

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(87)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	JORGE ENRIQUE ARROLLO CABALLERO		
FACULTAD	INGENIERIA		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA MECANICA		
DIRECTOR	ARMANDO QUINTERO ARDILA		
TÍTULO DE LA TESIS	ANALISIS DE FALLAS DE LA FLOTA DE CAMIONES 789C-793D Y TRACTORES D7R-D9T-D10T PARA REPORTES DE RE-TRABAJOS PARA LA EMPRESA C.I PRODECO S.A SECCIONAL CALENTURITAS		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>ANALIZAR LAS FALLAS PARA REPORTES DE RE-TRABAJOS EN LA EMPRESA C.I PRODECO S.A MINA CALENTURITAS, SON LAS FUNCIONES PRINCIPALES DE ESTA PASANTIA, ESTO SE HACE CON EL FIN DE GENERAR UN INFORME DETALLADO DEL CAUSANTE DE LA FALLA.</p> <p>COMO RESULTADO DE ESTE PROYECTO SE PLANTEA UN DOCUMENTO DETALLADO EN EL CUAL SE PUEDE OBSERVAR DE MANERA SENCILLA LOS DETALLES DEL EVENTO Y LOS ARGUMENTOS NECESARIOS QUE HAN GENERADO LA SOSPECHA DE RE-TRABAJO.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 87	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



**ANALISIS DE FALLAS DE LA FLOTA DE CAMIONES 789C-793D Y TRACTORES
D7R-D9T-D10T PARA REPORTES DE RE-TRABAJOS PARA LA EMPRESA**

C.I PRODECO S.A SECCIONAL CALENTURITAS

Autor:

JORGE ENRIQUE ARROLLO CABALLERO

**Trabajo de grado en modalidad pasantía, presentado como requisito para optar por el
título de ingeniero mecánico**

Director

Ing. ARMANDO QUINTERO ARDILA

Especialista en automatización y control.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA MECÁNICA

Ocaña, Colombia

Septiembre del 2020

Dedicatoria

Este trabajo es dedicado principalmente a Dios que se ha encargado de guiarme y darme la oportunidad de obtener este logro. A mis padres Jorge Arrollo y Melvys Caballero que siempre me han brindado su apoyo.

A mis abuelos que a pesar que no se encuentran actualmente con nosotros en vida siempre estuvieron pendientes y dándome ese ánimo para seguir adelante.

A mis profesores ya que gracias a los conocimientos que nos brindaron en nuestra etapa académica se pudo realizar este proyecto.

A mi jefe el ingeniero Guillermo Cálao Anaya por acogerme como su aprendiz y enseñarme de manera diligente en mis pasantías, también al personal mantenimiento Prodeco que siempre me colaboraron y enseñaron.

A mi director de pasantías por su acompañamiento en este proceso.

Muchas a gracias a todos lo que hicieron parte de este proceso, ya que todo esto que se logró gracias a esa pequeña parte de ustedes que dejaron en mi como enseñanzas.

Índice

	Pág.
Resumen.....	1
Introducción	2
Capítulo 1. Análisis de fallas de la flota de camiones 789C-793D y tractores D7R-D9T-D10T para reportes de re-trabajos para la empresa C.I Prodeco S.A seccional calenturita.....	3
1.1 Descripción Breve De La Empresa	3
Descripción e historia.	3
Reseña histórica del grupo Prodeco.	3
1.1.3. Misión.....	4
1.1.4. Visión:	4
1.1.5. Objetivos de la empresa:	5
1.1.6. Descripción de la estructura organizacional de la empresa:.....	5
1.1.7 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado:.....	7
1.1.8 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.	8
1.2. Planteamiento Del Problema.	9
1.3. Objetivos De La Pasantía.	10
1.3.1 Objetivos Específicos:	10
1.4. Descripción De Las Actividades.	10
1.5 Cronograma De Actividades.	12

Capítulo 2. Marco Referencial	13
2.1 Enfoque Conceptual	13
2.1.1 Análisis:	13
2.1.2 Falla de reparación:	15
2.1.3 Falla	15
2.1.4 Maquinaria pesada tipo CAT:	15
2.1.5 Historia Caterpillar:	15
2.1.6 Camiones Tipo CAT:	16
2.1.7 Tractores Tipo Cat:.....	17
2.1.8 Principales sistemas de los equipos CAT:.....	18
2.1.9 Tipos de fallas:	25
2.1.10 Mantenimiento.....	26
2.1.11 Tipos de mantenimiento:	26
2.1.12 Concepto de re-trabajo:	27
2.2.13 Sistemas informáticos de mantenimiento:	27
2.2 Enfoque Legal	28
2.2.1 Política De SG-SST:.....	28
2.2.2 Política de alcohol y drogas:.....	29
2.2.3 Política ambiental:	31
2.2.4 Políticas de seguridad vial	33

2.2.5 Política de protección industrial:	33
2.2.6 Políticas de seguridad y salud en el trabajo:.....	34
2.2.7 Políticas de derechos humanos.....	36
2.2.8 Políticas con las comunidades:.....	37
Capítulo 3. Informe Del Cumplimiento De Trabajo.....	41
3.1.1 Maquinaria pesada usada Prodeco mina calenturitas	41
3.1.2Tipos de fallas en maquinaria minera:.....	42
3.1.3 Modos de falla de la maquinaria minera:	44
3.1.4 Estudiar los procedimientos aplicados en cada tipo de falla con respecto al componente y equipo:	45
3.2.1 Reconocer cuales son los factores que intervinieron al momento de presentarse la falla:	45
3.2.2 Revisar y analizar la hoja de vida y el seguimiento que se le lleva al equipo en el software AMT maintenance:.....	46
3.2.3 Detallar Si Cada Uno De Los Procedimientos Fueron Llevados De Manera Adecuada:	47
3.2.4 Realizar un seguimiento con toda la información obtenida para lograr encontrar las causas principales del fallo:.....	47
3.3.1 Identificar los aspectos más relevantes de la falla y concluir si es un re-trabajo:	48

3.3.2 Realizar una plantilla de reportes con un fácil manejo de información, que contenga evento, descripción y antecedentes de equipo	48
3.3.3 Redactar informe del reporte de re-trabajo para anexarlo a la base datos de trazabilidad y llevar un control de costos de operación generados por cada re-trabajo:	49
Capítulo 4. Diagnóstico Final.	65
Capítulo 5. Conclusiones Del Trabajo Realizado.	67
Capítulo 6. Recomendaciones.....	69
Referencias.....	70
Apéndice	72
Trabajos E Informes Realizados En La Empresa.	72

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Diagnostico dependencia asignada</i>	8
Tabla 2. <i>Descripción de Actividades</i>	10
Tabla 3. <i>Cronograma De Las Actividades A Realizar</i>	12
Tabla 4. <i>Maquinaria Prodeco Mina Calenturitas</i>	41
Tabla 5. <i>Esquema De Cobro De Re-Trabajo</i>	48
Tabla 6. <i>Informe De Cobro De Re-Trabajo</i>	51
Tabla 7. <i>Tabla de seguimiento</i>	57

Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Estructura organizacional del departamento de mantenimiento Prodeco Mina Calenturitas. (C.I PRODECO S.A, 2020).....	6
<i>Figura 2.</i> Tractor con oruga patentada por Holt. (Excelencias del motor (edición N° 84). 16	
<i>Figura 3.</i> Camión 789D. (Caterpillar, 2020).....	17
<i>Figura 4.</i> Tractor de oruga y tractor de llanta. (Caterpillar, 2020)	18
<i>Figura 5.</i> 1 Bomba De Dirección Y 2 Tubería De Drenaje. (SIS Caterpillar, 2020).....	19
<i>Figura 6.</i> Válvula De Control De Dirección. (SIS Caterpillar, 2020)	20
<i>Figura 7.</i> Tren De Potencia. (SIS Caterpillar, 2020)	21
<i>Figura 8.</i> Circulación Del Refrigerantes Y Partes. (SIS Caterpillar, 2020).....	22
<i>Figura 9.</i> Distribución Del Sistema Electrónico De Los Camiones. (Relianz Mining Solutions, 2020)	25
<i>Figura 10.</i> Diagrama De Pareto Sistemas Afectados Vs Horas Down. (Autor del proyecto)	50
<i>Figura 11.</i> Diagrama De Pareto En Función De Los Costos Vs Sistemas Afectados. (Autor del proyecto).	53
<i>Figura 12.</i> Filtro piloto hidráulico con partículas poliméricas. (Autor del proyecto).....	54
<i>Figura 13.</i> Partículas de material férrico en los dobleces. (Autor del proyecto)	55
<i>Figura 14.</i> Reporte por sospecha de re trabajo (autor del proyecto)	58
<i>Figura 15.</i> Orden de trabajo. (autor del proyecto)	59
<i>Figura 16.</i> Fusible de 20Amp se quema y des energiza el equipo. (Autor del proyecto)...	59
<i>Figura 17.</i> arnés con múltiples antenas. (Autor del proyecto)	60
<i>Figura 18.</i> arnés principal de la fusilera presenta varios empalmes. (Autor del proyecto). 61	

<i>Figura 19.</i> Registro de evento en AMT. (Autor del proyecto)	61
<i>Figura 20.</i> Oscilación Del Manómetro. (Autor del proyecto).....	62
<i>Figura 21.</i> Orden De Compra Realizada En El Cambio De La Bomba. (Autor del proyecto)	63
<i>Figura 22.</i> reporte diligenciado. (autor del proyecto)	63
<i>Figura 23.</i> Pareto De Camiones. (Confiability Prodeco).	64

Lista de apéndice

Apéndice 1. proyecto de asignación de piezas. (autor del proyecto)	74
Apéndice 2. Total, de piezas asignadas a equipos. (Autor del proyecto).....	74

Resumen

Analizar las fallas para reportes de re-trabajos en la empresa C.I PRODECO S.A mina calenturitas, son las funciones principales de esta pasantía, esto se hace con el fin de generar un informe detallado del causante de la falla.

Cuando el estudio arroja que el causante de esta es por un mal mantenimiento y una mala evaluación por parte de la contratista encargada de las reparaciones, a este se le genera un informe de sospecha de re-trabajo.

Como resultado de este proyecto se plantea un documento detallado en el cual se puede observar de manera sencilla los detalles del evento y los argumentos necesarios que han generado la sospecha de re-trabajo.

Introducción

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 y es una de las seccionales que conforman el grupo Prodeco.

Internamente estas tienen varias dependencias una de ellas es el área de mantenimiento y esta se encarga de algunas actividades específicas como lo son los cobros por multas de re-trabajos, es importante informar y archivar cada uno de estos acontecimientos debido a que estos se ven reflejados de manera monetaria.

En este proyecto se elaboró el seguimiento y el reporte de re-trabajo para llevar un mejor control y minimizar pérdidas, estos reportes se ejecutan cuando las fallas que se presentan son a causa de un mal mantenimiento.

Capítulo 1. Análisis de fallas de la flota de camiones 789C-793D y tractores D7R-D9T-D10T para reportes de re-trabajos para la empresa C.I Prodeco

S.A seccional calenturita

1.1 Descripción Breve De La Empresa

Descripción e historia. El Grupo Prodeco está conformado por: C.I. Prodeco S.A., propietaria de la mina Calenturitas y de la operación ferroviaria de transporte de carbón; Carbones de la Jagua S.A., Consorcio Minero Unido S.A. y Carbones El Tesoro S.A., propietarias de la mina La Jagua; y Sociedad Portuaria Puerto Nuevo S.A., propietaria del puerto de exportación de carbón Puerto Nuevo.

El grupo comprende las operaciones de Glencore en Colombia para la exportación de carbón térmico y metalúrgico y su infraestructura asociada. Exploramos, producimos, transportamos y embarcamos carbón térmico y metalúrgico de alto grado con destino a los mercados en Europa, América y Asia.

Reseña histórica del grupo Prodeco. En 1995 Glencore adquiere a Prodeco (incluyendo puerto Zúñiga, la mina de calenturitas y la mina de cerrejón central), alrededor de 2004 el grupo prodeco inicia sus operaciones en mina calenturitas, al siguiente año glencore adquiere mina de carbones la jagua, pero al ver la necesidad de transporte de carbón en 2006 glencore se hace con el 36% de la red ferroviaria del norte de Colombia y a su vez se hace propietaria de la mina consorcio minero unido, pasado un año se completa la adquisición del 100% de mina la jagua,

para empezar así el transporte de carbón por vía férrea, al tener ya un método para trasladar el carbón a los puertos ellos inician la construcción del puerto de exportación de carbón Puerto Nuevo, logrando con esto que sus productos energéticos llegaran al mercado de Europa, Asia y toda América.

En la actualidad el grupo Prodeco es el tercer productor de carbón de exportación de Colombia, esto se ha logrado con un arduo trabajo día a día, mejorando los indicadores de seguridad y apostando por sus trabajadores, alcanzando con esto altos niveles de producción y una empresa sostenible.

1.1.3. 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.

1.1.4. 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.

1.1.5. Objetivos de la empresa:

- Maximizar los beneficios que puedan generar nuestras operaciones.
- Minimizar los impactos que puedan generar nuestras operaciones.
- Evitar la dependencia de nuestras operaciones–posminería

1.1.6. Descripción de la estructura organizacional de la empresa: El área de mantenimiento de la empresa C.I PRODECO S.A en mina calenturitas está conformada por el gerente de mantenimiento, superintendentes, coordinador de planeación, planeadores, supervisores y personal administrativo (digitadores, secretarias etc.). El gerente de mantenimiento tiene a su cargo a dos personas que son los superintendentes senior de mantenimiento, estos se encargan de verificar que todos los objetivos planeados en el mes sean cumplidos, con ayuda de su personal a cargo, a estos le siguen los superintendentes de cada flota, como lo son planeación, camiones, palas y equipos soporte, estos tienen como función verificar que los PM (planned maintenance) sean ejecutados en el tiempo estipulado, también verifican la disponibilidad de los equipos y toman decisiones que requieren mayor responsabilidad, a su vez se encuentra el superintendente de planeación que cumple como función llevar el control de las bases de datos que contienen los mantenimientos ejecutados y por ejecutar, también son los encargados de programar como serán ejecutadas las tareas, cuales reparaciones son críticas y el orden de cómo son llevadas a cabo de manera eficiente.

Los supervisores se encargan de estar en taller vigilando que todos los procedimientos sean ejecutados como es debido, que los PMs se cumplan en el tiempo estipulado y atender los

llamados imprevistos, tomando las mejores decisiones para agilizar los procesos y disminuir los tiempos down de los equipos.

En términos generales la oficina de mantenimiento tiene varias funciones vitales para la productividad de la empresa estos son: análisis de confiabilidad de los equipos, análisis de disponibilidad, planeación de mantenimientos, actualización de base de datos, toma de decisiones críticas para evitar que los equipos estén mucho tiempo fuera de operación, todas estas se llevan a cabo por medio de algunos software que maneja la empresa como lo son AMT Maintenance, SAP Logon, Project, Forecast, SIS CAT y herramientas OFFICE, con estos mantienen las bases de datos actualizadas con toda la información de cada uno de los equipos y la acciones que se han llevado a cabo con respecto al mantenimientos de los equipos que tiene la empresa en su poder.

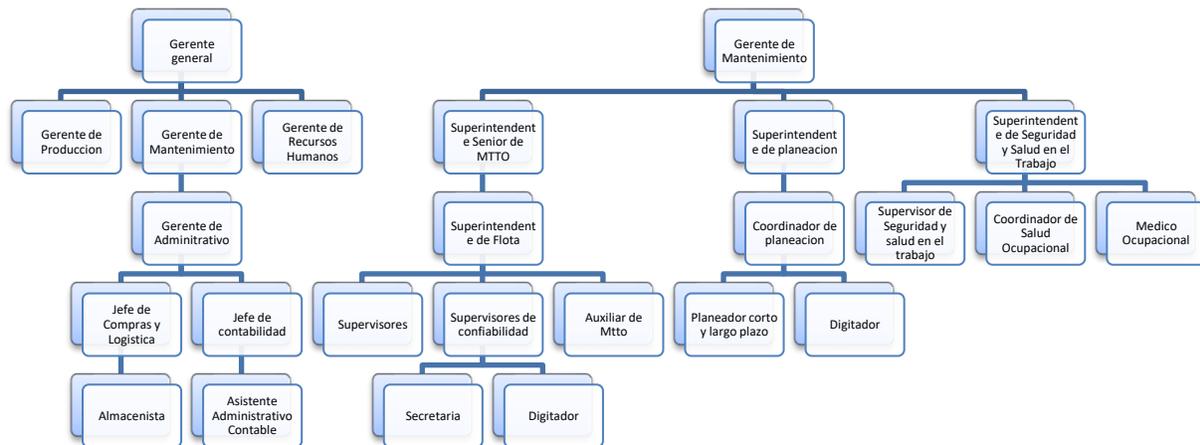


Figura 1. Estructura organizacional del departamento de mantenimiento Prodeco Mina

Calenturitas. (C.I PRODECO S.A, 2020).

1.1.7 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado: En el área de mantenimiento de la empresa C.I PRODECO S.A está conformada por el gerente de mantenimiento, gerente de planeación, superintendencia, supervisores, ingenieros de confiabilidad, planeadores, analistas de backlogs y digitadores entre sus funciones están: mantener actualizada la base de datos de las intervenciones efectuadas a los equipos, como lo son reparaciones imprevistas como planeadas AMT maintenance, fleet manager, SAP y labores diarias como actualización de los tableros de disponibilidad de equipo, revisar cómo van las reparaciones de los equipos que están en taller, supervisar los procedimientos de trabajo, enviar informes de la disponibilidad de las flotas y trabajo seguro, aprobar componentes para reparaciones, agilizar y gestionar recursos(grúas, cama bajas, componentes).

El superintendente de mantenimiento es el encargado de supervisar que cada flota este cumpliendo el plan minero anual, este tiene estipulado un % de disponibilidad para cada flota, lidera y ejecuta planes de acción en momentos críticos, aprobación de procedimientos, asigna tareas diarias a realizar e inspecciona cada flota en temas de orden y aseo, trabajo seguro y ejecución de PM's.

Todas estas labores son esenciales para el correcto funcionamiento de las operaciones de la empresa, así que toda mejora o apoyo que se pueda brindar dentro de las funciones diarias, contribuirá a la optimización en los procesos administrativos y productivos, es aquí donde el practicante universitario se le brinda la oportunidad.

El cargo asignado es auxiliar de mantenimiento, en este brinda soporte a las áreas de confiabilidad, planeación, supervisión y digitación.

1.1.8 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.

Tabla 1.

Diagnostico dependencia asignada

EMPRESA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>C.I PRODECO S.A</p> <p>MINA CALENTURITAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Sistema de YTS (yo trabajo seguro). ✚ Reglamentos y políticas establecidos. ✚ Programas y capacitaciones al personal. ✚ La mayoría de los procedimientos de trabajo están establecidos. ✚ sistema de seguridad y salud en el trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ falta de evaluación y seguimiento a algunas fallas repetidas en equipos. ✚ Acumulación de tareas. ✚ Falta de interés por fallas que no se consideran críticas.
<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Interés en el bien de los trabajadores. ✚ Interés de la empresa por mejorar y actualizar los procesos de trabajo. ✚ La empresa brinda la oportunidad a estudiantes para realizar las prácticas. ✚ El área de mantenimiento colabora para la recopilación de la información y ayuda a los practicantes en el proceso de aprendizaje. 	<p>FO</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Reducir los costos empleados por la empresa en mantenimiento. 	<p>DO</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Clasificar las flotas que están generando menos disponibilidad y buscar soluciones. ✚ Determinar mejoras para que se generen menos re-trabajos. ✚ Llevar a cabo una trazabilidad de re-trabajos y costos generados por esta.
<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Perdidas de información. ✚ Asignación de muchas tareas al personal. ✚ Actividades sin realizar o retrasadas ✚ Personal omite protocolos de mantenimiento. 	<p>FA</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Facilitar información acerca de los aspectos que están afectando la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. ✚ Disminuir los tiempos Down por re-trabajos en todas las flotas. 	<p>DA</p> <ul style="list-style-type: none"> ✚ Realizar un procedimiento para la correcta ejecución de los mantenimientos. ✚ Realizar seguimientos para la correcta ejecución de los mantenimientos.

Nota. La tabla muestra la matriz DOFA. Fuente: Autor del proyecto

1.2. Planteamiento Del Problema.

La empresa C.I PRODECO S.A actualmente realiza los mantenimientos correctivos y preventivos con contratistas encargadas, las cuales cuando realizan mantenimiento a los equipos la empresa les facilita los componentes o piezas que necesiten, algunas veces estos mantenimientos no salen bien o tienen una mala praxis conllevando esto a los llamados re-trabajos, estos consisten en poner el equipo fuera de servicio y tener que realizar nuevamente las respectivas reparaciones o en el peor de los casos cambiar piezas por daños generados por fallos de otros componentes, esta acción tiene una contramedida que es el cobro del re-trabajo, como así o que abarca esto. En el contrato esto se estipula que si la empresa realiza un mal mantenimiento y el equipo debe ser nuevamente reparado por fallas anteriormente reparadas o generadas por este proceso la contratista debe cubrir con todo o una parte dependiendo quien sea el culpable ya que la empresa cuenta con supervisores que son los que toman las decisiones definitivas al momento de intervenir un equipo, muchas veces la contratista no notifica estos re-trabajos y pasan informes de fallos de piezas por vida útil para recibir el componente nuevo y justificar el cambio.

actualmente la empresa no cuenta con alguien encargado de llevar un sistema de seguimiento de los equipos, normalmente este tema se debate en las reuniones de flotas, pero al solo ser los re-trabajos más críticos se pasan por altos los demás, generando pérdidas monetarias.

1.3. Objetivos De La Pasantía.

Analizar los factores por los cuales se presenta una falla y generan un re-trabajo en la flota de equipo minero de PRODECO mina calenturitas.

1.3.1 Objetivos Específicos:

- Identificar los modos de falla que se presentan en los equipos mineros.
- Estudiar los factores que influyeron para que se generara el fallo del equipo.
- Generar un reporte que proporciones de manera sencilla el evento, descripción y causa-efecto del fallo en los equipos e implementar una trazabilidad de estos para el control de costos de operación de la empresa PRODECO.

1.4. Descripción De Las Actividades.

Tabla 2.

Descripción de Actividades.

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECIFICO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA EMPRESA PARA CUMPLIR LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS
Analizar los factores por los cuales se presenta una falla y generan un re-trabajo en la flota de equipo minero de	- Identificar los modos de falla que se presentan en los equipos mineros.	Identificar los diferentes equipos de minería con los que cuenta la empresa Investigar los tipos de falla que se presentan en los equipos mineros.

PRODECO mina calenturitas.	Determinar los modos de fallas de la maquinaria minera.
.	Estudiar los procedimientos aplicados en cada tipo de falla con respecto al componente y equipo.
- Estudiar los factores que influyeron para que se generara el fallo del equipo.	Reconocer cuales son los factores que intervinieron al momento de presentarse la falla.
	Revisar y analizar la hoja de vida y el seguimiento que se le lleva al equipo en el software AMT maintenance.
	Detallar si cada uno de los procedimientos fueron llevados de manera adecuada.
	Realizar un seguimiento con toda la información obtenida para lograr encontrar las causas principales del fallo.
- Generar un reporte que proporciones de manera sencilla el evento, descripción y causa-efecto del fallo en los equipos e implementar una trazabilidad de estos para el control de costos de operación de la empresa PRODECO.	Identificar los aspectos más relevantes de la falla y concluir si es un re-trabajo.
	Realizar una plantilla de reportes con un fácil manejo de información, que contenga evento, descripción y antecedentes de equipo.
	Redactar informe de reporte de falla para anexarlo a la base datos de trazabilidad y llevar un control de costos de operación generados por cada re-trabajo.

Nota. La tabla muestra los objetivos y actividades del proyecto Fuente. Pasante

1.5 Cronograma De Actividades.

Tabla 3.

Cronograma De Las Actividades A Realizar.

ACTIVIDADES A DESARROLLAR	MES 1				MES 2				MES3				MES 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> ✚ Identificar los diferentes equipos de minería con los que cuenta la empresa ✚ Investigar los tipos de falla que se presentan en los equipos mineros. ✚ Determinar los modos de fallas de la maquinaria minera. ✚ Revisar y analizar los procedimientos aplicados en cada tipo de falla con respecto a la pieza o componente. 																
<ul style="list-style-type: none"> ✚ Reconocer cuales son los factores que intervinieron al momento de presentarse la falla. ✚ Revisar y analizar la hoja de vida y el seguimiento que se le lleva al equipo en el software AMT maintenance. ✚ Detallar si cada uno del procedimiento fue llevados de manera adecuada. ✚ Realizar un seguimiento con toda la información obtenida para lograr encontrar las causas principales del fallo. 																
<ul style="list-style-type: none"> ✚ Verificar en la base de datos de AMT Maintenance la información obtenida y seleccionar los datos relevantes para mi reporte. ✚ Realizar una plantilla de reportes con un fácil manejo de información, que contenga evento, descripción y antecedentes de equipo. ✚ Redactar informe del reporte de retrabajo para anexarlo a la base datos de trazabilidad y llevar un control de costos de operación generados por cada re-trabajo. 																

Nota. La tabla muestra el cronograma de actividades. Fuente: Autor del proyecto.

Capítulo 2. Marco Referencial

2.1 Enfoque Conceptual

2.1.1 Análisis: Es una herramienta que se utiliza para conocer las causas que originan un fallo o un problema, las cuales mediante este análisis pueden ser corregidas o evitadas. Este método es usado para desglosar un problema, falla o situación y tener una mejor comprensión de este. Las causas relacionadas son causas lógicas y su efecto relacionado, es importante mencionar que este método es usado por analistas de ingeniería en los cuales analizan estructuras, mecanismos, sistemas, dimensiones, ciclos de vida y fallas en el sistema, este es un análisis deductivo, el cuál determina la relación que encamina al sistema, equipo o componente a un fallo. Para esta se utilizan una gran variedad de diversas técnicas y su aplicación depende del tipo de problema, disponibilidad de la data y conocimiento de las técnicas entre las cuales tenemos: análisis causa-efecto, árbol de fallo, diagrama Ishikawa, diagramas de Pareto, técnica de los 5 porqués, análisis de cambio, análisis de barreras y eventos y análisis de factores causales. El análisis de causa raíz puede aplicarse:

1. En forma reactiva para identificar la causa de una no conformidad, detectar posibles problemas y resolverlos.
2. En forma proactiva para eliminar fallas recurrentes de alto impacto en costos de operación y mantenimiento.
3. Particularmente, si existe una data de fallas de equipos con alto impacto en costo de mantenimiento o pérdida de producción.

4. Mejoramiento de la eficiencia, rentabilidad y productividad de los procesos.
5. Equipos/Sistemas con un alto costo de mantenimiento correctivo.
6. Reducción del número de fallas, incidentes y desperdicios

Niveles de ACR: mediante la aplicación del acr en las distintas industrias se han localizado causas comunes de fallos como lo son concentraciones de esfuerzos, desalineaciones, metalurgia inadecuada, falla de equipos de inspección, falta de adiestramiento del personal, etc., las cuales se agrupan en 3 niveles del acr (Paniagua, 2020).

1. Raíces físicas: en este nivel se reúnen todas aquellas situaciones o manifestaciones de origen físico que afectan directamente la continuidad operativa de los equipos o plantas, por ejemplo: flujo mínimo por bloqueo de una tubería, malas conexiones, repuestos defectuosos, etc., generalmente en este nivel no se encontrara la causa raíz del fallo, sino un punto de partida para localizarla.

2. Raíces humanas: aquí encontraremos todos aquellos errores cometidos por el factor humano y que inciden directa o indirectamente en la ocurrencia del fallo: instalación impropia, errores de diseño, no aplicar correctamente los procedimientos pertinentes, etc., está en una de las categorías que se podría encontrar la causa raíz de un fallo.

3. Raíces latentes: todos aquellos problemas que, aunque no hayan ocurrido, son factibles su ocurrencia. Entre ellos: falta de procedimientos para arranque o puesta fuera de servicio, personal que realice trabajos de reparación sin los conocimientos pertinentes, diseño defectuoso, mala praxis en procedimientos de operación, entre otros.

2.1.2 Falla de reparación: Este se presenta cuando un equipo que haya sido reparado vuelva a fallar por el mismo problema antes del tiempo estipulado.

2.1.3 Falla: Es aquel defecto o falta que presenta algo y que por tanto lo hará menos útil de lo que era o directamente no funcionará ya que no cumplirá con las características deseadas provocando reparación o cambios de este (DefinicionesABC, 2007).

2.1.4 Maquinaria pesada tipo CAT: la maquinaria pesada marca CATERPILLAR son equipos diseñados y utilizados para trabajos que no se pueden hacer sin ayuda de implementos mecánicos y los cuales requieren un esfuerzo sobre humano, esta maquinaria es usada principalmente para: minería, construcción, pavimentación, excavación, entre otras. Estos equipos cuentan con sistemas de monitoreo sofisticados que permiten recibir información del equipo durante la operación, estos equipos como se dijo anteriormente son para la elaboración de trabajos pesado mediante un sistema neumático e hidráulicos que envía las ordenes a cada componente.

2.1.5 Historia Caterpillar: Caterpillar es una corporación de estados unidos con sede central en peoría, Illinois, fundada en el año 1925 por Daniel best y benjamín holt. Antes de su creación Daniel best y benjamín holt eran rivales que experimentaban de manera individual con

fórmulas de tracción para los tractores usados entre 1890 y 1900 para la agricultura de la zona central del valle de California.

Los tractores de vapor eran sumamente pesados alcanzando los 450 kg por cada caballo de fuerza, y a menudo se hundían en las arenas blandas, benjamín intento solucionar este problema aumentando el tamaño y el ancho de las ruedas, pero esto provoco que el tractor fuera más caro y difícil de mantener, pero holt ideo otra forma de solucionar ese problema y hasta la fecha aún se implementa pero de manera para sofisticada, holt coloco tablonces alrededor de la llanta, sustituyendo las llantas por madera unida por una cadena, cuando se hizo la prueba de este noto que el tractor avanzaba lentamente como una oruga pero sin interrupciones o problemas de hundimientos como presentaban las llantas, aprovechando la metáfora el exclamo: ¡lo llamaremos asi! (Caterpillar = oruga en español)

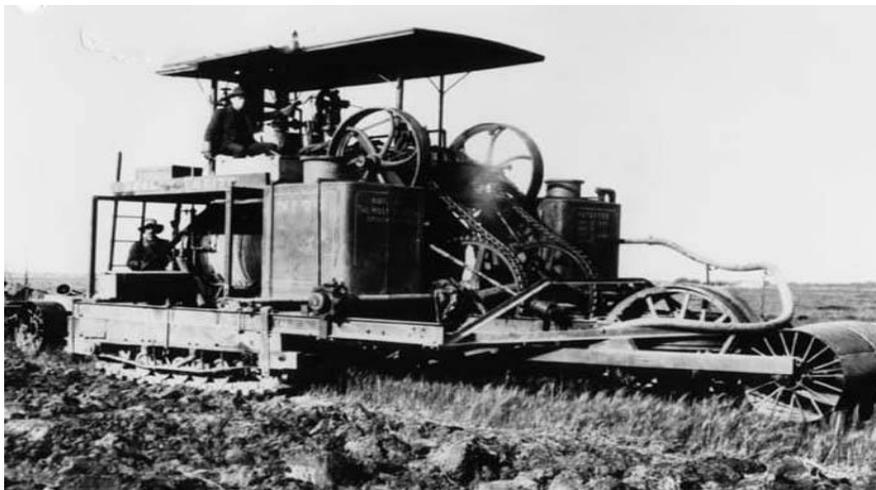


Figura 2. Tractor con oruga patentada por Holt. (Excelencias del motor (edición N° 84).

2.1.6 Camiones Tipo CAT: Los camiones tipo CAT son normalmente usados en la industria de la minera para temas de acarreo de carbón o mineral pesado, estos poseen

especificaciones especiales para la explotación minera a gran escala o para trabajos extremadamente pesados de construcción, con capacidad de carga entre 40 a 400 toneladas cortas, esta viene determinada con respecto al modelo y el uso que se le dará al camión.

En la actualidad se pueden encontrar camiones con cargas máximas de 450 toneladas métricas.



Figura 3. Camión 789D. (Caterpillar, 2020).

2.1.7 Tractores Tipo Cat: los tractores tipo CAT son usados para movimientos de tierras o materiales pesados, con una cuchilla que permite movimiento vertical de elevación, pero no es usada para levantar carga, si no para empujar o arrastrar material con el dozer, este se puede encontrar desde 55.2kw a 634kw de potencia en su modelo más robusto el D11T, es usado para la minería, pavimentación y construcción principalmente.

Existen dos tipos de tractores de oruga y de llanta, estos se usan en las mismas industrias, pero en diferentes funciones.



Figura 4. Tractor de oruga y tractor de llanta. (Caterpillar, 2020)

2.1.8 Principales sistemas de los equipos CAT:

Sistema De Dirección: el sistema de dirección en los equipos CAT es hidráulico y cambia la dirección de las ruedas delanteras, el sistema no tiene conexión mecánica entre las ruedas de dirección y los cilindros de dirección.

Principales Partes Del Sistema De Dirección

Tanque de dirección:

1. Medidor a la vista superior.

2. Medidor a la vista inferior.

El tanque de dirección está ubicado en la plataforma derecha. Dos medidores a la vista están al costado del tanque. Cuando el motor está apagado y el aceite frío, el aceite debe ser visible entre las marcas Lleno y Agregar Aceite (FULL y ADD OIL) en el medidor a la vista superior (1). Cuando el motor está funcionando y los acumuladores están completamente cargados, el nivel de aceite no debe estar debajo de la marca de Motor Funcionando (ENGINE RUNNING) en el medidor a la vista inferior (2). Si el nivel de Motor Funcionando (ENGINE

RUNNING) no es el correcto, controle la carga de nitrógeno en cada acumulador. Una carga baja de nitrógeno permitirá que se almacene un exceso de aceite en los acumuladores y reducirá la capacidad de dirección secundaria (SIS CAT, 2020).

Sensor de temperatura del aceite de dirección: El sensor de temperatura del aceite de dirección proporciona una señal de entrada al VIMS, el cual informa al operador sobre la temperatura del aceite del sistema de dirección. Si la temperatura del aceite de dirección excede los 108° C (226° F), el operador recibirá una advertencia de la pantalla VIMS (STRG OIL TEMP HI) (SIS CAT, 2020)

Bomba de dirección: esta se encarga de bombear el líquido de transmisión, desde el depósito hacia los engranes, es decir hacia el resto del sistema de dirección, esto permite poder manejar sin problemas y sin mayor esfuerzo hacia los lados (SIS CAT, 2020).

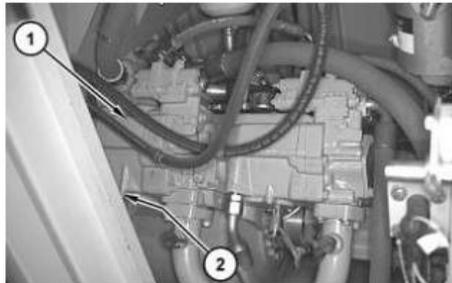


Figura 5. 1 Bomba De Dirección Y 2 Tubería De Drenaje. (SIS Caterpillar, 2020)

Botón de liberación de presión: Una válvula de alivio al vacío combinada disyuntora/presión se usa para limitar la presión del tanque. (SIS CAT, 2020).

Filtro de dirección principal: estos son usados para permitir el paso de aceite al sistema de dirección y retener la particular que podrían causar daños al sistema o algún componente

donde interviene este fluido, también están equipados con válvulas de desvío (bypass) para proteger al sistema si los filtros estuvieran restringidos o durante un arranque de aceite frío.

Válvula de control de dirección: Esta válvula es usada para controlar el flujo de un fluido, comportandose como un orificio de area continuamente variable, que modifica la perdida de carga, según lo dirigido por la señal de un controlador.

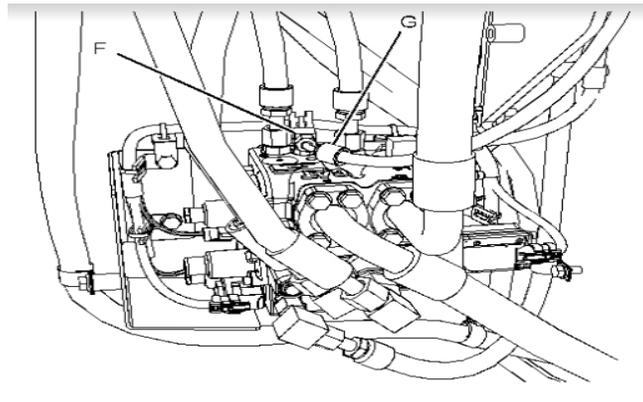


Figura 6. Válvula De Control De Dirección. (SIS Caterpillar, 2020)

Sistema De Transmisión: El sistema de transmisión es el encargado de distribuir la potencia del motor hacia las ruedas por medio de diferentes componentes que lo conforman y en conjunto es llamado tren de potencia.

Tren De Potencia: es el conjunto de componentes a través de los cuales, se transforma la energía química del combustible en energía mecánica y ésta es transferida a las ruedas como movimiento circular. este está conformado por:

1. Módulo de control electrónico (ECM) y motor
2. Convertidor de par, eje de mando (cardan)
3. Engranaje de transferencia, transmisión.
4. Diferencial y mandos finales.



Figura 7. Tren De Potencia. (SIS Caterpillar, 2020)

Sistema De Refrigeración: El sistema de enfriamiento es el encargado de controlar las temperaturas de operación del motor, para un desempeño óptimo. El sistema está conformado por un conjunto de conductos dentro del bloque del motor y las cabezas, también por una bomba de agua impulsada por agua para circular el refrigerante, un termostato para controlar la temperatura, un tapón radiador para controlar las presiones del sistema y varias líneas de presión para que circule el refrigerante del motor al radiador.

El líquido que circula a través del sistema de enfriamiento es llamado refrigerante, este está diseñado para soportar temperaturas extremadamente calientes o frías, y contiene inhibidores de corrosión y lubricantes para mantener el sistema trabajando en óptimas condiciones.

Funcionamiento: todo comienza en la bomba de enfriamiento, el impulsor de la bomba usa la fuerza centrífuga para extraer el refrigerante del radiador y empujarlo al bloque del motor.

El refrigerante fluye a través del motor y recoge el calor generado por el motor antes de llegar al termostato, este da paso al refrigerante caliente que es llevado al radiador para ser

enfriado y recirculado para mantener el motor en condiciones de trabajos optimas en función de la temperatura.

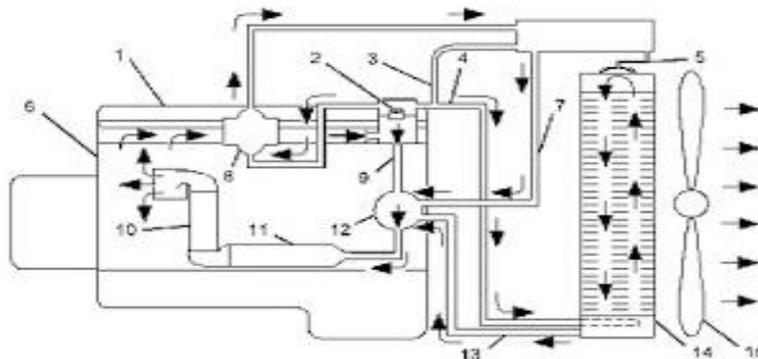


Figura 8. Circulación Del Refrigerantes Y Partes. (SIS Caterpillar, 2020)

1. Culata del cilindro
2. Termostato
3. Tubería de ventilación
4. Manguera de salida
5. Tubería de ventilación
6. Bloque de motor
7. Tubería de derivación
8. Turbocompresor
9. Tubería de derivación
10. Enfriador de Tren de fuerza
11. Enfriador de aceite de motor
12. Bomba de enfriamiento
13. Salida de radiador
14. Refrigerante del radiador

15. Ventilador.

Sistema De Frenado: El sistema de frenado es el encargado de disminuir o detener la velocidad del vehículo, en los equipos de maquinaria amarilla tipo CAT este cuenta con dos sistemas el sistema de frenos de parqueo/secundarios y el sistema de freno de servicio/retardador.

Los frenos de parqueo son activados con un resorte y liberados hidráulicamente, los frenos de servicios de servicio son activados hidráulicamente por un sistema de frenos activado por aire y por aceite.

Los camiones grandes están equipados con un sistema de aire. Un compresor impulsado por el motor que suministra aire de los reservorios y es usado para diferentes funciones en el equipo.

1. Arranque del motor
2. Control de los frenos de servicio y retardador
3. Control de frenos de parqueo y secundarios
4. Limpia parabrisas y la lava parabrisas
5. Lubricación automática de grasa
6. Bocina, aire de asientos y limpieza de cabina

Sistemas Eléctricos Y Electrónicos: Los sistemas electrónicos en los equipos CAT son los encargados de enviar las acciones que tu solicitas al equipo por medio de señales eléctricas que son controladas por los mandos y los paneles de control, estos sistemas también nos arrojan los datos en tiempo real de cómo temperaturas y presiones en algunos componentes del equipo,

como lo son motor y transmisión entre otros, si el equipo en algún momento presenta una falla este te avisara por medio de un tablero digital que muestra su estado y condiciones de trabajo.

El sistema electrónico de los equipos CAT están distribuidos por 4 ECM (módulo de control electrónico) que son considerados los cerebros de la máquina, estos son:

1. ECM DE IMPLEMENTO
2. ECM DE MOTOR
3. ECM DE TRANSMISION
4. ECM PRINCIPAL

Los ECM son los encargados de enviar esas señales eléctricas que le indican al componente que debe hacer, estos también reciben la información de las condiciones de trabajo del componente, en resumen, este se encarga de enviar y recibir la información que requiere el conductor y las acciones que se solicitan al equipo.

La información en los equipos se extrae con dos programas Caterpillar que son el VIMS y el ET.

El ET. se encarga de visualizar toda la información de la máquina, visualiza todos los sensores, actuadores, solenoides, etc., con este también se pueden realizar configuraciones como calibraciones y corte de inyectores entre otros.

El sistema de administración de información vital (VIMS): es una herramienta usada para administrar las funciones de la máquina, por medio de la información recopilada por los sensores de la máquina, si el VIMS detecta una condición inminente o anormal en cualquier sistema de la maquina alertara al operador y le aconsejara tomar una medida adecuada.

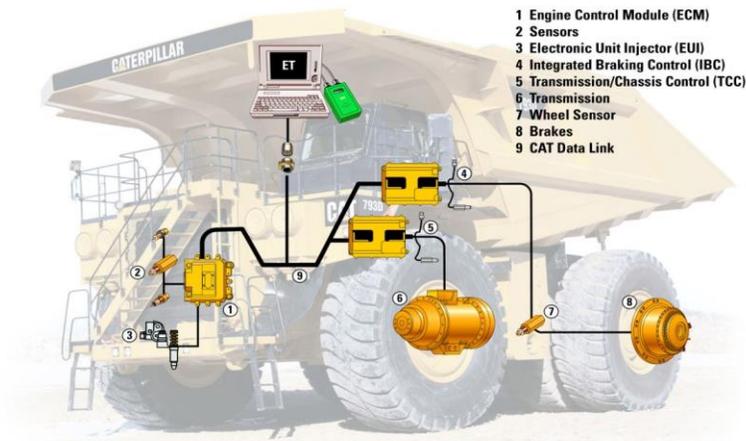


Figura 9. Distribución Del Sistema Electrónico De Los Camiones. (Relianz Mining Solutions, 2020)

2.1.9 Tipos de fallas: las fallas en los equipos se presentan de diferentes formas y diferentes causales como un mal mantenimiento, condiciones atmosféricas inadecuadas, diseños defectuosos entre otros, que podrían producir el mal funcionamiento de la maquinaria afectando los costos y los tiempos de disponibilidad. Entre las más comunes podemos encontrar:

1. Diseños deficientes de los equipos
2. Materiales pobres o de mala calidad
3. Ensamble o montajes imperfectos
4. Deterioro por uso excesivo o condiciones ambientales
5. Mala ejecución (o nula) de un plan de mantenimiento preventivo

2.1.10 Mantenimiento: El mantenimiento es toda acción que se hace con el fin de reparar o mantener un equipo, permitiendo que este siempre se encuentre en las condiciones de trabajo adecuadas para permitir la buena realización de la función que deben cumplir, aumentando la productividad y durabilidad de la maquinaria, con esto se busca reducir al máximo las fallas que puedan presentarse mientras se esté realizando algún trabajo.

2.1.11 Tipos de mantenimiento:

1. Mantenimiento preventivo: Este mantenimiento se realiza con el fin de prevenir fallas, prologando así el buen funcionamiento de los equipos, es de suma importancia realizar este sostenimiento de los equipos, ya que prevendrán que haya gastos futuros en los cuales pueda incurrir debido a fallas.

2. Mantenimiento correctivo: Este mantenimiento es el que se realiza sin ninguna programación o planificación y se da en base a un llamado de emergencia que requiere un mantenimiento inmediato, este ocurre después la falla, por ende, su finalidad es reparar una falla o defecto que presente la maquinaria, los cuales pueden ocurrir por varios factores como, la vida útil del componente, partes defectuosas o malos mantenimientos ejecutados con anterioridad, la importancia de este radica en que ayuda a mantener la vida útil de los equipos reparando o cambiando los componentes defectuosos que generen el fallo.

3. Mantenimiento predictivo: este mantenimiento es usado para revisar la condición del equipo y tomar decisiones con respecto a los datos arrojados por el análisis, esto nos ayuda a prevenir fallos a futuro o condiciones no deseadas en el equipo, evitando así interrupciones en el proceso productivo de la máquina.

2.1.12 Concepto de re-trabajo: Re-trabajo es la diferencia que hay entre lo que se pide y lo que se recibe, en la industria esto pasa a ser, todo trabajo de mantenimiento que se deba repetir a causa de una mala ejecución de un mantenimiento anterior, a este esfuerzo adicional es lo que se conoce como Re-trabajo, provocando que el equipo vuelva a fallar y generando pérdidas en disponibilidad y productividad.

2.2.13 Sistemas informáticos de mantenimiento:

Sis Cat (Sistema De Información De Servicio Caterpillar)

Es una herramienta que te permite buscar piezas, componentes y servicios para maquinas Caterpillar.

En la minería es usada para obtener información acerca de procedimientos, testeos y ajustes, parte número de piezas, visualización de estructura de los equipos y todo lo referente a servicios Caterpillar.

Amt Maintenance: El software de mantenimiento de activos AMT es la única solución de mantenimiento en turno que se vincula dinámicamente con la estrategia y el coste del ciclo de vida para proporcionar una posición precisa del ciclo de vida y estrategias de mantenimiento óptimas utilizando el coste del ciclo de vida dinámico (DLCC).

DLCC se actualiza constantemente utilizando eventos reales y datos de condición en tiempo real para generar la vista completa del ciclo de vida de un activo.

SAP (sistema, aplicación, productos): Es un sistema informático que hace que las empresas puedan administrar correctamente sus recursos humanos, productivos logísticos.

Al Sistema SAP se le relaciona con los sistemas ERP (Planificación de Recursos Empresariales), por tratarse de un sistema de información que permite gestionar las diferentes acciones de una empresa, sobre todo las que tienen que ver con la producción, la logística, el inventario, los envíos y la contabilidad.

2.2 Enfoque Legal

2.2.1 Política De SG-SST: La seguridad de nuestra gente es nuestra máxima prioridad. Creemos que no solo es posible evitar las fatalidades, las enfermedades y lesiones ocupacionales, sino también que es responsabilidad de todos mantener un lugar de trabajo seguro y saludable.

Nuestra aspiración es convertirnos en líderes en el área de seguridad y crear un lugar de trabajo donde no haya fatalidades, lesiones ni enfermedades ocupacionales. Nuestro objetivo es mantener una cultura saludable y segura donde todas las personas avalen, de manera proactiva, los compromisos y objetivos de seguridad y salud de Prodeco.

Somos conscientes de que todos somos responsables de nuestra seguridad y, también, de la seguridad y el bienestar de nuestros compañeros, contratistas y las comunidades donde trabajamos. Esperamos que nuestros empleados estén médica, emocional y físicamente aptos para el trabajo, respeten las medidas sanitarias y de seguridad, y se responsabilicen por su propia seguridad y la de sus compañeros. Respaldamos los esfuerzos de los directivos por crear un ambiente laboral seguro a través de la aplicación de controles eficaces.

Estamos comprometidos a forjar una cultura sólida de seguridad que exige un liderazgo visible en todos los niveles de la estructura jerárquica de gestión, un alto grado de participación de los empleados y los contratistas, y un enfoque en la identificación de los peligros, así como en el análisis y gestión de los riesgos.

Nuestros empleados reciben capacitación que les permite llevar a cabo sus tareas de manera segura y de acuerdo con nuestros procedimientos y políticas de salud y seguridad.

Estamos comprometidos con el cumplimiento de las leyes y regulaciones aplicables en materia de seguridad y salud, así como en el mantenimiento de canales de comunicación efectivos con nuestros empleados, contratistas, proveedores, visitantes y comunidades.

Nuestro enfoque es a largo plazo y está basado en compartir las mejores prácticas establecidas dentro del Grupo, así como en reportar y registrar incidentes con alto potencial de riesgo, lo cual ha sido vital para mejorar la seguridad de nuestras operaciones.

Planificamos, revisamos, evaluamos y reportamos periódicamente nuestros resultados en seguridad y salud frente a objetivos medibles, promoviendo una cultura de mejora continua.

Sabemos que todos tenemos la facultad de interrumpir el trabajo si consideramos que es inseguro. Exigimos que todos nuestros empleados se capaciten, sean competentes y estén en condiciones de cumplir con sus deberes. Nadie debería comenzar una tarea si considera que es insegura o cuando los riesgos no se pueden controlar (Prodeco., Políticas corporativas., 2015).

2.2.2 Política de alcohol y drogas: El Grupo Prodeco está comprometido en mantener un ambiente de trabajo sano y seguro para todos los trabajadores y contratistas.

El consumo de alcohol y drogas produce efectos en el organismo que ocasionan alteración de las capacidades físicas y mentales, que afectan en gran medida la seguridad, eficiencia y productividad del trabajador.

Por ello, es política del Grupo Prodeco prohibir que cualquier trabajador o contratista pueda ingresar o permanecer en las instalaciones, si se encuentra bajo la influencia de alcohol o drogas o si presenta indicios de estar bajo la influencia de dichas sustancias.

En el Grupo Prodeco la tolerancia del nivel de alcohol y drogas es cero. En consecuencia, se aplicarán procedimientos para evitar el trabajo bajo los efectos de estas sustancias, mediante la realización de pruebas aleatorias periódicas y a cualquier trabajador, de quien se sospeche estar bajo la influencia de alcohol o drogas o que se vea involucrado en cualquier daño o accidente de equipos, máquinas o vehículos de la compañía. El mismo procedimiento será aplicado por los contratistas, respecto a sus empleados o subcontratistas. Igualmente se efectuarán pruebas aleatorias a los visitantes, para evitar el ingreso de quienes se encuentren bajo los efectos de estas sustancias.

El incumplimiento de esta política por parte de los trabajadores y contratistas del Grupo Prodeco, se considerará falta grave en cualquiera de los siguientes casos:

- Ejecutar el trabajo en estado de embriaguez o bajo influencia de narcóticos o drogas enervantes, o presentarse en situación que, por efecto de una y otros, haga al trabajador inepto o peligroso para el trabajo.
- La posesión, uso, distribución o venta de bebidas alcohólicas o drogas en las instalaciones de la compañía.

- Cuando a un trabajador o contratista se le apliquen las pruebas para detectar la influencia de alcohol o drogas y su resultado fuese positivo.
- El negarse a ser sometido a las pruebas de alcohol o drogas, lo cual se considerará como admisión de culpa.
- El incumplimiento por parte del trabajador, de las obligaciones y prohibiciones con relación a alcohol y drogas establecidas en esta política, en el Reglamento Interno de Trabajo y el Código Sustantivo de trabajo, entre otros.

No obstante, lo anterior, el Grupo Prodeco se compromete a poner en práctica una política de prevención en materia de consumo de alcohol y drogas, apuntando a minimizar los riesgos que genera esta situación en el ámbito laboral.

Asimismo, se invita a todo empleado que sufra de dependencia al alcohol o a las drogas, a firmar un documento de declaración de su enfermedad, para que el Grupo Prodeco proceda con la valoración del caso, en el entendido de que en el manejo de estas situaciones habrá cabal respeto por el derecho a la intimidad y al buen nombre del empleado y total apego a lo dispuesto por la legislación laboral colombiana. El Grupo Prodeco manifiesta su compromiso en prestar apoyo en el proceso de rehabilitación a través de la coordinación de la atención debida por parte de las entidades competentes en materia de salud (Prodeco., Políticas corporativas., 2015).

2.2.3 Política ambiental:

Objetivos: Somos conscientes del impacto ambiental de nuestra actividad y hacemos un gran esfuerzo para identificar claramente este impacto. Esto nos ayuda a encontrar e implementar

las mejores medidas para prevenir, eliminar, controlar y/o mitigar estos efectos y compensar nuestro impacto cuando sea necesario.

Nos esforzamos en dirigir nuestro negocio de forma responsable y en armonía con el ambiente, como parte del compromiso con el desarrollo sostenible de las regiones y comunidades locales en donde operamos. Nuestro objetivo es preservar la viabilidad a largo plazo del entorno natural en nuestras áreas de operación.

Planes De Manejo Ambiental: Con base en revisiones detalladas de evaluación de riesgo y detallados estudios de impacto ambiental, nuestras operaciones establecen planes de manejo ambiental, que se enfocan en evitar, minimizar o compensar los impactos producidos por nuestras operaciones; el uso eficiente de los recursos; preservar las áreas protegidas y su biodiversidad; y asegurar la planeación del cierre y rehabilitación. Las operaciones actualizan estos planes en cada etapa de sus ciclos de vida y las incorporan en todos los registros generales de riesgo y los planes de administración.

Cierre Del Sitio: Durante toda la vida de cada una de nuestras operaciones, estas deben establecer un plan de cierre, el cual debe ser continuamente actualizado, incluyendo las correspondientes estipulaciones financieras. Cuando llegue el momento oportuno nos aseguraremos que nuestras comunidades anfitrionas comprendan estos planes de cierre y monitorearemos los riesgos sociales y las oportunidades asociadas con el cierre.

Incidentes Ambientales Y Multas: Estamos comprometidos con la eliminación de incidentes ambientales y evitar estar sujetos a multas, penalidades o enjuiciamientos.

Clasificamos incidentes en una escala de cinco puntos, desde catastrófico (categoría 5); serio, moderado y menor, hasta insignificante (categoría 1). Cualquier incidente es revisado y

dependiendo de su impacto es clasificado como 4 o 5, bajo responsabilidad de la alta gerencia. Las lecciones aprendidas se comparten con todo el Grupo y también se reportan y se registran los incidentes con alto potencial de riesgo (HPRI o eventos que pudieran haber resultado en un incidente ambiental serio).

2.2.4 Políticas de seguridad vial: De acuerdo a requerimiento establecido por el Gobierno Nacional de Colombia, todas las operaciones del Grupo Prodeco registraron en el año 2015 el Plan Estratégico de Seguridad Vial ante el Ministerio de Transporte.

Este documento permitió a la Compañía mantener las operaciones del parque automotor libre de accidentes de tránsito, fortaleciendo el cumplimiento de los requisitos legales colombianos e internacionales, y la gestión de la organización frente al tema. A través del Plan Estratégico de Seguridad Vial se desarrollaron acciones para minimizar los peligros y riesgos de accidentalidad, enfermedad profesional y daños ambientales causados por la actividad de la conducción y movilidad en general, al interactuar el hombre, el vehículo y la vía-entorno.

En el Plan Estratégico de Seguridad Vial se establecieron las herramientas necesarias para garantizar la competencia de los conductores, que les ha permitido desempeñarse eficientemente en las vías según la normatividad y estándares de seguridad vial nacionales e internos de la Compañía.

2.2.5 Política de protección industrial: Este sistema se enfoca en la protección de los activos críticos del Grupo Prodeco, su personal y su reputación. El sistema está directamente

alineado con las políticas corporativas de Glencore y refleja el compromiso del Grupo Prodeco con el cumplimiento de los Principios Voluntarios en Seguridad y Derechos Humanos, las leyes y la normatividad nacional en Colombia. El Sistema de Gestión de Seguridad del Grupo Prodeco es la herramienta fundamental para la identificación y clasificación de las amenazas corporativas, los activos y los riesgos, así como para la definición de las medidas específicas para reducir su probabilidad e impacto. Las medidas del Grupo Prodeco para reducir los riesgos considerarán los aspectos sociales, políticos, culturales y la situación de orden público en Colombia. Como parte del compromiso de asegurar el bienestar del personal y la continuidad de la operación, es obligación de todo el personal directo, contratista, subcontratista y visitante del Grupo Prodeco el cumplimiento de sus estándares y procedimientos, así como también los siguientes aspectos:

Notificar al departamento de Protección Industrial cualquier acción u omisión que pueda generar pérdidas o daños al Grupo Prodeco. Cumplir con las Políticas y Procedimientos de Protección Industrial. Asumir la responsabilidad de su propia seguridad, y la protección de los activos y equipos del Grupo Prodeco que tenga bajo su responsabilidad. Reportar cualquier infracción, o posible infracción, que atente contra el cumplimiento de los Principios Voluntarios en Seguridad y Derechos Humanos. Reportar cualquier acción o evento que pueda afectar negativamente la imagen y reputación del Grupo Prodeco. El incumplimiento a esta Política conllevará a acciones disciplinarias de acuerdo con lo establecido por los programas de Cumplimiento y Gestión Humana del Grupo Prodeco.

2.2.6 Políticas de seguridad y salud en el trabajo: Promovemos comportamientos y conductas del cuidado de la vida como base de nuestra estrategia de prevención, en la que todos

somos conscientes de la responsabilidad que tenemos por nuestra salud, seguridad y aptitud para el trabajo, al igual que la de nuestros compañeros.

Estamos comprometidos a forjar una cultura sólida de seguridad que exige un liderazgo visible en todos los niveles de la estructura, un alto grado de participación de los empleados y los contratistas, y un enfoque en la aplicación de controles eficaces que se enmarcan en un Sistema de Gestión para la identificación de peligros, evaluación y el diseño de controles para el tratamiento de cada uno de los riesgos, que incluyen, entre otros, el aseguramiento de equipos y herramientas adecuados para la labor, la implementación de tecnologías para la prevención de incidentes, un esquema de respuesta a emergencias robusto.

Entendemos que una persona saludable, está y se siente bien física, mental y emocionalmente, por lo que promovemos programas de salud y bienestar como estrategia de prevención y fortalecimiento de una cultura de autocuidado. Estamos decididos en ser una organización saludable que incluye, la promoción del movimiento, el aprender a comer, pensamiento positivo y espacios libres de humo, entre otros.

Estamos comprometidos con el cumplimiento de las leyes y regulaciones aplicables en materia de salud y seguridad, así como en el mantenimiento de canales de comunicación efectivos con nuestros empleados, contratistas, proveedores, visitantes y comunidades.

Nuestro enfoque es a largo plazo y está basado en compartir las mejores prácticas establecidas dentro del Grupo. Planificamos, revisamos, evaluamos y reportamos periódicamente nuestros resultados en salud y seguridad frente a objetivos medibles, promoviendo una cultura de mejora continua de nuestra gestión y desempeño.

Nuestros empleados y contratistas reciben entrenamientos, estándares, procedimientos y controles para el desarrollo seguro de sus tareas. Además, cuentan con apoyo y guía de un equipo de supervisión comprometido con el objetivo de salvar vidas, esto permite a todos, estar en la capacidad y facultad de interrumpir un trabajo si se considera inseguro.

2.2.7 Políticas de derechos humanos

Nuestro enfoque: No toleramos ninguna forma de discriminación, acoso o agresión física, ni tampoco de trabajo infantil, forzoso u obligatorio en nuestro lugar de trabajo.

Buscamos reflejar en nuestra fuerza laboral la diversidad de las comunidades en las que desarrollamos nuestra actividad. Respetamos los derechos de nuestros empleados y contratistas, entre ellos, el derecho a la libertad de asociación y a la negociación colectiva.

En todas nuestras operaciones, nos aseguramos de no ser cómplices de la violación a los derechos humanos, así como también de respetar las normas internacionales en vigor. En todas nuestras operaciones, disponemos de mecanismos para la formulación de quejas de nuestros grupos de interés.

Nuestros procedimientos para la seguridad: Los procedimientos para proteger la seguridad aplicados en nuestras operaciones, activos y proyectos cumplen con los Principios Voluntarios de Seguridad y Derechos Humanos. Estos procedimientos se refuerzan mediante mecanismos de evaluación de riesgos e informe de incidentes, como también mediante la capacitación del personal que nos brinda los servicios de seguridad y de los contratistas.

Trabajamos en asociación: Estamos conscientes de que nuestras operaciones pueden producir impactos en las comunidades en las que desarrollamos nuestra actividad. Nos esforzamos por restablecer los medios de subsistencia y el nivel de vida de las comunidades o personas que han debido trasladarse por motivo de nuestras actividades.

Reconocemos la relación única de los pueblos indígenas y afrocolombianos con el medio ambiente en el que viven, y nos comprometemos a instaurar un proceso de diálogo sustentado en negociaciones de buena fe y consistente con los procedimientos de toma de decisión tradicionales. Este proceso está en línea con los principios del Consentimiento Libre, Previo e Informado de los Pueblos Indígenas, que suscribe el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM, por sus siglas en inglés).

En nuestra relación con nuestros asociados de negocio, entre ellos, nuestros contratistas, proveedores y asociados de joint venture, promovemos el respeto a nuestras normas de conducta.

Esta política ha sido elaborada conforme a la Declaración Universal de Derechos Humanos, los Convenios Fundamentales sobre Normas del Trabajo de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), los Principios del Ecuador y los Principios Rectores sobre las Empresas y los Derechos Humanos de las Naciones Unidas.

2.2.8 Políticas con las comunidades: nuestro relacionamiento con la sociedad está enfocado en tres pilares principales:

- Comprender nuestros riesgos y oportunidades dentro de la sociedad, al identificar las partes interesadas (stakeholders) y sus preocupaciones y crear un permanente diálogo bidireccional.

- Manejar los impactos de nuestra operación de forma que se preserven los medios de vida.
- Estudiar todas las formas en que nuestras actividades benefician a nuestras comunidades anfitrionas y desarrollar una estrategia de enriquecimiento social que involucre a todo el Grupo Prodeco.

Determinar la mejor manera de acercarnos a nuestros grupos interesados

(stakeholders): Las consideraciones sociales que debemos evaluar se pueden separar en dos categorías: el impacto que tenemos en nuestras comunidades anfitrionas y en el resto de la sociedad; y los riesgos que enfrenta nuestro negocio por las expectativas de la sociedad y el panorama político.

Para entender estos factores requerimos que nuestras operaciones identifiquen las partes interesadas (stakeholders) en cada etapa del ciclo de vida; deben también evaluar la influencia y relevancia de cada grupo interesado. Los grupos pueden incluir las comunidades locales, los gobiernos, las ONGs, las iglesias, organizaciones de desarrollo y otros actores. Tenemos mucho cuidado en identificar grupos vulnerables, tales como grupos de mujeres cabeza de hogar o niños.

También estudiamos la condición socio-económica de cada comunidad específica, es decir, el estado de su infraestructura y servicios.

Estos análisis se utilizan para crear estrategias individuales a nivel de operación para lograr un relacionamiento efectivo con la comunidad. Esto debe incluir consultas con las comunidades

locales y acordar objetivos, junto con actividades principales, Indicadores de Desarrollo (KPIs) y mecanismos para verificar su efectividad.

Estrategias de relacionamiento con las partes interesadas: Cada estrategia debe incluir planes de desarrollo para la comunidad, alineados con las estrategias operacionales de cada operación individual, y los objetivos de desarrollo de la región y el país.

Las gerencias responsables de Relaciones con la Comunidad trabajan con los coordinadores de cumplimiento a nivel de operación para asegurarse de que los proyectos de desarrollo de la comunidad estén alineados con los requisitos de la política del Grupo, incluyendo la Política Anti-Corrupción. Los planes de desarrollo de la comunidad están incluidos en las revisiones anuales de presupuesto con la alta gerencia del Grupo Prodeco. Estimulamos a todas nuestras operaciones a que implementen estos planes con el fin de crear beneficios medibles a largo plazo, minimizando al mismo tiempo la dependencia en el Grupo Prodeco.

Evaluaciones frecuentes sobre nuestro impacto: Nuestra Política de Relacionamiento con las Comunidades y Partes Interesadas (Stakeholders) exige que las operaciones lleven a cabo encuestas de percepción periódicas (preferiblemente cada tres años) para comprender qué es lo que piensan las partes interesadas sobre nuestras actividades. También exige mecanismos de quejas, establecidos de tal forma que todas las partes interesadas tengan igualdad de oportunidades para utilizarlos, tanto físicamente como en términos de comprensión, sin miedo a ser recriminados. Las quejas se registran y se investigan; las quejas materiales son reportadas al Comité de Prácticas Corporativas del Grupo Prodeco.

¿Cómo Hacemos Esto? ¿Aceptación Por La Alta Gerencia?: Los grupos gerenciales en todos los niveles del Grupo Prodeco entienden que debemos mantener un dialogo significativo

con nuestras comunidades anfitrionas para operar de manera exitosa y mantener nuestra licencia para operar.

Nuestras gerencias responsables de Relaciones con la Comunidad trabajan muy de cerca con la alta gerencia en todos los niveles; el Comité de Prácticas Corporativas del Grupo Prodeco recibe informes periódicos sobre este trabajo.

Cuando se considera apropiado los gerentes de los sitios y departamentos también hacen parte de las reuniones o talleres de consulta con la comunidad y se involucran con nuestros asociados, como por ejemplo ONGs y organizaciones dedicadas al desarrollo, compartiendo la financiación o entrega de proyectos.

Compartiendo experiencias con todo el grupo: El Grupo Prodeco reúne una gran diversidad de habilidades y experiencias y hacemos todo lo posible por capturarlas de manera formal, para mejorar lo que hacemos y garantizar la coherencia. Esto puede incluir llamadas de conferencia inter-departamentales e intranet dedicado. Las visitas, programas de voluntariado e intercambios con las diferentes divisiones han sido de gran ayuda para que nuestros diferentes departamentos construyan redes y compartan lo que han aprendido acerca de trabajar con las diferentes comunidades anfitrionas.

Capítulo 3. Informe Del Cumplimiento De Trabajo

El presente trabajo es un informe de las actividades realizadas en la empresa C.I Prodeco S.A.

Todas las actividades a continuación son el proceso mediante el cual logré mis objetivos y cumplí mis funciones como practicante de ingeniería mecánica mediante el aprendizaje obtenido en la universidad francisco de paula Santander seccional Ocaña.

3.1.1 Maquinaria pesada usada Prodeco mina calenturitas

Tabla 4.

Maquinaria Prodeco Mina Calenturitas.

Flota	Modelo	Ilustracion
Camiones	793C	
	789D	
	777F	
Tractores	D7R	
	D9T	
	D10T	
	D11T	
Motoniveladoras	16M	
	16H	
	24M	
	24H	
Palas	336D	

	RH40E	
	RH120E	
Cargadores	993K	
Tractores de llanta	854K	
Perforadores	SKF	

Nota. La tabla muestra la maquinaria y los modelos usados en Prodeco. Fuente. Caterpillar

3.1.2 Tipos de fallas en maquinaria minera: Los equipos día a día presentan diferentes tipos de fallas estas son debido a las condiciones ambientales, malos ajustes, mantenimiento defectuoso o reutilización de piezas en mal estado.

Fallas por condiciones ambientales. Cuando de condiciones ambientales hablamos, en la minería a cielo abierto se presentan fallas comunes por esto, cuando hay tiempo de muchas brisas que levantan grandes cantidades de arena ellos tienden a fallas por taponamiento de filtros de admisión y cuando son día demasiado caluroso los sistemas de refrigeración son los que se ven afectados, en tiempos de lluvia se detiene la operación para salva guardar la vida del trabajador.

Fallas por mano de obra. Las fallas por mano obra se presentan por dos factores, el primero es cuando es un equipo crítico para la operación, se deben reparar de manera inmediata y de la mejor manera, pero no siempre estos equipos son enviados disponibles con el mejor mantenimiento y el segundo factor son la mala ejecución del mantenimiento planeados.

Fallas por desgaste o vida útil. La última y una de las más común son fallas por vida útil de los componentes o piezas, los equipos de maquinaria pesada tienen a fallar muchas de las veces por desgaste, estos son sometidos a prolongadas horas de trabajo y estar en constante levantamiento de cargas, algunas veces excediendo las condiciones de trabajo normales, provocando que el desgaste sea más rápido y su vida útil se vea afectada, para esto personal mantenimiento genera planes de acción y medidas para que la pieza o componente pueda soportar condiciones fuera de las normales.

Fallas por diseño. Los equipos Cat ya vienen con un diseño predeterminado de fábrica y cada vez que Caterpillar nota una falla ellos mismos se encargan de enviar la mejora y advertir a sus compradores que hay una modificación en el diseño que ayudara a mejorar la eficiencia del equipo, a que nos lleva esto que todas los diseños no son perfectos y en algunos casos estas saldrán a relucir, al presentarse fallas por un diseño defectuoso que en el caso de Caterpillar algunos produce es desgaste prematuro de las piezas.

Sistemas y componentes. Para localizar e interpretar los daños debemos conocer los sistemas fundamentales del equipo y las partes donde principalmente se localizan los daños.

3.1.3 Modos de falla de la maquinaria minera: Cuando el proceso industrial está funcionando (estado en servicio), aparte de los modos de operación normal, puede presentar modos de operación definidos por la presencia de los siguientes eventos.

Anomalía: Discrepancia del comportamiento de una medición del proceso, con respecto a su comportamiento esperado o deseado.

Falla: Desviación no permitida de al menos una propiedad característica del sistema, en comparación a sus límites pre-establecidos. De acuerdo a su naturaleza, se clasifican en los siguientes **modos de falla:**

Falla aditiva/multiplicativa: En los modelos de los modos de operación de normal del sistema, las fallas aditivas o multiplicativas se representan como la suma o multiplicación de la “falla” con la entrada, los estados, o la salida respectivamente. Las fallas aditivas corresponden a perturbaciones, mientras que las fallas multiplicativas corresponden a variaciones de parámetros o dinámica no modelada.

Falla abrupta: Este tipo de falla surge de forma instantánea, por ejemplo, la desconexión o bloqueo imprevisto de un sistema.

Falla incipiente: Este tipo de falla se produce de forma lenta, por ejemplo, el cambio de un parámetro físico de un sistema.

Falla intermitente: Este tipo de falla surge y luego desaparece continuamente, por ejemplo, la desconexión y reconexión o el bloqueo y desbloqueo continuo de un sistema.

Mal función: Interrupción intermitente del cumplimiento de una función pre-establecida del sistema, a causa de la existencia uno o más modos de falla.

Evento crítico: Interrupción permanente de la capacidad del sistema de ejecutar una función pre-establecida, debido a la existencia uno o más modos de falla.

3.1.4 Estudiar los procedimientos aplicados en cada tipo de falla con respecto al componente y equipo: En mina calenturitas los procedimientos de mantenimientos con respecto a la falla y componente la gran mayoría ya están documentados, esto hace que el trabajo sea más ágil y sea más fácil identificar la forma de solucionar una falla, al ser muchas fallas el estudio de procedimientos se ha limitado solo a las fallas que nos implican un re-trabajo.

Para aplicar un procedimiento, se debe llegar al equipo y realizar una inspección visual por parte del supervisor para dar un diagnóstico rápido e informar que la maquina ha quedado fuera de servicio, por consiguiente, llegan los mecánicos y realizan una inspección más profunda para tener información más detallada del causante de la falla, paso a seguir es reportar la falla y tomar una decisión, en general los mecánicos ya saben qué hacer en estas situaciones y proceden a llenar la orden de trabajo, la cual se revisa y se compara con el testing and adjusting que nos proporciona Caterpillar y verificar que el procedimiento fue tomado de la mejor manera.

3.2.1 Reconocer cuales son los factores que intervinieron al momento de presentarse la falla: Para el correcto análisis de las fallas se deben revisar los factores que intervinieron en la falla, estos se pueden presentar por un mal mantenimiento, condiciones climáticas o en un defecto o desgaste de una pieza, al saber que factor intervino, nos ayuda a tomar medidas y aplicar mejoras a los equipos, como parte de personal mantenimiento estamos en el deber de

conocer el origen de una falla y mejorar las condiciones del equipo para que esta no se presente nuevamente o de manera frecuente.

Todo esto se puede encontrar en el marco referencial.

3.2.2 Revisar y analizar la hoja de vida y el seguimiento que se le lleva al equipo en el software AMT maintenance: Como el nombre lo dice, se están generando análisis de fallas para concluir si son o no un re-trabajo, la revisión y el análisis del seguimiento y hoja de vida del equipo hace parte fundamental de este proceso, debido a que es la forma en la cual sabemos si se ha generado una orden de re-trabajo o no. Como se logra esto.

Cuando un equipo queda fuera de servicio por cualquier motivo a él se genera una orden de trabajo la cual es anexada a la hoja de vida del equipo y también es digitada en el software AMT, este se encarga de llevar una base de datos de todas las intervenciones que se le han hecho al equipo, con su respectiva fecha, orden de trabajo, horas down del equipo, descripción del evento y descripción del trabajo realizado.

Entonces cuando el equipo cae down se revisa en AMT si es una falla recurrente o es una imprevista normal, si el equipo presenta 2 o más caídas por la misma falla se le hace una investigación acerca de si ha sido en la misma ubicación, componente o pieza para considerarlo un re-trabajo.

Todo esto se verá a continuación cuando se expongan los casos.

3.2.3 Detallar Si Cada Uno De Los Procedimientos Fueron Llevados De Manera

Adecuada: Después de realizar la investigación anteriormente mencionada se revisa el feedback del AMT donde se observa de manera detallada el procedimiento aplicado a la máquina, estos se verifican con los servicios que nos ofrece SIS CAT. En esta página encontramos la manera recomendada para hacer cualquier testeado y ajuste a los equipos Cat, se revisa que en la información no se encuentren inconsistencias con respecto a los recomendados, si es así y encontramos que fue una falla por un mal mantenimiento se procede a generar el informe de re-trabajo, cabe aclarar que el análisis de la falla se realiza para dictaminar si fue culpa de un fenómeno “normal” del equipo o fue falla del mantenimiento para así poder generar o no el informe por sospecha de re-trabajo, esta solo se genera siempre y cuando el supuesto culpable de la falla sean las contratistas encargadas de los mantenimientos.

3.2.4 Realizar un seguimiento con toda la información obtenida para lograr encontrar

las causas principales del fallo: Cuando nos damos cuenta que el equipo ha tenido un historial de fallas semejantes, estas se les hace un seguimiento, se anexan todas en orden por fechas describiendo cual fue la falla (que en este caso todas serán la misma), la descripción de como ocurrió esta y los procedimientos llevados a cabo para solucionarla, esto es para que se evidencie de manera más fácil que realmente se está presentando un problema repetitivo y hay que buscar una solución, debido a que las ordenes de re-trabajo se hacen no solo con el fin de cobrar una multa, si no darles a conocer a personal mantenimiento que se están cometiendo errores y que se debe buscar una solución.

3.3.1 Identificar los aspectos más relevantes de la falla y concluir si es un re-trabajo:

Esto generalmente se hace en las reuniones de re-trabajos, aquí se debaten los aspectos por el cual ocurrió la falla, esto se hace con el fin de que las contratistas muestren sus argumentos por el cual se hizo una mala ejecución o no se ha hallado una solución definitiva al problema, si sus argumentos son válidos, el informe por sospecha de re-trabajo queda desechado, pero si por el contrario es aceptado, este es cobrado por la empresa C.I Prodeco S.A a las contratistas.

Los re-trabajos se cobran de la siguiente manera, cada re-trabajo aprobado tiene como multa un millón de pesos a este se le agregan las horas hombre que fueron requeridas para reparar el equipo y si hubo piezas o componentes que fueron afectados por esta falla entran también al cobro de estos.

Tabla 5.

Esquema De Cobro De Re-Trabajo

ACCION		COBRO O MULTA
Re-Trabajo	Multa + horas hombre + componentes o piezas	

Nota. La tabla muestra los cargos cobrados en el re trabajo. Fuente: autor del proyecto

3.3.2 Realizar una plantilla de reportes con un fácil manejo de información, que contenga evento, descripción y antecedentes de equipo: Para los informes de sospecha de re-trabajo, se hizo una propuesta con asesoría de gerencia y superintendencia, de que era lo que quería ver ellos reflejados en el documento, entonces se envió la propuesta y este fue aceptado con las siguientes características.



**REPORTE DE SOSPECHA DE RE-
TRABAJO (REDO)**

N° #####

OT REDO:	Número de la orden de re-trabajo	OT ASOCIADA:	Orden de trabajo anterior con el mismo evento
		FECHA DEL REPORTE:	DD/MM/AA
REPORTADO POR:	Jorge Enrique arrollo caballero – practicante de mantenimiento		

EVENTO:	Nombre de la falla o circunstancia por la cual se genera el re-trabajo				
LOCALIZACION:	Mina calenturitas		LUGAR:	Donde fue reportado el equipo	
MODELO:	Modelo del equipo	EQUIPO:	Codificación interna del equipo	FECHA DEL EVENTO:	Fecha de la falla
EVENTO REPORTADO POR:		Responsable del reporte		CARGO:	

HORAS DOWN DEL EQUIPO:		HORAS HOMBRE:	
-------------------------------	--	----------------------	--

DESCRIPCION DEL EVENTO

En este espacio se describe cuáles fueron los acontecimientos y se adjunta el seguimiento del equipo donde se evidencia las anteriores fallas

EVIDENCIA DEL EVENTO

En este espacio se anexa toda la evidencia que se tenga del caso y las conclusiones que se han estipulado por parte del personal mantenimiento Prodeco.

3.3.3 Redactar informe del reporte de re-trabajo para anexarlo a la base datos de trazabilidad y llevar un control de costos de operación generados por cada re-trabajo: Para finalizar ya teniendo toda la información de la falla y el causante de ella, se genera el informe de sospecha de re-trabajo esta se hace con el fin de comunicar a ambas partes que hay un nuevo asunto pendiente por evaluar en la reunión mensual, para llevar un control de esta información se

anexa a una trazabilidad de la cual se encarga el practicante de mantenimiento, donde adjunta todos los datos pertinentes al informe y los costos que conlleva la aceptación de cada informe.

Cabe recalcar que por temas de confidencialidad hay información que no puedo anexar en el trabajo, pero si puede ser expuesto.

Análisis estadístico

Diagrama de Pareto sistemas afectados vs horas Down



Figura 10. Diagrama De Pareto Sistemas Afectados Vs Horas Down. (Autor del proyecto)

En el análisis estadístico se evidencia que las fallas que más nos están generando horas Down en función de re-trabajos son en el sistema de dirección y los sistemas de enfriamiento, esto se debe a las altas temperaturas y elevadas cargas que los equipos deben soportar, de igual forma se hacen planes de acción para aumentar el rendimiento de estos sistemas y no permitir que estas caídas en la disponibilidad nos afecten de manera significativa.

Tabla dinámica de trazabilidad en función de costos con respecto a los modelos y fallas presentados en los re-trabajos.

Tabla 6.

Informe De Cobro De Re-Trabajo

Filas Con Fallas Y Modelo	Suma de COSTOS (COP)
A/A DEFICIENTE	5160000
336D	4020000
D10T	1140000
AIRE ACONDICIONADO DEFICIENTE	1560000
D11T	1560000
ALARMA DE ALTA TEMPERATURA DE ACEITE DE DIRECCION	1320000
789C_2	1320000
ALARMA DE CARRERA DE FRENO ALTA	1460000
789C_2	1460000
ALARMA DE VELOCIDAD BOMBA DE ENFRIAMIENTO	1400000
793D_2	1400000
CC DE MOTOR DIESEL POR COMPONENTES	5240000
789C_2	5240000
EQUIPO NO ENCIENDE	2400000
789C_2	1320000
D9T	1080000
FALLA EN EL SISTEMA DE DIRECCION	1160000
D9T_2	1160000
FALLA REPETITIVA- ALTA TEMPERATURA EN ACEITE DE DIRECCION	1000000
793D_2	1000000
FILTRO PILOTO HIDRAULICO DAÑADO - FALLA EN BOMBA DE DIRECCION	1800000
D9T	1800000
FUGA DE ACEITE DE HIDRAULICO POR SELLO EN MAL ESTADO	1040000
D7R_2	1040000
FUGA DE ACEITE HIDRAULICO EN LINEA DE DIRECCION	1080000
24M	1080000
FUGA DE ACEITE HIDRAULICO POR TAPA DEL TANQUE DE ACEITE HIDRAULICO	1040000
24M	1040000
FUGA EN MANGUERA DE UNION DE TUBO DE ENFRIADOR DE FRENOS TRASEROS	1160000
793D_2	1160000

GUARDA DE RADIADOR CAIDA	1300000
D9T	1300000
IMPLEMENTOS LENTOS (CUCHILLA)	1320000
D10T	1320000
MAL AJUSTE DE TORNILLOS DE LA BASE DE MOTOR LH TRASERA	1040000
793D_2	1040000
MALA INSTALACION DE TAPA CENTRAL DE MANDO FINAL LH	1040000
D7R	1040000
MONTAJE DE LINEA EQUIVOCADA	1080000
793D_2	1080000
Total general	32600000

Nota. La tabla muestra los re trabajos cobrados y su valor. Fuente: Practicante

En la tabla dinámica se observan los costos que están generando cada falla y el total del dinero recuperado gracias a la aprobación de estos re-trabajos.

Esta información solo tiene el costo de la multa y el valor de las horas hombres. Los cargos adicionales por partes dañadas durante la falla, son negociados internamente por ende no se tiene información de cuanto termina siendo el cobro final de esto.

Diagrama de Pareto en función de los costos vs sistemas afectados

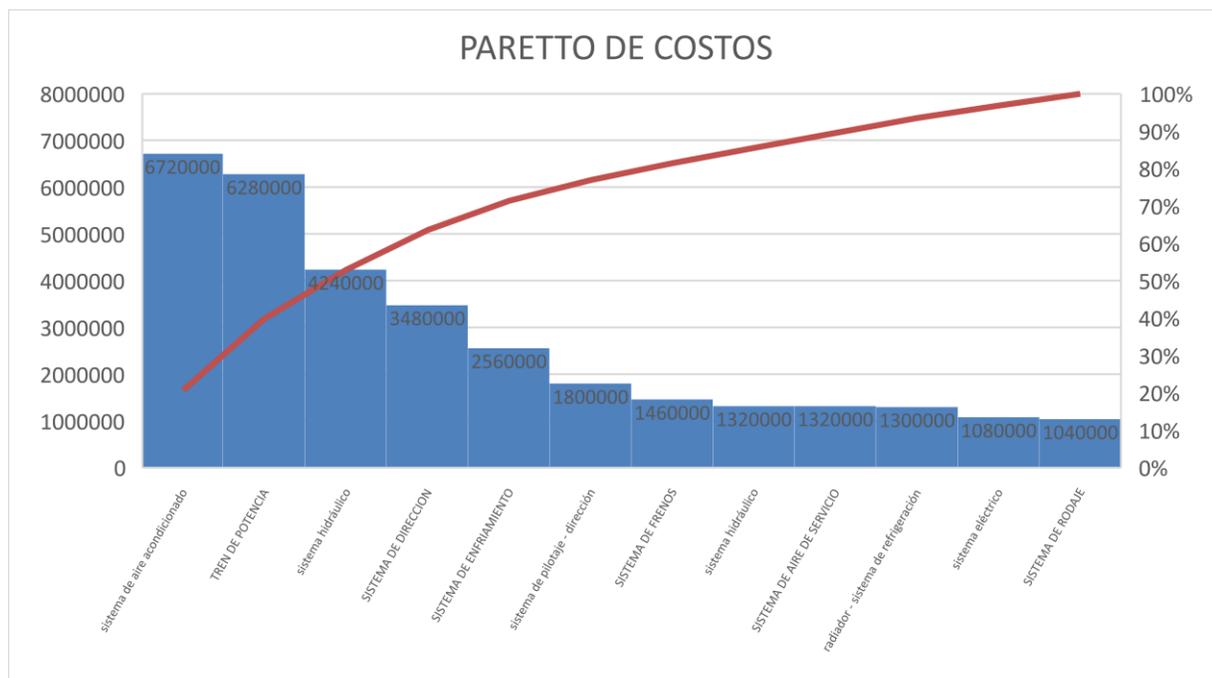


Figura 11. Diagrama De Pareto En Función De Los Costos Vs Sistemas Afectados. (Autor del proyecto).

En el Pareto de costos se evidencia que los sistemas que más están generando cobros por re-trabajo son sistema de aire acondicionado y tren de potencia, estos puede que no nos generen tantas horas Down, pero se están presentando fallas de manera más constantes y por ende genera muchos re-trabajos. Evaluando la situación esto puede ser a causa de las altas temperaturas, normalmente en verano los equipos tienden a fallar mucho en estos sistemas por sobrecalentamiento, la empresa ha generado planes de acción debido a que ya se ha convertido en algo cotidiano para esas fechas.

A continuación, expondré algunos casos con su respectivo procedimiento de análisis y como se llega a la entrega del informe por sospecha de re-trabajo.

Casos de informe por sospecha de re-trabajo

Caso 1. Filtro piloto hidráulico dañado – Falla en bomba de dirección. El día **21/01/2020**, el equipo **T389** (Tractor de oruga D9T) es reportado fuera de servicio porque presentaba anomalías en la dirección, minutos más tarde el supervisor de mantenimiento Prodeco acompañado del practicante de mantenimiento llegan a revisar el estado del equipo, los mecánicos entregan el reporte de que el tractor al ser examinado se encuentra con el filtro piloto hidráulico fisurado.

Paso siguiente se ordena abrir el filtro para hacer una inspección visual del filtro y aceite antes de enviarlo a MOBIL que son los encargados del suministro y análisis de los aceites con los cuales trabaja Prodeco. En la inspección visual nos encontramos unas partículas poliméricas azules la cuales se asemejan a los tapones que traen las líneas de presión cuando están nuevas.

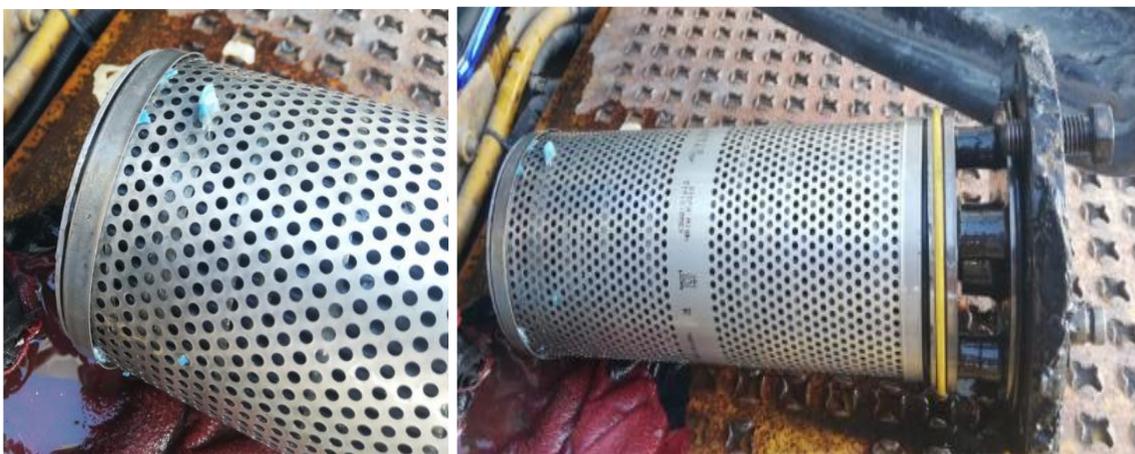


Figura 12. Filtro piloto hidráulico con partículas poliméricas. (Autor del proyecto)

Se extrae una muestra de aceite y se da la orden que corten el filtro para análisis.

Como era de esperarse en el aceite hidráulico se encontró partículas azules y limalla (partículas de material férnico).



Figura 13. Partículas de material férnico en los dobleces. (Autor del proyecto)

Al revisar la base de datos y hacer el seguimiento del equipo, se encuentra que este había presentado múltiples fallas por fisuras en el filtro piloto y fallos en implementos, en esto también se descubre que recientemente se había cambiado una línea de este sistema y probablemente de allí habían surgido las partículas poliméricas por un montaje descuidado de la línea, se evidencio también que las únicas acciones que se habían hecho para corregir este problema era cambiar el filtro, analizando esta situación, se dedujo que hubo una mala evaluación del problema por parte de personal mecánico y también fallas en la logística de mantenimiento, se procede a realizar el informe de sospecha de re-trabajo.

Medidas preventivas que se tomaron después de la reunión con respecto a este problema. Se prohibió el uso de tapones azules para mantener las líneas estériles y se cambiaron por unos protectores con abrazadera que eran más llamativos a la vista.



REPORTE DE RE-TRABAJO (REDO)

N° 2005002

OT REDO:	220570507	OT ASOCIADA:	200205702
		FECHA DEL REPORTE:	30/01/2020
REPORTADO POR:	jorge enrique arrollo caballero - practicante mantenimiento		

EVENTO:	Filtro Piloto Dañado - Falla En Bomba De Dirección				
LOCALIZACION:	Mina Calenturitas		LUGAR:	Sector A Nivel 10	
MODELO:	D9T	EQUIPO:	T389	FECHA DEL EVENTO:	21/01/2020 0
EVENTO REPORTADO POR:	Javier Pacheco		Cargo:	Supervisor Mtto	

HORAS DOWN DEL EQUIPO:	in progress	HORAS HOMBRE:	in progress
-------------------------------	-------------	----------------------	-------------

DESCRIPCION DEL EVENTO

Antecedentes y hallazgos.

4/12/2019: Equipo fuera de servicio por filtro piloto fisurado - **OT:220554919**

16/12/2019: El equipo llega a taller por pm, en la ejecución del pm es encontrado un tornillo en el screen del sumidero del TC, se decide cambio de TC. Labor en la cual se desmontan líneas hidráulicas para cambio de TC. - **OT: 200205702**

5/01/2020: Equipo fuera de servicio por cuchilla y ripper rígido, nuevamente se cambia el filtro piloto por encontrarse fisurado. - **OT: 220565506**

El día **21/01/2020** a las **13:47** el equipo **T389** queda fuera de servicio por filtro piloto hidráulico fisurado, se inicia evaluación y al desmontar el filtro de dirección se encuentran fragmentos de tapones azules y limalla en filtro de retorno.



Caso 2. corregir carrera de freno alta. El equipo DT523 camión 789C_2 viene presentando múltiples fallas por concepto de carrera de freno alta, en las diferentes caídas se han presentado evaluaciones y procedimientos generados por equipo de confiabilidad, pero el problema sigue persistiendo.

El día 14/02/2020 el camión 789C es reportado fuera de servicio por concepto de carrera de freno alta, al revisar los antecedentes del equipo nos damos cuenta que este viene presentando múltiples alarmas por el mismo concepto y las acciones al equipo por parte del personal mecánico, son las mismas sin encontrar una solución definitiva.

Tabla 7.

Tabla de seguimiento

RESUMEN DE EVENTOS						
N°	FECHA	HORA	OT	DESCRIPCION	ACCION	HRS DOWN
1	29/01/2020	2:17 am- 2:57am	220573276	alarma de carrera de freno alta	se resetea switch ubicado en la rotocamara	0.67
2	10/02/2020	8:16 am - 11:57 am	220577563	alarma de carrera de freno alta	revisión de sistema de frenos. Se extrae l aire del sistema por la rotocamara	3.18
	10/02/2020	13:29 - 4:23	220577563	alarma de carrera de freno alta	se procede a resetear la rotocamara de frenos frontal.	
	10/02/2020	13:29 - 4:23	2002131095	cc retrocamara de frenos frontal	se instala rotocamara. Se instalan lineas hidraulicas y neumaticas	
3	10/02/2020	13:29 - 4:23	2002131096	cc retrocamara de frenos traseros derecho	se solicita rotocamara. Se instala rotocamara. Se instalan lineas hidraulicas y neumaticas. se ajustan presiones.	14.9
	10/02/2020	13:29 - 4:23	2002131097	cc retrocamara de frenos traseros izquierdo	se solicita rotocamara. Se instala rotocamara. Se instalan lineas hidraulicas y neumaticas. se ajustan presiones.	

4	11/02/2020	220577953		se inspeccionan lineas hidraulicas y componentes por fugas externas. Se realiza procedimiento enviado por personal de confiabilidad. se desaira sistema.	5.23
	6:45 - 11:59		alarma de carrera de freno alta		
5	14/02/2020	220579162	alarma de carrera de freno alta	se resetean las rotocamaras. Se envia a taller para evaluacion.	12.68
	16:45 - 5:26				
total de horas down					36.66

Nota. La tabla muestra el seguimiento hecho al equipo. Fuente: Autor del proyecto.

en el historial se puede observar que tiene 5 caídas en dos semanas y una de las cuales se revisó con personal confiabilidad, en total me genero 36.66 horas Down, generando afectaciones en la disponibilidad de la flota, se genera orden de re-trabajo por mala evaluación por parte de personal mecánico, cabe recalcar que se hicieron los procedimientos en el manual Caterpillar, pero es una falla que hasta ese momento no se le había encontrado una solución, pero el equipo era evaluado y no se encontraba nada fuera de normal.



REPORTE DE SOSPECHA DE RE-TRABAJO (REDO)

N° 2005021

OT REDO:	220579162	OT ASOCIADA:	220577953
REPORTADO POR:	JORGE ENRIQUE ARROLLO CABALLERO - PRACTICANTE MTO		
		FECHA DEL REPORTE:	20/02/2020

EVENTO:	CORREGIR CARRERA DE FRENO ALTA				
LOCALIZACION:	MINA CALENTURITAS	LUGAR:			
MODELO:	789C_2	EQUIPO:	DT523	FECHA DEL EVENTO:	14/02/2020
EVENTO REPORTADO POR:	EZEQUIEL GUERRA	CARGO:	SUPERVISOR DE MTO		

HORAS DOWN DEL EQUIPO:	12,7	HORAS HOMBRE	11,5
-------------------------------	-------------	---------------------	-------------

DESCRIPCION DEL EVENTO

El equipo **DT523** presenta varias fallas repetitivas por el concepto de alarma de carrera de freno alta, en las diferentes caídas se han ejecutado evaluaciones y procedimientos generados por el equipo de confiabilidad pero el problema sigue persistiendo, esto se ha generado posiblemente por malas evaluaciones ejecutadas por el personal **CHM**, provocando con esto **36,66** horas Down desde la primera caída en el camión.

Figura 14. Reporte por sospecha de re trabajo (autor del proyecto)

Caso 3. Equipo no enciende. El equipo DB01 tractor de oruga es reportado fuera de servicio por encendido, al inspeccionarlo se encuentra una línea abierta en el pulsador de emergencia trasero, se corrige la línea, se realizan pruebas y queda operativo.

Figura 15. Orden de trabajo. (autor del proyecto)

Pasadas 24 horas el equipo queda nuevamente fuera de servicio por encendido, se empieza una evaluación más exhaustiva del equipo y se encuentra que solo se cambió un fusible, cuando en la orden se mencionaba una reparación de la línea eléctrica, no un cambio de fusible.

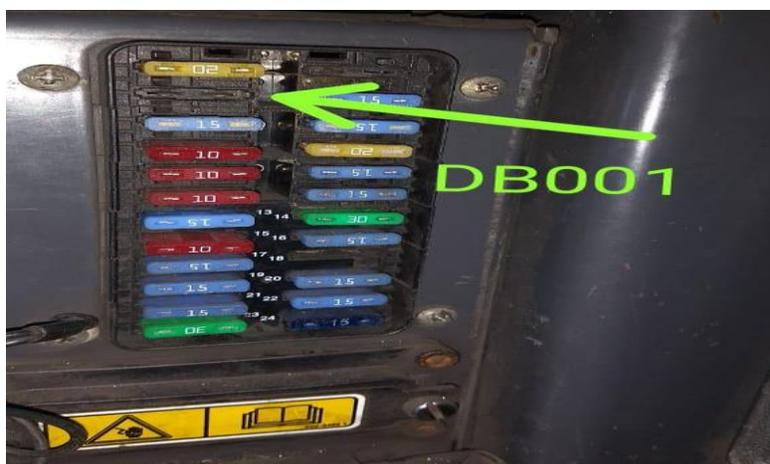


Figura 16. Fusible de 20Amp se quema y des energiza el equipo. (Autor del proyecto)

En horas de la tarde el equipo queda nuevamente fuera de servicio por encendido por corto en arnés principal de cabina, por mala evaluación este proceso tomo desde las 18:00 hasta las 3:00 am, se evidencia que por negligencia de los mecánicos se presentó esta falla, al revisar el arnés encontramos que tiene múltiples antenas y no se realiza cambio si no que solo lo vuelven a empalmar.

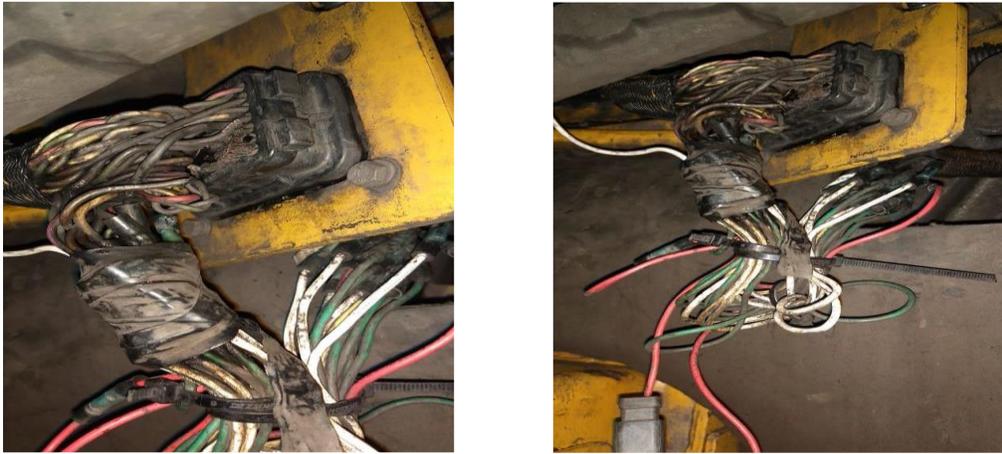


Figura 17. arnés con múltiples antenas. (Autor del proyecto)

Al seguir inspeccionando el equipo se encuentra el arnés principal en mal estado.

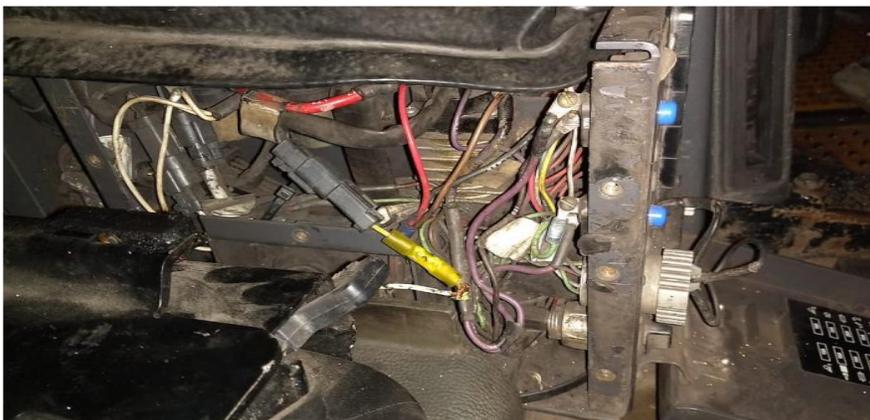




Figura 18. arnés principal de la fusilera presenta varios empalmes. (Autor del proyecto).

Se genera orden de sospecha de re-trabajo por negligencia y mala evaluación del equipo, se revisa a AMT para verificar que la orden de trabajo este digitada y se muestren las tareas realizadas.

Edit Event [DB01]

Merge Yet To Start Event

Base Codes

Description * EQUIPO NO ENCIENDE // LUCES FRONTALES DEFICIENTES

Priority: Down-Para Productor

Event Status *: Completed

Released By*: MECANICO DE MANTE

Location: TRITURADORA MANT

Planned: Breakdown: Other: Preventable*: INSPECCION

Confirmed: Expected Up: 01-feb-2020 18:54

Downtime

Plan/Estimate	Down Date/Time	Up Date/Time	Total Down (Hrs)
	01-feb-2020 18:54	01-feb-2020 18:54	0.00
Actual	01-feb-2020 18:44	02-feb-2020 12:47	18.05
Calculated Usage			45.321 HOROMETRO

Drag a column header here to group by that column. Tip: Use Ctrl-C to copy the grid or Ctrl-E to export to Excel

PDT	Reason *	Activity	Variance Cause *	EM Issue	DTA Comp Code	Responsibility *	Planned Hrs	Actual Hrs	Variance	Notes
<input type="checkbox"/>	CORRECT. REP.	DEMORA	DEMORA TIEMP		1450-SISTEMA D.	MANTENIMIENTO	0.00	0.23	-0.23	01/02/2020 18:44-19
<input checked="" type="checkbox"/>	CORRECT. REP.	REPARACION G.	NO PROGRAMA.		1450-SISTEMA D.	MANTENIMIENTO	0.00	17.82	-17.82	
							0.00	18.05	-18.05	

Workorders

PC	Component Code	MC	TT	TC	Str at	Lin ked	Description	St
<input checked="" type="checkbox"/>	1450 - SISTEMA DE ARRAN.	00	Z003_	00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	REDO--CORREGIR EQUIPO NO ENCIENDE	Comp
<input type="checkbox"/>	1429 - LUCES	FRON	Z003_	00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	CORREGIR LUCES FRONTALES DEFICIENTES	Comp
<input type="checkbox"/>	1408 - ARNES ELECTRICO(_	00	Z003_	00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	CAMBIAR MAIN RELAY PRINCIPAL DEL SISTEMA ELECTRICO POR DAÑO INTERNO	Comp

Figura 19. Registro de evento en AMT. (Autor del proyecto).

Caso 4. Problemas en implementos – cuchilla lenta. El 02/02/2020 a las 11:49 el equipo T397 tractor de oruga es colocado Down, el operador alega que la cuchilla está operando de manera lenta. Al hacer una valoración del equipo tomando las presiones de alivio del dozer y ripper el manómetro marca 2900 psi inicialmente y después empieza a oscilar de manera irregular, aun persistiendo el problema de movilidad con la cuchilla.

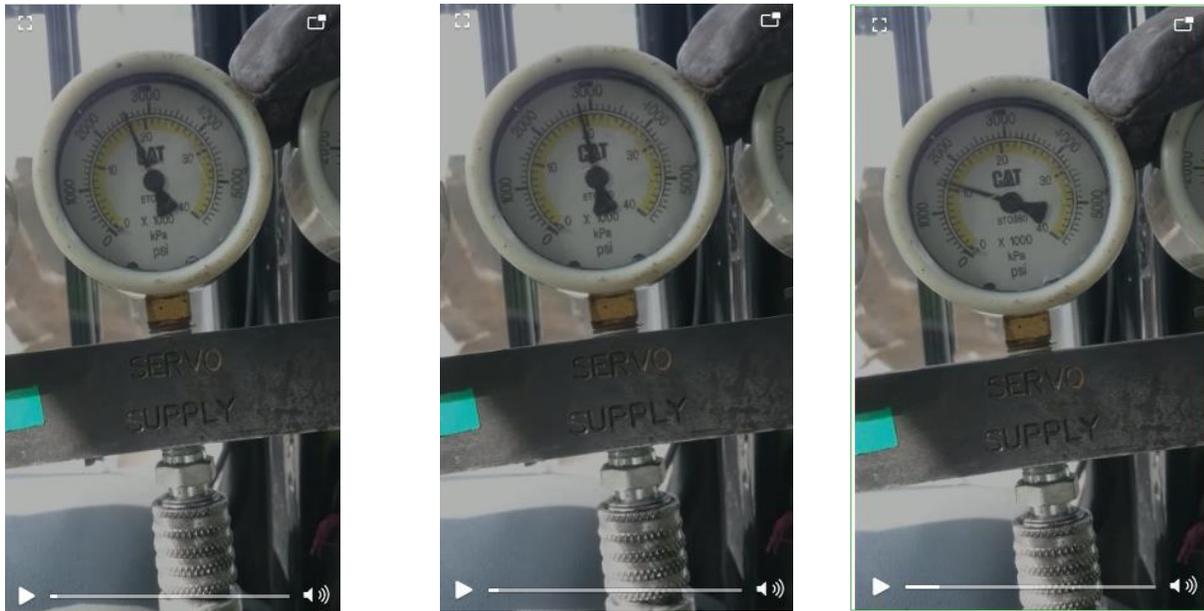


Figura 20. Oscilación Del Manómetro. (Autor del proyecto).

Al revisar los antecedentes del equipo se encuentra que este ya venía fallando por implemento y que había tenido una reparación extensa, en la cual había sido cambiada la bomba de implemento y otros accesorios porque ese había sido el problema que arrojó el diagnóstico de la falla.

The screenshot shows a software window titled 'Cierre comercial' and 'Precio/Disp'. The main window displays 'Orden' with 'Z001' and '200211096'. Below this, a large text box contains 'CC BOMBA DE IMPLEMENTOS POR DESGASTE'. At the bottom, a table lists components and their quantities.

Po...	Componente	Denomin.	T...	Ctd.neces.	UM	T..	S..	Alm.	Ce.	Op.	Lote	Tpo.aprovision.
0010		PUMP GP-GR C 4308378 CATERPILLAR (S...		1	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0020		SEAL-O-RING 210207448		1	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0030		BOLT 210207448		2	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0040		WASHER 210207448		2	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0050		SEAL 210207448		5	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0060		SEAL 210207448		2	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0070		SEAL-O-RING 210207448		10	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0080		SEAL-O-RING 210207448		10	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0090		SEAL 210207448		10	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0100		SEAL 210207448		10	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0110		SEAL 210207448		5	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0120		SEAL-O-RING 210207448		5	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0130		SEAL O RING 210207448		2	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0140		FILTER GROUP 210209277		1	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0150		FILTER AS-H 210209277		1	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0160		FILTER 210209277		1	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0170		SEAL 210209277		1	UN	N			1300	0001		Sol.ped.p.orden
0180												
0190												
0200												
0210												
0220												

Figura 21. Orden De Compra Realizada En El Cambio De La Bomba. (Autor del proyecto)

Se genera orden de re-trabajo por mala evaluación, esto es debido a que su diagnóstico fue erróneo y el problema en el equipo siguió persistiendo, la falla fue encontrada en la válvula de implemento, esta fue cambiada y el equipo quedo operativo.

The report is from 'GRUPO PRODECO' and is titled 'REPORTE DE RE-TRABAJO (REDO) N° 2005008'. It details the work order, location, equipment, and event information.

OT REDO:	220574915	OT ASOCIADA:	200211096
REPORTADO POR:	JORGE ENRIQUE ARROLLO CABALLERO - PRACTICANTE MTTO		
FECHA DEL REPORTE:	04/02/2020		
EVENTO:	PROBLEMA EN IMPLEMENTO - CUCHILLA LENTA		
LOCALIZACION:	MINA CALENTURITAS	LUGAR:	Nivel 9 - Sector A
MODELO:	D10T	EQUIPO:	T397
FECHA DEL EVENTO:	02/02/2020		
EVENTO REPORTADO POR:	DARIO CALVO	CARGO:	SUPERVISOR MTTO
HORAS DOWN DEL EQUIPO:	15,08	HORAS HOMBRE:	8

Figura 22. reporte diligenciado. (autor del proyecto)

Análisis estadístico realizado a la flota de camiones con respecto a los sistemas que no están generando más afectación en la disponibilidad.

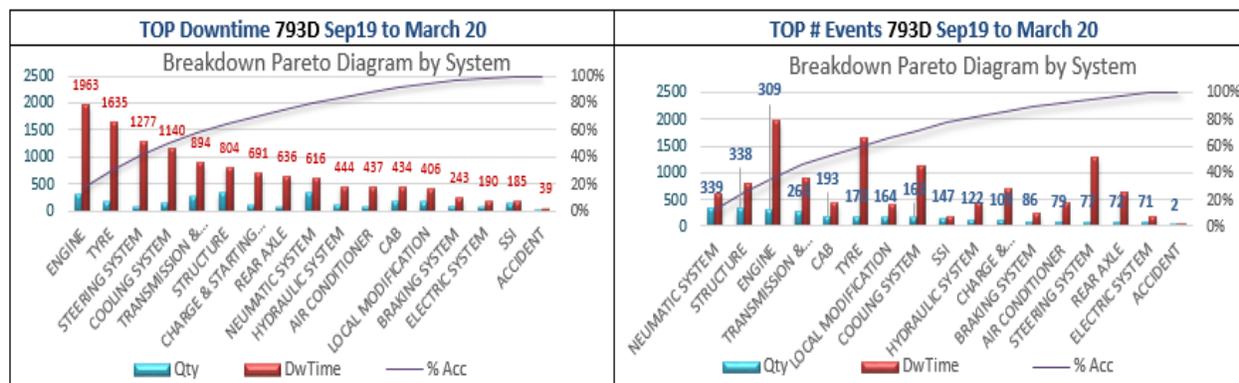


Figura 23. Pareto De Camiones. (Confianza Prodeco).

Prodeco hace un reporte cada 6 meses de cómo se están comportando las flotas y cuáles son los sistemas que más no están afectando de manera significativa la disponibilidad, se observa que los sistemas que más afectan son llantas, motor y sistema de dirección, hay una particularidad en esto y es que comparándolo con los diagramas de Pareto hechos con los sistemas que más afectaban en el tema de re-trabajos nos damos cuenta que se encuentra tren de potencia y sistemas de dirección, esto nos quiere decir que si atacamos las fallas en el sistema dirección y tren de potencia, se disminuirá de manera significativa las fallas que generan re-trabajos y aumentara la disponibilidad de los equipos, evitando o disminuyendo las horas Down en la flota de camiones por re-trabajos.

Capítulo 4. Diagnóstico Final.

Las mejoras que se realizaron en mi tiempo en prácticas fueron:

Modificación de contrato en la parte de re-trabajos. en la empresa esto nunca había sido un tema relevante hasta que se dieron cuenta que las pérdidas que se estaban generando por este tema eran significativas, esto provoco que se hiciera una reunión en la cual se dejaron algunos puntos claros como el margen en el cual una falla se consideraría re-trabajo y algunos puntos con respecto al pago de este.

Planes de acción más rápidos para fallas repetitivas. En algunos de los acontecimientos que se expusieron en los informes de re-trabajo, como anteriormente mostré algunos casos, hay equipos que presentan más de 3 fallas con el mismo problema y solo se le hacia el procedimiento básico de mantenimiento, cuando personal confiabilidad noto esto, que eran equipos que tal vez no afectaban la disponibilidad en gran medida pero que estaban generando tiempos Down por problemas que en teoría serian fáciles de solucionar, crearon un plan de acción, este consiste en que cuando un equipo sea critico o no, caiga más de 2 veces personal confiabilidad entrar a ejecutar un diagnóstico más profundo de la falla para generar un plan de mantenimiento más efectivo.

Mejor control de inventarios. Como practicante no solo realicé labores de informes, sino que también tuve asignado un inventario que debía ser implementado a los equipos. Lo particular de esto es que estas eran piezas o componentes sobrantes en taller que no eran devueltos, yo generé un plan de trabajo con estas piezas y pude reasignarlos a diferentes equipos, dejando el taller de mantenimiento libre en su mayoría de piezas sobrantes y ahorrándole un presupuesto a el área de mantenimiento, esto provoco que se aplicaran planes de acción con respecto a la devolución de piezas para que no hubiera tantas partes desperdiciadas en taller.

Conocer algunos errores. Todo el trabajo que se realizo tuvo un impacto positivo en las contratistas estas se dieron cuenta que estaban cometiendo errores, como permitir que un equipo volviera a taller por algo que ya se había reparado, ellos manifestaron que todo este trabajo los ayudaba a ser mejores y a generar más conciencia al momento de realizar un mantenimiento, fue gratificante saber que se pudo aportar de manera positiva en el trabajo que ellos vienen realizando.

Recuperación de dinero. por medio de los cobros de re-trabajo y asignación de componentes se pudo aportar a la parte de costos, evitando que esas piezas compradas con el presupuesto de mantenimiento se perdieran.

Capítulo 5. Conclusiones Del Trabajo Realizado.

En el tiempo que me encontraba como practicante adquirí conocimiento en varias ramas del mantenimiento, que me ayudaron a desarrollar mis labores de una manera eficiente. Mis labores inicialmente era la redacción de informes y supervisión de PMs, que consistía en verificar que todos estuvieran a tiempo en las actividades programadas e informes de cualquier anomalía o re-trabajo que se presentara.

De todo esto se pudo concluir que si se siguen los procedimientos como lo indican los manuales se puede conseguir unas mejores prácticas del mantenimiento, también que cuando se realiza una investigación exhaustiva de un equipo podremos encontrar factores detonantes que no ayudan a entender mejor una falla y dar una resolución más amplia de ella, como en el tema de los re-trabajos que al revisar el historial de los equipos se encuentra que la empresa está generando costos extras en el mantenimiento por errores de malas reparaciones provocando pérdidas en el presupuesto.

Se debe aprender que no todas las fallas que se presenten se van a resolver de manera fácil, algunas requieren tiempo e investigación, por ende, algunas veces, aunque apliquemos los procedimientos de testeo y ajuste, puede que esta persista, para esto debemos estar preparándonos día a día y absorbiendo todo ese conocimiento que nos ofrece esta oportunidad de prácticas.

La rama del mantenimiento hace una parte fundamental en la industria, esta afecta de manera directa a la producción, por esto este tipo de trabajos de análisis, generación de gráficas, estudios de seguimientos de fallas, redacción de informes, generan un pilar fundamental en el aprendizaje y más que nada ayuda a mantener a todos al tanto de lo que pasa en tiempo real, dejando siempre una ventana abierta para mejorar y generar ideas que ayuden a la productividad de los equipos.

Más que nada y la enseñanza más grande que me dejo este tiempo en prácticas es que como ingeniero estamos para dar soluciones efectivas y eficientes, pero de la mano con los temas de seguridad.

Capítulo 6. Recomendaciones.

En los re-trabajos se observa que hay muchos equipos que presentan fallas semejantes de manera repetida y no se realizan diagnósticos precisos, se recomienda no permitir que el equipo caiga muchísimas veces antes de poder enviar a personal confiable a realizar un análisis más profundo de la falla debido a que esto se verá reflejado en la disponibilidad del equipo.

Todas las fallas expuestas son generadas por malos mantenimientos y evaluaciones deficientes, por ende, se debe supervisar de manera más detallada los trabajos hechos por los mecánicos y revisar que los procedimientos se hagan de manera adecuada.

Los sistemas que más afectaron en términos de re-trabajos y disponibilidad de la flota fueron sistemas de dirección y tren de potencia, lo recomendable sería hacer un estudio para saber porque se están generando tantos problemas en estos sistemas, se sabe que uno de ellos es la mano de obra, pero sería excelente buscar el causante de esto para poder aumentar la disponibilidad y la eficiencia de los equipos.

En las reuniones en las cuales estos temas eran expuestos, también se generaban propuestas para solucionarlos y que no se volvieran a repetir estas fallas por malas evaluaciones, la recomendación es que este sistema siga y que esto no solo se vea como una auditoria al trabajo, si no que se pueda tomar como una opción de mejora cuando se muestran los errores cometidos.

Referencias

Aerorental, 2020. *Mantenimiento Industrial: Conoce Su Importancia Y Tipos*. Recuperado de: <https://www.aerorental.com.co/mantenimiento-industrial-importancia/>

Cat.com. 2020. *Sistema De Administración De Información Vital | Cat | Caterpillar*. Recuperado de: https://www.cat.com/es_US/support/operations/technology/fleet-management-solutions/vims.html

calameo.com. 2020. *Análisis Causa Raíz*. Recuperado de: <https://es.calameo.com/read/002628582190504c18074>

Excelencias del Motor. 2020. *Caterpillar, Nace Un Gigante*. Recuperado de: <https://www.excelenciasdelmotor.com/noticia/caterpillar-nace-un-gigante>

Marc, R., 2017. *Los Fallos Más Comunes En Mantenimiento Industrial*. España: Ramon Marc, p. Recuperado de: <https://blog.kriptongroup.com/los-fallos-mas-comunes-en-mantenimiento-industrial/>.

n.d. *sistemas de enfriamientos. mexico: brummer cooling system*, Recuperado de: <http://www.brummer.com.mx/BoletinPDF/SIS.ENFRIAMIENTO.pdf>.

Predictiva21. 2020. *Resolución De Fallas En Compresores Reciprocantes- Predictiva 21*. Recuperado de: <https://predictiva21.com/resolucion-de-fallas-recurrentes-de-alto-impacto-en-componentes-de-compresores-reciprocantes-complejos-usando-la-metodologia-analisis-causa-raiz-acr-basada-en-los-criterios-de-gestion-de-gerencia/>

Rodríguez, J., 2020. *Análisis Causa-Raíz (ACR) En Mantenimiento De Activos - Retain Technologies*.

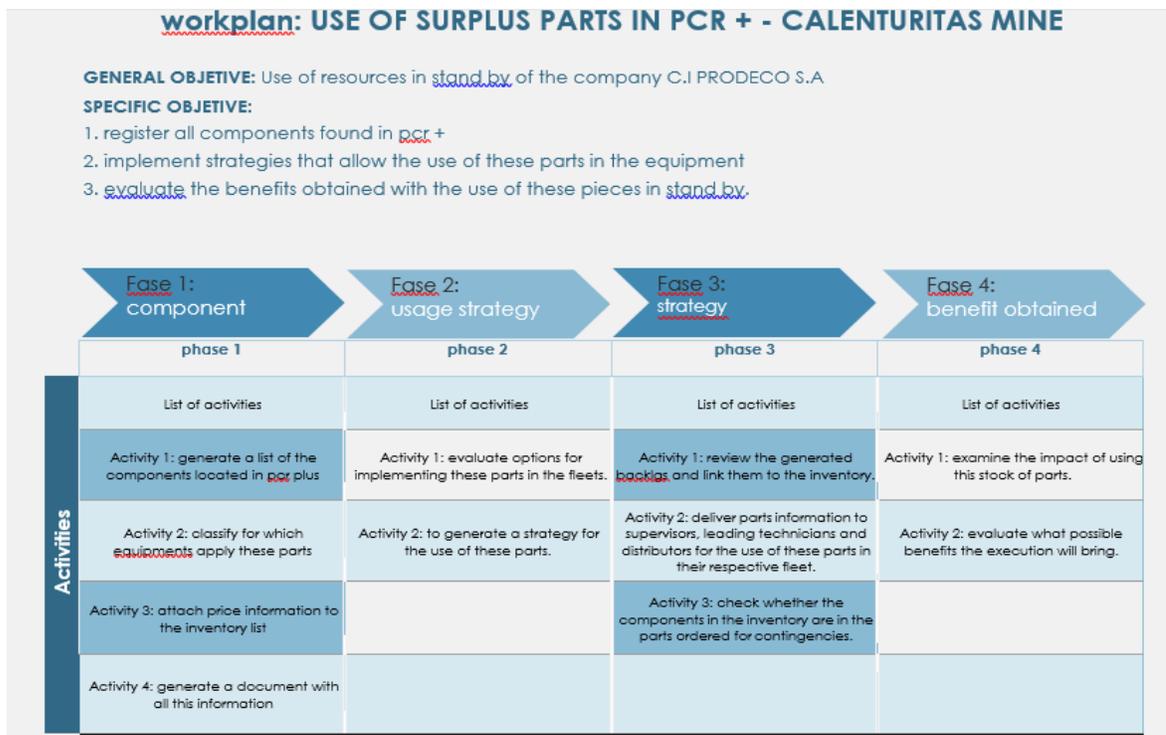
Tucaterpillar.blogspot.com. 2014. *Tren De Potencia (Powertrain)*. Recuperado de:
<http://tucaterpillar.blogspot.com/2008/06/servpro-ingeniera-e-industrias-es-una.html>

Wagner, X., 2017. *Prácticas Corporativas*. Grupo Prodeco. Recuperado de:
<http://www.grupoprodeco.com.co/index.php/es/quienes-somos/practica-corporativa/politicas/>

2013. *Manual Sistema De Aire De Freno Para Camión 793C*. PERU: Ferreyros SAA, p.
Recuperado de: <https://es.slideshare.net/joseluiszdlc/manual-sistemaairefrenoscamiion793ccaterpillar>.

Apéndice

Trabajos E Informes Realizados En La Empresa.



	phase 1	phase 2	phase 3	phase 4
Results	List of results	List of results	List of expected results	List of expected results
	results 1: detailed spare parts document	results 1: short or medium term solution.	results 1: incorporation of abandoned spare parts in good condition to the prodeco maintenance.	results 1: use of resources in company's stand by
	Resultado 2: quick component sorting.	results 2: further analysis of the problem	results 2: time saving in purchase requisition	results 2: generate awareness of not wasting resources.
	Resultado 3: see how much we have in resources.		results 3: make better use of company resources	results 3: observe the impact that the use of these resources will have

time saved in applying for a part		
requisition times	imprevisto (hrs)	backlogs (hrs)
generate and receive an order	6h-12h	4h-6h
search for part in stock	0,5-1	0,5-1

NOTE: THE BACKLOGS ONLY USE THE TIME SINCE IT IS REQUESTED WITH THE ARRIVAL SCHEDULE OF THE EQUIPMENT.

COST OF RESOURCES USED FOR THE ELABORATION OF THIS WORK PLAN			
labor hour cost	hours	cost	total cost
maintenance assistant	28	\$ 29.260,10	\$ 819.282,80
practicante mtto	30	\$ 58.520,20	\$ 1.755.606,00
superintendent	7	\$ 433.333,33	\$ 3.033.333,33
		total labor hour cost	\$ 5.608.222,13

PARTS USED OR PLANNED FOR THE MONTH OF MARCH

PARTS FOR 777F (RELIANZ)						
RING	2R-1236	1	777F	\$	42,494.00	\$ 42,494.00
MOUNTING	5D-5654	4	777F	\$	276,455.00	\$ 1,105,820.00
CONJUNTO ENCHUFE	9X-0141	1	777F	\$	304,969.00	\$ 304,969.00
TAPA HDCCO	5T-0016	1	777F	\$	187,453.00	\$ 187,453.00
CLIP	5P-7464	1	777F	\$	30,902.00	\$ 30,902.00
CONJUNTO MANGUERA	5D-7464	1	777F	\$	151,568.00	\$ 151,568.00
BOLT	8T-8919	21	777F	\$	6,402.00	\$ 134,442.00
				TOTAL	\$	\$ 1,957,648.00

USED PARTS FOR TRUCKS 789C & 793D (CHM)							EQUIPO
BEARING A3	8J-3793	1	789C	\$	2,585,441.00	\$ 2,585,441.00	DT520
SENSOR DE VELOCIDAD	318-1181	1	D11T	\$	581,148.00	\$ 581,148.00	D11T
VALVULA	6E-6298	1	789C	\$	6,434,568.00	\$ 6,434,568.00	DT520
CARDAN PTO	230-4112	1	789C	\$	5,151,710.00	\$ 5,151,710.00	DT521
HOSE	279-6759	1		\$	345,284.00	\$ 345,284.00	DT494
HOSE	339-0208	1		\$	701,329.00	\$ 701,329.00	DT494
HOSE	242-6748	1		\$	1,849,958.00	\$ 1,849,958.00	DT494
				TOTAL (CHM)	\$	\$ 17,647,438.00	

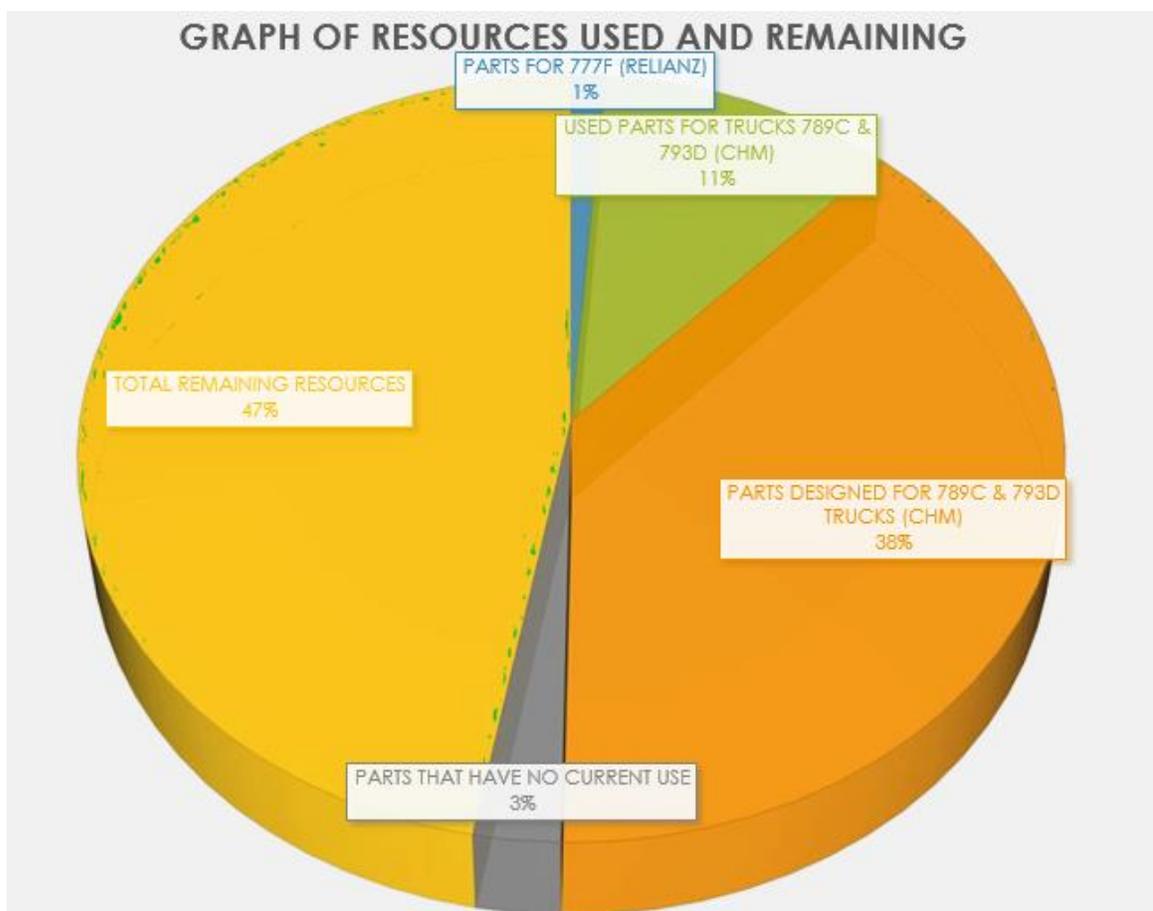
PARTS DESIGNED FOR 789C & 793D TRUCKS (CHM)							EQUIPO
MOUNT A3	7W-2425	1	789C-793D	\$	4,850,582.00	\$ 4,850,582.00	DT375
BEARING	188-8697	6		\$	6,715,003.00	\$ 40,290,018.00	PCR Y CAMBIOS DE SUSPENSIONES
ARANDELA	8T-3282	8		\$	4,568.00	\$ 36,544.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ADAPTER	141-1489	1	789C	\$	63,915.00	\$ 63,915.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ABRAZADERA	2V-0600	2		\$	134,888.00	\$ 269,776.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ABRAZADERA	6V-8521	12		\$	129,628.00	\$ 1,555,536.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ADAPTER	152-0199	6		\$	128,971.00	\$ 773,826.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ADAPTADOR DE CODO	6V-9007	4		\$	120,285.00	\$ 481,140.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ADAPTADOR DE CODO	38-6552	2		\$	23,220.00	\$ 46,440.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ADAPTADOR DE CODO	4D-3734	1		\$	48,204.00	\$ 48,204.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ADAPTADOR DE CODO	6V-9182	10		\$	1,418,090.00	\$ 14,180,900.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ADAPTADOR DE CODO	2H-3940	2		\$	58,516.00	\$ 117,032.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ADAPTADOR DE CODO	030-7945	2		\$	111,288.00	\$ 222,576.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ADAPTADOR DE CODO	6V-8629	1		\$	115,441.00	\$ 115,441.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ADAPTADOR RECTO	6V-8638	2		\$	35,158.00	\$ 70,316.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ADAPTADOR RECTO	6V-8716	2		\$	57,755.00	\$ 115,510.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ADAPTADOR	5F-6371	1		\$	37,442.00	\$ 37,442.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ADAPTADOR DE CODO	6V-8625	1		\$	66,579.00	\$ 66,579.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO

ADAPTADOR DE CODO	6V-8549	1		\$	89,833.00	\$ 89,833.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
ADAPTADOR RECTO	6V-8639	2		\$	29,448.00	\$ 58,896.00	PIEZAS DE USO DIARIO A REQUERIMIENTO
				TOTAL (PROYECTADO)	\$	\$ 63,490,506.00	

PARTS THAT HAVE NO CURRENT USE					
PIN	ST-5P47		2		
				\$	2,142,295.00
				\$	4,284,590.00
					TOTAL (DESTRUCCION)
				\$	4,284,590.00
					TOTAL DE RECURSOS RESTANTES
				\$	77,840,300.00

DATOS DE COSTOS	
PARTS FOR 777F (RELIANZ)	\$ 1,957,648.00
USED PARTS FOR TRUCKS 789C & 793D (CHM)	\$ 17,669,438.00
PARTS DESIGNED FOR 789C & 793D TRUCKS (CHM)	\$ 63,490,506.00
PARTS THAT HAVE NO CURRENT USE	\$ 4,284,590.00
TOTAL REMAINING RESOURCES	\$ 77,840,300.00
TOTAL RESOURCES	\$ 165,242,482.00

Apéndice 1. proyecto de asignación de piezas. (autor del proyecto)



Apéndice 2. Total, de piezas asignadas a equipos. (Autor del proyecto).