

**PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TRACTORES D11R DE CATERPILLAR
PARA LA MINA PRIBBENOW Y DESCANSO DE DRUMMOND**

JHOSUA ROMERO ROBLES

PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRONICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA, MECATRONICA E INDUSTRIAL

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

PAMPLONA

2022

**PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TRACTORES D11R DE CATERPILLAR
PARA LA MINA PRIBBENOW Y DESCANSO DE DRUMMOND**

JHOSUA ROMERO ROBLES

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

INGENIERO MECATRÓNICO

Director: Mg(c) OSWAL ALBEIRO VERA MOGOLLÓN

Ingeniero en Mecatrónica

oswal.vera@unipamplona.edu.co

PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRONICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA, MECATRONICA E INDUSTRIAL

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

Pamplona

2022

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por darme la vida, sabiduría y fortaleza para afrontar los retos que impone la vida.

De la misma manera, a todas las personas de mi núcleo familiar y amigos, en especial mis padres y hermanos quienes me han brindado su apoyo durante mi proceso, son mi inspiración en la vida. Como también mis hermanos y amistades del colegio, quien siempre han estado brindándome su apoyo y su acompañamiento.

A cada uno de los docentes que tuve la fortuna de tener durante mi permanencia en la universidad, en especial el cuerpo de docentes de la facultad de ingeniería mecatrónica, que, gracias a su esfuerzo por formar profesionales de calidad, me han formado como una persona competitiva y con los conocimientos esenciales para la vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a cada una de las personas que conforman la empresa DRUMMOND LTD como también a todo el personal de cada una de las contratistas de la empresa, en especial a los supervisores Roisel Martínez, Juan Valest, Jorge Chacón, Luis durante, Alex Calderin, quienes me brindaron la confianza y las herramientas necesarias para poder realizar los trabajos en busca de mejoras continuas.

Al docente de ingeniería mecatrónica, Mg Oswal Albeiro Vera Mogollón quien estuvo presto para solucionar algunas inquietudes durante el proceso.

Contenido

1	Introducción	14
1.1	Contexto Y Condiciones Del Problema	14
1.2	Sistematización Del Problema	15
1.3	Justificación	15
1.4	Objetivos	17
1.4.1	Objetivo General	17
1.4.2	Objetivos Específicos	17
1.5	Acotaciones	17
2	Marco Teórico Y Estado Del Arte	19
2.1	Marco Teórico	19
2.2	Tipos De Tractores	19
2.3	Tractor De Llantas	19
2.3.1	<i>Modelos De Tractores De Llantas Cat:</i>	19
2.4	Tractor De Oruga	20
2.4.1	<i>Modelos De Tractores De Oruga Cat:</i>	20
2.5	Técnico Electrónico(Et)	20
2.6	Sistema De Información De Servicio	21
2.7	Mantenimiento	22
2.7.1	<i>Tipos De Mantenimiento</i>	22
2.8	Mantenimiento Correctivo	22
2.9	Mantenimiento Preventivo	23
2.10	Programación	24
2.11	Lenguajes De Programación	24
2.12	Python	25
2.13	Normativa Y Entes De Control	25
2.14	Normas En La Empresa	28
2.15	Política De Seguridad Y Salud En El Trabajo	29
2.16	Estado Del Arte	31
3	Identificación De Los Equipos Y Componentes	35
3.1	Tractor D11r Cat	35
3.2	Motor 3508b	36
3.3	Componentes De Sistema De Control Electrónico	37

3.4	Sistema De Control Electrónico Del Tren De Fuerza	38
3.5	Sistema De Visualización De Información Vital (Vids)	40
3.6	Sistema De Control Electrónico De Implementos	41
3.7	Sistema Hidráulico	42
3.8	Bomba De Implementos	42
3.9	Control Electrohidráulico	43
3.10	Válvula De Control Del Dozer (Hoja Topadora)	44
3.11	Válvula De Control De Doble Inclinación	45
3.12	Bomba Fan(Ventilador)	45
3.13	Tren De Fuerza	45
3.14	Control Hidráulico De La Transmisión	47
3.15	Válvula De Control De Dirección Y Freno	48
3.16	Mandos Finales	49
3.17	Tren De Rodaje	49
3.18	Sistema Eléctrico	53
3.18.1	Sistema De Arranque	53
3.18.2	Sistema De Carga	53
3.19	Cables	54
3.20	Conectores	54
3.21	Fusibles Y Disyuntores	55
4	Protocolos De Mantenimiento De Los Tractores D11r	56
4.1	Formato De Preoperacionales De Herramientas	63
4.2	Control De Energías Peligrosas (Etiqueta Y Candado)	78
5	EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO EN LOS EQUIPOS	80
5.1	Mantenimiento Preventivo(Pm)	80
5.2	Pautas De Un Pm Xs En Tractores D11r	80
5.3	Alarmas De Equipos En Taller	81
5.4	Códigos De Diagnostico	82
5.5	Programación Flash	82
5.6	Algunos Casos De Alarmas Presentadas En Taller	83
5.7	Instalación De Ecms	86
6	Planteamiento De Propuesta De Apoyo A La Gestión De Mantenimiento	88
7	Análisis Y Resultados Del Desarrollo Del Proyecto	90

7.1	Inspección De Equipos	90
7.1.1	Formato Diario De Reporte De Equipos Down En Mina	90
7.2	Equipos Por Mantenimiento Pm	91
7.3	Resultados De La Integración De Backlogs De Las Fallas Encontradas	94
8	Conclusiones	95
•	Referencias	97
9	ANEXOS	99

Lista De Tablas

Tabla 1.	Análisis de riesgo ocupacional	58
Tabla 2.	Análisis de riesgo del procesos	59
Tabla 3.	Elementos de protección personal	59
Tabla 4.	Responsabilidades	60
Tabla 5.	Entrenamiento	61
Tabla 6.	Formatos preoperacionales	63
Tabla 7.	Pautas de Pm xs	79

Lista De Figuras

ILUSTRACIÓN 1 DIAGRAMA PM. AUTOR	23
ILUSTRACIÓN 2 TRACTOR D11R EN TALLER. AUTOR	35
ILUSTRACIÓN 3 MOTOR 3508B. AUTOR	36
ILUSTRACIÓN 4 BOMBA DE IMPLEMENTOS. AUTOR	43
ILUSTRACIÓN 5 CONTROL ELECTROHIDRÁULICO. AUTOR	44
ILUSTRACIÓN 6 VÁLVULA DE CONTROL DEL DOZER. AUTOR	44
ILUSTRACIÓN 7 BOMBA DEL FAN. AUTOR	45
ILUSTRACIÓN 8 BOMBA DE TRANSMISIÓN. AUTOR	46
ILUSTRACIÓN 9 VÁLVULAS SOLENOIDE DE CONTROL DE LA TRANSMISIÓN. AUTOR	48
ILUSTRACIÓN 10 VÁLVULA DE DIRECCIÓN Y FRENO. AUTOR	49
ILUSTRACIÓN 11 BASTIDOR DE RODILLOS INFERIORES. AUTOR	50
ILUSTRACIÓN 12 BARRA ESTABILIZADORA. AUTOR	50
ILUSTRACIÓN 13 EJE PIVOTE. AUTOR	51
ILUSTRACIÓN 14 RODILLOS INFERIORES. AUTOR	51
ILUSTRACIÓN 15 RUEDA GUÍA. AUTOR	52
ILUSTRACIÓN 16 CADENAS. AUTOR	52
ILUSTRACIÓN 17 CONTROL DE ENERGÍAS PELIGROSAS. AUTOR	79
ILUSTRACIÓN 18 CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO EN EL MÓDULO DE CONTROL DE MENSAJE. AUTOR	84
ILUSTRACIÓN 19 DIAGNÓSTICO ET. AUTOR	84
ILUSTRACIÓN 20 ECMs. AUTOR	86
ILUSTRACIÓN 21 MAINTENANCE DAILY REPORT. AUTOR	90
ILUSTRACIÓN 22 TAREAS A REALIZAR. AUTOR	91
ILUSTRACIÓN 23 BUMPER 5673. AUTOR	92
ILUSTRACIÓN 24 TAREAS POR HACER 5675. AUTOR	92
ILUSTRACIÓN 25 BUMPER 5675. AUTOR	93

ILUSTRACIÓN 26 TAREAS POR HACER 5259.AUTOR	93
ILUSTRACIÓN 27 BUMPER 5259.....	94

Lista De Anexos

Anexo 1.	Falla clth sol1 err	96
Anexo 2.	Mazo de cable de ECM	96
Anexo 3.	Medición de continuidad en harnees	97
Anexo 4.	Medición de continuidad en conector de ECM	98
Anexo 5.	Archivo flash del motor	99
Anexo 6.	Cargue del archivo Flash en el ET	100
Anexo 7.	Validación de archivo Flash cargado	101
Anexo 8.	Revisión de cables de Joystick de control de doce	102
Anexo 9.	Joystick desinstalado	103
Anexo 10.	Instalación de mazo de cables a ECM	104
Anexo 11.	Orden de trabajo para realizar flash a ECM	105
Anexo 12.	Códigos de diagnóstico en el VIDS	106
Anexo 13.	Orden de trabajo de tareas realizadas	107
Anexo 14.	Pantalla de inicio de programa Gocat	108
Anexo 15.	Ingreso de códigos al GoCat	108
Anexo 16.	Información de GoCat sobre la falla	109

RESUMEN

El sector minero es el eje principal de la economía del centro del departamento del Cesar, Drummond es una de las compañías mineras que operan en el sector y quien por los últimos 6 años ha sido líder en la exportación de carbón en Colombia, para lograr esto, la empresa cuenta con una amplia flota de equipos mineros, entre ellas, los tractores D11R Caterpillar, quién ha sido considerada como la flota de tractores más grande del mundo.

En los procedimientos de los trabajos a realizar en la máquina, se deben tener en cuenta factores como la seguridad, disponibilidad de materiales y talento humano para realizar dichos procesos. Una vez se tenga claro el plan a seguir para la instalación de partes eléctricas o solucionar alguna falla en el equipo, se procede a ejecutar. El objetivo es garantizar que las máquinas estén operativas lo más pronto posible sin perder su eficiencia.

El desarrollo del trabajo permite garantizar que se realicen los trabajos eléctricos de manera correcta y solucionar todos los problemas que pueda presentar la máquina tanto en su ensamble como en el ingreso del equipo al taller siguiendo todos los procedimientos de trabajo seguro en minería y los planes a ejecutar para las tareas, por otro lado, se implementa un programa diseñado para que los técnicos tenga acceso a los paso a paso a seguir para solucionar cualquier alarma que el equipo pueda presentar, ingresando los códigos de diagnósticos el programa permite tener información de la falla y un paso a paso de como poder solucionarla, esto permite optimizar los tiempos de diagnóstico y comenzar a solucionar las alarmas de manera inmediato, garantizando así que se los equipos queden operativos sin ninguna alarma en un tiempo mucho más reducido y la disponibilidad de la flota en la mina no se vea afectada, lo que repercutiría en una baja en la producción.

Palabras claves: carbono, equipo minero, tractores, eficiencia, ensamble, códigos de diagnósticos.

ABSTRACT

The mining sector is the main axis of the economy of the center of the department of Cesar, Drummond is one of the mining companies that operates in the sector and who for the last 6 years has been a leader in the export of coal in Colombia, to achieve this, the company has a large fleet of mining equipment, including Caterpillar D11R tractors, which has been considered the largest tractor fleet in the world.

In the procedures of the work to be carried out on the machine, factors such as safety, availability of materials and human talent must be taken into account to carry out said processes. Once the plan to follow for the installation of electrical parts or to solve any fault in the equipment is clear, it is executed. The objective is to ensure that the machines are operational as soon as possible without losing their efficiency.

The development of the work allows to guarantee that the electrical works are carried out correctly and to solve all the problems that the machine may present both in its assembly and in the entrance of the equipment to the workshop, following all the procedures of safe work in mining and the plans to be followed. run for the tasks, on the other hand, a program designed so that the technicians have access to the step-by-step steps to follow to solve any alarm that the equipment may present is implemented, entering the diagnostic codes the program allows to have information about the failure and a step-by-step on how to solve it, this allows optimization of diagnostic times and starting to solve alarms immediately, thus guaranteeing that the equipment remains operational without any alarm in a much shorter time and the availability of the fleet. in the mine is not affected, which would result in a drop in production.

Keywords: carbon, mining equipment, tractors, efficiency, assembly, diagnostic codes.

1 Introducción

1.1 Contexto Y Condiciones Del Problema

En Drummond Ltd. es de vital importancia la producción, por tal motivo, es importante mantener alta la disponibilidad de la flota, sin embargo, al estar estos equipos expuestos todo el día y la noche a terrenos de difíciles condiciones y al ser operados las 24 horas del día, esto produce que los equipo estén sujetos a que sus líneas hidráulicas o líneas eléctricas comiencen a agrietarse, fugar, etc., por otro lado, también pueden presentarse alarmas cuando se va a realizar el primer encendido de la maquina después de ser ensamblada. Cuando se presenta alguna deficiencia o problema en el sistema hidráulico o eléctrico de la máquina, esta le informa al operador del problema mediante una alarma.

Los tractores D11R de Caterpillar vienen integrado con cuatro módulos de control electrónico(ECM); ECM de implementos, ECM de tren de fuerza, ECM de motor y ECM de sistema de información vital(VIDS), estos ECMs controlan básicamente toda la máquina. El sistema de información vital(VIDS) de los tractores mediante el ECM del VIDS le permite informar al operador mediante una alarma que el equipo presenta una falla y emite en el display del VIDS los códigos asociados a esa falla, con esto, el técnico ingresa estos códigos en el sistema de información de servicio(SIS) para obtener la información a detalle de la falla y así proceder a solucionarla, el problema radica en que el sistema de información de servicio no está disponible para todos los técnicos tanto de campo como para taller, esto porque en muchas ocasiones se ha bloqueado el acceso a la plataforma debido a que varios técnicos acceden al sistema con un mismo usuario, por otro lado, en campo, algunos casos los técnicos

no tienen acceso a la información por estar en zonas remotas de la mina donde no hay señal, estos factores causan que en muchas ocasiones los trabajos se atrasen y los equipos tarden parados más de lo esperado.

Al ser una flota muy grande, se presentan muy seguidos equipos caídos(DOWN) en campo, equipos caídos(DOWN) en campo que deben ser llevados a taller, equipos que son ingresados al taller para realizarles un mantenimiento preventivo(PM), remoción de algún componente en mal estado o para desarme por completo del equipo, esto causa que se baje la disponibilidad de la flota, lo cual podría provocar una disminución en la producción.

1.2 Sistematización Del Problema

¿Cómo diseñar una herramienta que permita a los técnicos en campo y en taller acceder a la información de las fallas sin que se bloquee el sistema de información de servicios, garantizando que no se pierda tiempo a la hora de solucionar las fallas del equipo?

1.3 Justificación

A raíz de los problemas que tiene los técnicos para acceder al sistema de información de servicios (SIS), se realiza un programa mediante programación con lenguaje Python que permita obtener esa información sin tener que acceder al SIS y sin necesidad de tener acceso a internet, evitando así que los técnicos tanto en campo como en taller tengan contratiempos a la hora de empezar a evaluar la máquina. Por otro lado, también se realiza un acompañamiento

y validación de fallas corregidas en los equipos, supervisión de los procesos de ensamble del equipo e instalación de componentes eléctricos

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Ejecutar programa GoCat (“Ve oruga”, hace alusión al tractor D11R de orugas) para acceder al sistema de información de servicio(SIS) y realizar revisiones a los procedimientos de los tractores D11R cuando se presenten alarmas y cuando se esté armando un equipo

1.4.2 Objetivos Específicos

Validar que los procesos de instalación y ensamble de componentes y líneas se hagan correctamente siguiendo todos los protocolos de seguridad y los procedimientos de trabajo seguro

Validar que se hayan corregido las alarmas que presentan los tractores cuando se vaya a realizar la entrega de equipos ensamblados como los que han sido ingresados al taller

Supervisar los procesos de diagnósticos y flash-file que se realicen con el técnico electrónico (ET) en los tractores D11R

Diseñar herramientas offline que permita acceder a la información del SIS para la solución de fallas en los equipos

1.5 Acotaciones

- Proceso De Orden De Compra De Componentes
- Trabajo Simultaneo Que Implique Bloquear El Equipo

- Computador Bloqueado Para Acceder Al Sis
- Lluvia, Que Por Seguridad Se Deja De Trabajar

2 Marco Teórico Y Estado Del Arte

2.1 Marco Teórico

Entre 1993 y 1995 Drummond inicia sus operaciones en Colombia e inicia la construcción de la mina y el puerto, la primera producción de carbón de la empresa se registra en 1995, desde entonces, la empresa ha ido en crecimiento hasta convertirse en la principal exportadora de Colombia durante los últimos 6 años. Dentro de su gran variedad de maquinaria pesada de la marca Caterpillar, la flota de tractores es una de las principales, Drummond cuenta con los siguientes modelos de tractores de oruga: D11R, D11T, D10R, D9L y D6R.

2.2 Tipos De Tractores

Los tractores se clasifican en dos tipos: tractor de llantas y tractor de oruga

2.3 Tractor De Llantas

Son equipos usados en tareas donde no se necesite mucha tracción, generalmente se usan en trabajos donde se pueda trasladar a los terrenos sin dañar el suelo, entre sus funciones están: empujar, acarrear, jalar, entre otras.

2.3.1 Modelos De Tractores De Llantas Cat:

- 824K
- 834K
- 844K
- 854K

- 814F2

2.4 Tractor De Oruga

son equipos usados en aplicaciones que demanden alta producción y terrenos rigurosos gracias a su buena tracción en sus orugas y su potencia, son equipos robustos y especiales para trabajos mineros, entre sus funciones están: empujar, acarrear, jalar, entre otras.

2.4.1 Modelos De Tractores De Oruga Cat:

- D1
- D2
- D3
- D4
- D5
- D6GC
- D6T
- D7
- D8
- D9
- D10
- D11

2.5 Técnico Electrónico(Et)

El ET es un software para realizar diagnósticos y programar los ECM que están en la maquinaria pesada de la empresa Caterpillar, por medio de esta herramienta se puede tener toda la información de la maquina conectando el programa por medio del com adapter a la máquina. Está diseñado para funcionar en el sistema operativo de Windows.

COM ADAPTER

El Com adapter es una herramienta creada por cat para transformar en datos las señales provenientes de los ECM de modo que puedan ser leídos por el técnico electrónico (ET), adicional a esto, se necesitan otros elementos que hacen parte del com-adapter-tool-kit. }

Com-Adapter-Tool-Kit

El kit para la comunicación completa entre los ECM y el técnico electrónico(ET) son:

- Com adapter
- Cable data link
- Extensión serial

2.6 Sistema De Información De Servicio

El sistema de información de servicio (SIS) es una plataforma de Caterpillar diseñada para ilustrar toda la información de todos los productos de la empresa, así como los componentes, funcionamiento de los sistemas, piezas de las maquinas, características, caso falla, esquemas eléctricos, esquemas hidráulicos, teoría eléctrica, prueba y ajustes en la

máquina, información técnica, información de los componentes de los motores y sus piezas, y muchas cosas. También ofrece la opción de comprar componentes de la empresa.

2.7 Mantenimiento

Los mantenimientos en la maquina pesada garantiza que se tenga una seguridad laboral, que los equipos ofrezcan su mejor rendimiento y eficiencia, el operador se siente más seguro, detección de desgastes, grietas o defectos en la máquina, todo esto a causa de las revisiones que se les realiza periódicamente.

2.7.1 Tipos De Mantenimiento

- Mantenimiento Preventivo (También conocido como PM)
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento planificado
- Mantenimiento Correctivo

En taller y campo, se realizan los siguientes tipos de mantenimiento:

2.8 Mantenimiento Correctivo

consiste en reparar algún daño observado en la maquina o algún inconveniente que este presentando que pueda afectar el rendimiento de la máquina, para esto, la maquina debe

ser parada. Cuando se presentan estos problemas, los equipos son llevados a taller al área de remoción cuando no se puede realizar las reparaciones en campo.

2.9 Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento se basa en diseñar un plan de mantenimiento a determinado tiempo para realizar todos los backlogs y tareas requeridas para que la máquina funcione en perfecto estado sin disminuir la eficiencia de esta. El doctor en ingeniería de minas Juan herrera herbet define el mantenimiento preventivo como “programa sistemático de revisiones al que cada unidad o cada parte de ella se somete periódicamente, antes de fallar” (citar pdf). En la ilustración 1 se aprecia un diagrama de un proceso de mantenimiento que involucra los tipos de PM a realizar y los tiempos de ejecución para el tractor D11R 5259

DIAGRAMA PM

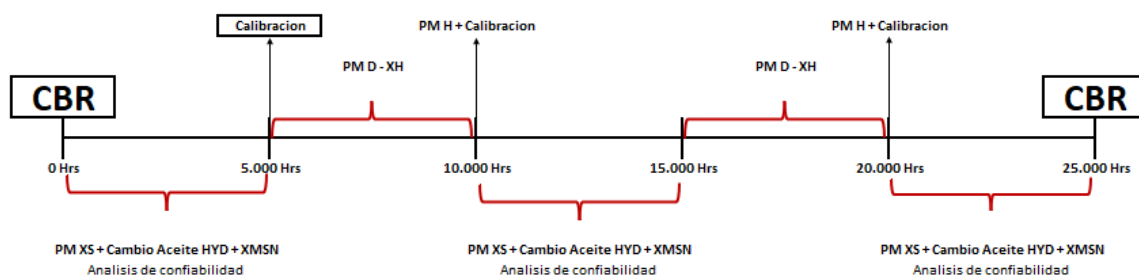


Ilustración 1 Diagrama PM. autor

Antes de realizar un PM, se realiza una reunión Pre-Pm para tomar decisiones sobre las tareas a realizar en los equipos, para los tractores D11R hay 8 tipos de Pm.

2.10 Programación

Programar es el arte de crear una serie de instrucciones mediante un lenguaje con el objetivo de realizar una tarea. En informática, programar consiste en crear una serie de algoritmos que permitan crear una aplicación o programa, en la actualidad, se puede programar aplicaciones móviles o programas no solo en computador, sino también en celulares y tabletas. (ETECÉ, 2020)

Tipos De Programación:

Se presentan a continuación los tipos de clases de programación:

- Programación estructurada
- Programación modular
- Programación orientada a objetos
- Programación concurrente
- Programación funcional
- Programación lógica

2.11 Lenguajes De Programación

Los lenguajes de programación son la forma en como los programadores se comunican con una máquina para indicarle que se quiere hacer con la meta de crear un software, aplicación, programa, etc. en la actualidad, existen muchos lenguajes de programación, algunos de ellos se especializan en distintas ramas de la programación. (ETECÉ, 2021)

2.12 Python

En la actualidad, Python se encuentra entre los lenguajes más usados gracias a su facilidad de uso e interpretación, además de ser un lenguaje multiplataforma de código abierto y, por ende, gratis. Este lenguaje de programación es de nivel alto orientado a objetos y usado principalmente para el desarrollo de aplicaciones y para el desarrollo web.

Pycharm

Pycharm es un software de IDE orientado al desarrollo por medio del lenguaje Python, sin embargo, también acepta otros lenguajes de programación como lo son Kotlin, javascript y herramientas como HTML.

Kivy

Es un framework diseñado para Python que facilita el desarrollo de aplicaciones móviles, ofrece un paquete de widgets, layouts y objetos que permiten realizar interfaces graficas mucho más poderosas. Puede trabajar en los sistemas de Mac, Windows y Linux.

2.13 Normativa Y Entes De Control

Para el sector minero, la constitución política de Colombia establece algunas normas para la regulación de las actividades mineras en todo el territorio nacional. Se presentan algunas de esas normas:

Ley 141 de 1994

El artículo 22 menciona que “el recaudo de las regalías para la explotación de carbón y calizas destinadas al consumo de termoeléctricas, a industrias cementeras y a industrias del hierro estará a cargo de estas de acuerdo al precio que para el efecto fije a estos minerales el Ministerio de Minas y Energía, teniendo en cuenta el costo promedio de la explotación y transporte” (HERRERA, 2022)

Decreto 539 de 2022

“Por el cual se expide el Reglamento de Higiene y Seguridad en las Labores Mineras a Cielo Abierto”

Establece en el artículo 51 del capítulo II que “La instalación, operación y mantenimiento de equipos mecánicos fijos y móviles, debe hacerse de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes, con especial atención a su programa de mantenimiento, descarga de gases contaminantes, calidad de repuestos y lubricación” (puyo, 2022)

Decreto 2655 de 1988

“Por el cual se expide el código de minas”

Estos códigos tienen como objetivo “fomentar la exploración del territorio nacional y de los espacios marítimos jurisdiccionales, en orden a establecer la existencia de minerales; a facilitar su racional explotación; a que con ellos se atiendan las necesidades de la demanda; a

crear oportunidades de empleo en las actividades mineras; a estimular la inversión en esta industria y a promover el desarrollo de las regiones donde se adelante” (ALARCON MANTILLA & MEJIA VALLEJO, 1988)

Decreto 1335 de 1987

El artículo 181 del capítulo IV establece “Todo propietario de mina o titular de derechos mineros, está en la obligación de entregar a los trabajadores, los elementos de protección personal indicados para el desempeño de sus labores. Cuando las condiciones de trabajo así lo exijan y con el objeto primordial de evitar accidentes de trabajo, es obligatorio el suministro de equipos especiales de protección personal, como botas con puntera metálica, mascarillas contra polvo, filtros de autorrescate, equipo de respiración a base de oxígeno, caretas de soldador, cinturones de seguridad, etc. Se prohíbe el uso de vestidos flotantes, como corbatas, bufandas, ruanas, ponchos, etc.” (PERRY RUBIO & GRANADA RODRIGUEZ, 1987)

Decreto 501 de 1995

“por el cual se reglamenta la inscripción en el registro minero de los títulos para la exploración y explotación de minerales de propiedad nacional”

Establece en su artículo 1° que “La ejecución de los trabajos autorizados con la expedición de las licencias de explotación, de los contratos de concesión y de los aportes que

recaigan sobre recursos minerales de propiedad nacional, requerirán de la licencia ambiental respectiva. En consecuencia, el registro de tales títulos mineros sólo será procedente una vez obtenida la licencia ambiental respectiva” (PIZANO, 2022)

Decreto 1753 de 1994

“por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”

En el artículo 4° del capítulo II se establece que “En desarrollo del artículo 60 de la Ley 99 de 1993, toda persona que desarrolle un proyecto de minería al cielo abierto constituirá a favor de la autoridad ambiental competente una póliza de garantía de cumplimiento equivalente, como máximo al 30% del costo anual de las obras de recuperación, o sustitución morfológica, que se pretendan desarrollar con forme al plan de manejo ambiental” (RODRIGUEZ BECERRA & GAVIRIA TRUJILLO, 1994)

2.14 Normas En La Empresa

Es fundamental conocer las normas que rigen las distintas áreas de trabajo en todas las minas, las siguientes normas son consideradas como reglas de oro y deben ser cumplidas en todas las áreas de la mina:

- Usar los elementos de Protección Personal establecidos a todo momento.
- Identificar, evaluar y contemplar todos los controles requeridos para realizar los trabajos de forma segura. (Análisis Seguro De Trabajo)
- No se realizan trabajos si desconoce de la tarea o no tiene el PTS.

- Todo equipo que vaya a ser ingresado o vaya a salir del taller, deben ser siempre coordinados por un guía en tierra que le esté dando las indicaciones al operador mediante señales establecidas.
- Para el movimiento de los equipos en taller, se deben realizar siempre los siguientes códigos de pitadas: Pitar una vez para encender el equipo, pitar dos veces para dar marcha hacia adelante y pitar tres veces para cuando se quiera dar marcha atrás del equipo.
- Garantizar que todos los que camiones que ingrese al taller lo hagan mediante guayas-pines y cuñas para evitar una caída brusca de la tolva levantada
- Apartas todas las fuentes de Energías Peligrosas.
- El supervisor debe aprobar previamente los permisos de trabajos llenados a utilizar antes de iniciar alguna actividad que implique alto riesgo
- Utilizar los equipos y herramientas idóneos para la realización de las tareas.
- Emplear en todos los equipos los tres puntos de apoyo cuando se quiera subir, bajar o desplazarse

2.15 Política De Seguridad Y Salud En El Trabajo

Con el compromiso de que sus operaciones de transporte, extracción, y exploración de carbón se realicen de manera responsable y sostenible, Drummond se responsabiliza con las siguientes acciones:

- “Considera el cuidado de la salud y la seguridad como un valor primordial para el desarrollo de sus actividades” (LINARES , 2019)

- “Adelanta actividades permanentes de identificación de peligros y evaluación de riesgos para aplicar controles dirigidos a eliminarlos o reducirlos, a fin de prevenir accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo en sus empleados, contratistas, subcontratistas y visitantes” (LINARES , 2019)
- “Garantiza el cumplimiento de la legislación aplicable de seguridad y salud en el trabajo, como también las obligaciones establecidas por las autoridades reguladoras y otros compromisos que la organización suscriba voluntariamente” (LINARES , 2019)
- “Establece objetivos y programas que permitan gestionar los riesgos priorizados, que se difunden y evalúan periódicamente para verificar su ejecución y medir su eficacia”. (LINARES , 2019)
- “Asegura la implementación y el mantenimiento del Plan Estratégico de Seguridad Vial en sus diferentes componentes”. (LINARES , 2019)
- “Mantiene un proceso permanente de valoración del desempeño del sistema de gestión, incluyendo la identificación de cambios significativos relacionados, las conclusiones de la consulta y participación de los trabajadores, de la vigilancia en salud, de las investigaciones de enfermedades y accidentes y de las auditorias adelantadas”. (LINARES , 2019)
- “Define opciones de mejora continua en el cumplimiento de esta política con base en los puntos del numeral 6, así como necesidades de nuevos controles, procedimientos, programas, actividades de entrenamiento y concientización para comprometer a los empleados, contratistas, subcontratistas y proveedores en el cumplimiento de los programas establecidos”. (LINARES , 2019)
- “Responde rápida y efectivamente a los accidentes, incidentes y emergencias que puedan resultar de las operaciones o factores externos que tengan relación con estas operaciones, incluidas las pandemias y emergencias sanitarias.

Realiza las notificaciones oportunas a las autoridades pertinentes en cada caso y coopera con organizaciones industrial y agencias gubernamentales autorizadas” (LINARES , 2019)

2.16 Estado Del Arte

En la búsqueda de información relacionada con el mantenimiento de maquinaria pesada, el siguiente artículo detalla muchos aspectos importantes.

TITULO: MEJORA DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA LEAN BELT EN LA FLOTA DE TRACTORES ORUGA CATERPILLAR® DE LA EMPRESA FERREYROS S.A. EN EL ÁREA DE OPERACIONES DEL PROYECTO TANTAHUATAY- CAMARCA 2016

Autor: Vázquez Leyva Rolmer Pepe

“La Gestión de Mantenimiento involucra cuatro etapas diferenciables: Planificación, Programación, Ejecución y Control. Entendiendo por Mantenimiento el servicio a la operación que tiene por objeto lograr una adecuada disponibilidad de los equipos al menor costo posible” (Vasquez, 2016)

TITULO: ANÁLISIS DE DESGASTES MECÁNICOS POR TRIBOLOGÍA PARA REDUCIR COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL MOTOR DE TRACTOR SOBRE ORUGAS D6T-CATERPILLAR

Autor: Mauricio Flores, David Obed

“Varios son las fallas que se originan en los elementos del motor y que deben ser enfrentados en la ingeniería de mantenimiento, pudiendo ser algunas de las causas contribuyentes las fallas por desgaste, fatiga, corrosión, erosión, corrosión bajo tensión, distorsión, acción del hidrógeno, fluencia, fatiga térmica o desalineación” (FLORES & OBED, 2017)

TITULO: EFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA DISMINUCIÓN DE PARADAS NO PROGRAMADAS DE LOS EQUIPOS TRACTOR ORUGA CATERPILLAR D6T Y D8T EN LA UNIDAD MINERA COIMOLACHE S. A - CAJAMARCA, 2017

Autor: Delmer Tapia Cabrera

“Con la implementación del mantenimiento preventivo se redujo las paradas no programadas por averías, al tener inspecciones y planificar cambios de los 05 equipos de tractor oruga Caterpillar D6T y D8T se logró un mejor conocimiento de los equipos y se detectaron futuros fallos que se puedan presentar con el tiempo” (Cabrera, 2017)

TITULO: MANTENIMIENTO EN MINERÍA-SEGUNDA PARTE

Autor: Rubén Eduardo Klimasauskas

“En mantenimiento, se observa en muchos casos que las averías recurrentes se suceden sin que se tomen medidas para que, sencillamente no ocurran de nuevo. Los responsables de mantenimiento conocen estas situaciones no deseadas, pero, frecuentemente, las disposiciones que toman no conllevan consigo las medidas necesarias para evitar la recurrencia. La falta de un enfoque metódico que entienda la causa, potencialidad y

probabilidad de ocurrencia de cada problema permitirá al gerente de mantenimiento y a todo su equipo de trabajo, edificar su “edificio de mantenimiento” sobre cimientos sólidos, de manera que sirva como un factor decisivo el aumento de rentabilidad de la empresa” (klimasauskas, 2015)

TÍTULO: RELACIÓN ENTRE LA PRODUCTIVIDAD, EL MANTENIMIENTO Y EL
REEMPLAZO DEL EQUIPAMIENTO MINERO EN LA GRAN MINERÍA

autor: “Esmilka Guerra-López, Alexis Montes de Oca-Risco”

“La productividad de los equipos mineros está catalogada como un parámetro de máxima importancia en la explotación de yacimientos minerales, pues marca la posibilidad del cumplimiento de los planes de producción planificados cuidadosamente a partir del análisis de criterios técnicos y económicos”

“En proyectos de gran minería a cielo abierto, el mantenimiento tiene un fuerte impacto en el cumplimiento de la capacidad productiva y se considera un elemento clave para alcanzar unas condiciones de rentabilidad y seguridad de la operación, garantizando la implementación de políticas ambientales acordes con las premisas del desarrollo sostenible” (GUERRA LOPEZ, 2019)

TITULO: “LA MINERÍA EN MÉXICO: DESPOJO A LA NACIÓN”

Autor: Jaime cardenas

“México es ya el 4o. destino más importante para la inversión minera mundial dedicada a la exportación, y el 1o. en América Latina. De los 4,400 millones de dólares invertidos en la minería mexicana en 2010, 2,070 millones procedieron del capital extranjero, de los que 1,952 millones de dólares (94%) provinieron de empresas canadienses; del total de la inversión extranjera en la industria minera nacional, Canadá representa el 72.76%; de las 290 mineras extranjeras en México, 211 son canadienses; de todo el capital canadiense en México, el 44% se concentra en el sector minero.”

TITULO: “ELABORACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO”

Autor: “Francisco Rey Sacristán”

“Un plan de mantenimiento preventivo óptimo nos permite comprender que este tiene unos límites en los cuales no mejoramos la fiabilidad más que si consideramos la posibilidad de realizar modificaciones sobre los sistemas” (REY SACRISTÁN, 2014) (CARDENAS, 2013)

3 Identificación De Los Equipos Y Componentes

3.1 Tractor D11r Cat

El tractor D11R es el tractor más grande de la marca Caterpillar, se caracteriza por ser un tractor diseñado para trabajar en terrenos rigurosos sin perder su eficiencia y potencia. El gran tamaño de su dozer permite que este equipo pueda mover grandes cantidades de tierra. La ilustración 2 muestra el tractor D11R 5259 ingresando al taller para realizarle un PM.



Ilustración 2 Tractor D11R en taller. autor

Sistemas Y Partes Del Tractor D11r

Se presentan los sistemas y partes de los tractores D11R:

- MOTOR 3508B fabricado por Caterpillar
- Sistema de control electrónico del tren de fuerza
- Sistema de visualización de información vital(VIDS)
- Sistema de control electrónico de implementos
- Sistema hidráulico

- Tren de fuerza

3.2 Motor 3508b

Su motor diésel 3508B de 8 cilindros, tiene un potencial de 850Hp a 1800rpm, este motor hace parte de la familia de motores 3500, utiliza un sistema de inyección unitaria activada electrónicamente. la ilustración 3 muestra las condiciones del motor 3508B después de haberse retirado del tractor D11R 5734



Ilustración 3 Motor 3508B. autor

Sistemas Del Motor 3508b:

- sistema de enfriamiento
- sistema de lubricación
- sistema de admisión y escape de aire
- sistema de combustible

3.3 Componentes De Sistema De Control Electrónico

Ecm Del Motor

Es la computadora que controla el motor. Monitorea constantemente el funcionamiento del motor, también se encarga de controlar la bomba del fan, la inyección de combustible, entre otros. El ECM del motor se comunica entre sí con los demás módulos de control electrónico por medio del enlace de datos CAT.

Sensores

- Sensor izquierdo de presión de admisión al compresor del turbocompresor
- Sensor derecho de presión de admisión al compresor del turbocompresor
- Sensor de presión de salida del turbocompresor
- Sensor de temperatura del refrigerante
- Sensor de temperatura del posenfriador
- Sensor de temperatura del múltiple de admisión
- Sensor de presión de aceite del motor
- Sensor de presión atmosférica
- Sensor de presión del cárter
- Sensor de temperatura del escape derecho
- Sensor de temperatura del escape izquierdo
- Sensor de presión de la bomba del ventilador de enfriamiento del motor

Dispositivos De Salida

Son dispositivos activados por el ECM del motor para realizar una acción en específico.

- Interruptor magnético del motor de arranque
- Interruptor magnético del motor de arranque
- Luz de dar servicio al motor
- Solenoide de control del ventilador del motor
- solenoides de inyector

Dispositivos De Entrada

Son dispositivos que envía información en forma de señal al ECM de motor.

- Sensor de velocidad/sincronización del motor
- Solenoide del retardador
- Sensor de posición del desacelerador
- Interruptor del acelerador
- Entrada de giro del motor sin inyección
- Enlace de datos Cat

3.4 Sistema De Control Electrónico Del Tren De Fuerza

Este sistema cumple tres funciones principales esenciales en la maquina: dirección, frenado y cambio de marcha.

Ecm Del Tren De Fuerza

El Módulo de control electrónico del tren de fuerza controla todas las operaciones electrónicas del tren de fuerza; cambio de marcha de la transmisión, selección electrónica del embrague, control electrónico de presión del embrague, operaciones de frenado y dirección, entre otras. Para comunicarse con los otros ECM, usa el sistema de enlace de datos CAT.

Interruptores

Son instrumentos de dos estados que informan al ECM del tren de fuerza. Los interruptores están cerrados o están abiertos.

- Interruptor de cambios ascendentes
- Interruptor de cambios descendentes
- Interruptor de límite (de sentido de marcha)
- Interruptor basculante (freno de estacionamiento)
- Interruptor del pedal del freno de servicio
- Interruptor de cambios automáticos
- Interruptor de desconexión automática

Sensores

Los sensores son dispositivos diseñados para detectar algún cambio en una magnitud física, estos informan por medio de señales PWM al ECM cuando se presentan cambios de condiciones.

- Sensor de velocidad (Salida del convertidor de par)
- Sensor de velocidad (Motor)
- Sensores de velocidad (Transmisión)
- Sensor de temperatura (Aceite de la dirección)
- Sensor de temperatura (Aceite de la transmisión)

Válvulas De Solenoide

Es un dispositivo diseñado para controlar eléctricamente el paso de flujo de la válvula. Estos dispositivos son activados por el ECM cuando se requiera alguna operación en la máquina.

- Válvulas de solenoide para la transmisión (5 en total)

- Válvulas de solenoide para la dirección y los frenos
- Válvula de solenoide (embrague izquierdo de dirección)
- Válvula de solenoide (embrague derecho de dirección)
- Válvula de solenoide (freno izquierdo)
- Válvula de solenoide (freno derecho)
- Válvula de solenoide (freno de estacionamiento)
- Válvula de solenoide (freno secundario)
- Válvula de solenoide (freno de estacionamiento)
- Válvula de solenoide (freno secundario)
- Válvula de solenoide (prioridad)

3.5 Sistema De Visualización De Información Vital (Vids)

El ECM del VIDS es un dispositivo que almacena información de la máquina en una memoria permanente RAM, para ello, el VIDS se comunica con los ECM de la máquina para tener información sobre todo el equipo. Para comunicarse, el ECM usa un sistema de enlace de datos CAT.

Interruptores

- Interruptores del indicador del filtro

Sensores

Los siguientes sensores son los que envían la información en forma de señal digital PWM. Sus frecuencias permanecen constantes.

- Sensor de temperatura - Fluidos y aire ambiente
- Sensor del nivel de combustible - De tipo ultrasónico (Tanque corto)

Componentes Relacionados

Dentro de las funciones que tiene el VIDS, también se encuentra que vigila el voltaje del sistema eléctrico de las baterías y el terminal “R” del alternador del motor.

3.6 Sistema De Control Electrónico De Implementos

El ECM de implementos es el componente principal del sistema de control electrónico de implementos, este se encarga de energizar las válvulas solenoides correspondientes para realizar los movimientos de los implementos del equipo (Inclinación de la hoja topadora, levante de la hoja topadora, inclinación del ripper, elevación del ripper). Para comunicarse con los otros ECM, usa el sistema de enlace de datos CAT.

Salidas

Las salidas del ECM de implementos son de dos tipos: on/off o de tipo proporcional.

Entradas

Las entradas son de dos tipos: tipo sensor y tipo interruptor.

Interruptores

- Interruptor de traba del implemento

Sensores

- Sensor de posición del cilindro de levantamiento
- Sensores de presión de la bomba principal y de la bomba de inclinación
- Sensor de velocidad del convertidor de par
- Sensor de inclinación
- Sensor de velocidad de desplazamiento

Válvulas Solenoides

- Válvulas de solenoide del desgarrador, solenoide de la hoja y solenoide del implemento
- Válvula de solenoide (traba del implemento)
- Válvulas de solenoide para levantar el vástago del desgarrador, bajar el vástago del desgarrador, retraer el vástago del desgarrador, extender el vástago del desgarrador, levantar la hoja, bajar la hoja, inclinar la hoja a la izquierda e inclinar la hoja a la derecha
- Válvula de solenoide (Anulación de compensación de presión)
- Válvula de solenoide de doble inclinación
- Válvula de solenoide (Regenerar el paso)
- Solenoide de reparto

3.7 Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico se encarga de controlar los movimientos de la hoja topadora y del ripper, para esto, tiene una bomba(Bomba de implementos) de engranajes de caudal fijo que se encarga de suministrar el aceite hidráulico para el movimiento de los cilindros de los implementos.

Para lograr mover los implementos, el sistema hidráulico contiene un sistema hidráulico piloto que proporciona aceite piloto al control electrohidráulico, con esta presión, el control electrohidráulico puede dirigir el aceite hidráulico a los cilindros según el movimiento que requiera el operador.

3.8 Bomba De Implementos

Es una bomba de engranajes de caudal fijo dividida en dos secciones (Inclinación y levante), la sección de levante es la más grande, esta bomba permite que siempre haya

mínima presión de aceite en el sistema. La bomba succiona aceite del tanque hidráulico y está conectada al motor. En la ilustración 4 se aprecia una bomba de implementos resellada y lista para instalación.



Ilustración 4 Bomba de implementos. autor

3.9 Control Electrohidráulico

El control electrohidráulico es una válvula controlada por Válvulas de solenoide para levantar el vástago del desgarrador, bajar el vástago del desgarrador, retraer el vástago del desgarrador, extender el vástago del desgarrador, levantar la hoja, bajar la hoja, inclinar la hoja a la izquierda e inclinar la hoja a la derecha, esta válvula envía el aceite piloto que es dirigido al control principal del dozer y del ripper para realizar los movimientos de los cilindros. la

ilustración 5 muestra un control electrohidráulico instalado sobre su base en el chasis del tractor D11R

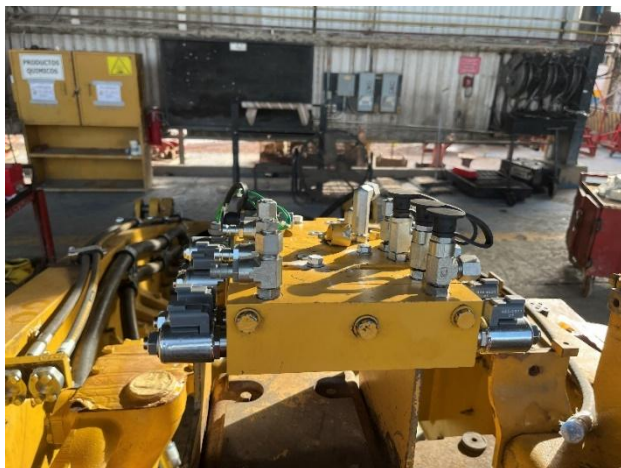


Ilustración 5 Control electrohidráulico. autor

3.10 Válvula De Control Del Dozer (Hoja Topadora)

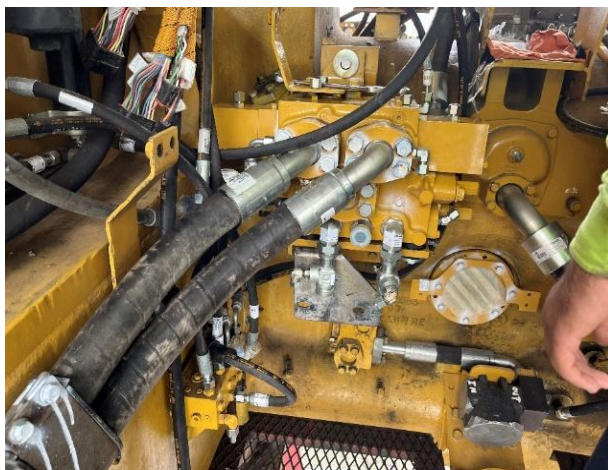


Ilustración 6 Válvula de control del dozer. autor

Esta válvula contiene dos carretes (Inclinación y elevación) que dirigen el aceite hidráulico a los cilindros. Se necesita presión piloto para desplazar estos carretes, esta presión proviene del control electrohidráulico. La bomba de implementos suministra aceite a la válvula para levantar o inclinar la hoja topadora. En la ilustración 6 se puede apreciar la válvula de control del dozer instalada en el chasis del tractor D11R

3.11 Válvula De Control De Doble Inclinación

Esta válvula se encarga de dirigir el aceite hidráulico a los cilindros de inclinación del dozer cuando se quiere una inclinación doble o sencilla, esta válvula está controlada por una válvula de solenoide que controla el ECM de implementos.

3.12 Bomba Fan(Ventilador)

La bomba del fan está seccionada en dos partes (Delantera y trasera), la bomba delantera es una bomba de caudal variable y se encarga de suministrar aceite al motor del ventilador del radiador mientras que la bomba trasera o bomba piloto, es una bomba de caudal fijo que se encarga de suministrar aceite piloto al control electrohidráulico. Esta bomba succiona aceite del tanque hidráulico y está conectada al motor. la ilustración 7 muestra una bomba del fan resellada y lista para instalar.



Ilustración 7 bomba del fan. autor

3.13 Tren De Fuerza

El tren de fuerza es un sistema que se encarga de hacer mover los mandos finales para así lograr conseguir que la máquina avance o realice un giro. El sistema hidráulico de los componentes del tren de fuerza está encargado de la bomba de transmisión.

Bomba De Transmisión

En la ilustración 8 se aprecia una bomba de transmisión instalada en el chasis del tractor D11R 5267



Ilustración 8 Bomba de transmisión. Autor

Divisor De Par

El divisor de par se encarga de multiplicar el torque de salida del motor cuando la maquina requiera de más potencia, este torque es transmitido a la transmisión por dos conexiones (hidráulica y mecánica).

Válvula De Alivio (Salida) Del Convertidor De Par

La válvula de alivio de salida se encarga de mantener la presión en el convertidor. Está sujeta en la parte izquierda del convertidor.

Enfriador De Aceite De Transmisión

Se encarga de sacarle el calor por medio del refrigerante del motor al aceite que viene del convertidor de par, una vez el aceite esté frío, se dirige al múltiple de lubricación y se combina con el aceite de la sección de enfriamiento de frenos de la bomba de transmisión.

Filtros De Aceite De Transmisión Y De Convertidor De Par

Se encarga de eliminar lo mayor posible las impurezas del aceite que viene de la sección de carga de transmisión y de convertidor de la bomba de transmisión, para posteriormente enviar el aceite al divisor de par y a la válvula de prioridad.

Válvula De Prioridad

Garantiza que haya presión de aceite disponible principalmente para la válvula de dirección y freno, y luego para la válvula selectora y de control de presión del control de la transmisión. Esta válvula viene ajustada para abrirse a la válvula selectora y control de presión a 420 psi.

Transmisión

Contiene los cinco embragues que se conectan para poder mover la máquina, recibe la potencia por medio de un eje cardan desde el divisor de par, para luego transferirla a la corona y los engranajes de transferencia.

Cada embrague tiene una válvula de solenoide que se encarga de controlar los discos de los embragues.

3.14 Control Hidráulico De La Transmisión

Contiene las cinco válvulas solenoides que controlan los embragues de la transmisión y la válvula selectora y de control 5 de presión. en la ilustración 9 se muestra el conjunto de válvulas de solenoide de la transmisión del tractor 5259



Ilustración 9 Válvulas solenoide de control de la transmisión. autor

3.15 Válvula De Control De Dirección Y Freno

Esta válvula mediante válvulas de solenoide controladas por el ECM y presión hidráulica conecta y desconecta los embragues de dirección y desconecta los frenos. la ilustración10 muestra una válvula de control de dirección y freno resellada y lista para ser instalada en el equipo 5267.



Ilustración 10 Válvula de dirección y freno. autor

3.16 Mandos Finales

Son encargados de transferir la potencia a las cadenas de la máquina, los mandos finales reciben la potencia de los embragues de dirección y freno.

3.17 Tren De Rodaje

Los componentes del tren de rodaje son:

En la ilustración 11 se aprecia un bastidor de rodillos nuevo que está listo para instalar.



Ilustración 11 Bastidor de rodillos inferiores. autor

La ilustración 12 ilustra la barra estabilizadora instalada en el tractor D11R y en proceso de empalme con los bastidores del equipo.



Ilustración 12 Barra estabilizadora. autor

La ilustración 13 muestra el eje pivote del tractor 5762 y en proceso de espera para empalme con los bastidores del equipo



Ilustración 13 Eje pivote. autor

La ilustración 14 muestra rodillos nuevos instalados en el bastidor del tractor 5762..



Ilustración 14 rodillos inferiores. Autor

La ilustración 15 muestra la rueda guía del bastidor derecho del tractor 5762.



Ilustración 15 Rueda guía. autor

En la ilustración 16 se puede apreciar una cadena retirada de un tractor D11R lista para realizarle un lavado y posterior a ello una evaluación del estado de la misma.

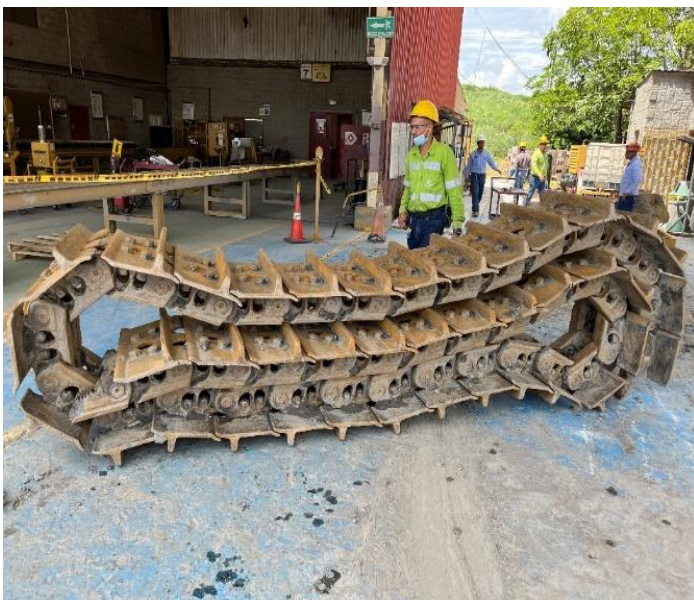


Ilustración 16 Cadenas. autor

3.18 Sistema Eléctrico

El sistema eléctrico de las máquinas Caterpillar se divide en dos partes: sistema de arranque y sistema de carga.

3.18.1 Sistema De Arranque

Este sistema se encarga de convertir en energía mecánica la energía eléctrica de las baterías para comenzar a girar el volante del motor, esto lo hace por medio de la conexión de un piñón del motor de arranque.

Componentes del sistema de arranque:

- Baterías
- Interruptor del motor de arranque
- Solenoide (motor de arranque)
- Motor de arranque
- Relé de motor de arranque

3.18.2 Sistema De Carga

Su función principal es convertir a energía eléctrica la energía mecánica del motor para poder cargar las baterías, pero también se encarga de suministrar corriente a los sistemas eléctricos del equipo.

Tipos De Circuitos De Carga

Existen dos tipos de circuitos de carga

- Circuitos CA que utilizan generadores
- Circuitos CC que utilizan alternadores

Etapas De Operación

- Proporcionar toda la corriente de carga por parte de la batería a lo largo del arranque
- El alternador es ayudado por la batería para proporcionar la corriente al equipo cuando se esté en operación máxima
- El alternador se encarga de recargar la batería y suministrar corriente mientras la maquina se encuentre operando normal

3.19 Cables

La mayoría de los cables que son usados por Caterpillar son de filamentos y de cobre. En los tractores D11R son muy utilizados los mazos de cables (unión de muchos cables en grupos) o harnees porque ayudan a proteger los cables y tener un orden del cableado. Para el calibre de los cables, Caterpillar utiliza el sistema de calibre americano AWG (American Wire Gage)

3.20 Conectores

La función de los conectores es de hacer puente entre un cable y otro permitiendo que pase la corriente entre ellos.

Tipos De Conectores

En los sistemas eléctricos y electrónicos de Caterpillar existe una gran variedad de conectores que son usados:

- Conectores VE(vehicular environmental)
- Sure-seal
- Deutsch HD10 CE y serie DRC

3.21 Fusibles Y Disyuntores

Para la protección de los cables de los circuitos, Caterpillar implementa los fusibles y los disyuntores, estos a su vez, también ayudan a diagnosticar problemas en los circuitos.

Otros Componentes

- Resistores
- Capacitores
- Termistores
- Interruptores

4 Protocolos De Mantenimiento De Los Tractores D11r

Para realizar cualquier tarea en mina, son requisitos seguir los siguientes protocolos (en algunas tareas no todos son necesarios) antes de intervenir en los equipos:

- Preoperacionales De Las Herramientas
- Realizar Un Análisis De Riesgo Ocupacional
- Realizar Un Análisis De Seguridad En El Trabajo
- Tener El Procedimiento De Trabajo Seguro (Pts) De La Tarea A Realizar
- Realizar El Control De Energías Peligrosas

Análisis De Riesgo Ocupacional			
Pictograma	Descripción	Pictograma	Descripción
	Atrapamientos del cuerpo o partes del cuerpo con los componentes o con el Tractor		Atrapamiento por Volcaduras al realizar pruebas del Tractor o al traerlo a los Talleres afecciones circulatorias

	Atrapamientos del cuerpo o partes del cuerpo con los componentes, Dozer, Ripper o con el Tractor por mal Bloqueo, al instalar componentes Motor, Transmisión, mandos, Cilindros o con el Tractor		Atrapamientos de Manos y Dedos con las herramientas o las partes del equipo
	Atrapamiento por Piezas en Movimiento, Poleas, Correas de Ventiladores, Alternadores y Compresores de A/C		Cortaduras por objetos o superficies filosas
	Atrapamiento o golpes por cargas suspendidas o en movimiento por la grúa, Jib Crane o el puente grúa		Politraumatismos por caída de diferente nivel, muerte
	Caída de un Mismo Nivel		Caída de un Nivel Superior

 	Lesiones por estar en área de influencia de Voladuras, Explosión de llantas, tanques de oxígeno, acetileno o nitrógeno, Explosión de tanque de aire o fluidos comprimidos	   	Quemaduras por Fluidos Calientes a Presión, Refrigerante, Aceite de Motor y Aceite Hidráulico
	Quemaduras por Superficies calientes		Golpes en rostro y cuerpo por explosión de baterías al realizar inspección
	Golpes o cortaduras por proyección de partículas al utilizar, esmeriles, pulidoras, taladros, monas de bronce		Golpes por Caída de piezas o componentes del equipo o caída de herramientas
 	Dolores lumbares por manipulación de carga o por posiciones incómodas, Lesiones osteomusculares: espasmo,		Dolores en mano y brazo por manipulación de herramientas neumáticas

	retracciones musculares, debilidad muscular, y afecciones circulatorias		
	Atrapamientos, Golpes con los montacargas o mini cargadores o Bobcat		Accidentes Realizando Labores de Operación de Equipo Liviano o Pesado
	Quemaduras en los ojos o partes del cuerpo al realizar trabajos de soldaduras y oxicorte o estar cerca de estos trabajos		Quemaduras por Contactos de Incendio
	Afecciones pulmonares por el polvo de la mina		Intoxicación por Inhalación de Polvo Químico Seco por la activación del Sistema Supresor de Incendios
	Intoxicación o irritación en Ojos y partes del cuerpo por uso de productos químicos gaseosos		Intoxicación o Irritaciones en la piel y ojos por el contacto con fluidos o productos químicos como Aceites, combustibles...etc.

	Mordeduras, Picaduras o heridas ocasionadas por animales domésticos o salvajes		Pérdida de capacidad auditiva
	Quemaduras, Fatiga, deshidratación, cambios hemodinámicos de diversa severidad, Golpe de calor.		Electrocución, con el equipo, extensiones eléctricas, tomas de corriente ventiladores , taladros, pulidoras...etc.
	Fatiga visual y perdida de la visión		Estados  (COMPLACENCIA, PRISA, FATIGA Y FRUSTRACION) Estrés laboral y somatización de síntomas (estados de ansiedad, depresión, enfermedad cardiovascular, enfermedad ácido- péptica, colon irritable y otros) Alteración de Clima organizacional y pérdida de la motivación

	Caída de rocas y atrapamientos por derrumbe de talud en la mina, lesiones graves o muerte		Intoxicación por gases al trabajar en espacio confinado
---	---	--	---

Tabla 1. Análisis de riesgo ocupacional

ANALISIS DE RIESGO DEL PROCESO	
RIESGO	CONTROL
Daños a los componentes por inadecuado control de la contaminación.	Golpes a la estructura del equipo ocasionados en el desensamble y ensamble de componentes con las herramientas de soporte o el mismo componente.
Fugas por malos procedimientos de instalación.	Daño en los componentes por uso incorrecto de las herramientas o los valores de torque.

Tabla 2. Analisis de riesgo del procesos

ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL
 USE GAFAS DE SEGURIDAD  USE TAPABOCAS  USE PROTECCION AUDITIVA  USE CASCO  USE GUANTES  USE BOTAS DE SEGURIDAD ● Gafas de seguridad: claras / oscuras. ● Tapabocas: Material particulado ● Protección auditiva: Inserción ● Casco de seguridad: casco tipo alpinista o casco industrial.

- Guantes: vaqueta
- Botas de seguridad: puntera de acero

Tabla 3. Elementos de protección personal

RESPONSABILIDADES
Supervisor: ● Conocer y asegurar que los empleados reciben las instrucciones necesarias para garantizar el trabajo bajo los estándares de seguridad y salud ocupacional definidos ● Participar en la planeación y organización de los trabajos y revisión de procedimientos y prácticas de trabajo, considerando aspectos de seguridad y salud. ● Asegurar la disponibilidad y uso de los elementos de protección personal y dispositivos de seguridad necesarios en cada operación. ● Priorizar y gestionar los recursos y herramientas para la exitosa implementación de este procedimiento. ● Monitorear y verificar el desarrollo de la labor. Técnicos: ● Solicitar a quien corresponda las instrucciones necesarias para que los trabajos se desarrollen en un ambiente de seguridad y eficiencia, considerando los equipos, herramientas, sistemas operativos, y otros aspectos particulares de su labor. ● Identificar, reportar y corregir inmediatamente cualquier condición subestándar o detener el trabajo hasta asegurar las acciones correctivas necesarias.

- Seguir todos los lineamientos pactados en este procedimiento y comunicar al supervisor de manera inmediata ante cualquier anomalía en el proceso, actos o condiciones inseguras.

Tabla 4. Responsabilidades

ENTRENAMIENTO
• El personal debe tener estudios eléctricos o mecánicos en maquinaria pesada. • El personal debe tener conocimientos e interpretación de información CATERPILLAR (manuales, planos, información electrónica, entre otros). • Tener conocimiento del uso de herramientas conformes para la operación. • El personal que realice esta tarea debe tener como mínimo 1 año de experiencia. • Identificación de peligros, valoración de riesgos, determinación de controles.

Tabla 5. Entrenamiento

4.1 Formato De Preoperacionales De Herramientas

ESCALERAS			
Verificación	Si	No	N/A
¿La escalera se encuentra limpia? (libre de aceite, grasa, barro)			
¿Presenta alguna deformación o golpe que comprometa el equilibrio o estabilidad?			
¿Estado de llantas, presenta algún daño por desgaste o deterioro?			
¿Tiene pasamanos a partir del cuarto peldaño?			
Los pasamanos tienen entre 90 a 105 cm, barras verticales y rodapié de 10 cm			
¿El diámetro del pasamano se encuentra entre 3 a 5 cm?			
¿El paso es mayor de 26 cm?			
¿La longitud de la huella es menor de 16 cm o mayor de 32 cm?			

¿Los peldaños están uniformes, libres de desgaste o daños?			
¿La superficie de los peldaños es lisa?			
¿Los pasamanos están flojos o rotos?			
La escalera es acorde a la tarea.			

Tabla 6. Formatos preoperacionales

EXTENSIONES ELECTRICAS Y LAMPARAS			
VERIFICACIÓN	si	no	N/A
¿La Extensión se encuentra limpia? (libre de aceite, grasa, barro)			
Verifique el estado del polo a tierra.			
Verifique el estado de las clavijas de los conectores			
¿El cable presenta roturas, peladuras o añadidos?			

¿El vateaje es el indicado para la herramienta a utilizar?			
Verifique el estado de los conectores por alguna anomalía.			
¿La lámpara está en perfecto estado? (partida, golpeada, recalentada)			

TORRES DE BLOQUEO			
VERIFICACIÓN	SI	NO	N/A
¿La Torre encuentra limpia? (libre de aceite, grasa, barro).			
soldaduras por presencia de grietas.			
Estado de orejas de traslado por golpes o desprendimiento.			
Base superior e inferior por presencia de grietas.			

Cuerpo de la torre por presencia de grietas o golpes.			
---	--	--	--

GATO PECHERA			
VERIFICACIÓN	Si	No	N/A
¿El Gato Pechera se encuentra limpio? (libre de aceite, grasa, barro)			
¿El Estado de conexiones hidráulicas están libre de fugas de aceite?			
¿Presenta alguna grieta o fisura la estructura de la herramienta?			
¿Estado de llantas, presenta algún daño por desgaste o deterioro?			
Verifique el sistema hidráulico en vacío. ¿La plataforma se sostiene?			
¿El seguro funciona con la carga levantada?			
¿Los accesorios adicionales se encuentran en buen estado?			

TORQUE RAD			
VERIFICACIÓN	SI	NO	N/A
¿El TORQUE RAD se encuentra limpio? (libre de aceite, grasa, barro)			
¿Se cuenta con una toma de aire comprimido a 120 psi, segura y en buen estado?			
¿Está en buen estado la válvula de corte de aire en la toma?			
¿Cuenta la toma de aire con unidad de mantenimiento (filtro secador, regulador, lubricador) después de la válvula de corte?			
¿Está en buen estado la tubería, acoples y mangueras de suministro de aire?			
Revise el estado de la unidad FRL.			
¿El cuadrante del TORQUE RAD, está en condiciones de operación? (libre de grietas, desgaste y/o deformación).			
Revise por fugas de aire entre secciones y mangueras del TORQUE RAD			

Revise la condición de la carcasa (golpes - Fisuras).			
Revise la condición del gatillo (Suelto - Deformado).			
Realice prueba en vacío y revise anomalías como ruidos Extraños y/o fugas.			
Revise el seguro para dados (adecuados - En buen estado).			
Revise que Tenga tabla de calibración de torque - Legible.			
Revise el manómetro (descalibrado - Sin glicerina).			
Revise estado del brazo de reacción por desgastes, fisuras, deformación.			
¿Tiene usted el entrenamiento para el uso y manipulación de la herramienta?			

HERRAMIENTAS ELECTRICAS			
VERIFICACIÓN GENERAL	SI	NO	N/A

¿El estado de conexiones eléctricas (Extensiones, cables, tomacorrientes, clavijas) es seguro?			
Verifique el estado del interruptor y su respectivo seguro.			
Verifique estado general de la herramienta por fisuras, golpes, guardas			
Verifique el estado de la piedra (Si aplica).			
¿La herramienta se encuentra limpia? (libre de aceite, grasa, barro)			
ESMERIL (Banco portátil)			
¿La guarda acrílica se encuentra instalada y ajustada apropiadamente?			
Verifique si el protector del interruptor de encendido se encuentra en buen estado			
¿La guarda metálica se encuentra instalada y ajustada apropiadamente?			
PULIDORA			
¿Cuenta con contratuerca y se encuentra en buen estado?			

¿El estado de instalación del disco es seguro?			
¿La media carcasa se encuentra instalada y ajustada apropiadamente?			
PULIDORA Y MOTOR TOOL			
¿Cuenta con acoples adecuados para accesorios?			
Tiene instalado el mango y/o manija - Verifique su estado.			
¿Se utiliza el accesorio adecuado para la tarea y rpm's? (Disco o Grata)			

DIFERENCIAL			
VERIFICACIÓN	SI	NO	N/A
¿El diferencial se encuentra limpio? (libre de aceite, grasa, barro)			
Verifique el funcionamiento correcto y mecanismos de ajuste.			
Verifique que todos los movimientos de dirección concuerden con el ajuste de selección			

direccional cuando el selector es accionado.			
Verifique si hay daños como grietas, muescas, ranuras, deformación de la abertura de la boca, cuello doblado, desgaste en el punto de carga y que gire normalmente.			
Verifique que estén presente los pestillos y funcionen correctamente			
Verifique que la palanca no esta doblada, agrietada, rota o presente cualquier tipo de daño.			
Verifique que el trinquete opere libremente y la carga pueda ser controlada durante la operación.			
Verifique por ruidos no usuales.			
Verifique componentes de sujeción como Tornillos, tuercas y pines (Faltantes - Ajustados).			
Verifique el bloque de carga por daños como grietas o distorsión.			
Verifique el seguro final de cadena, que se encuentre en posición y buen estado.			

CINCELES Y MONAS			
VERIFICACIÓN	SI	NO	N/A
Los Cinceles y/o Monas se encuentran limpios? (libre de aceite,			

grasa, barro).			
Cerciórese de que la mona a utilizar superior a 4 libras el material de impacto sea bronce.			
Verifique que el encabado, sea firme y el cabo no presente fracturas, fisuras o elementos punzantes.			
El estado de mangos y palancas de la herramienta está en condiciones de trabajo.			
Los Cinceles no presentan deformación axial, grietas, aplastamientos que comprometan la actividad.			
Utilice EPP's adecuados Careta, delantal/peto, mangas de la camisa hasta los puños, guantes, gafas, casco, protectores auditivos.			

ESLINGAS			
VERIFICACIÓN			SI NO N/A

¿La Eslinga se encuentra limpia? (libre de aceite, grasa, barro).			
La etiqueta de capacidad está en su lugar y se puede leer.			
Estado de empalme de fibra del cuerpo de la eslinga (visibilidad de fibras rojas, agujeros, hilos descosidos, desgaste abrasivo excesivo).			
Ojales o extremos no presentan agujeros, deformación, desgaste o aplastamiento.			
Empalme ojal-cuerpo se encuentra cocido 100%?			
¿El tornillo presenta de deformaciones, los hilos están aplastados o dañados?			
¿Cáncamos poseen grietas o fisuras que comprometen la integridad el estado de la eslinga?			

PISTOLA NEUMATICA			
VERIFICACIÓN	SI	NO	N/A
¿La pistola se encuentra limpia? (libre de aceite, grasa, barro)			
¿Se cuenta con una toma de aire comprimido a 120 psi, segura y en buen estado?			
¿Está en buen estado la válvula de corte de aire en la toma?			
¿Cuenta la toma de aire con unidad de mantenimiento (filtro secador, regulador, lubricador) después de la válvula de corte?			
¿Está en buen estado la tubería, acoples y mangueras de suministro de aire?			
Con la pistola desconectada de la toma de aire ¿El cuadrante gira libremente?			
¿El cuadrante de la pistola, está en condiciones de operación? (libre de grietas, desgaste)			

y/o deformación)			
¿El cuadrante tiene seguro para dado o sockets?			
¿El pulsador de cambio de giro se acciona fácilmente?			
¿Está en buen estado el botón de accionamiento de la pistola?			
¿Está en buen estado la carcasa y mango de la pistola? (Libre de golpes o grietas).			
Con la pistola conectada a la toma de aire, accione el gatillo y revise anomalías como ruidos Extraños y/o fugas.			
Con la pistola conectada a la toma de aire, revise el funcionamiento correcto de la válvula de corte de aire.			
¿La pistola a utilizar es la adecuada para el tipo de trabajo?			

LLAVE HIDRAULICA AVANTI			
VERIFICACIÓN GENERAL	SI	NO	N/A
¿La LLAVE HIDRAULICA AVANTI se encuentra limpia? (libre de aceite, grasa, barro)			
Conexión giratoria (1): revisar si presenta fisuras y/o deformaciones, cabezas de los tornillos, acoples macho y hembra (hilos de las roscas y/o abolladuras).			
Lamina de protección (2): revisar si presenta deformaciones o si hace falta.			
Brazo de reacción (3): revisar si presenta fisuras y/o deformaciones. Revisar el ajuste del prisionero (4).			
Cuadrante (5): revisar si presenta fisuras y/o deformaciones.			
Cuerpo de la llave (circulo 6): revisar si presenta deformaciones y/o fisuras, cabezas de los tornillos y faltantes.			
Palanca del trinquete anti-relajación (7): revisar si presenta deformaciones y si realiza adecuadamente la rotación.			

Seguro del cuadrante (8): revisar si presenta deformaciones, que retenga el cuadrante y que tenga la banda elástica de sujeción.			
Mango de sujeción (circulo 9), se asegure firmemente en al agujero (10).			
Prueba de funcionamiento sin realizar torque (en vacio). Conectar la llave a una bomba HYTORC y probarla desde 1 500 hasta 10 000psi, verificando el funcionamiento de los siguientes componentes:			
Conexión giratoria (1): revisar si presenta fugas de aceite por los acoples, brazos de la conexión y el poste.			
Cuadrante (5): revisar que avance y no se devuelva.			
Pistón: revisar si presenta fugas de aceite por el cuadrante o la tapa del pistón (11).			
¿ESTA AUTORIZADO Y ENTRENADO PARA MANIPULAR LA HERRAMIENTA?			

4.2 Control De Energías Peligrosas (Etiqueta Y Candado)

Para el control de energías peligrosas en las áreas de la mina, se deben seguir las siguientes reglas:

- Estado 1: Equipo listo para operar (u operativo).

- Estado 2: Equipo fuera de servicio sin atención de personal.
 - Estado 3: Equipo fuera de servicio con personal, pero sin bloqueo de energía.
Ejemplo: equipo en prueba.
 - Estado 4: Equipo fuera de servicio con personal, pero con bloqueo de energía.
-
- Equipo Down: Es una máquina y/o equipo que no cumple con el estándar mínimo para operar.
 - Estándar Mínimo De Un Equipo: Son las condiciones físicas de máquina que le permiten a ésta desarrollar su función de una manera segura, eficaz y eficiente.
 - Equipo Fuera De Servicio: Es un equipo que no está autorizado por mantenimiento para operar.

ESTADO	TIJERA Y CANDADO DE SUPERVISOR 	ETIQUETAS NARANJA  AZUL  ROJA 			CANDADO PERSONAL 
1					
2		X			
3		X	X		
4	X	X		X	X

Ilustración 17 Control de energías peligrosas. Autor

5 EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO EN LOS EQUIPOS

5.1 Mantenimiento Preventivo(Pm)

En los tractores D11R cuentan con ocho mantenimientos preventivos, el PM más corto es el XS, este mantenimiento se hace a las 300 horas. Es importante resaltar que los PM aplicados en taller no son los mismos que se aplican en campo.

5.2 Pautas De Un Pm Xs En Tractores D11r

ITEM	TRACTOR D11
1	Tome una (1) muestra de aceite de motor
2	Tome una (1) muestra de Hidraulico
3	Tome una (1) muestra de XMNS. Verificar Nivel, si esta bajo informar.
4	Tome una (1) muestra de aceite a Mando Final LH. Verificar Nivel del mando, si esta bajo informar.
5	Tome una (1) muestra de aceite a Mando Final RH. Verificar Nivel del mando, si esta bajo informar.
6	Revise niveles de todos los fluidos (Refrigerante, Aceite Hidraulico, Aceite Transmision, Aceite mandos finales, Nivel eje pivote y Barra Ecuilizador). Reportar cualquier anomalias (Bajo nivel o fugas) al supervisor y no entregar operativo hasta que se encuentre la causa. Si el componente esta en WTY debe ser evaluado por Relianz o Thompsons
MOTOR	
7	Cortar ambos Filtros de Aceite Motor PN 244-4484 (Mostrar al Supervisor) . Antes de instalar, verifique el estado del niple de enroscar el filtro en la base, no esté suelto o con problemas visibles. Instálelo teniendo la precaución de no exceder el número de vueltas de apriete. (Ver Procedimiento anexo de ayuda).
8	Verifique que cuente con la guarda que protege en caso de presentar fuga de Aceite o Combustible disminuir el riesgo que salga proyectado a partes calientes. En caso de no tener GUARDA FILTRO DE ACEITE PN 1116119 (2) Y SCREW 7F9090 (4) GUARDA FILTRO DE COMBUSTIBLE PN 6N1127 (2) Y SCREW 7F9090 (4)

9	Verifique que los filtros tengan las abrazaderas "antigiro tipo 8". Reporte en caso de no tenerlo, haga el respectivo backlog.
10	Cambiar aceite de motor 15W40 (Cap. 28 Gal) Verificar estado sellos tapa llenado.
11	Cambie los filtros de Aire primario, PN 132-7168 . Coloque la etiqueta en el filtro instalado. Calcule las horas de trabajo en base a la etiqueta del removido y anótelas.
	Horas de trabajo Filtro de Aire: _____
OTROS SISTEMAS	
12	Cambie los filtros de A/C de cabina, PN 175-2841 y P/N 175-2839 .
13	Engrase toda la maquina. Diligenciar Formato adjunto.
14	Revise por anomalías o fugas por la tapa del Tanque de Combustible o por el venteo de esta. Cambie de ser necesario: Adapter P/N 205-7303 , Desfogue P/N 6G-7803 y Seal P/N 3E-6773
15	Revise la condición del cinturón de seguridad, si tiene alguna anomalia reparar o cambiar
16	Verificar el nivel de tierra o carbon, roza con el damper? Si el material esta max a 2 pulgadas del Damper, si roza, bajar pechera lavar inmediatamente
OTROS	
17	Cambie el aceite XFD60 del mando final Derecho completamente. (Cap 12 galones). NOTA: Tenga en cuenta que el tapón de drenaje quede en lo más bajo de la parte inferior
18	Revisar tapon magnetico Mando Final Derecho. (Nota: Si encuentra presencia de particulas, favor tomar evidencia y enviar al supervisor). Indicar que se encontro:
19	Cambie el aceite XFD60 del mando final Izquierdo completamente. (Cap 12 galones). NOTA: Tenga en cuenta que el tapón de drenaje quede en lo más bajo de la parte inferior
20	Revisar tapon magnetico Mando Final Izquierdo. (Nota: Si encuentra presencia de particulas, favor tomar evidencia y enviar al supervisor). Indicar que se encontro:
21	Cambiar Filtros Secundarios de combustinle PN 422-7587.
22	Cambiar y cortar el filtro de retorno del Fan PN 132-8875. Mostrar al Supervisor.

Tabla 7. Pautas de Pm xs

5.3 Alarmas De Equipos En Taller

En algunos casos, cuando los equipos vienen a taller para realizarles un PM, también vienen con algunas alarmas. Cuando se presenta una anomalía en el equipo, el sistema de

visualización vital (VIDS) activa una alarma y en el módulo de centro de mensajes muestra los códigos de diagnóstico asociados a la falla encontrado, con estos códigos, el técnico se dirige al sistema de información de servicio (SIS) para ingresar los códigos y tener la información detallada sobre la falla y que pasos realizar para poder solucionarla. Mediante el técnico electrónico Caterpillar(ET) el técnico también podrá tener acceso a las fallas.

5.4 Códigos De Diagnostico

Identificado De Modulo(MID)

Es un código de tres dígitos el cuál determina que ECM detectó la falla. Códigos asociados a los ECM:

- Tren de fuerza 113
- Motor 036
- Implementos 082
- VIDS 051

Identificador De Componente (CID)

El CID, como su mismo nombre lo menciona, se encarga de determinar que componente o falla presentan inconvenientes

Identificador De La Modalidad De Avería(FMI)

este código indica la clase de avería que se ha presentado.

5.5 Programación Flash

En algunos casos, el ECM de motor debe ser actualizado o programado, y esto se realiza mediante la programación Flash, esta programación únicamente se realiza en el técnico electrónico(ET).

Cuando no se tiene el archivo Flash, se puede buscar en el Service Technician Workbench (STW)

5.6 Algunos Casos De Alarmas Presentadas En Taller

Lo primero que se realiza antes de intervenir un equipo es tener información sobre la alarma, posteriormente, se llenan todas las formas correspondientes para así dar inicio al trabajo.

Falla: Clth Sol1 Err

Esta falla indica que se tiene un problema en uno de los solenoides que controlan los embragues de la transmisión. Vea el anexo 1.

Metodología

Se realizan los siguientes pasos:

- Se verifica en el mazo de cable del ECM del tren de fuerza que la línea de señal del solenoide no presente problemas. Vea el anexo 2.
- Al no encontrar ninguna anomalía, se procede a destapar la tapa del control de la transmisión para tener acceso a los solenoides.
- Una vez allí, con ayuda de un multímetro, se comienza a medir continuidad en todos los cables, encontrando que todo está en perfectas condiciones.
- Luego, se revisa que los harnees que conectan a la transmisión estén correctos en estas validaciones, se encuentra que uno de los cables está desconectado, por tanto, se procesa a conectar y con esto se soluciona la alarma. Vea el anexo 3.

Falla: Señal De Sobre velocidad Del Motor: Voltaje Bajo Normal

Códigos de diagnóstico:

- MID 082
- CID 1395
- FMI 04

En la ilustración 18 se puede apreciar los códigos de diagnóstico en el módulo de mensajes para una alarma que presenta el equipo 5259.



Ilustración 18 Códigos de diagnóstico en el módulo de control de mensaje. Autor

Diagnóstico en el ET

La ilustración 19 ilustra cómo el ET muestra las fallas que presenta el equipo 5259.

Descripción	Valor	Unidad	Min	Max	ECM
Grupo de estado 8-7					
Posición de levantamiento de la palanca de control de la hoja	5	%	5	4	Implemento D110 (7p00902)
Ciclo de servicio del sensor de posición de levantamiento de la palanca de control de la hoja	52.0	%	52.0	52.0	Implemento D110 (7p00902)
Porcentaje de corriente de solenoide de levantamiento de hoja	0	%	0	0	Implemento D110 (7p00902)
Porcentaje corriente sol de bajada de la hoja	0	%	0	0	Implemento D110 (7p00902)
Estado del solenoide de línea de implemento	Apagado				Implemento D110 (7p00902)
Posición del interruptor de trabajo del implemento	Sin trazar				Implemento D110 (7p00902)
Presión aceite de la bomba hidráulica principal	15	psi	14	16	Implemento D110 (7p00902)
Descripción					
Señal de solenoide de motor: Voltage bajo normal					
Señal D110 (7p00902)					

Ilustración 19 Diagnóstico ET. autor

Procedimiento

Se realizan los siguientes pasos:

- Se procede a medir continuidad y resistencia en el conector de la línea del sensor en el ECM de implementos, observando que todo está bien. Vea el anexo 4.
- Se finaliza el turno y la falla aún persiste
- Al llegar a un nuevo turno, se encuentra que la falla ha sido solucionada.

Falla: Error Modulo De Personalidad

Código de diagnóstico

- MID 036
- CID 0253
- FMI 02

Procedimiento

- Se encuentra que el archivo flash del ECM del motor no aplica para la serie del motor (vea anexo 5), por tanto, se realiza la programación flash:
- Se conecta la memoria donde se tiene el FLASH 2654288-00.
- Se carga el archivo FLASH al ET para realizar la programación. Ver anexo 6
- Una vez cargado el archivo FLASH en el ECM, se procede a verificar que el archivo se haya cargado correctamente. Ver anexo 7
- Con esto, se da solución a la alarma.

Falla: Mode Select Sw Err**Procedimiento**

Se realizan los siguientes pasos:

- Se verifican que los cables que se conectan al joystick de control del Dozer se encuentren en buen estado. Ver anexo 8
- se comprueba que todo esta en perfectas condiciones, por tanto, se procede a desinstalar el joystick para probarlo en otro equipo. Ver anexo 9
- Se instala el joystick en un nuevo equipo y se evidencia que el problema persiste, lo que significa que el joystick tiene los cables internos descalibrados
- Se reporta el problema y se procede a pedir un nuevo joystick debido a que el joystick no puede ser reparado.

5.7 Instalación De Ecms

Cuando se realizan los ensambles (OverHaul) de los tractores D11R, se instalan los ECM de implementos, del tren de fuerza y del VIDS. en la ilustración 20 se puede apreciar los ECM de implemento, del VIDS y del tren de fuerza empacados y listos para ser instalados.



Ilustración 20 ECMs.autor

Procedimiento

Se realizan los siguientes pasos:

- Se inicia quitando las tapas laterales inferiores.
- Una vez quitada las tapas, se procede a ubicar los ECM para luego conectarlos a los mazos de cables. Ver anexo 10
- Una vez conectados los ECM, se verifica en el módulo de centro de mensajes que la maquina está reconociendo los ECM y no presenta ningún inconveniente.

6 Planteamiento De Propuesta De Apoyo A La Gestión De Mantenimiento

Título

Instructivo para la dirección de los mantenimientos preventivos en los tractores D11R de Caterpillar con acompañamiento en los procesos y desarrollo de programa que permita tener la información de las fallas de los equipos sin tener que hacer uso del SIS

Antecedentes

Los protocolos para los PM en los equipos se establecen en base a muchos factores, en muchos casos, cuando se trae el equipo a taller para un PM se aprovecha para realizarle backlogs (Trabajos mínimos que no afectan en gran medida el funcionamiento del equipo) programados, estos trabajos no se contemplan bajo el plan del PM a realizar, esto causa que en muchas veces los PM tarden mucho más de lo esperado y represente un atraso en la disponibilidad de la flota.

Objetivos

- Realizar un plan que involucre los backlogs en el PM
- Identificar las fallas principales en los equipos
- Optimizar los tiempos de diagnósticos de las fallas mediante el programa desarrollado

Justificación

Realizar un instructivo que contenga los backlogs en los PM, logrará que los mantenimientos se hagan en un tiempo mucho menor, lo cual es un ítem muy importante debido a que la prioridad en mina es la disponibilidad de los equipos para producción, por otro

lado, el programa garantiza que los técnicos tanto en taller como en campo tengan la información de las fallas mucho más rápido que de la manera convencional, esto causa que se tenga un diagnostico mucho más rápido y que los equipos queden operativos en un menor tiempo.

Alcance

Se aspira a mostrar esta propuesta a la oficina de planeación de Drummond y CHM con objeto de que sea examinada y aprobada con el objetivo de que sea puesta en marcha en los talleres de mina el descanso y pribbenow.

7 Análisis Y Resultados Del Desarrollo Del Proyecto

7.1 Inspección De Equipos

Cuando los operadores en campo reportan algún problema en el equipo, los inspectores se dirigen a la máquina para realizar una observación general con el fin de enviar un reporte a planeación de lo encontrado en la máquina, con esto, se realiza un plan del mantenimiento a realizar en el equipo. para conocer todos los equipos que están DOWN en mina, se descarga del Software PeopleSoft un formato diario que permite tener esta información detallada.

7.1.1 Formato Diario De Reporte De Equipos Down En Mina

El formato de la ilustración 21 muestra los equipos Down en toda la mina, el modelo del equipo, la fecha en que el equipo quedó DOWN, el estimado Bumper de las tareas, un tiempo estimado para que el equipo quede operativo, las horas, las órdenes de trabajo asociadas a cada tarea y finalmente describe las tareas a realizar en cada equipo.



Maintenance Daily Report (Por flotas)

9-Sep-22 7:13 AM

(Alabama Time)

Versión 4. Page 1 of 8

Equipos "Asignados" a: ELDESCANSO

Equipo	Mod	Fecha Down	Estimado Bumper	Estimado Operativo	Des Plan (hrs)	Plan (hrs)	Pgo ? Pcd - Causa	OT	T	St	Descripción del trabajo	Delay
M06154	345C	Sep 8 2022 12:00AM	Sep 9 2022 10:00PM	Sep 9 2022 10:00PM	0	46	CP_F	0000766632	1	W	COMED FIELD DESC / UB: Via perimetral entre R 06 y R 07	
		Sep 8 2022 12:00AM		Sep 8 2022 1:00AM		1	7320R-7310-TP440	0000766632	2	W	Evaluar: Vidrio inferior frontal fisurado	
M06144	345D	Sep 4 2022 5:00PM	Sep 9 2022 11:00PM	Sep 16 2022 11:00PM	-168	294	CP_F	0000575058	1	W	COMCA FIELD / UB: BACKLINE	
		Sep 4 2022 5:00PM	Sep 4 2022 6:00PM	Sep 4 2022 6:00PM		1	7020R--	0000575058	2	W	Pin salido del cilindro stick, con deformacion en alojamiento, realizar maquinado o cambio de stick	
						1	--	0000575058	12	W	Trear boom de DMC y Alistar boom	
						48	--	0000575058	13	S	Instalación de Boom. Serie instalado: PJWB00MXXXX.	
						1	--	0000575058	14	W	Trear stick de DMC y Alistamiento de stick	
						1	--	0000575058	16	S	Alistamiento de Balde	
						1	--	0000575058	17	S	Instalación del balde. Serie instalado: PJWBUCXXXX.	
						1	--	0000575058	20	S	Cambio de bearing cilindro de Stick, se instalaran bearing toughme PS 98178 y PS 102112	
						1	--	0000575058	21	S	Cambio de bearing cilindro de balde, se instalaran bearing toughme PS 146077 y PS 96315	
						1	--	0000575058	25	S	Cambio de bearing en cilindros de Boom lado RH y LH, se instalaran bearing toughmet PS 102114 y PS 123095	
						1	--	0000575058	27	S	Corregir fuga por base de filtro aceite motor	
						1	--	0000575058	28	W	Cambiar bearing del boom nuevo por unos que son marca MARI GOLD. Autoriza Rick Law	
						1	--	0000575058	33	S	Maquinado de alojamientos pasador de conexión boom con chasis.	
						1	--	0000575058	34	S	Maquinado de alojamientos pasador de conexión cilindros de boom con chasis.	
		Sep 9 2022 4:00AM	Sep 9 2022 5:00AM	Sep 9 2022 5:00AM		1	--	0000575058	40	W	Remocion de caja de herramienta para maquinado	
						14	7500L-PM-X-	0000574431	2	W	PM XS	
						1	7320R--	0000574431	3	S	MANTENIMIENTO A/C	
						1	4021R-SOS-	0000574431	5	S	Realizar Flushing Mando Final LH Alto Código ISO 4406	
						1	4021R-SOS-	0000574431	6	S	Realizar Flushing Mando Final RH Alto Código ISO 4406	
						1	5020R-SOS-	0000574431	7	S	CAMBIO DE ACEITE HIDRAULICO Y FILTROS DEL TAQNUJE. AUT. R. BARRIOS	
M05660	D10R	Aug 14 2022 9:00PM	Sep 14 2022 11:00PM	Sep 18 2022 11:00PM	-96	842	CP_F	0000571619	1	W	COMCA R&I BACKLINE / UB: R&I backline	
						1	7320R--	0000571619	128	W	Alistamiento de cabina, instalación general del sistema A/A.	
						12	4150R-424U-U068	0000572266	2	S	UC - Evaluación de basidor LH 3KRPF-1013 con 6594 horas / Basidor LH Pad Superior e Inferior Bougie # 2 fallantes / Fuga media por boca.	
						12	4150R-424U-U068	0000572266	3	S	UC - Evaluación de basidor RH 3KRPF-1022 con 6594 horas / Basidor RH Presenta Boca (Telescopio) Con Fuga Media de Aceite	
						12	4150R-432U-U106	0000572266	4	S	UC - Evaluación de cadena LH 3KRTK-1205 con 6594 horas / El operador reporta ruido en la cabina (Reporta : Insp preoperacional) / Orugas desgastadas	
						12	4150R-432U-U106	0000572266	5	S	UC - Evaluación de cadena RH 3KRTK-1206 con 6594 horas	
						3	3020R-SOS-CISO	0000572484	1	S	R&I, garantizar cambio de aceite y filtros SERVOTRANSMISION. Serial: 3KRRA1002 con 17,570 Inst. el 03/08/2019, aprovechando ventana de cambio de motor. S.O.S registra desgaste anormal en Hierro 30 ppm Enviar (1) Muestra a Mobil. Fecha Muestra 05-Jul-2022	
						1	--	0000574442	1	W	ARMADO	
						1	--	0000574442	5	S	Instalar tubos del radiador	
						1	--	0000574442	6	S	Instalar Radiador	
						1	--	0000574442	7	S	Cerrar careta, acoplar lineas de bombas de agua	

Ilustración 21 Maintenance Daily Report.autor

7.2 Equipos Por Mantenimiento Pm

Cuando los equipos están DOWN y tiene programado un PM entre poco, se suele realizar el PM junto con las tareas del equipo, esto evita tener que parar la maquina poco tiempo después para realizarle el PM, logrando así una buena disponibilidad de la flota.

Algunos Equipos Por Pm

TRACTOR D11R 5673

Este equipo se encuentra en la mina el descanso y tiene programado un PM XS y otras tareas. Planeación se encarga de entregarle a los técnicos un formato(BUMPER) para indicarle los trabajos a realizar.

M05673	D11R	8 Sep 8 2022 8:11AM	8 Sep 16 2022 10:00PM	8 Sep 16 2022 10:00PM	0	206	OP_F	0000575701	1	W	COMCA UC SHOP / UB: Backline
		8 Sep 8 2022 8:11AM		8 Sep 8 2022 9:11AM				0000575701	2	W	Evaluación por vibración de cabina
						1	4150R--	0000575747	2	S	PM XS
						6	7500X-PM-X-	0000575747	2	S	PM XS
						1	7320R--	0000575747	3	S	MANTENIMIENTO A/C
						1	7401X-9704-	0000575747	4	S	Inspección SSI - aplicar formato GS-F-13
						1	--	0000575748	1	S	Adicionales Del PM

Ilustración 22 Tareas a realizar. autor

BUMPER

Los bumpers indican las horas de inicio y finalización de una tarea en específico, la orden de trabajo para la tarea, el estado de la misma y los técnicos que realizaron dicha tarea .

 DRUMMOND LTD. COLLIERIES	Tareas en progreso (WIP) y programadas (SCHD)	9-Sep-22 7:38 AM (Alabama Time) Version 15. Page 1 of 2
--	--	---

Equipo: M05673 CAT D11R Track Tractor / Serial: 7P200913 / Asignado a: ELDESCANSO / Año de recibo en mina: 2004

Fecha Inicio Down Máquina: Sep 8 2022 8:11AM

Estimado Planeado (Bumper): Sep 16 2022 10:00PM / Estimado operativo (Ajustado): Sep 16 2022 10:00PM

Unidad de Negocios: *COMCA*

Los empleados DLT y contratistas deben colocar su código asignado

Fecha de Inicio Tarea	Fecha Estim Final	Plan (hrs)	Orden	T	Sta	Descripción	TT	Nombre (1) Código	Hr	Nombre (2) Código	Hr	Nombre (3) Código	Hr
Sep 8 2022 8:11AM	Sep 8 2022 9:11AM	1	*0000575701*	2	WIP	Evaluación por vibración de cabina							
		6	*0000575747*	2	SCHD	PM XS	SI						
		1	*0000575747*	3	SCHD	MANTENIMIENTO A/C							
		1	*0000575747*	4	SCHD	Inspección SSI - aplicar formato GS-F-13							
		1	*0000575748*	1	SCHD	Adicionales Del PM							

Si usted trabaja en una tarea que no se encuentra relacionada en el listado arriba debido a que el reporte fue impreso antes de la creación de la tarea, coloque sus datos abajo e indique el número de orden y tarea que existe en el sistema para dicho trabajo (No la deje en blanco, consulte y colóquela).

Fecha Inicio Tarea	Estimado Final	Plan (hrs)	Orden	T	Sta	Descripción	Nombre (1) Código	Hr	Nombre (2) Código	Hr	Nombre (3) Código	Hr

Ilustración 23 Bumper 5673.autor

TRACTOR D11R 5675

M05675	D11R	Sep 8 2022 10:30PM	Sep 13 2022 11:00PM	Sep 13 2022 11:00PM	0	121	7050R-1273-060	B-0000574827	1	S	BACKLOG - L linea de llenado del TK de combustible cristalizada Report: C. Alvear J. Bustillo. Se anexa formato	
			Sep 9 2022 8:30PM	Sep 9 2022 8:30PM		22	7500X-PM-C-	0000575339	2	W	COMCA PM_BACKLINE / UB:	
						1	7320R-	0000575339	3	S	PM XS + CAMBIO DE TODOS LOS ACEITES Y FILTROS	
						1	7401X-PM-FSS-	0000575339	4	S	MANTENIMIENTO A/C	
		Sep 9 2022 1:00AM	Sep 9 2022 7:00AM			17	3030R-SOS-OS3	0000570499	1	S	Mantenimiento SSI - Tecnofuego - aplicar formato adjunto GS-F-25	
						1	**	0000575566	1	S	R&I. Evaluación de SERVOTRANSMISION 1SY01870 > 23949 Hrs. Inst: 06/07/2018 x SOS Reporta (Contaminación tierra) / Aplicar Critico Nivel 1 por contaminación /Adjuntar Formato & Evidencias.	
						6	1000R-SOS-OS9	0000575686	1	W	Adicionales del PM	
						1	7300R-7301-TPS25	B-0000558652	1	S	R&I. Evaluación de MOTOR (TEMPERATURA) HEE00178 > 24581 Hrs. Inst: 06/07/2018 x SOS Reporta Evento de temperatura refrigerante de motor +SOS REPORTA Alta Oxidacion /Aplicar evaluacion por alta Temperatura de motor /Adjuntar Formato & Evidencias.	
						23	5100R-5102D-TP027	B-0000568381	1	S	BACKLOG - PRE-OPERACIONAL El Radio enciende pero no se escucha; Segun reporte via correo fecha 26 de mayo 2022 por saba imbreh.	
						1	**	B-0000569387	1	S	BACKLOG: Juego excesivo yoke cilindro levante RH y LH / Cambio de cilindro de levante, P/N 439-0693	
						1	**	B-0000569387	1	S	BACKLOG - Diente del ripper con alto desgaste. Report: C. Alvear - M. Cataño. Se	

Ilustración 24 Tareas por hacer 5675.autor

Figura 1. Tareas por hacer 5675.autor

A este equipo inicialmente se le programó el PM con un Backlog, pero al día siguiente se le asignaron más backlogs, por tanto, se realiza plan para darle prioridad a los backlogs junto con el PM y se les entrega el BUMPER a los técnicos. En la ilustración 25 se aprecia el

bumper del equipo 5675 donde se indican las horas de inicio y finalización de las tas tareas, las órdenes de trabajo para la tareas, el estado de las mismas y los técnicos que realizan la tarea.


DRUMMOND LTD.
COLIMBIA

Tareas en progreso (WIP) y programadas (SCHD)

9-Sep-22 7:36 AM

(Alabama Time)

Version 15. Page 1 of 4

Equipo: M05675 CAT D11R Track Tractor / Serial: 7P200915 / Asignado a: MINAPRIB / Año de recibo en mina: 2004

Fecha inicio Down Máquina: Sep 8 2022 10:30PM

Estimado Planeado (Bumper): Sep 13 2022 11:00PM / Estimado operativo (Ajustado): Sep 13 2022 11:00PM

Unidad de Negocios: *COMCA*

Los empleados DLTD y contratistas deben colocar su código asignado

Fecha de Inicio Tarea	Fecha Estim Final	Plan (hrs)	Orden	T	Sts	Descripción	TT	Nombre (1) Código	Hr	Nombre (2) Código	Hr	Nombre (3) Código	Hr
Sep 8 2022 10:30PM	Sep 9 2022 8:30PM	22	"0000075339"	2	WIP	PM XS + CAMBIO DE TODOS LOS ACEITES Y FILTROS	SI						
		1	"0000075339"	3	SCH D	MANTENIMIENTO A/C							
		1	"0000075339"	4	SCH D	Mantenimiento SSI - Tecnofuego - aplicar formato adjunto GS-F-25							
		1	"0000055652"	1	SCH D	BACKLOG - PRE-OPERACIONAL El Radio enciende pero no se escucha; Segun reporte via correo fecha 26 de mayo 2022 por saba imbreth.							
		23	"0000055651"	1	SCH D	BACKLOG: Juego excesivo yoke cilindro levante RH y LH / Cambio de cilindro de levante, P/N 439-0693							
		1	"0000055657"	1	SCH D	BACKLOG - Diente del ripper con alto desgaste; Report: C. Alvear - M. Cataño. Se anexa formato							
		17	"00000570499"	1	SCH D	R&I. Evaluación de SERVOTRANSMISION 1SY01670 > 23949 Hrs. Inst: 06/07/2018 x SOS Reporte (Contaminación tierra) / Aplicar Critico Nivel 1 por contaminación (Adjuntar Formato & Evidencias.	SI						
		1	"00000571894"	1	SCH D	Falta Tornillo del Breaket que va en el tubo de la caja de Termostato al Radiador. Report L. Duran- S. Sanchez.se anexa formato.							
		1	"00000575566"	1	SCH D	Adicionales del PM							
		1	"00000575566"	1	SCH D	UC - URGENTE Segmentos de Sprocket LH presenta dos (2) tornillos flojos.							
Sep 9 2022 1:00AM	Sep 9 2022 7:00AM	0	"00000575566"	1	WIP	R&I. Evaluación de MOTOR (TEMPERATURA) HEE00178 > 24581 Hrs. Inst: 06/07/2018 x SOS Reporte Evento de temperature refrigerante de motor -SOS REPORTA Alta Oxidacion /Aplicar evaluacion por alta Temperature de motor (Adjuntar Formato & Evidencias.	SI						

Ilustración 25 Bumper 5675.autor

TRACTOR D11R 5259

Equipo DOWN por evaluación.

M05259	D11R	Sep 8 2022 8:00PM	Sep 8 2022 10:00PM	Sep 9 2022 10:00PM	0	26	OP_F	0000766628	1	W	COMED FIELD DESC / UB: Botadero 5+140
						1	7050R-1273-	B-0000573766	1	S	ADD Evaluar Corregir problema con radio de Comunicación (Esta conectado con el Switch y queda apagado)
						1	5050R-5057-TP031	B-0000573767	1	S	BACKLOG - Marcacion numerica del tanque de combustible mal estado/Cambiar marcacion numerica. Tecs: Vides/Garcia
						1	7300R-7305-	B-0000573768	1	S	BACKLOG: Fuga por sello del tubo del cilindro de levante LH Dozer/Cambiar sello Solibita: Tecs VIDES/OROZCO
						1	5100R-5104D-	0000766628	3	W	Evaluar: Cilindros de inclinacion RH no se sostiene se sale solo Inst: el 05/31/2022 horas 1.505 WTY.

Ilustración 26 Tareas por hacer 5259.autor

BUMPER

Los bumpers indican las horas de inicio y finalización de una tarea en específico, la orden de trabajo para la tarea, el estado de la misma y los técnicos que realizaron dicha tarea .

 DRUMMOND LTD. EXPLORATION		Tareas en progreso (WIP) y programadas (SCHD)										9-Sep-22 7:38 AM (Alabama Time) Version 15. Page 1 of 2	
Equipo: M05259 CAT D11R Track Tractor / Serial: 7P200766 / Asignado a: ELDESCANSO / Año de recibo en mina: 2004 Fecha inicio Down Máquina: Sep 8 2022 8:00PM Estimado Planeado (Bumper): Sep 9 2022 10:00PM / Estimado operativo (Ajustado): Sep 9 2022 10:00PM Unidad de Negocios: *COMED* Los empleados DLTD y contratistas deben colocar su código asignado													
Fecha de Inicio Tarea	Fecha Estim Final	Plan (hrs)	Orden	T	Sts	Descripción	TT	Nombre (1) Código	Hr	Nombre (2) Código	Hr	Nombre (3) Código	Hr
Sep 8 2022 8:00PM	Sep 8 2022 9:00PM	1	"0000766626"	1	WIP	Evaluar: Plumillas traseras dejaron de funcionar							
Sep 8 2022 8:00PM	Sep 8 2022 9:00PM	1	"0000766626"	3	WIP	Evaluar: Cilindros de inclinación RH no se sostiene se sale solo inst: el 05/31/2022 horas 1.505 WTY.							

Si usted trabaja en una tarea que no se encuentre relacionado en el listado arriba debido a que el reporte fue impreso antes de la creación de la tarea, coloque sus datos abajo e indique el número de orden y tarea que existe en el sistema para dicho trabajo (No lo deje en blanco, consulte y colóquelo).

Fecha Inicio Tarea	Estimado Final	Plan (hrs)	Orden	T	Sts	Descripción	Nombre (1) Código	Hr	Nombre (2) Código	Hr	Nombre (3) Código	Hr

Ilustración 27 Bumper 5259

7.3 Resultados De La Integración De Backlogs De Las Fallas Encontradas

Se realizó la priorización de los backlogs en los planes de mantenimiento preventivo para lograr alcanzar una mayor eficiencia de los equipos y evitar que los equipos se atrasen en taller, se logró evidenciar que realizando estos procesos los equipos tardan menos en taller, esto era causado anteriormente porque al tener los equipos en taller y realizar una inspección, se encontraban detalles mínimos que no afectan el rendimiento del equipo y la seguridad del operador, y se corrigen estos detalles que en muchas ocasiones se extendían más de lo planificado por problemas externos, esta era principalmente una de las causas encontradas por la cual los equipos tardaban mucho más en los talleres.

8 Conclusiones

- Los atrasos en los trabajos a realizar en las alarmas por equipos, sea porque el SIS se encuentra bloqueado, demoras en planeación para imprimir la información de la falla, zonas remotas sin señal en campo, son un problema sin resolver, por tal motivo, la creación del programa GoCat solventa este problema, este programa se diseñó también pensando en los técnicos de campo que en ocasiones no cuentan con ningún tipo de señal lo cual hace prácticamente imposible que ellos tengan a la mano la información, por esto, el programa se creó offline, con esto, se logra una mayor eficiencia en los trabajos y una mayor productividad.
- Para el mantenimiento en los equipos son muchas las medidas que hay que tomar en cuenta, es por esto que es fundamental trazar un plan que permita realizar los mantenimientos y trabajos adicionales sin atrasar el tiempo de entrega de los equipos, esto se logra inspeccionando la máquina, verificando que los componentes del sistema hidráulico y eléctrico se encuentren conectados correctamente y en buen estado, dando prioridad a tareas que no vayan a limitar el trabajo de otras, entre otras. Aplicando un buen plan de mantenimiento, se logra que no baje considerablemente la disponibilidad de la flota en las minas el descanso y pibbenow
- La instalación de componentes del sistema eléctrico debe ir acompañada de una supervisión y una validación de las piezas que se estén usando, esto porque en

ocasiones se instalan componentes que se les han quitado a otros equipos y a la hora de encender la máquina, el VIDS arroja una alarma para ese componente, esto ocurre porque no se realiza una verificación previa donde se compruebe que los componentes funcionen correctamente y estén en condiciones óptimas y no fallen pronto, es por esto que es fundamental supervisar y validar que estos procesos se lleven correctamente.

• Referencias

- ALARCON MANTILLA, L. F., & MEJIA VALLEJO, O. (1988). Obtenido de https://www.anm.gov.co/sites/default/files/decreto_2655_de_1988.pdf
- CARDENAS, J. (2013). Obtenido de <https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/cuestiones-constitucionales/article/view/6017/7958>
- ETECÉ. (2020). Obtenido de <https://concepto.de/programacion/>
- ETECÉ. (2021). Obtenido de <https://concepto.de/lenguaje-de-programacion/>
- GUERRA LOPEZ, E. (2019). Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-36302019000100014
- LINARES , J. M. (2019). Obtenido de <https://www.drummondlttd.com/wp-content/uploads/Politica-de-seguridad-y-salud-2019.pdf>
- PERRY RUBIO, G., & GRANADA RODRIGUEZ, J. (1987). Obtenido de <https://fasecolda.com/cms/wp-content/uploads/2019/08/decreto-1335-1987.pdf>
- REY SACRISTÁN, F. (2014). Obtenido de <https://www.tecnicaindustrial.es/wp-content/uploads/Numeros/98/3064/a3064.pdf>
- RODRIGUEZ BECERRA, M., & GAVIRIA TRUJILLO, C. (1994). Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1299#:~:text=En%20desarrollo%20del%20art%C3%ADculo%2060,de%20recuperaci%C3%B3n%2C%20o%20sustituci%C3%B3n%20morf%C3%B3gica%2C>
- PIZANO, E. S. (2022, March 24). *DECRETO 501 DE 1995*. SUIN-Juriscol. Retrieved September 14, 2022, from <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1109014>

PIZANO, E. S. (24 de March de 2022). *DECRETO 501 DE 1995*. Recuperado el 14 de September de 2022, de SUIN-Juriscol: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1109014>

klimasauskas, R. e. (2015). Obtenido de <https://docplayer.es/35724872-Mantenimiento-en-mineria-segunda-parte-por-ruben-eduardo-klimasauskas-introduccion.html>

Cabrera, D. T. (2017). Obtenido de https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/5404/Tesis_Implementación_Disminución_Equipos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FLORES, M., & OBED, D. (2017). Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1646/TESIS%20FINAL%20OBED%20MAURICIO_EMPASTAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vasquez, P. R. (2016). Obtenido de https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/5923/Tesis_Mantenimiento_Flota%20tractores_Cajamarca.pdf?sequence=1&isAllowed=y

puyo, D. m. (8 de Abril de 2022). Obtenido de <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20539%20DEL%208%20DE%20ABRIL%20DE%202022.pdf>

HERRERA, C. J. (28 de Junio de 2022). Obtenido de <https://acmineria.com.co/acm/wp-content/uploads/2022/07/Resolucion-N0000272-de-2022.pdf>

9 ANEXOS

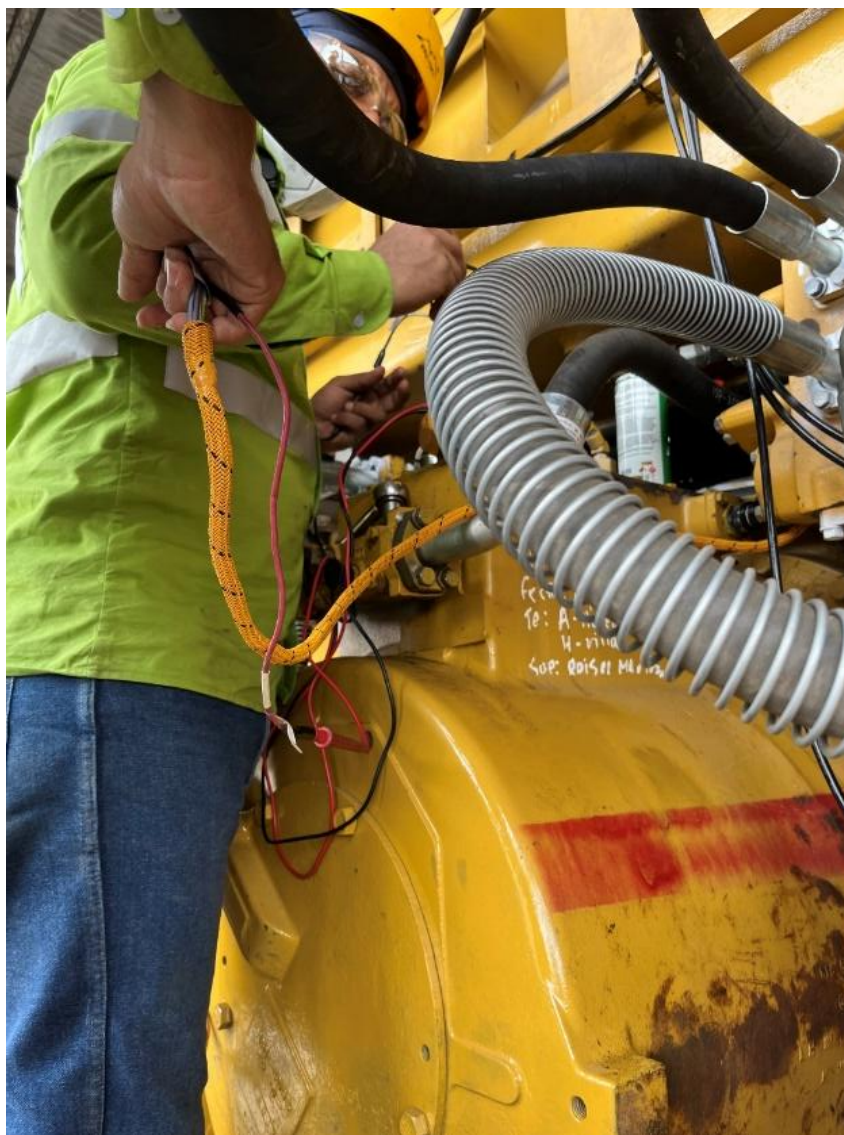
Anexo 1. Falla clth sol1 err



Anexo 2. Mazo de cable de ECM



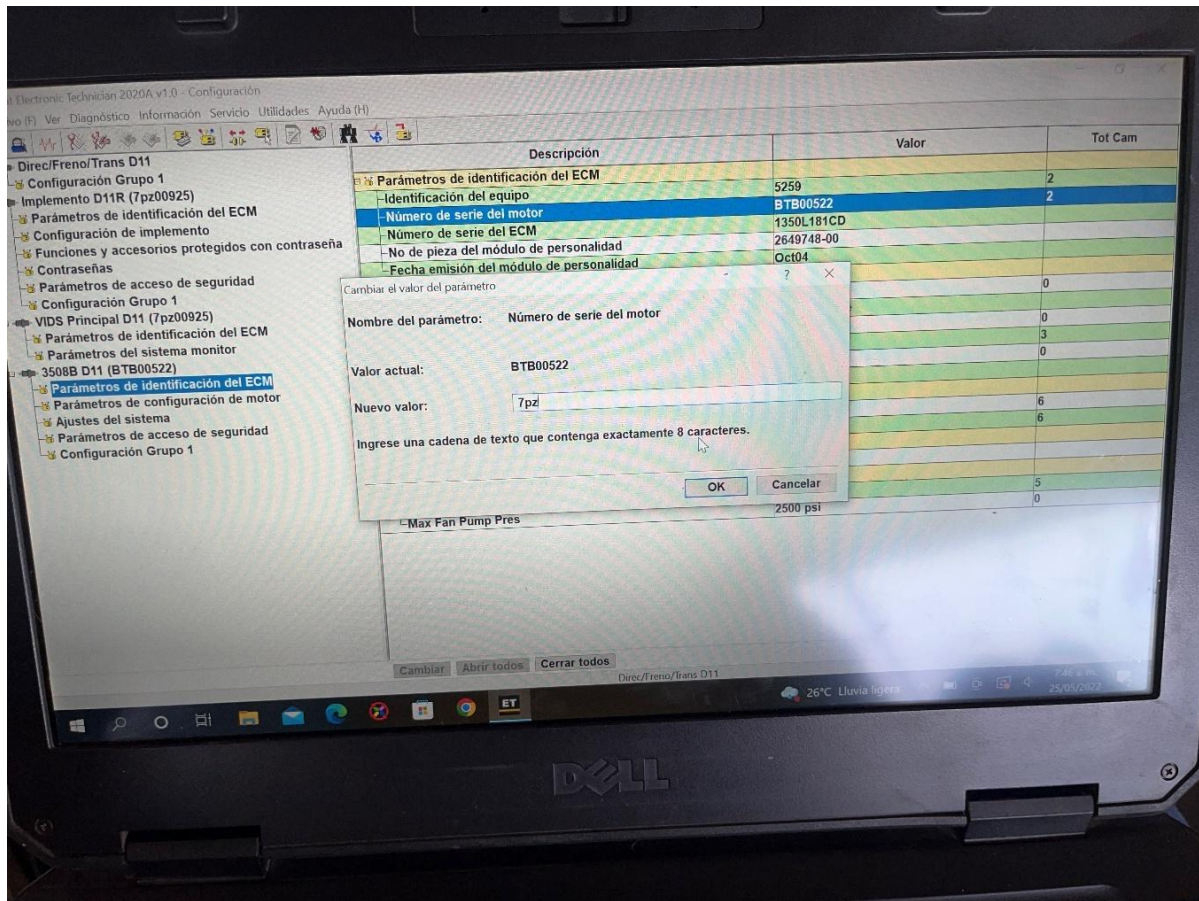
Anexo 3. Medición de continuidad en harnees



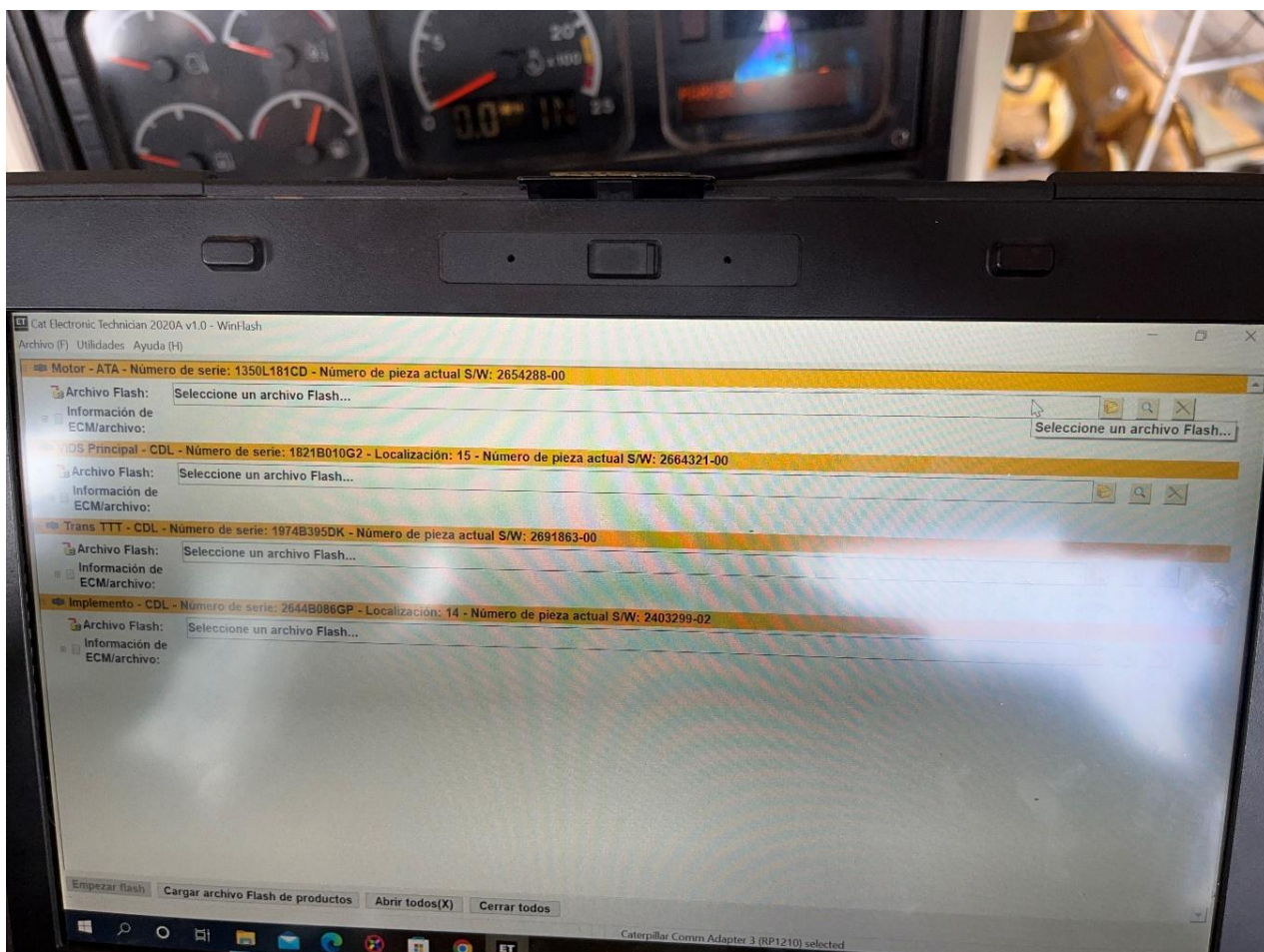
Anexo 4. Medición de continuidad en conector de ECM



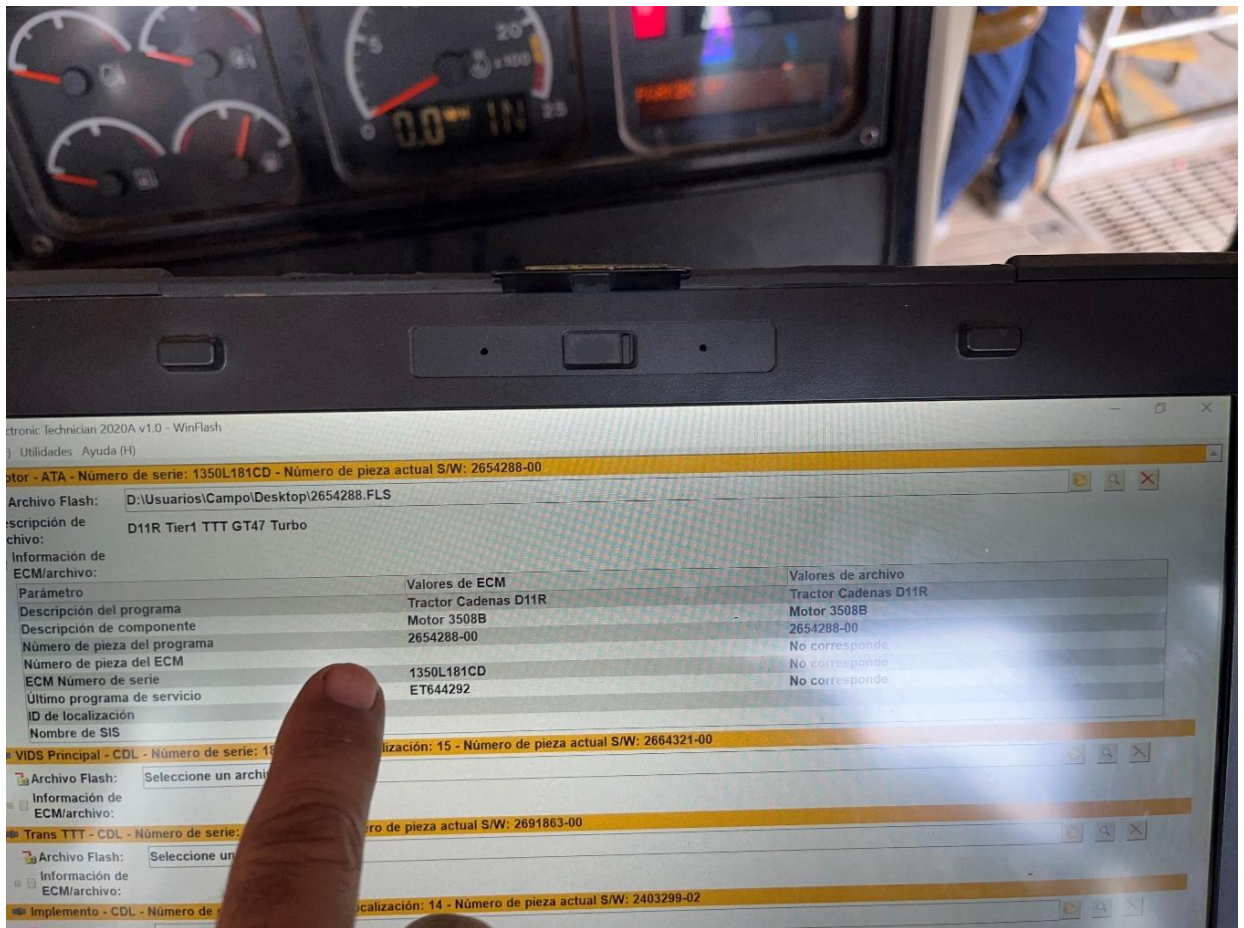
Anexo 5. Archivo flash del motor



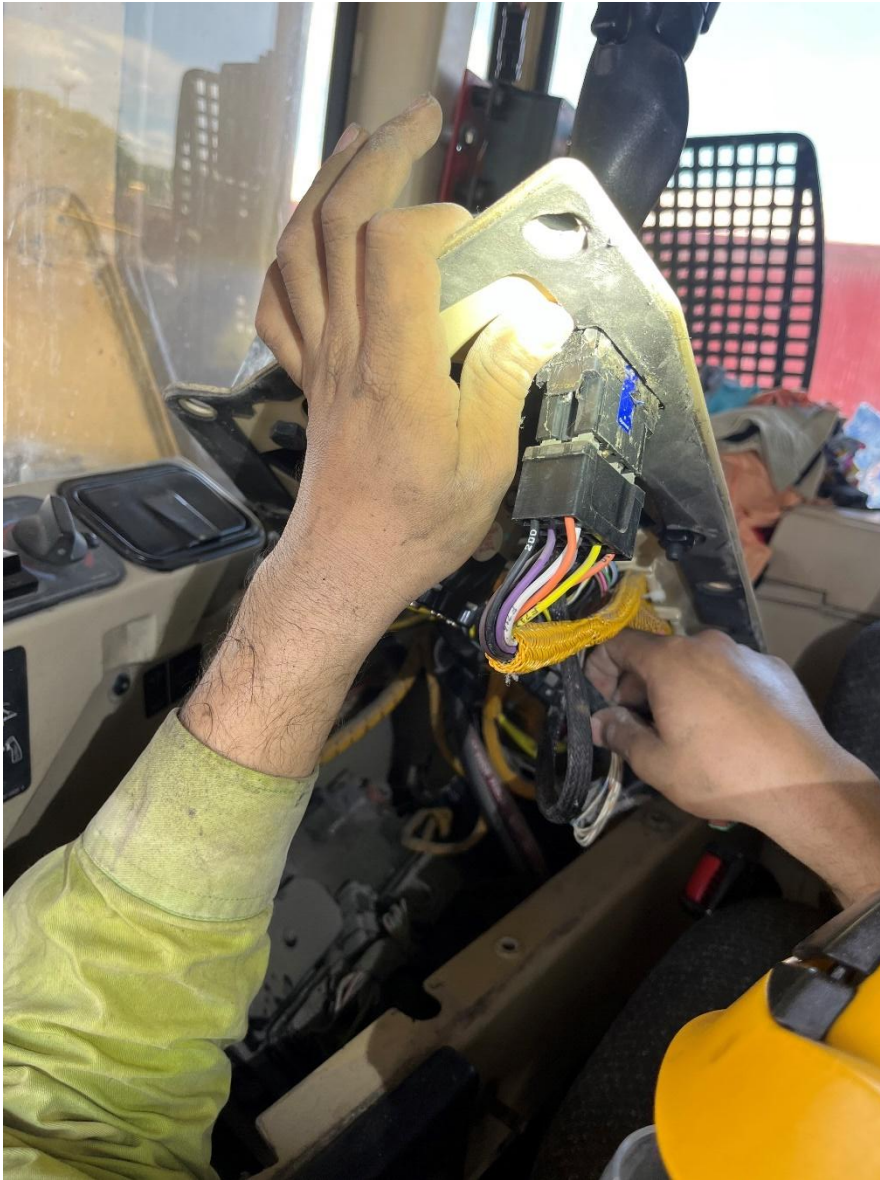
Anexo 6. Cargue del archivo Flash en el ET



Anexo 7. Validación de archivo Flash cargado



Anexo 8. Revisión de cables de Joystick de control de doce



Anexo 9. Joystick desinstalado



Anexo 10. Instalación de mazo de cables a ECM



Anexo 11. Orden de trabajo para realizar flash a ECM

Tipo de Trabajo	Razón	Código SMCS	P/N
DESCRIPCION DEL TRABAJO EFECTUADO: Diligencie la Orden de Trabajo siguiendo los pasos descritos			
ANTECEDENTES-> (la última vez que se dio esta falla o reporte)			
SINTOMAS-> (Lo que presenta el equipo o componente)			
PROBLEMA-> (Qué es lo que ocasionó la falla)			
CAUSA-> (Los motivos que generaron el problema)			
SOLUCION-> (Qué se realizó para solucionar el problema)			
Se descargan nuevos Tc#4 en el computador Código de diagnóstico activo de transmisión Mid 113 cid 254 Fm113 fuera de equilibrio transmisión, se equilibra Fm2 saliendo satisfactorio, pero ECM de Motor presenta código de diagnóstico activo Mid 036 cid 0253 Fm102 Error Modelo de Personalidad Se observa que en la configuración ECM Motor este con serie BTB00522 y con un archivo flash. P/P 2649748, se toman evidencias de placa del motor y el motor es serie BTB00522 lo cual archivo flash no aplica con esta serie el flash que corresponde es el P/P 2654288 Se realiza flash y el equipo queda sin alarmas activa, se prende equipo saliendo bien, se toman evidencias a oficio manual			
PENDIENTES-> (En caso de no culminar el trabajo, que hace falta)			
7			
WTT			
Equipo Disponible: ☒ SI ☐ NO			
MANUAL UTILIZADO:			

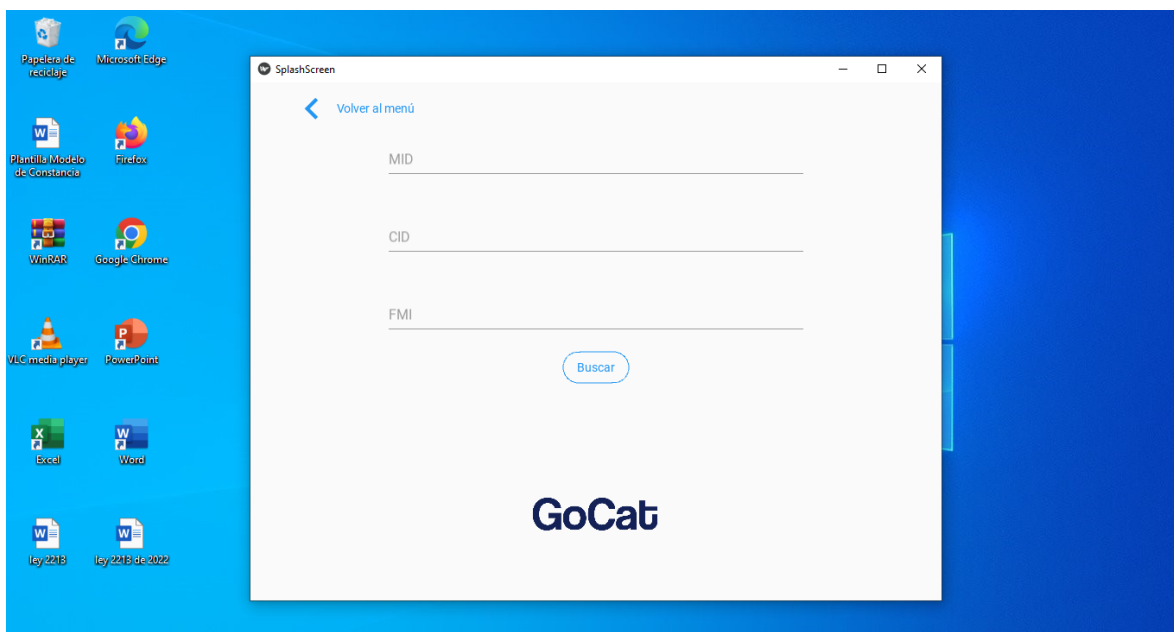
Anexo 12. Códigos de diagnóstico en el VIDS



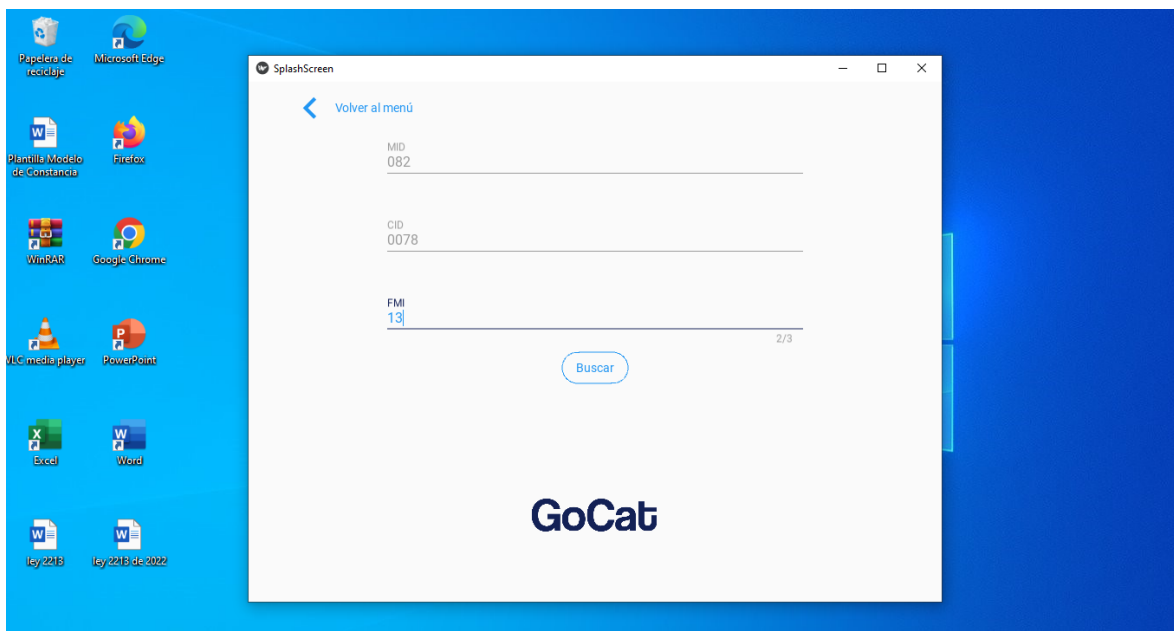
Anexo 13. Orden de trabajo de tareas realizadas

MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL		GENERACION ORDEN DE TRABAJO		OT: DIGITADA SI NO	
Work Order		Task	☐	Grupo	2
Equipo	5269	Fecha y Hora Inicio	23 08 2022	Turno	D
Serie	797	Fecha y Hora Final	23 08 2022		
Horometro					
Area	TRACTORES				
Nombre Supervisor	Rojel Martinez				
Descripcion de la(s) tarea:	Instalar ECM y parte electrica y Primer en control				
Problem Group		Problem		Cause	
Descripcion del trabajo efectuado (diligencie la OT Siguiendo los pasos descritos):					
Sintoma 2. Problema 3. Causa 4. Solucion 5. Nota					
* Se conectan Lineas de suministros de gases					
* Se conecta ECM y se arma cabina nuevamente despues de instalar las ECM					
* Se conectan Baterias					
* Se conectan tierras de motores de arranque se encontraron sueltos y no prendia					
* Se realiza Purga al Sistema HYD					
* Se prueban Implementos OK					
* Se completan Niveles					
* La transperencia llega a los 4:40 de oscuro					
Pendientes: → Los Switch quedan en la cabina					
→ en cadena equipo					
Cerrar tareas ☐					
Demoras:		# ID Empleado	H.H	Horas Hombre Totales	
Nombre de los Tecnicos					
A. Zapata		12		34 hr	
C. Boran		12			
Geovani		10			
Vo. Bo. Supervisor:					

Anexo 14. Pantalla de inicio de programa Gocat



Anexo 15. Ingreso de códigos al GoCat



Anexo 16. Información de GoCat sobre la falla

