica

2020

Dedicatoria

A mis padres que con todo el esfuerzo me apoyaron incondicionalmente en mi proyecto de vida.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres, docentes y amigos que ayudaron en la elaboración de este informe para obtener mi título profesional. A mi director de este proyecto Félix Antonio Pérez Rondón por ayudarme en todo momento y llegar a esta última etapa de este informe final.

Contenido

	Pág.
Glosario	11
Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
1. Objetivos	15
1.1 Objetivo General.....	15
1.2 Objetivos Específicos	15
2. Marco Referencial	15
2.1 Misión.....	16
2.2 Visión	16
2.3 Historia.	16
2.4 Producción	17
2.5 Mantenimiento.....	17
2.5.1 Mantenimiento de equipos.....	18
2.5.2 AMT-RPM GLOBAL.....	18
2.5.3 SIS (Service Information System CATERPILLAR)	19
2.5.4 Ordenes de re trabajo	19

2.6 Mantenimiento correctivo	19
2.7 Mantenimiento preventivo.....	21
2.7.1 Actividades del mantenimiento preventivo	23
2.7.2 Programado	23
2.7.3 Predictivo	23
2.7.4 Por oportunidad.....	24
2.7.5 Por actualizaciones	24
2.8 Software.....	24
2.8.1 AMT-RPM GLOBAL.....	24
2.8.2 SAP	25
2.9 Hidráulica	25
2.9.1 La hidrodinámica comparada con la hidrostática	25
2.9.2 Presión y caudal	27
2.9.3 Presión	27
2.9.4 Presión en un líquido confinado	28
2.9.5 Caudal	28
2.9.6 Velocidad y caudal.....	29
2.9.7 Tipos de válvulas	30
2.9.8 Cilindro	30
3. Método	32
3.1 Administrativo	32
3.2 Desarrollo técnico.....	35

4. Resultados	36
4.1 Mejora para evaluación de pruebas y ajustes del sistema de articulación central de una motoniveladora 24M	36
4.1.1 Lista de componentes para la modificación.....	39
4.1.2 Modificación del circuito hidráulico.....	39
4.2 Modificación para el soporte de la caja de humo Motoniveladoras 24H	41
4.2.1 Lista de partes	42
4.2.2 Caja de humo y soporte	43
4.2.3 Frame and body	43
4.2.4 Diseño templete para soporte la caja de humo	45
4.2.5 Instalación del templete	46
4.3 Reportes de re trabajo (REDO)	47
4.3.1 Instructivo para diligenciar los REDOS	49
5. Conclusiones	51
Referencias Bibliográficas	53

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Partes para la mejora del sistema de articulación central</i>	39
Tabla 2 <i>Componentes para la modificación de la caja de humo</i>	42

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1</i> Logo de la empresa	15
<i>Figura 2</i> Formato orden de trabajo (OT)	20
<i>Figura 3</i> Formato re trabajo (REDO)	21
<i>Figura 4</i> Mantenimiento preventivo	22
<i>Figura 5</i> Ciclos del mantenimiento preventivo en la empresa Prodeco	23
<i>Figura 6</i> Sistema hidrodinámico	26
<i>Figura 7</i> Sistema hidrostático	27
<i>Figura 8</i> Presión sobre un líquido confinado	28
<i>Figura 9</i> Comportamiento de la velocidad del fluido en diferentes cámaras	29
<i>Figura 10</i> Sistema hidráulico.....	30
<i>Figura 11</i> Cilindro doble efecto	31
<i>Figura 12</i> Orden de compra.....	33
<i>Figura 13</i> Formato backlog	34
<i>Figura 14</i> Lista de componentes disponibles en las sedes de Prodeco.....	35
<i>Figura 15</i> Movimiento articulado de una motoniveladora	36
<i>Figura 16</i> Cilindro de articulación central – Motoniveladora 1	37
<i>Figura 17</i> Cilindro de articulación central – Motoniveladora 2	37
<i>Figura 18</i> Diagrama del sistema.....	38
<i>Figura 19</i> Schematic 24M Motor Grader – Hydraulic System	40
<i>Figura 20</i> Mejora en el circuito hidráulico de la articulación central	40

<i>Figura 21</i> Caja de humo	41
<i>Figura 22</i> Salida del turbocompresor (A) – Entrada a la caja de humo (B)	41
<i>Figura 23</i> Plano de la caja de humo	43
<i>Figura 24</i> Soportes de caja de humo	43
<i>Figura 25</i> Estructura que protege el motor, caja de humo, ventilador del Fan, etc.....	44
<i>Figura 26</i> Bases de la estructura.....	44
<i>Figura 27</i> Plano del diseño de templete	45
<i>Figura 28</i> Instalación de templete	46
<i>Figura 29</i> Formato REDO	47
<i>Figura 30</i> Base de datos REDOS	48
<i>Figura 31</i> Costos generados por REDOS mes a mes	48
<i>Figura 32</i> Software AMT – Verificando las horas labor del REDO	50
<i>Figura 33</i> Software AMT – Enlazando OT inicial con OT REDO y así verificar cual fue el trabajo inicial que generó este re trabajo	50

Glosario

REDO: Re trabajo

OT: Orden de trabajo

PM: Mantenimiento preventivo

SISCAT: Service Information System CATERPILLAR

MPP: Mantenimiento preventivo planificado

Backlogs: Formato para solicitar partes de un equipo

Horas down: Horas en que el equipo no se encuentra operando

Horas labor: Horas que le toma a los técnicos encargados del mantenimiento realizar una tarea

Resumen

Prodeco cuenta con un departamento de mantenimiento encargado de realizarles las programaciones de mantenimiento a los equipos que se encuentran disponibles en la empresa, cuenta con almacenes de herramientas donde los mecánicos, eléctricos y electrónicos pueden utilizar para trabajar en el equipo, además de eso cuenta con un almacén de piezas cuando los equipos requieran cambio de componentes (PCR). Los tipos de mantenimiento que ejerce la empresa son Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Correctivo. Los planes de mantenimiento son realizados por el personal de Prodeco y otras contratistas Relianz y Chaneme (CHM) ya que la empresa cuenta con una cantidad muy grande de equipos. Como practicante en esta empresa, apporto a los procesos de mantenimiento que maneja la empresa, trabajar en las modificaciones de sistemas hidráulicos, mecánicos que se les harán a los equipos, realizar los reportes de re trabajos a los equipos, el uso de la plataforma virtual SIS (Service Information System CATERPILLAR) para bajar los procedimientos de mantenimiento de los equipos, conocer la estructura interna de los componentes (motores, bombas, tren fuerza, motor del fan, etc).

Palabras Claves: Hidráulica, Mejoras de Mantenimiento, Minería, Maquinaria pesada, PM.

Abstract

Prodeco has a maintenance department in charge of carrying out maintenance schedules for the equipment that are available in the company, it has tool warehouses where mechanics, electrical and electronic can use to work on the equipment, in addition to that it has a parts warehouse when equipment requires component change (PCR). The types of maintenance carried out by the company are Preventive Maintenance and Corrective Maintenance. Maintenance plans are carried out by Prodeco staff and other Relianz and Chaneme (CHM) contractors since the company has a very large amount of equipment. As an intern in this company, I contribute to the maintenance processes that the company manages, work on the modifications of hydraulic and mechanical systems that will be made to the teams, make the reports of rework to the teams, the use of the virtual platform SIS (Service Information System CATERPILLAR) to download equipment maintenance procedures, know the internal structure of the components (motors, pumps, power train, fan motor, etc).

Keywords: Hydraulics, Maintenance Improvements, Mining, Heavy Machinery, PM.

Introducción

En los últimos años la Minería en Colombia ha venido creciendo a un ritmo que no se había visto anteriormente, esto ha ayudado a que los pocos departamentos que en el país que desarrollan esta actividad tengan un grado de inversión que les ayuda a generar distintos proyectos socioeconómicos. La industria privada ha hecho un gran esfuerzo en inversiones para llevar a buen término estos proyectos mineros, ya sean nuevos o mejorando los que ya están en Marcha. La Minería ha sido un factor importante en la balanza económica del País por lo que creo es esencial conocer como ha sido su avance en los últimos 10 años y que expectativas hay para el futuro. Prodeco es un grupo propiedad de Glencore International Plc (Glencore), que comprende las operaciones colombianas de Glencore para la exportación de carbón térmico y metalúrgico y su infraestructura asociada. Exploramos, producimos, transportamos y embarcamos carbón térmico y metalúrgico de alto grado procedente de nuestras minas. El carbón térmico es usado para la generación de electricidad en plantas eléctricas de carbón y como combustible para calderas. El carbón metalúrgico es usado por mercados productores de metales. Nuestros principales mercados para ambos tipos de carbón son Europa y varios países del continente americano.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Emplear mantenimiento y mejora en los equipos de operación minera.

1.2 Objetivos Específicos

Realizar mejoras de mantenimiento en los sistemas hidráulicos y mecánicos de los equipos.

Elaborar reportes de re trabajos y llevar una base de datos que tendrá la información detallada de cada equipo.

Aprender el uso de la plataforma virtual SISCAT (Service Information System CATERPILLAR) para bajar los procedimientos de mantenimiento de los equipos.

2. Marco Referencial



Figura 1 Logo de la empresa

C.I. Prodeco S.A., el grupo comprende las operaciones de Glencore en Colombia para la exportación de carbón térmico y metalúrgico y su infraestructura asociada.

2.1 Misión

Contribuir con la viabilidad de la operación, previniendo, mitigando y compensando los impactos y riesgos sociales y ambientales de manera articulada con las diferentes áreas de la Compañía, para promover el desarrollo sostenible de las comunidades ubicadas en el área de influencia de nuestras operaciones, con el fin de mantener y fortalecer la licencia social para operar y crecer.

2.2 Visión

Ser reconocidos como aliados del desarrollo sostenible de las comunidades ubicadas en el área de influencia de nuestras operaciones y agentes del fortalecimiento institucional y social, por haber contribuido a mejorar los indicadores de desarrollo y promovido esfuerzo para el progreso de comunidades más vulnerables.

2.3 Historia.

En 1995 Glencore adquiere a Prodeco (incluyendo Puerto Zúñiga, la mina de Calenturitas y la mina de Cerrejón Central). En el 2004 el Grupo Prodeco inicia operaciones en la mina de Calenturitas.

En el 2005 Glencore adquiere la mina de Carbones de La Jagua, Glencore adquiere el 36% de la red ferroviaria del norte de Colombia concesionada a Fenoco S.A. Glencore adquiere la mina Consorcio Minero Unido. Prodeco dirige sus estrategias sociales en Educación, Generación de Ingresos y Fortalecimiento de las Capacidades Locales.

2.4 Producción

C.I. Prodeco S.A. desarrolla la explotación de la mina Calenturitas, la cual se ubica entre los municipios El Paso, La Jagua de Ibirico y Becerril; en el departamento de Cesar, al norte de Colombia. Calenturitas es una mina a cielo abierto que produce carbón térmico bajo en azufre y de alto poder calorífico. Gracias a su infraestructura de manejo de carbón, la mina Calenturitas es capaz de triturar entre 15 y 17 millones de toneladas de carbón al año y de cargar hasta 23 millones de toneladas en los trenes cada año.

2.5 Mantenimiento

Es especialmente importante en los bienes requeridos para la producción de viene y servicios. Así, todos aquellos elementos necesarios como parte de un proceso de producción económica serán testeados con regularidad para llegar a una conclusión en lo que respecta a su mantenimiento. Así, por ejemplo, una maquinaria necesaria en una fábrica y de la que dependa la producción tendrá seguramente personal que vele día a día por su buen funcionamiento, realizando los mantenimientos necesarios para que esta circunstancia se dé con regularidad.

Puede realizarse una distinción entre los distintos tipos de mantenimiento a efectos de dar cuenta de un panorama extenso de las posibilidades que pueden acarrear. Así, podemos hacer referencia a un mantenimiento vinculado a la conservación, esto es, un conjunto de actividades orientadas a revertir el deterioro causado por el uso; a un mantenimiento preventivo, que intenta evitar que existan problemas y deficiencias en el futuro; a un mantenimiento de corrección, cuando se efectúan tareas que tienden a reparar los defectos y problemas acaecidos en el bien considerado.

2.5.1 Mantenimiento de equipos: El área de mantenimiento en la mina Calenturitas abarca con varios sectores de la mina para aplicarles el debido mantenimiento a los equipos como camiones, bulldozer, palas, motoniveladoras, taladros entre otros. A cada equipo se le hace unas pruebas iniciales antes de comenzar el PM (Mantenimiento Preventivo) y así poder verificar si el equipo puede presentar fallas imprevistas.

2.5.2 AMT-RPM GLOBAL: Permite conocer los planes de mantenimiento de los equipos los ejecutados y los pendientes por ejecutar, dividir los equipos por flotas, series y modelos para realizar un historial de búsqueda más exacta, cuenta con estrategias de mantenimiento para algunos sistemas de los equipos, el tipo de tarea que se ve a realizar, las causas y fallas de los componentes que fueron afectados, los tiempos planeados y reales de las tareas de mantenimiento, notificar las tareas ejecutadas con el fin de obtener una descripción más exacta del trabajo realizado, simplifica los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo.

2.5.3 SIS (Service Information System CATERPILLAR): Es una herramienta de software que te permitirá buscar y ver piezas y servicios para las máquinas de Caterpillar y motores.

2.5.4 Ordenes de re trabajo: En el mantenimiento de equipos se define como un trabajo de mantenimiento realizado a un equipo por una falla y al pasar unas horas de operación en el equipo este vuelve a presentar la misma falla.

2.6 Mantenimiento correctivo

Cuando se presenta una tarea imprevista en los equipos se realiza un mantenimiento correctivo en los equipos. Cuando el equipo se encuentra operando en campo y presenta una falla, el operador reporta la falla a la base y la base se comunica con un técnico líder reportándole que el equipo cayo por equis motivo, los técnicos llegan al lugar del evento, realizan el análisis de falla para ver porque sucedió, si uno de los componentes del equipo fallo se comunican a la base y solicitan abrir una orden de trabajo (**Ver figura 2**) al equipo por equis motivo pero antes de eso la base verifica si ya esa orden de trabajo está creada esto con el fin que no se genere otra orden con el mismo concepto, si no está creada la base la genera la orden de trabajo, verificar si hay disponibilidad de los componentes, solicitar la orden de compra y luego solicitar los componentes a almacén, el conductor asignado para transportar los componentes debe dirigirse a almacén y retirar el componente para luego llevarlo donde se encuentra el equipo, se realiza el cambio de componente, realizan pruebas para en el equipo para verificar si la instalación no presenta

[illegible]

No siempre hay disponibilidad en los componentes, ya que a veces no se encuentran disponibles en almacén y toca solicitar el componente de afuera, el grupo Prodeco cuenta sedes y si el componente se encuentra disponible en una de estas sedes se solicita y se envía, la velocidad con que llegue el componente depende de la prioridad que genere el equipo. Otro caso que se presenta es donde los componentes se deben fabricar o solicitar a otras empresas.

Los imprevistos pueden ser repetitivos esto se le reconoce como re trabajo (REDO), a estos REDOS se les genera un plan de acción y así evitar que la falla se presente varias veces, la información de los REDOS se presentan en un formato (**Ver figura 3**) que cree al momento de llegar a la empresa con el fin de divulgar la información de los REDOS en el área de mantenimiento, luego cada superintendente de flota con los ingenieros de confiabilidad socializan los reportes de los REDOS y ejecutan los planes de acción para evitar estos eventos repetitivos.

REDO (REPORTES DE RETRABAJO)			
FECHA EVENTO:	17/07/2019	EQUIPO:	MG385
LUGAR:	Patio rojo - Taller	RESPONSABLE:	Guillermo Calao
EVENTO:	Cambio paquete de frenos trasero derecho- Frenado - Fugas Internas		
DESCRIPCION DEL EVENTO			
La motoniveladora MG385 se realizara cambio de paquete de frenos derecho debido a que este se encuentra frenado, no se libera la presión del freno de estacionamiento por lo que los discos y platos no se mueven y eje de la rueda no gira a causa de que los sellos están desgastado, se utilizó una bomba hidráulica manual para liberar la presión del freno de parqueo y mover la rueda, el procedimiento para Prueba y Ajuste Válvula de reducción de presión (aceite del freno de estacionamiento) indica que la presión que se le debe aplicar a la entrada del freno de parqueo debe ser de 540 ± 50 Lb/Pulg para que el pistón comprima los resortes y pueda liberar los platos y discos del sistema freno de parqueo, se descubrió que la bomba hidráulica presentaba una problema, cuando la presión llegaba a los 400 Lb/Pulg la bomba deja de suministrar presión debido a que la palanca por un momento entraba en vacío, pero si se seguía bombeando por un rato la bomba realizaba unos picos de presión pasando de 400 Lb/Pulg a casi 700 Lb/Pulg lo que pudo provocar que los sellos del paquete frenos hayan sido dañados al momento de montar la cadena ya que no se daban cuenta que la bomba incrementaba la presión golpe. El aceite hidráulico (15W40) se filtra hacia al paquete de frenos mezclándose con el aceite lubricador del paquete de frenos (SAE 60), lo que genera una contaminación entre los dos aceites para luego acumularse en el tándem. El paquete de freno trasero derecho solo llevaba 1538 Horas de uso, fue cambiado el 9 abril del 2019. Recomendación: antes de realizar este proceso de liberación de presión del paquete de frenos, se debe verificar que la bomba hidráulica ya sea manual o eléctrica se encuentre en buen estado y no vaya a presentar fallos cuando se realiza este proceso y así poder evitar cambios de presiones bruscos que pueden dañar el paquete de frenos.			
HORAS DOWN:	15	HORAS HOMBRE:	30
ORDEN DE TRABAJO (OT):	200167270	ORDEN DE TRABAJO (OT) REDO:	200182717
Firma-Cargo	William Guillermo Mendoza Mojica-Practicante Ingenieria		
Fecha Reporte:	18/07/2019		

Figura 3 Formato re trabajo (REDO)

2.7 Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento tiene como propósito prever las fallas en los equipos, maquinaria e instalaciones, operen a los niveles y eficiencia óptimos. El resultado de un buen mantenimiento

preventivo, permite determinar las causas de las fallas, ya sea por experiencia, repeticiones, tiempo de operación, inspecciones de rutina, información que llega de producción u otras áreas y de esta manera tener claro cuáles son los posibles factores de daño que se produzcan y prevenirlos (**Ver figura 4**).

El Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP), crea un plan de forma periódica, donde especifica con claridad, la programación de las inspecciones, de seguridad, reparaciones, ajustes, análisis, limpieza, calibración, lubricación; sin la necesidad de que el operario o personal encargado las requiera.

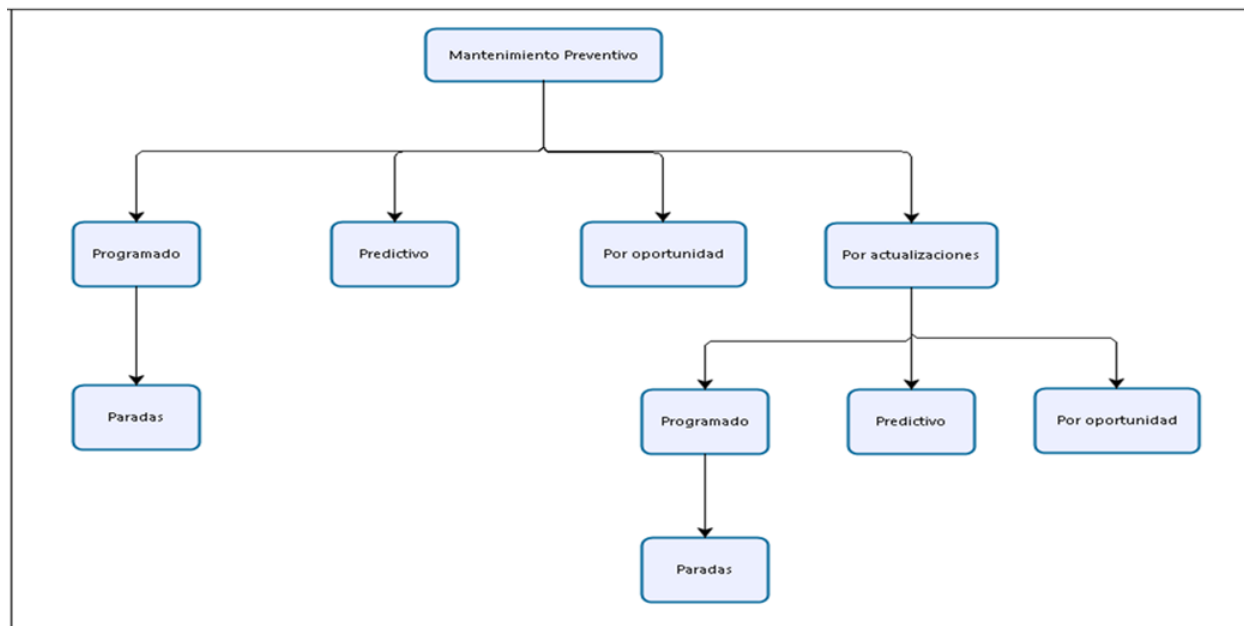


Figura 4 Mantenimiento preventivo

2.7.1 Actividades del mantenimiento preventivo: Es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo en la empresa se basa de cuatro acciones:

2.7.2 Programado: Se establecen cada cuanto se harán los ciclos de mantenimiento preventivo (**Ver figura 5**), los ciclos de mantenimiento se clasifican de la siguiente manera:

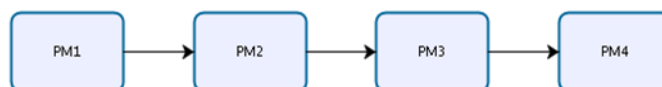


Figura 5 Ciclos del mantenimiento preventivo en la empresa Prodeco

PM1: Mantenimiento preventivo cada 500 Horas de servicio de la máquina.

PM2: Mantenimiento preventivo cada 1000 Horas de servicio de la máquina.

PM3: Mantenimiento preventivo cada 500 Horas de servicio de la máquina, pero se aplica la combinación de un PM1+PM2.

PM4: Mantenimiento preventivo cada 2000 Horas de servicio de la máquina.

2.7.3 Predictivo: Se recopila la información de los componentes del equipo y se analiza el historial de fallas de esos componentes, así verificar si se están pasando de su vida útil o trabajan más de lo que especifica el fabricante. Se modifican los planes de mantenimiento esto con el fin de evitar una parada inesperada al equipo y así tener una predicción exacta en los componentes del equipo.

2.7.4 Por oportunidad: Cuando el equipo cae antes de la parada programada y se encontraba a pocas horas de realizar el PM se puede aprovechar esa ventana de oportunidad ya que el equipo no se encuentra en operación y se reprograma el PM, estos con el de adelantar el mantenimiento ya que en algunos PM se pueden presentar imprevisto como el clima, disponibilidad de trabajadores, que no halla negociación entre el área de mantenimiento y producción etc.

2.7.5 Por actualizaciones: Algunos de los sistemas de estos equipos ya vienen predeterminados por fabrica por lo que a veces no es necesario realizar mejoras al equipo, pero en ocasiones toca intervenir en algunas mejoras ya que algunos componentes con el tiempo llegan hacer obsoletos por lo que se requiere hacer una mejora tecnológica para mejoras más el rendimiento del equipo y evitar que el equipo deje de operar.

2.8 Software

2.8.1 AMT-RPM GLOBAL: AMT software de mantenimiento de activos es la solución de mantenimiento sólo en turnos que vincula dinámicamente al ciclo de vida de los costos y la estrategia para proporcionar una posición precisa del ciclo de vida y estrategias de mantenimiento óptimas usando la calculadora de Ciclo de Vida Dinámica (CLLD) - el corazón de AMT. Como aprendiz en el área de mantenimiento fue necesario aprender a utilizar el software de mantenimiento AMT que me permite conocer los planes de mantenimiento de los equipos los ejecutados y los pendientes por ejecutar, dividir los equipos por flotas, series y modelos para realizar un historial de búsqueda más exacta, cuenta con estrategias de mantenimiento para algunos

sistemas de los equipos, el tipo de tarea que se ve a realizar, las causas y fallas de los componentes que fueron afectados, los tiempos planeados y reales de las tareas de mantenimiento, notificar las tareas ejecutadas con el fin de obtener una descripción más exacta del trabajo realizado, simplifica los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo.

2.8.2 SAP: SAP es mejor conocido como un software de planificación de recursos empresariales (ERP); Esto permite a las organizaciones administrar las operaciones comerciales en compras, fabricación, servicio, ventas, finanzas y recursos humanos. SAP y AMT se encuentra enlazados por un numero de orden (Workorder) u orden de trabajo (OT), AMT genera la OT y automáticamente se encuentra enlazada con SAP, este software carga las partes de los equipos a la OT lo que te permite visualizar que partes se necesitaron para la reparación del equipo, te permite saber si las partes fueron retiradas o no, visualizar inventario de almacén o de otras sedes de la empresa, solicitar pedidos de partes, realizar presupuestos de mantenimiento, balance de costos y finanzas.

2.9 Hidráulica

Es la ciencia que transmite fuerza y/o movimiento mediante fluido confinado. La palabra “hidráulica” deriva del griego “hidros” que significa agua y “logos” que significa tratado.

2.9.1 La hidrodinámica comparada con la hidrostática: Existen actualmente, muchos millares de máquinas accionadas hidráulicamente y siendo muy diferentes de los dispositivos primitivos, nos vemos obligados a la hidráulica en dos partes: la hidrodinámica y la hidrostática.

La hidrodinámica se puede definir como la ciencia de los líquidos en movimiento y la hidrostática como la de los líquidos en reposo. Una rueda de agua o una turbina (**Ver figura 6**) representa un dispositivo hidrodinámico. La energía se transmite por el impacto del fluido en movimiento contra las paletas. En otras palabras, utilizamos la energía cinética o energía de movimiento, que el líquido contiene.

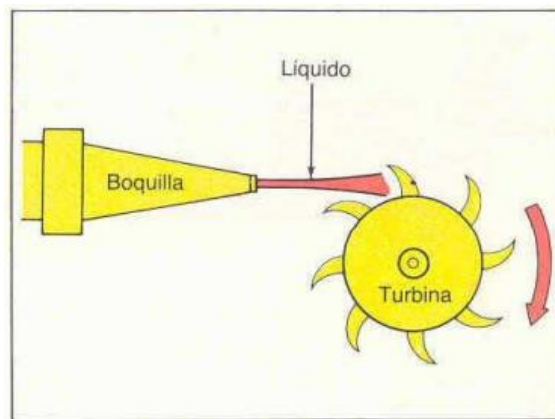


Figura 6 Sistema hidrodinámico

En un dispositivo hidrostático la energía se transmite comprimiendo un líquido confinado (**Ver figura 7**). El líquido debe moverse o fluir para originar un movimiento, pero el movimiento es independiente de la fuerza de salida. Tiene lugar una transferencia de energía debido a que esta comprimido un volumen de líquido.

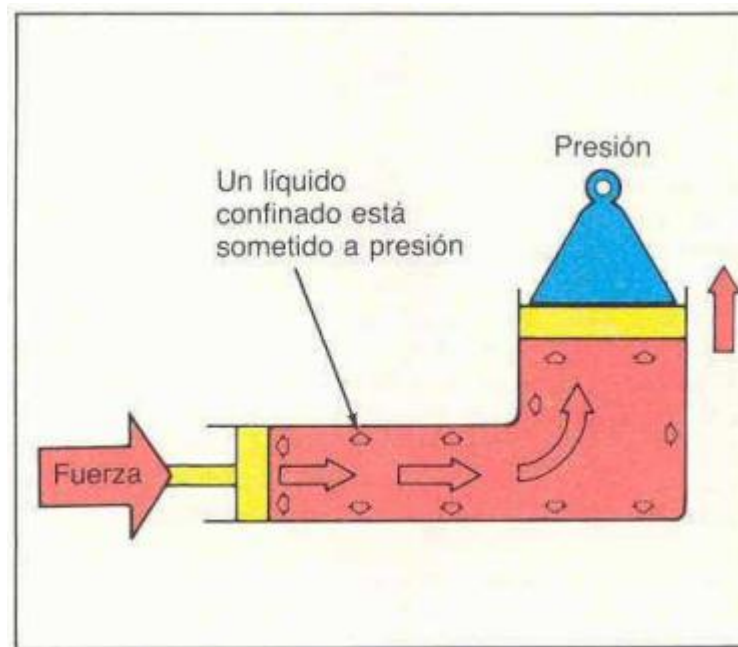


Figura 7 Sistema hidrostático

2.9.2 Presión y caudal: Al estudiar los principios básicos de la hidráulica, trataremos con fuerzas, transferencia de energía, trabajo y potencia. Relacionaremos estos elementos a los dos fenómenos o condiciones fundamentales que encontramos en un sistema hidráulico: presión y caudal. Lógicamente, presión y caudal deben interrelacionarse al considerar trabajo, energía y potencia. Por otra parte, cada uno tiene su propia función que cumplir:

- La fuerza o el par ejercidos dependen de la presión.
- El movimiento o desplazamiento dependen del caudal.

2.9.3 Presión: La presión es un término utilizado para definir la fuerza que se ejerce contra un área determinada.

2.9.4 Presión en un líquido confinado: Al aplicar una fuerza sobre un líquido confinado, se origina una presión (**Ver figura 8**) que se transmite uniformemente por toda el área interna del recipiente. La botella que se rompe por un exceso de presión puede romperse por cualquier parte o por varias partes al mismo tiempo.

Este comportamiento del fluido es el que permite transmitir fuerzas mediante tuberías, doblando esquinas, para arriba o para abajo y así sucesivamente. En los sistemas hidráulicos, se utiliza un líquido porque su casi incompresibilidad hace que actúe instantáneamente cuando el sistema está lleno del mismo.

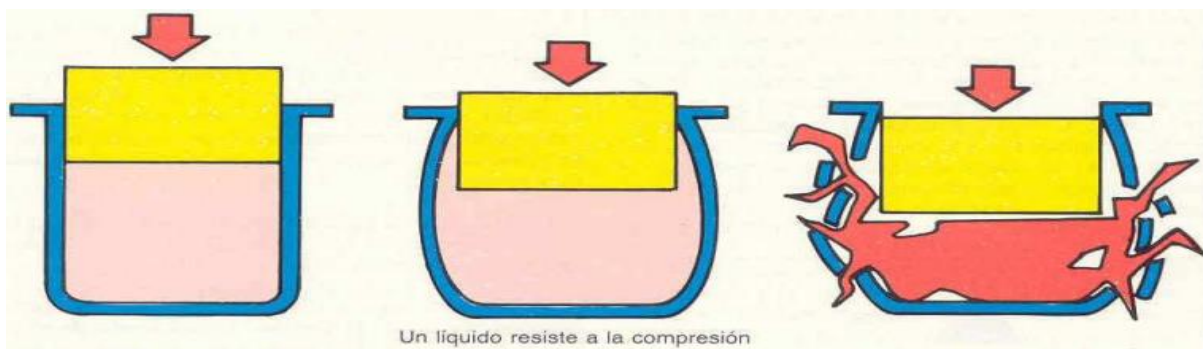


Figura 8 Presión sobre un líquido confinado

2.9.5 Caudal: El caudal es el movimiento del fluido hidráulico originado por la diferencia de presiones entre dos puntos. Por ejemplo, en el fregadero de una cocina, tenemos presión atmosférica. La compañía de Aguas crea una presión en sus tuberías. Cuando abrimos el grifo, la diferencia de presiones obliga al agua a salir. En un sistema hidráulico, el caudal es normalmente suministrado por una bomba hidráulica: un dispositivo que empuja continuamente el fluido hidráulico.

2.9.6 Velocidad y caudal: La velocidad del fluido en un punto, es la velocidad media de sus partículas que pasan por este punto. Se mide generalmente en metros por segundo (m/seg) o en metros por minuto (m/min). El caudal es el volumen de fluido que pasa por un punto en la unidad de tiempo. Generalmente se da en litros por minutos (l/min) o en galones americanos por minuto (GPM). Para entender la diferencia entre velocidad y caudal, vamos a suponer que estamos bombeando un caudal constante de 1 l/min a través de dos cámaras de diámetros distintos (**Ver figura 9**). Cada cámara tiene un litro de volumen, de forma que cada una se vaciara y se llenara una vez cada minuto.

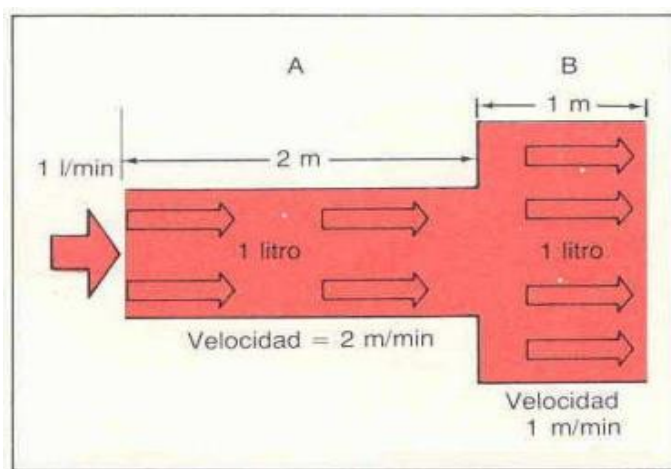


Figura 9 Comportamiento de la velocidad del fluido en diferentes cámaras

No obstante, la cámara A es dos veces más larga que la B. el aceite, al atravesar la cámara A, se moverá a una velocidad de 2 metros por minuto (2 m/min) y al atravesar la cámara B, su velocidad será de 1 metro por minuto (1 m/min). Si A y B son secciones de tubería, es evidente que un caudal constante implica una velocidad más baja cuando el diámetro aumenta y una velocidad más alta cuando el diámetro disminuye.

2.9.7 Tipos de válvulas

2.9.7.1 Válvula de control presión: Una válvula de control de presión se utiliza para limpiar o controlar la presión del sistema. La válvula de seguridad (**Ver figura 10**) es una válvula de control de presión que limita la presión que puede desarrollarse en el sistema. Otros tipos de válvulas de control de presión son las válvulas de frenado hidráulico, las válvulas de secuencia, las válvulas reductoras y las válvulas de equilibrio.

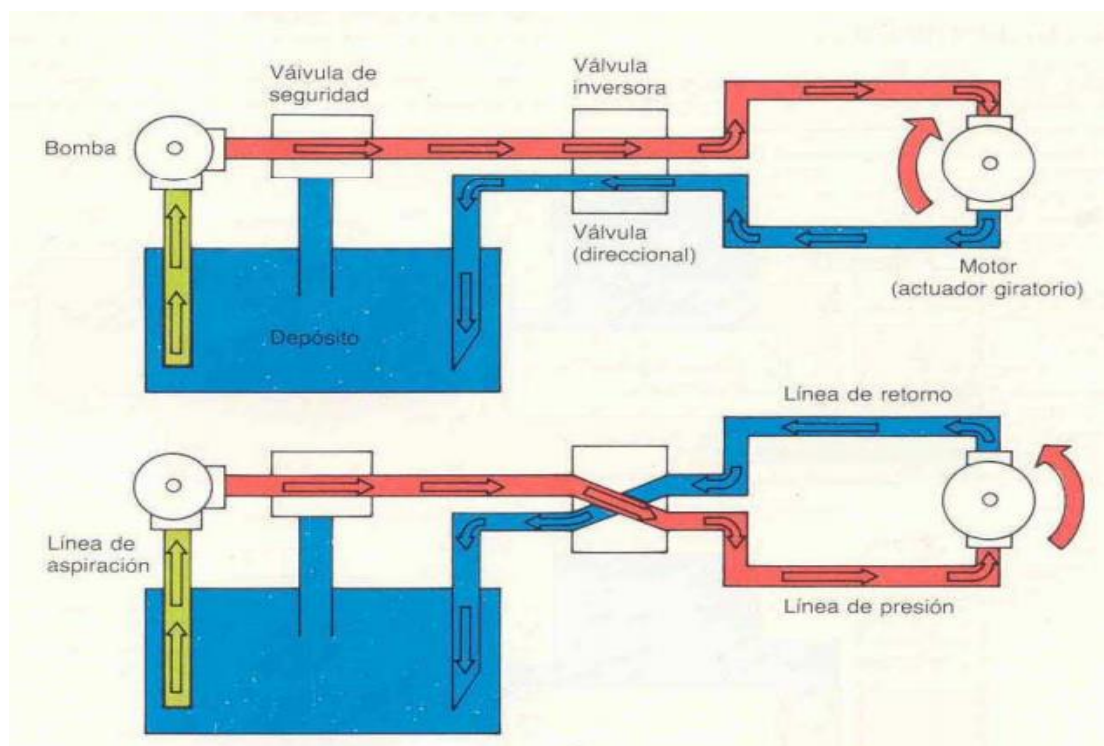


Figura 10 Sistema hidráulico

2.9.8 Cilindro: Cualquier actuador hidráulico formado por un pistón que se mueve dentro de un cuerpo cilíndrico por la acción de un líquido comprimido.

2.9.8.1 Cilindro de doble efecto: En un cilindro de doble efecto, el aceite acciona el pistón en ambas direcciones. El cilindro debe tener orificios de conexión tanto el lado del vástago como en el de la tapa (Ver figura 11).

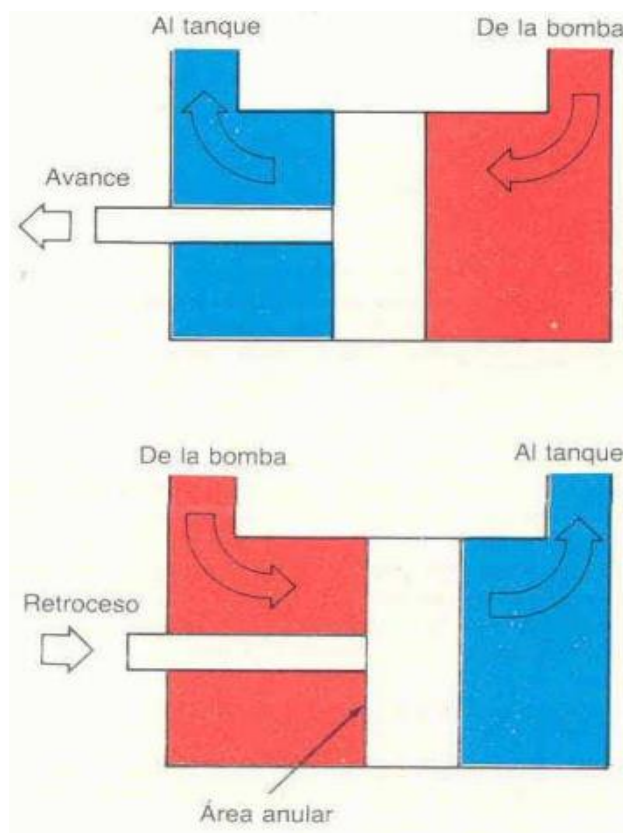


Figura 11 Cilindro doble efecto

Al bombear aceite por el lado de la tapa el vástago avanza. Al mismo tiempo, el aceite contenido en el lado del vástago es empujado hacia afuera y debe ser dirigido al tanque. Para que el vástago entre, debe invertirse el caudal. El aceite procedente de la bomba entra por el lado del vástago, y se conecta el orificio del lado de la tapa al tanque para permitir el retorno del caudal. La dirección del caudal, a la ida y a la vuelta, en un cilindro de doble efecto, puede controlarse mediante una válvula direccional de doble efecto, o actuando el control de una bomba invisible reversible.

3. Método

3.1 Administrativo

El área de mantenimiento cuenta con un departamento de planeación donde se realizan los planes de mantenimiento para las todas las flotas de los equipos mineros: Camiones, Palas, Tractores, Taladros y Soporte. La flota donde realice los mantenimientos correctivos, preventivos y mejoras en los equipos de soporte. El área de mantenimiento cuenta con otros dos departamentos más digitadores de backlogs y de órdenes de compra (**Ver figura 12**), los digitadores de backlogs se encargan de generar los componentes (Motores, bombas, líneas hidráulicas, líneas eléctricas, componentes estructurales del equipo, luces, etc.) que necesitan los equipos cuando se les va a realizar un mantenimiento preventivo o correctivo, verifican si hay disponibilidad de componentes o si se encuentra catalogado en el sistema, si la parte que requiere es necesaria o si aplica para el equipo.


 UNA OPERACIÓN DEL GRUPO PRODECO
 NIT 860041312-9

Empresa RELIANZ MINING SOLUTIONS S.A.S CL 30 19 04 SOLEDAD Su número de proveedor en nuestra empresa 1600002489 Su número de NIT 9008066004 Su responsable MARTIN BRIGGS 57-5-3361200 po.crc@relianz.com.co	Pedido: Vendor Held Stock Fecha de creación: 15.10.2018 Persona de contacto MARIA MARGARITA RIVERA Teléfono: 57 + 5 - 3695500 Nuestra referencia 4120264720 Inicio periodo de validez Fin periodo de validez
--	---

Cond. entrega: DDP CALENTURITAS
 Cond. pago: dentro de los 30 días sin DPP Moneda: USD

OBSERVACIONES

220396621 CAMBIAR HARNESES DEL EQUIPO CON MULTIPL MG376

Pos.	Material Referencia	Ctd.pedido Unidad Puesto Descargue	Denominación Solicitante Precio por unidad Cis.Valoracion	Fec. Entrega Valor neto
00010	1102430 2747498	1 Unidad	HARNESS AS REF 2747498 MARCA CAT 255,76 NUEVO	27/12/2018 255,76
00020	1140422 3576278	1 Unidad	HARNESS AS. 3576278 CAT 3.078,52 NUEVO	27/12/2018 3.078,52
00030	1140438 3583852	1 Unidad	HARNESS AS. 3583852 CAT 1.010,98 NUEVO	27/12/2018 1.010,98
00040	1103187 3083541	1 Unidad	HARNESS AS REF 3083541 MARCA CAT 251,73 NUEVO	27/12/2018 251,73

Las facturas deben ser enviadas a nombre de C.I Prodeco S.A. a la siguiente dirección Calle 778 N° 59 # 61, Piso 5, Centro Empresarial las Americas II, Tel 3695501, Barranquilla, Colombia.	Autorizado por:
--	-----------------

Figura 12 Orden de compra

Estos backlogs (**Ver figura 13**) tienen un formato donde se cargan las partes que necesita el equipo, el número de identificación de cada parte, la referencia del equipo, el motivo del cambio de componentes, las horas que el equipo va estar detenido y las horas de la labor, luego de que los digitadores verifiquen todos estos datos, le envían estos formatos a los ingenieros de confiabilidad de cada flota para que autoricen los backlogs, luego los backlogs son regresados a los digitadores donde se abre un número de orden de trabajo para cada backlog estas órdenes de trabajo quedan en una carpeta compartida donde los digitadores de órdenes de compra generan un numero de

orden de compra por cada orden de trabajo generada, los digitadores de backlogs arman una carpeta de cada máquina con los formato de backlogs, ordenes de trabajo e inspecciones PRE-PM y son enviados al departamento de planeación donde programan las fechas para realizar los cambios de esos componentes, ya sea en PCR o en los ciclos de mantenimiento preventivos de las maquinas(PM1, PM2, PM3, PM4).

FORMATO DE BACKLOG						CODIGO: CBQM008/V1 VIGENCIA: 2016-01-01	
No. Equipo MG385 No. Sete B9K00457 Horómetro 26662 Fecha Generación 26/08/2019 No. Reserva SAP No. Orden de Trabajo SAP							
Inspección Checklist Partidas Inspección Operador Inspección en PM Inspección Pre-PM Inspección Pre-PCR Monitoreo de Condiciones Programa de Fábrica y Mapa Local Inspecciones Otra ¿Cuál?							
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:						1 3	
CAMBIAR CLIP PARTIDO A TUBO DE SUMINISTRO DE VALVULA RH						2 4	
ACCIÓN REQUERIDA:						SINTOMA CAUSA	
CAMBIAR						PARTIDO VIBRACION	
CRITICIDAD:						2. ALTA 3. MEDIA 4. MONITOREAR/BAJA	
Posibilidad alto tiempo down Posibilidad alto tiempo down No afecta desempeño de la máquina							
PARTES REQUERIDAS							
NUM	CANTIDAD	NO PARTE FABRICANTE o SAP	DESCRIPCIÓN	ITEM	DISP	OBSERVACIONES	
1	2	3J-1907	SEAL	SIS			
2	2	6V-8397	SEAL	SIS			
3				SIS			
4				SIS			
5				SIS			
6				SIS			
7				SIS			
8				SIS			
9				SIS			
10				SIS			
11				SIS			
12							
13			344-1106 LINES GP-STEERING				
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
IMPORTANTE: Especifique aquí el PARTE-OBJETO del grupo que contiene las partes afectadas (consultar manual de partes):						PARTE OBJETO: 4304	
Montarajes Manipulador Lentes Nitrogeno Equipo de levado Otra ¿cuáles? Grúa/Cambió-boom Plataforma Trabajo en Altura Compresor Soldadura							
TIEMPOS ESTIMADOS PARA REPARAR:						HORAS DOWN EQUIPO: 1 HORAS HOMBRE: 1	
ELABORADO POR: JUAN MUNERA						GRUPO A B C	
EJECUTAR EN:						PRÓXIMO PM URGENTE MONITOREO VENTANA DE OPORTUNIDAD	
ESPACIO PARA SELLO Y FIRMA							

Figura 13 Formato backlog

3.2 Desarrollo técnico

Se comenzó adquiriendo conocimiento con las flotas de los equipos, estas flotas están divididas en: Camiones, palas, tractores, soporte y taladros. Para realizar el plan de mantenimiento de los equipos se realiza una inspección pre-pm antes del mantenimiento programado, en esta inspección se realiza 7 días antes del PM, esto con el fin de detectar fallas antes de que llegue el PM y solicitar nuevos componentes por los imprevistos presentados, cuando se está realizando el PM también se generan imprevistos, lo que aumenta el tiempo del mantenimiento programado. Cada vez que uno de los sistemas del equipo es terminado, se realizan pruebas de funcionamiento para verificar que no halla errores, al finalizar todo el PM se realizan pruebas dinámicas al equipo antes de que salga operativo y así poder verificar el funcionamiento completo del equipo.

Cuando se presenta un mantenimiento correctivo, se verifica si los componentes están disponibles en almacén (**Ver figura 14**), si no lo hay se solicita desde afuera ya que el nivel de criticidad para un imprevisto es alto, ya que las horas que no opere un equipo significan pérdidas para la empresa, por lo que se tiene que actuar de manera inmediata.

Mandante / Sociedad / Centro / Almacén / Lote / Stock especial	SET ValRec	Libre utilización	Control calidad	Reservado	Reserva entrada	Stock en curso
Total	0,000			8,000		251,000
1000 C.I. PRODECO S.A.	0,000					243,000
1300 Calenturitas	0,000					243,000
1301 Calenturitas E-53	0,000					243,000
2000 CARBONES DE LA JAGUA S.A.	0,000			8,000		8,000
2100 CDJ	0,000			8,000		8,000
2101 CDJ NO LOC 508	0,000			8,000		8,000

Figura 14 Lista de componentes disponibles en las sedes de Prodeco

4. Resultados

4.1 Mejora para evaluación de pruebas y ajustes del sistema de articulación central de una motoniveladora 24M

El sistema de articulación central permite que el equipo pueda realizar giros de derecha a izquierda por medio de unos cilindros de doble efecto, en la cabina del operador a mano izquierda y derecha de la silla se encuentran los joysticks, si el operador mueve desea girar el equipo hacia la derecha los joysticks hacia la derecha el vástago del cilindro izquierdo sale y el vástago del cilindro derecho entra, para ir hacia la izquierda el proceso seria a lo contrario (**Ver figura 15**).

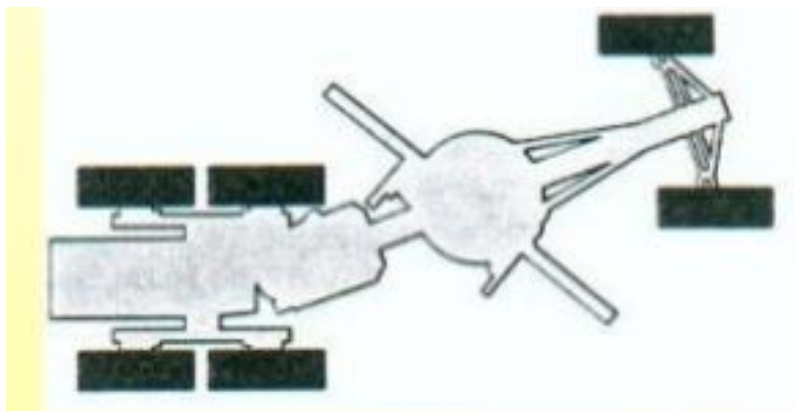


Figura 15 Movimiento articulado de una motoniveladora

Anteriormente, para verificar si los cilindros de articulación no están presentando fallas o no operan de una manera eficiente, se desconectaba una de las líneas hidráulicas que alimentan el cilindro, taponan la entrada donde estaba conectada la línea para luego realizar la prueba de movimiento en el sistema de articulación. Y así poder detectar si se presentan fugas internas entre las cámaras de los cilindros (**Ver figura 16 y 17**).



Figura 16 Cilindro de articulación central – Motoniveladora 1



Figura 17 Cilindro de articulación central – Motoniveladora 2

Este sistema permite de una manera más sencilla ejecutar las pruebas de funcionamiento en los cilindros de articulación, de tal forma que no sea necesario desconectar líneas hidráulicas para realizar pruebas de presión y funcionamiento, sino controlándolo de una manera remota por medio de una tarjeta de electrónica, el sistema contara con un grupo de sensores de presión y electroválvulas que a su vez serán controladas por una tarjeta de control, estará recibiendo información de los sensores y conmutando las electroválvulas, además contara con una pantalla

para visualizar los datos de medición y los estados de conmutación de las válvulas (**Ver figura 18**). Contará con historial de registros para cada operación de prueba y ajuste que sea realizada.

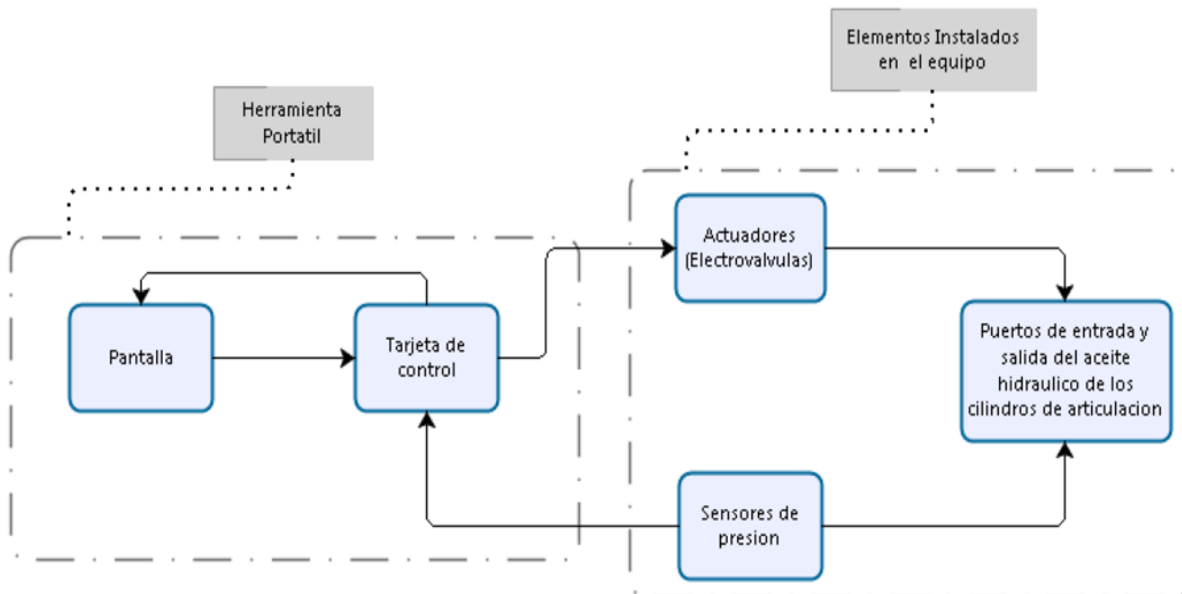


Figura 18 Diagrama del sistema

A su vez, reduce el tiempo de evaluación en la prueba y así lograr que el equipo genere menos horas de operación, también se pueden evitar accidentes por contaminación de fluidos ya que el sistema puede estar presurizado lo que puede generar quemaduras a los técnicos de mantenimiento.

4.1.1 Lista de componentes para la modificación

Tabla 1 *Partes para la mejora del sistema de articulación central*

Ítem	cantidad	Descripción de la parte
1	1	Tarjeta de control
2	4	Electroválvula ON/OFF (Presión 9600 a 10500 psi)
3	4	Sensor de presión
4	1	Pantalla
5	-	Otros(Harneses, Conectores)

4.1.2 Modificación del circuito hidráulico: Se agrega una electroválvula en cada una de las líneas (P/N: 307-8793, 308-8678) de los cilindros de articulación central, cuando el equipo se encuentre en operación la electroválvula estará abierta permitiendo el paso del aceite hidráulico para mover el cilindro, cuando se requiera bloquear el paso de aceite la tarjeta de control enviara la señal para que pueda conmutar la electroválvula y cerrar el paso de aceite. Adicionalmente se instala un sensor de presión en cada entrada de los cilindros de articulación para leer la presión, cuando se requiera realizar una evaluación en los cilindros de articulación el sensor tomara la lectura de la presión acumulada en cada cámara del cilindro y enviara los datos obtenidos a la tarjeta de control y a su vez mostrara los datos obtenidos en pantalla (**Ver figura 20**).

a) Circuito hidráulico original

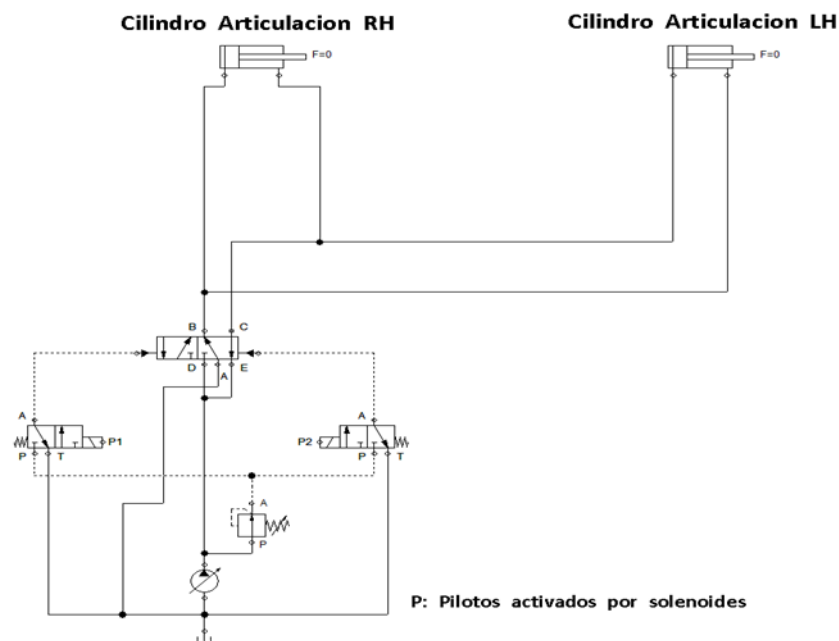


Figura 19 Schematic 24M Motor Grader – Hydraulic System

b) Circuito hidráulico agregando la mejora al sistema

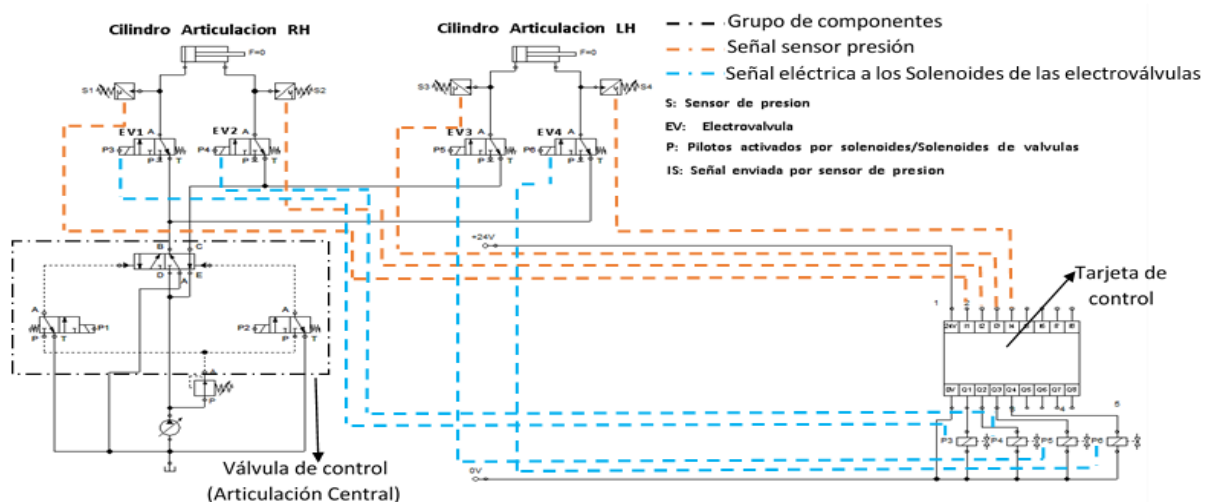


Figura 20 Mejora en el circuito hidráulico de la articulación central

4.2 Modificación para el soporte de la caja de humo Motoniveladoras 24H

En la flota de equipos de soporte, se presentaron inconvenientes en las motoniveladoras 24H, los operadores del equipo reportaban alarma del sistema supresor de incendios (SSI), los tornillos sujetan los brackets de la caja de humo (**Ver figura 21**) se estaban partiendo, lo que ocasiono que el tubo que está unido a la entrada de la caja de humo y a la salida del turbocompresor se desacoplara (**Ver figura 22**), al suceder eso los gases quemados no salían al ambiente, sino que se quedaban atrapados en los compartimientos, lo que activaba el SSI.



Figura 21 Caja de humo



Figura 22 Salida del turbocompresor (A) – Entrada a la caja de humo (B)

4.2.1 Lista de partes

Tabla 2 Componentes para la modificación de la caja de humo

Ítem	Par de Numero	Cantidad	Nombre de la pieza
1	1A-1460	4	Tornillo (1/2-13X2-IN)
2	9X-0941	4	Tuerca de seguridad (1/2-13-THD)
3	5P-8247	8	Arandela (17X32X3.5-MM THK)
4	161-3528	2	Bracket
50	5P-1076	78	Arandela (13.5X30X4-MM THK)
5	8T-4184	16	Tornillo (M12X1.75X45-MM)
6	9R-2613	2	Boss (M10X1.5X25-MM)
7	6V-5839	6	Arandela (11X21X2.5-MM THK)
8	6V-4248	6	Tornillo (M10X1.5X25-MM)
9	8T-4133	4	Tuerca (M10X1.5-THD)
10	198-7707	1	Soporte
11	198-7708	1	Soporte

4.2.2 Caja de humo y soporte

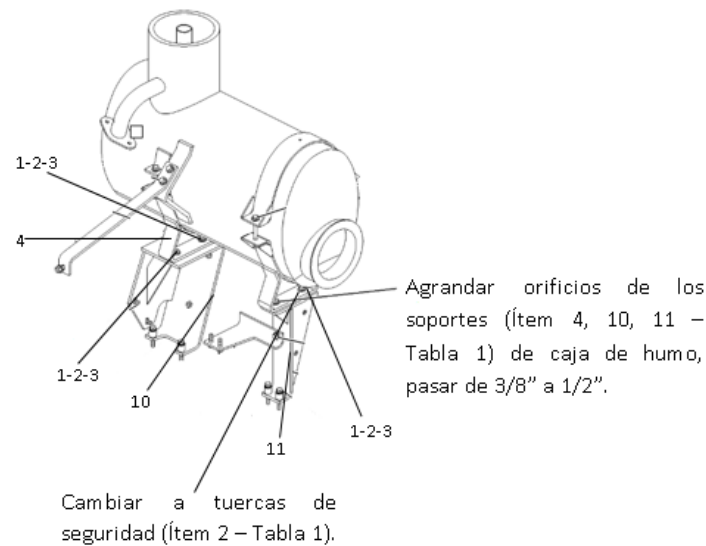


Figura 23 Plano de la caja de humo



Figura 24 Soportes de caja de humo

4.2.3 Frame and body: Se debe cambiar el tornillo con par de número 8T-4139 (Ítem 62 de la Figura 25) por el 8T-4184 (Ítem 5 – Tabla 2), solo en las bases de la estructura (**Ver figura 26**). **Nota:** la arandela (Ítem 50 de la Figura 25) se debe utilizar la misma ya que solo se alargó el tornillo.

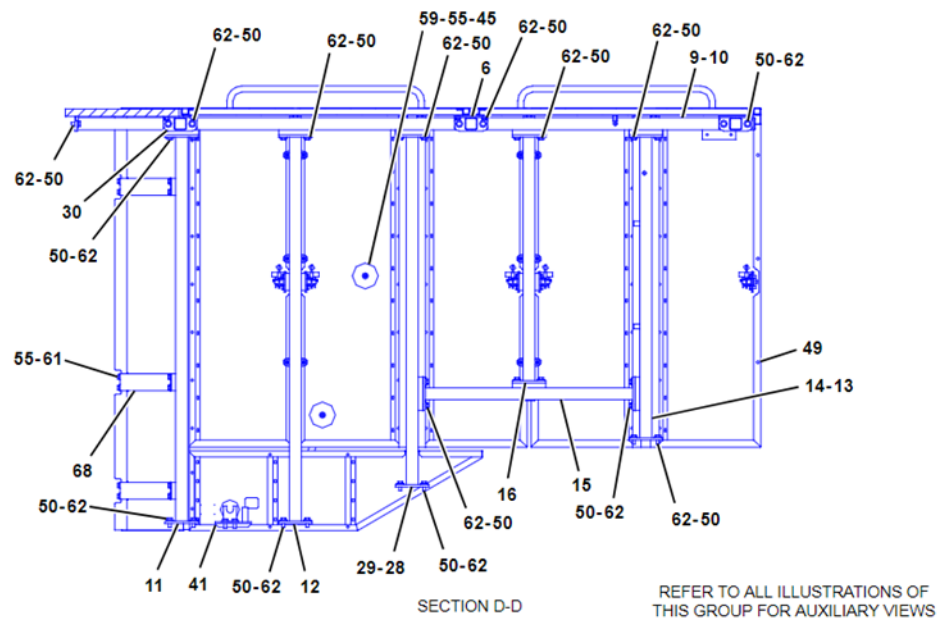


Figura 25 Estructura que protege el motor, caja de humo, ventilador del Fan, etc.



Figura 26 Bases de la estructura

4.2.4 Diseño template para soporte la caja de humo

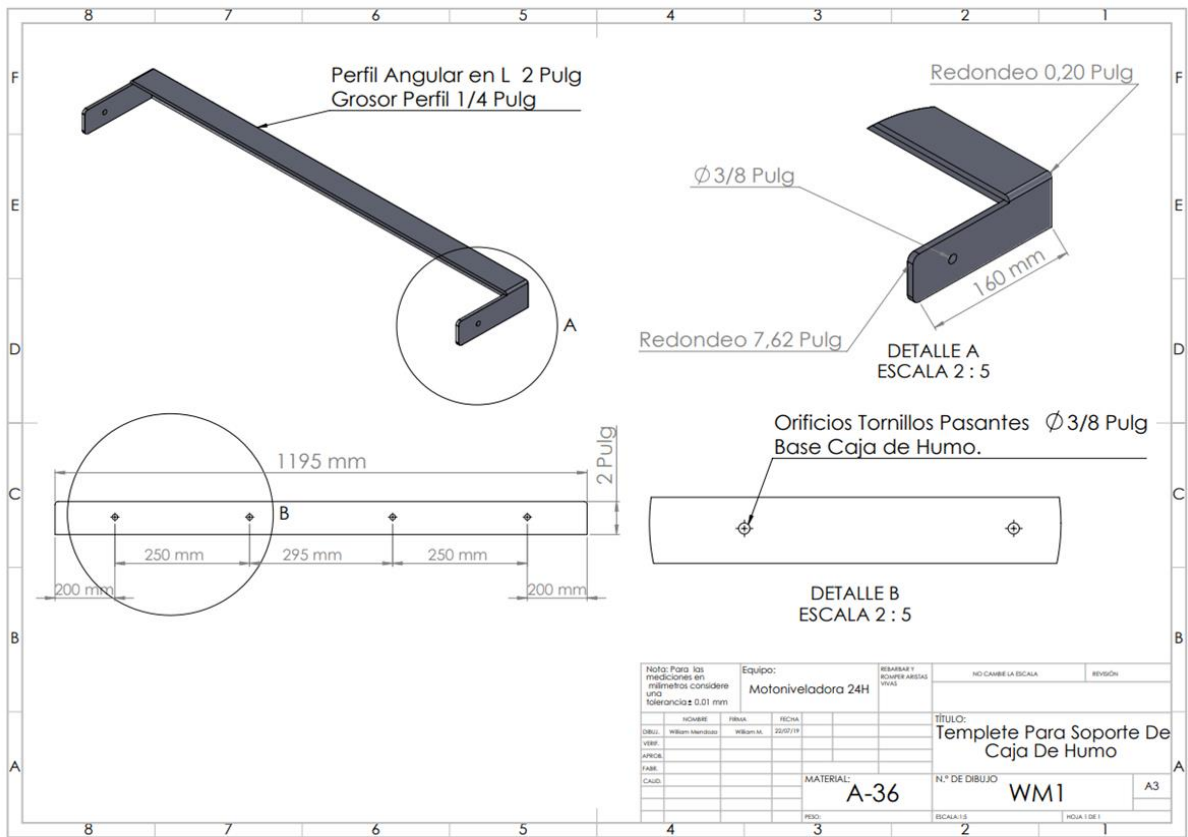


Figura 27 Plano del diseño de template

4.2.5 Instalación del templete: Soldar el Boss (Ítem 6 – Tabla 2) a las barras LH y RH de la estructura.

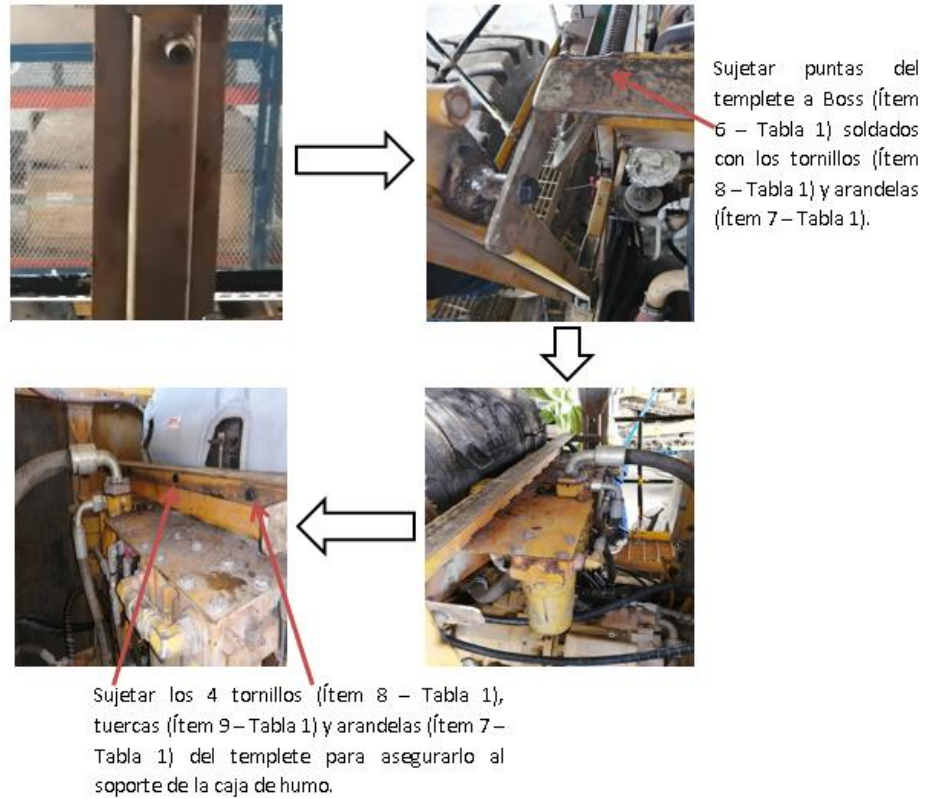


Figura 28 Instalación de templete

4.3 Reportes de re trabajo (REDO)

Como primera etapa de este resultado se creó una formato REDO (**Ver figura 29**) para la presentación de estos reportes, esto con el fin de tener un registro mes a mes de estos incidentes.

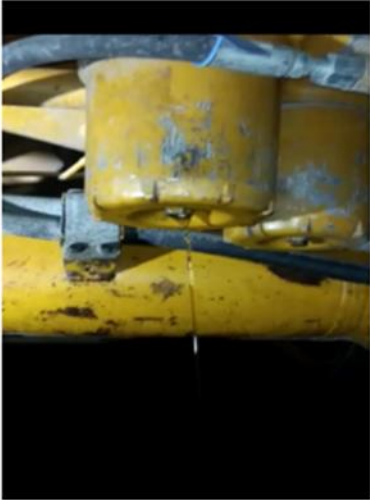
REDO (REPORTES DE RETRABAJO)			
N° REPORTE:	1031017	FECHA DEL EVENTO:	7/07/2019
INCIDENTE SUCEDIDO:	Fuga Hidraulica - Boto tapon de drenaje de filtros de aceite de enfriamiento de frenos	EQUIPO:	DT512
LUGAR:	Nivel 9 oriente	RESPONSABLE:	Edwin Alvarez
DESCRIPCION DEL INCIDENTE			
El día 07/07/2019 el equipo DT512 que se encontraba en PM salió disponible a las 9:53 PM, a la hora de estar trabajando el equipo queda Down nuevamente por una fuga excesiva en la parte inferior con ubicación nivel 9 oriente, cuando se examina el equipo se observa que no tiene el tapón de drenaje de la carcasa del filtro de enfriamiento de frenos y el cual se presume que se cayó en el traslado hasta el PIT revisando el tapón tiene los hilos dañados por exceso de ajuste, en la revisión post PM del equipo antes de entregarlo disponible se encontró que el nivel de aceite hidraulico esta sobrepasado y que uno de los técnicos estaba tratando de drenar el aceite por una de esas carcasas.			
			
HORAS DOWN:	3	HORAS HOMBRE:	6
ORDEN DE TRABAJO (OT):	200180770	ORDEN DE TRABAJO (OT) REDO:	220498783
Firma-Cargo	William Guillermo Mendoza Mojica-Practicante Ingenieria		
Fecha Reporte:	8/07/2019		

Figura 29 Formato REDO

Lo siguiente fue diseñar una base de datos en Excel, donde se almacenaron estos reportes y así poder analizar los diferentes eventos y costos por ese re trabajo (Ver figura 30 y 31). El área de mantenimiento de la empresa Prodeco contaba con una base de datos anteriormente, los reportes de re trabajo (REDOS) no estaban generando impacto en el área de mantenimiento, ya que muchos de los reportes que se divulgaban en el mes, no eran registrados en el software de mantenimiento AMT, lo que genero inconsistencia entre lo que se reportó en el mes y lo que realmente se encontraba registrado en el sistema, se vio la necesidad de diseñar una base de datos y además de eso un instructivo para poder realizar un reporte REDO.

# REDO	FLOTA	MODELO	EQUIPO	EMPRESA	EVENTO	FECHA DEL EVENTO	FECHA DE REPORTE	LUGAR	SISTEMA AFECTADO
1	CAMIONES	785C	01713	CHM - Non Mara	Fuga por tapón de drenaje de tanque de frenos	08/09/2019	22/01/2019	Patio rojo - Taller	Transmisión
2	SOPORTE	24H	050438	CHM - Non Mara	Control fuga por línea de válvula de parqueo	22/09/2019	29/01/2019	Cara Azul	Mangueras Hidráulicas/finas
3	TRACTORES	075	1351	CHM - Non Mara	Bajo nivel de aceite hidráulico	24/09/2019	29/01/2019	Nivel 10 sector A	Sistema Hidráulico
4	CAMIONES	777F	017169	CHM - Non Mara	Daño en oreja de seguro de tolva arriba por daño en campo	20/02/2019	28/02/2019	FREPMITTO CAL	Tolva
5	CAMIONES	785C	017135	CHM - Non Mara	Daño en bomba de levante de tolva al variar contaminación de sistema hidráulico	09/03/2019	28/03/2019	Patio rojo - Taller	Sistema Hidráulico
6	SOPORTE	834H	042434	CHM - Non Mara	Fuga de aceite SAE 43 en mandos	15/05/2019	05/05/2019	Nivel 10 del sector CD	Mando Final
7	CAMIONES	785D	017137	CHM - Non Mara	Cambio de potenciómetro instalado al nivel	04/05/2019	17/05/2019	Patio rojo zona de trabajo	Sistema de protección, alarmas e indicador
8	CAMIONES	785C	017171	CHM - Non Mara	Switch de nivel de aceite motor quemado	23/05/2019	24/05/2019	Patio rojo - Área de lavado	Sistema Eléctrico
9	CAMIONES	785D	017132	CHM - Non Mara	Fuga de refrigerante por gasket de la tapa interior del enfriador	06/06/2019	10/06/2019	Patio rojo - Taller	Sistema de dirección
10	CAMIONES	785C	017132	CHM - Non Mara	Aruga del ventilador del fan doblada	06/06/2019	10/06/2019	Patio rojo - Taller	Sistema de refrigeración del motor
11	CAMIONES	785D	017138	CHM - Non Mara	Cambio de sello a tapa de mando final FPH - Fuga	03/06/2019	04/06/2019	Patio rojo - Taller	Mando Final
12	CAMIONES	785D	017132	CHM - Non Mara	Contaminación de aceite hidráulico	13/06/2019	17/06/2019	Patio rojo - Taller	Sistema Hidráulico
13	CAMIONES	785C	017135	CHM - Non Mara	Daño en el humar de la cabina	19/06/2019	09/06/2019	Patio rojo - Taller	Extinción del operador
14	CAMIONES	785D	017139	CHM - Non Mara	Cambio de cable termico (SSI) quemado	29/06/2019	29/06/2019	Patio rojo - Taller	Sistema supresion de incendios
15	CAMIONES	777F HB	027434	CHM - Non Mara	Se desaloja manguera de salida de potencióndior	26/06/2019	02/07/2019	Patio rojo - Taller	Sistema de inducción de aire y escape
16	CAMIONES	785D	017139	CHM - Non Mara	Mala calificación de motor	27/06/2019	02/07/2019	Patio rojo - Taller	Moto
17	TRACTORES	D10T	1325	CHM - Non Mara	Se activo SSI (Mala instalación de chaquetas termicas de tubos y múltiples de escape)	27/06/2019	02/07/2019	Nivel 10 Sector A	Sistema supresion de incendios
18	CAMIONES	785D	017169	CHM - Non Mara	Fuga por tubo 4 bocas, no realización inspección de tintas	02/07/2019	05/07/2019	Patio rojo - Taller	Mangueras Hidráulicas/finas
19	CAMIONES	785C	017172	CHM - Non Mara	Fuga hidráulica por línea de enfriamiento que va de enfriador a mando final RH	07/07/2019	08/07/2019	Patio rojo - Taller	Mangueras Hidráulicas/finas
20	CAMIONES	785D	017132	CHM - Non Mara	Fuga Hidráulica - Boto tapón de drenaje de filtros de aceite de enfriamiento de frenos	07/07/2019	08/07/2019	Nivel 9 oriente	Sistema Hidráulico
21	CAMIONES	785C	017132	CHM - Non Mara	Fuga de aceite por sello de tapa de filtro de carga de transmisión	07/07/2019	08/07/2019	Nivel 9 oriente	Transmisión
22	CAMIONES	777F	017141	CHM - Non Mara	Cambio de aceite de motor y filtro	09/07/2019	09/07/2019	Patio rojo - Taller	Lubricación del sistema
23	SOPORTE	8H	050434	CHM - Non Mara	Paquete de frenos trasero derecho recalentado	18/07/2019	06/07/2019	Cara Azul	Mando Final
24	TRACTORES	D10T	1325	CHM - Non Mara	Cambio de travesa de empuje LH y RH desalindados	13/07/2019	06/07/2019	Patio rojo - Taller	Bulldozer
25	SOPORTE	24M	050438	CHM - Non Mara	Cambio paquete de frenos trasero derecho- Frenado - Fugas interna	17/07/2019	06/07/2019	Patio rojo - Taller	Sistema de frenado
26	CAMIONES	785C	017137	CHM - Non Mara	Desalo todo el duto de escape del lado LH	17/07/2019	22/07/2019	Zona trage	Sistema de inducción de aire y escape
27	CAMIONES	777F	017141	CHM - Non Mara	Mala conexión eléctrica en la instalación del motor de arranque	16/07/2019	22/07/2019	Patio rojo - Taller	Sistema de arranque
28	CAMIONES	777F	017169	CHM - Non Mara	Líneas de dirección inventadas	24/07/2019	25/07/2019	Patio rojo - Taller	Mangueras Dirección/finas
29	CAMIONES	785D	017132	CHM - Non Mara	Válvula de alivio de combustible rota - Fuga combustible	18/07/2019	02/08/2019	Patio rojo - Taller	Sistema de combustible
30	CAMIONES	785D	017132	CHM - Non Mara	Culata 11 10 tornillos partidos	09/08/2019	09/08/2019	Patio rojo - Taller	Conjunto de culata
31	SOPORTE	833K	042434	CHM - Non Mara	Fallo en motores de arranque	07/08/2019	08/08/2019	Patio rojo - Taller	Sistema de arranque
32	CAMIONES	785C	017135	CHM - Non Mara	Línea de succión de bomba que llega al tanque hidráulico fuga por	30/08/2019	02/09/2019	Patio rojo - Taller	Mangueras Hidráulicas/finas
33	PALA	338D338D2L	024262	CHM - Non Mara	Cambio compresor de aire acondicionado (gas anti)	13/08/2019	03/09/2019	Nivel 10 del sector A	Sistema de Aire Acondicionado
34	CAMIONES	785D	017132	CHM - Non Mara	Problemas en el sistema de dirección se quedó sin dirección	05/09/2019	12/09/2019	Petrolenado-40	Sistema de dirección

Figura 30 Base de datos REDOS

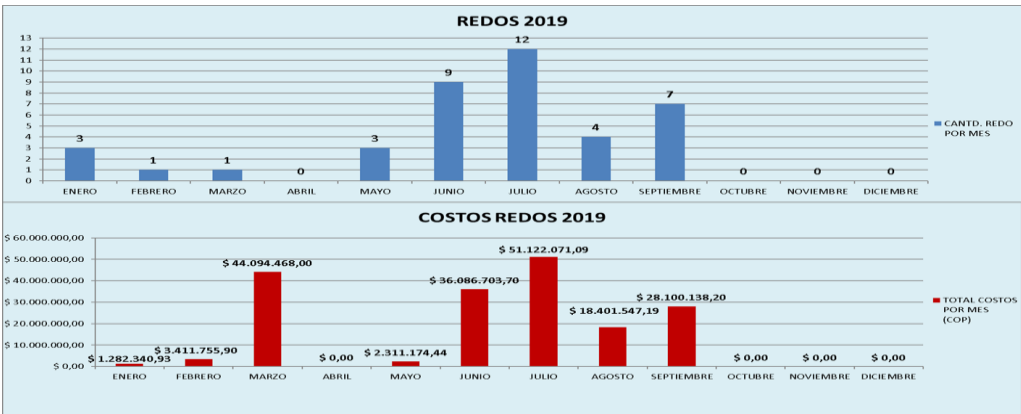


Figura 31 Costos generados por REDOS mes a mes

Lo siguiente que se hizo para mantener la base de datos al día con el software de mantenimiento fue un entrenamiento con el instructivo que se creó a cada supervisor de flota del área de mantenimiento de la empresa Prodeco de cómo se deben reportar los REDOS, para que queden registrados en el sistema, esto con el fin de no trabajar de espaldas al sistema y mantener una igualdad entre lo que se encuentre registrado en el sistema y lo que se reporta mensualmente a los administrativos de la empresa Prodeco y la contratista en cargada del mantenimiento CHM.

4.3.1 Instructivo para diligenciar los REDOS

Paso 1: Cuando se presenta un re trabajo a los equipos el Supervisor encargado del evento debe recolectar la siguiente información:

- Descripción de evento: Porque sucedió el re trabajo y como se reparó el daño.
- Imágenes del evento sucedido.
- Horas Down que añadió el re trabajo a la maquina: Tener en cuenta el tiempo que se pierde notificando el evento, solicitando el pedido de nuevos componentes y reparando la falla.
- Horas labor que tomó en realizar el re trabajo.
- Número de la orden de trabajo (OT) de la tarea inicial.
- Fecha del evento.
- Lugar donde sucede el evento.
- Equipo afectado
- Sistema afectado

Paso 2: Después de recolectar la información del paso 1 el supervisor debe acercarse a base y pedir que abran una orden de trabajo (OT) como REDO, entregarle la información recolectada a base y verificar que la orden este abierta como REDO y que este enlazada con la orden de trabajo (OT) inicial (Ver figura 32 y 33).



Figura 32 Software AMT – Verificando las horas labor del REDO

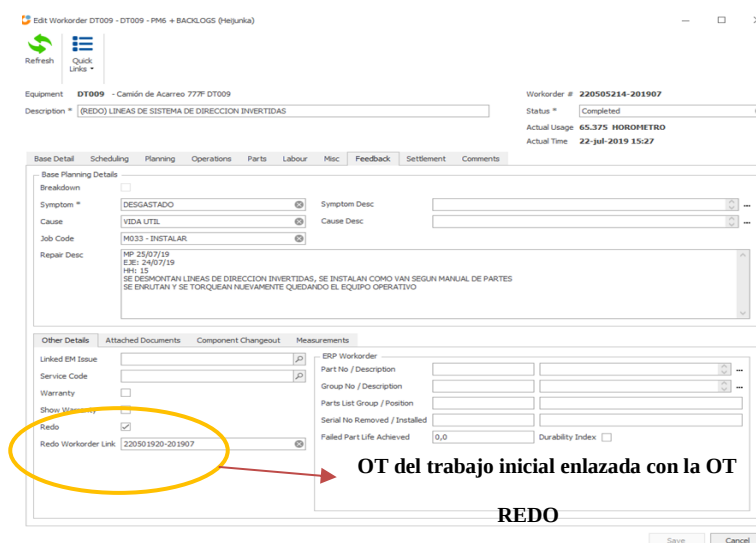


Figura 33 Software AMT – Enlazando OT inicial con OT REDO y así verificar cual fue el trabajo inicial que generó este re trabajo

Pasó 3: Luego de realizar los dos pasos anteriores debe reportar toda esta información al encargado de realizar los reportes y la divulgación de los REDOS a las diferentes áreas del departamento de mantenimiento.

5. Conclusiones

Se logró mantener un orden entre el software de mantenimiento (AMT) y la base de datos diseñada para los reportes de re trabajos (REDOS). Gracias a la base de datos la empresa Prodeco mantuvo un control sobre estos reportes y así poder penalizar a la contratista CHM encargada del mantenimiento de los equipos por cada REDO que generen. El instructivo para la realización de los REDOS, fue una gran ayuda para los supervisores encargados de las flotas, ya que permitió al software de mantenimiento (AMT) y la base de datos de los REDOS mantener una igualdad en cada reporte.

La modificación de la caja de humo de la motoniveladora 24H, evito que no se presentaran más fallas en el sistema de escape gases del motor, esta modificación fue implementada en las demás motoniveladoras 24H.

La mejora de evaluación de pruebas y ajustes del sistema de articulación central de una motoniveladora 24M, reduce el tiempo de evaluación en la prueba y así lograr que el equipo genere menos horas Down (Horas que el equipo no está operando). Gracias a la mejora de evaluación de pruebas y ajustes del sistema de articulación central, también se puede evitar accidentes por

contaminación de fluidos hidráulicos, ya que el sistema puede estar presurizado lo que puede generar quemaduras a los técnicos de mantenimiento. La propuesta fue revisada y aceptada por el Superintendente Senior de Mantenimiento y el Superintendente de Mantenimiento de Flota de Equipos de Soporte.

Referencias Bibliográficas

- [1]. Epicor. “Software corporation”. (2014). [En línea]. Available: <https://www.epicor.com/lac/company/default.aspx>
- [2]. Freshcafe. “Profesionales del vending - Evoca Group”. (2018). [En línea]. Available: <https://freshcafe.es/index.html>.
- [3]. Garrido, S.G. Mantenimiento correctivo. “Organización y gestión de la reparación de averías”. (2009). [En línea]. Available: <http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf>
- [4]. Gutiérrez, D. “Hoja de vida de los equipos - Gestión de mantenimiento”. (2015). [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/gestiondemantenimientojdgd/hoja-de-vida-de-los-equipos>.
- [5]. Maquinaria pesada. “Manual de Oleohidráulica Móvil”. [En línea]. Available: <https://www.maquinariaspesadas.org/blog/2281-manual-oleohidraulica-movil-bombas-actuadores-circuitos-hidraulicos>.
- [6]. Muñoz, M. B. “Mantenimiento industrial - Área de ingeniería mecánica”. (2012). [En línea]. Available: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>
- [7]. N.A. “Importancia del soporte técnico en las empresas”. (2016). [En línea]. Available: http://www.orientecomercialdigital.com/sitio/noticias_detalle.php?id=448