

PRACTICA ACADEMICA EN EL BATALLÓN DE INGENIEROS NO.5 CR FRANCISCO
JOSÉ DE CALDAS

AUTOR:

CARLOS ALBERTO DUARTE GARNICA

DIRECTOR:

SERGIO ANDRES ARDILA GOMEZ

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO-MECANICAS
INGENIERIA MECATRONICA
BUCARAMANGA

2020

Notas de aceptación.

MSc. Sergio Andrés Ardila Gómez
Director de prácticas

Sg. Jhon Fredy Marroquin Suavita
Oficial equipo de ingenieros

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo General.....	6
2.2. Objetivos específicos.....	6
3. MARCO CONCEPTUAL.....	7
3.1. Maquinaria pesada	7
3.1.1. Movimiento de tierra	7
3.1.2. Levantar objetos pesados	7
3.1.3. Demolición	8
3.1.4. Transporte	8
3.2. Mantenimiento	8
3.2.1. Mantenimiento preventivo	8
3.2.2. Mantenimiento correctivo	9
3.2.3. Mantenimiento predictivo	9
3.2.4. Mantenimiento overhaul	9
3.2.5. Mantenimiento en uso	9
3.3. Sistemas de un vehículo.....	10
3.3.1. Motor	10
3.3.2. Lubricación y refrigeración	10
3.3.3. Suspensión	10
3.3.4. Transmisión	10
3.3.5. Sistema eléctrico	10
3.3.6. Tracción y frenos	11
3.3.7. Carrocería y chasis	11
3.3.8. Sistema dirección	11
4. ACTIVIDADES.....	13
5. CONCLUSIONES	23
6. REFERENCIAS	24

Tabla de imágenes

Imagen 1. Soldados batallón de Ing	5
Imagen 2. Bulldozer	7
Imagen 3. Excavadora oruga	8
Imagen 4. Sistemas automóviles	12
Imagen 5. Motor maquina CX210B	13
Imagen 6. Sistema tracción Dmax Imagen 7. Caja cambios Dmax	14
Imagen 8. Suspensión Dmax	14
Imagen 9. Oruga suelta Imagen 10. Oruga puesta	15
Imagen 11. Montaje portacarriles	15
Imagen 12. Pistón hidráulico	16
Imagen 13. Troquer Imagen 14. Rueda guía	16
Imagen 15. Buje afuera	17
Imagen 16. Extracción de buje	17
Imagen 17. Montaje caja Ford	17
Imagen 18. Montaje bomba hidraulica	18
Imagen 19. Cardan volqueta ford	18
Imagen 20. Maquina CX210B	19
Imagen 21. Limpieza zona bandas de freno Imagen 22. Parte de cambio	19
Imagen 23. Filtros de aire Imagen 24. Portafiltros	20
Imagen 25. Correas de repartición	20
Imagen 26. Grasera para tensar la oruga	20
Imagen 27. Partes Volqueta FORDD 8000	21
Imagen 28. Tabla sensores Volqueta Dobletroque INTERNATIONAL 7600	22
Imagen 29. Tabla partes camabaja de 3 ejes TRACTEC	22
Imagen 30. Tabla partes carrotanque de agua CHEVROLET FVR	22
Imagen 31. Tabla partes tractomula FORD Lt 9000	22

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo contiene los elementos sobre la práctica realizada en el batallón de Ingenieros No.5 CR Francisco José de Caldas en el área de transportes.

Dicha entidad hace parte del Ejército nacional de Colombia y se encarga de ejercer labores de prevención y atención de desastres, obras de infraestructura, instalación de puentes y otras capacidades especiales que han puesto a disposición de los habitantes de Santander.

Las prácticas se iniciaron en el área de transportes llevando a cabo el diagnóstico de fallas y mantenimiento de maquinaria pesada y línea de transporte de esta entidad.

Debido a la declaración de pandemia del nuevo coronavirus SARS-CoV-2 o mejor conocido como COVID-19 se debieron suspender las prácticas presenciales y se reanudaron después de varios meses en modalidad teletrabajo donde se llevó a cabo el diligenciamiento de tablas de necesidades de las diferentes líneas de transporte y maquinaria pesada que maneja el batallón.



Imagen 1. Soldados batallón de Ing (MILITARES, 2012)

El equipo de ingenieros cuenta con maquinaria, la cual se ve sometida a trabajos extremos lo que nos lleva a tener que ejecutar diferentes tipos de manteniendo de manera seguida a cada una de las máquinas para evitar daños en pleno funcionamiento al estar trabajando en una emergencia.

Para el mantenimiento se deben tener en cuenta las partes involucradas. Con esta finalidad se realizaron las tablas de necesidades en las cuales se encuentran todas las piezas de cada uno de los automóviles del área de transportes.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Diagnosticar fallas y formular estrategias para el mantenimiento de la maquinaria, de tal modo que represente seguridad al momento de la atención de desastres.

2.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar de fallas de maquinaria pesada.
- Leer de planos electrónicos de maquinaria pesada
- Realizar mantenimiento de los vehículos y maquinaria pesada.
- Diligenciar tablas de necesidades de las diferentes líneas de maquinaria del área de transportes.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1. Maquinaria pesada

La maquinaria pesada es una clase de maquinaria que utiliza un gran consumo de combustible para funcionar accionada por un conductor y entre las tareas que son capaces de desarrollar, se puede encontrar en actividades como el movimiento de tierra, levantamiento de objetos pesados, demolición, excavación o el transporte de material. (INFOGUIA, 2018)

A nivel general, los ámbitos de la construcción en los cuales se utiliza la maquinaria pesada son los siguientes:

3.1.1. **Movimiento de tierra.**

El equipo pesado, como excavadoras y apisonadoras, se utiliza en la construcción, la agricultura y la ejecución de carreteras para eliminar, sin problemas, los depósitos de sedimentos, desechos, así como las irregularidades del terreno.



Imagen 2. Bulldozer (Finning International Inc., 2017)

3.1.2. **Levantar objetos pesados.**

Grúas, carretillas elevadoras y otras maquinarias pesadas se requieren para movilizar vigas de acero, silos de granos, bloques de concreto y otros materiales utilizados en la construcción de barcos, puentes, torres y otras estructuras con pesos de gran envergadura.

3.1.3. Demolición.

Cizallas de hormigón, bolas de demolición y martillos hidráulicos son una muestra de equipos pesados utilizados para demoler edificios comerciales y residenciales.



Imagen 3. Excavadora oruga (LECTURA Specs., 2019)

3.1.4. Transporte.

Con el fin de transportar objetos grandes y pesados como la madera cortada o el hormigón, las maquinarias pesadas asociadas con industrias forestales y las utilizadas en la construcción de carreteras, usan equipos pesados como cargadores de troncos y tractores tipo remolques. (INFOGUIA, 2018)

3.2. Mantenimiento

Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.

3.2.1. Mantenimiento preventivo

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

3.2.2. Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

3.2.3. Mantenimiento predictivo

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

3.2.4. Mantenimiento overhaul

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

3.2.5. Mantenimiento en uso

es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total). (Garrido, 2012)

3.3. Sistemas de un vehículo

3.3.1. Motor

El motor es la máquina que transforma energía para obtener el desplazamiento del vehículo. El motor se identificará según el tipo de energía que transforma.

Básicamente, el funcionamiento del motor consiste en que la cámara, formada por las paredes del cilindro, la cabeza del pistón y la parte inferior de la culata, está cerrada y se llena de aire que al comprimirse aumenta su temperatura de tal forma que, al inyectarse carburante, arde ejerciendo una fuerza sobre la cabeza del pistón que lo obliga desplazarse. Este movimiento, que es rectilíneo, se transforma en circular mediante una biela y un cigüeñal.

3.3.2. Lubricación y refrigeración

El sistema de lubricación se basa en el aceite, que se encuentra depositado en el cárter, es impulsado por la acción de una bomba y mandado a presión por las canalizaciones de lubricación, para así reducir los esfuerzos de rozamiento entre piezas

3.3.3. Suspensión

Su función es la de reducir los efectos de las irregularidades del camino, evitando que las oscilaciones se transmitan a los pasajeros o la carga. Un sistema de suspensión en buen estado aumenta la adherencia y disminuye la distancia de frenado

La misión del sistema de refrigeración es mantener el motor en su temperatura de óptimo rendimiento. Además, con sus elementos, conseguirá que el motor alcance dicha temperatura rápidamente.

La refrigeración de estas piezas se hace a costa de calentar el líquido refrigerante que las rodea y posteriormente, transmitir dicho calor al aire ambiente.

3.3.4. Transmisión

Para que el automóvil se desplace, es necesario una cadena cinemática que traslade el movimiento de giro del cigüeñal a las ruedas. Y además varía la relación de giro entre el cigüeñal y las ruedas. Esta relación varía en función de las exigencias debidas a la carga transportada y el perfil de la calzada.

3.3.5. Sistema eléctrico

El automóvil dispone de una serie de componente eléctricos agrupados en circuitos e Inter conexionado por medio de una

instalación eléctrica. Los circuitos eléctricos transforman la energía eléctrica en otras clases de energía, según las necesidades requeridas.

3.3.6. Tracción y frenos

Para que la tracción se lleva a cabo se necesitan las ruedas que son el elemento del automóvil que se toman contacto con el terreno, por tanto, el único lazo de unión entre el suelo y el vehículo.

El sistema de frenado tiene como misión la de aminorar la velocidad del vehículo, llegando incluso a detenerlo. Esta disminución de velocidad se hará a voluntad del conductor y se conseguirá de una forma segura y con el mínimo esfuerzo.

3.3.7. Carrocería y chasis

La carrocería cierra el conjunto formado por el bastidor o chasis y los elementos funcionales y le da al vehículo su estética característica.

En los camiones, la carrocería tiene dos partes: la cabina, que puede ser fija o abatible y la plataforma, que es sobre la que se monta la construcción donde va la carga. En este caso la cabina equivale a la cabina autoportante de los buses.

El chasis consiste en una serie de vigas de tamaño y forma adecuados a los esfuerzos que debe soportar. Aleja los ejes, la transmisión y soporta la cabina y las piezas de la carrocería.

3.3.8. Sistema dirección

Es el conjunto de mecanismos que tiene la misión de orientar las ruedas directrices que, normalmente son las delanteras, según la trayectoria marcada por el conductor. También se emplea en camiones rígidos, dos ejes delanteros y ambos directrices y, en los autobuses de más de 12 metros, un tercer eje trasero y directriz. (Cebrián, 2016)

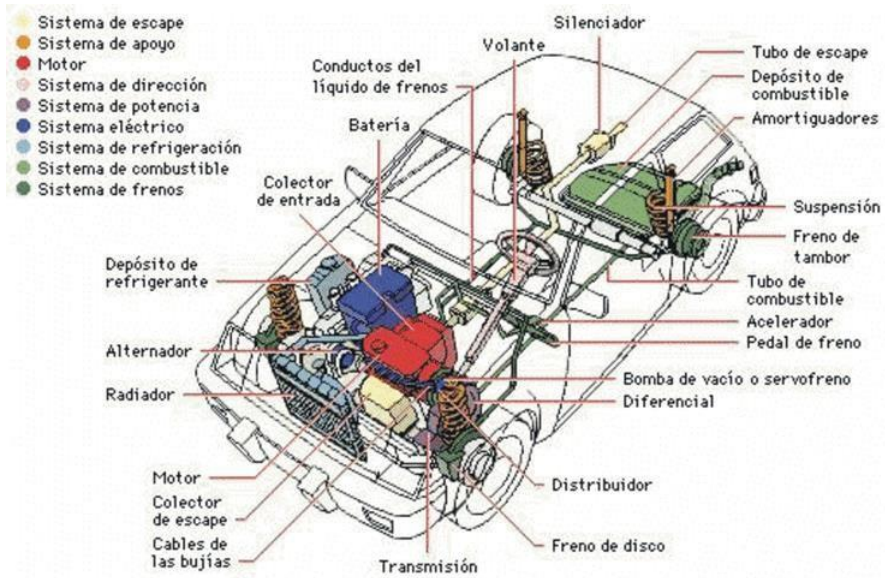


Imagen 4. Sistemas automóbiles (Castellanos, 2012)

4. ACTIVIDADES

A lo largo de las practicas realizadas se vieron interferidas por la declaración de pandemia por la organización mundial de la salud por lo cual se tuvo que hacer una prórroga de aproximadamente 2 meses. Esto llevo a tener dos modalidades de practicas, las primeras presenciales en el área de transportes y la segunda práctica virtual para así prevenir el contagio.

En el transcurso de las prácticas presenciales se realizaron varios tipos de actividades, que en su mayoría fue diferentes tipos de mantenimiento a los automóviles y maquinaria pesada que se encontraba en el lugar.

Esto llevó a conocer los planos del automóvil y los sistemas de este, ya que para realizar la inspección y mantenimiento, se deberá conocer las partes del vehículo.

4.1. Mantenimiento preventivo

- Limpieza y pruebas de funcionamiento a sensores de maquina CX210B: Por medio de estas pruebas y verificación del sistema eléctrico. Se logo verificar valores de sensores con multímetro y osciloscopio para así evitar el cambio de piezas en buen estado y lograr una verificación completa del sistema.



Imagen 5. Motor maquina CX210B (Duarte, 2020)

- Mantenimiento embrague y tracción delantera camioneta Dmax: Se realizó el mantenimiento y engrase del sistema para evitar futuros daños ya que se venía un trabajo arduo en el arreglo del desastre de la avalancha en curros, Santander.



Imagen 6. Sistema tracción Dmax (Duarte, 2020)



Imagen 7. Caja cambios Dmax (Duarte, 2020)

4.2. Mantenimiento correctivo

- Cambio sistema de suspensión camioneta Dmax: El conductor al escuchar ruidos en la parte de la llanta del vehículo se remite a los practicantes para verificar el estado de su vehiculó, en el cual encontró un daño en el sistema de suspensión delantera. Se procedió a cambiarlas ya que estaban bastante deterioradas.



Imagen 8. Suspensión Dmax (Duarte, 2020)

- Montaje orugas maquina CX210B: Al dar inicio a las practicas, se estaba esperando partes para el cambio de una máquina CX210B, una de ellas era el sistema de tracción de la máquina, la cual comprende la oruga, los guarda carriles, las ruedas guía, la rueda tensora y el troquer. Al tener todo se realizó el ensamble de las piezas.



Imagen 9. Oruga suelta (Duarte, 2020)



Imagen 10. Oruga puesta (Duarte, 2020)

- Montaje guarda carriles máquina CX210B: los guarda carriles guían la oruga en la parte inferior para que no llegue a descarrilarse en terrenos inestables.



Imagen 11. Montaje portacarriles (Duarte, 2020)

- Montaje pistón hidráulico máquina CX210B: Este se encargaba del movimiento de la pala y fue enviado a mantenimiento, al ensamblarlo se realizó purga del sistema hidráulico para verificar su correcto funcionamiento.



Imagen 12. Pistón hidráulico (Duarte, 2020)

- Cambio troquer y rueda tensora máquina CX210B: El troque va conectado al motor hidráulico el cual se encarga de dar el movimiento a cada una de las orugas.



Imagen 13. Troquer (Duarte, 2020)



Imagen 14. Rueda guía (Duarte, 2020)

- Cambio de bujes brazo máquina cx210B: Al ver el operador de la máquina que presentaba vibraciones en el brazo y la pala se verificó cada uno de los bujes de este y se evidencio el daño en estos. Se hizo el cambio de cada uno de ellos.



Imagen 16. Buje afuera (Duarte, 2020)



Imagen 15. Extracción de buje (Duarte, 2020)

- Montaje caja velocidades volqueta FORD: El cambio de la caja de velocidades se realizó debido al tiempo de uso y desgaste que esta tenía. Se utilizo una caja del mismo modelo para no tener que hacer adaptaciones al sistema de la volqueta.

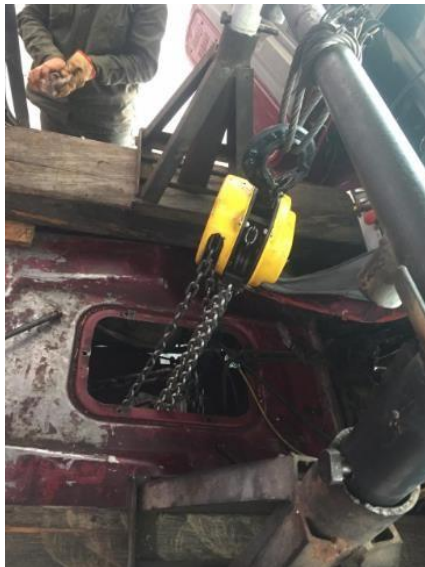


Imagen 17. Montaje caja Ford (Duarte, 2020)

- Montaje bomba hidráulica a caja volqueta FORD: Encarga del levantamiento del platón de la volqueta se le realizó mantenimiento y posteriormente montaje ya que va en la caja de velocidades de la volqueta.



Imagen 18. Montaje bomba hidráulica (Duarte, 2020)

- Mantenimiento y montaje de cardan volqueta FORD: Este montaje se realizó también con cambio de rodamientos debido a que estos llevan un trabajo muy fuerte lo cual transmite el movimiento y el torque de la caja de cambios a el diferencial de las ruedas.

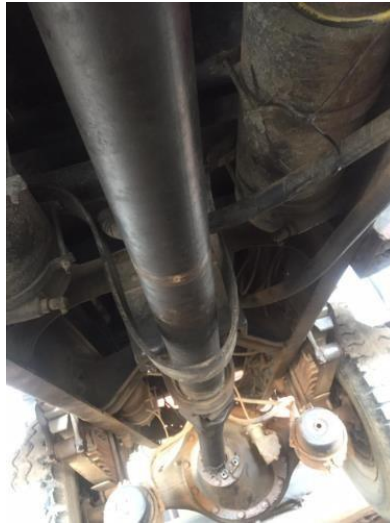


Imagen 19. Cardan volqueta Ford (Duarte, 2020)

4.3. Mantenimiento predictivo

- Scaneo y verificación de códigos de falla máquina CX210B: Al hacer cambios de piezas se recomienda realizaron scaneo del sistema electrónico para verificar fallas en este. Y si se tiene fallos se va a verificar el estado del sensor y de la variable a medir.



Imagen 20. Maquina CX210B (Duarte, 2020)

- Cambio rodamientos traseros, bandas de freno y retenedores de pistones de freno NPR: debido a que se venía un trabajo bastante exigente se tomó la decisión de hacer cambio bandas y purga de frenos.



Imagen 21. Limpieza zona bandas de freno (Duarte, 2020)



Imagen 22. Parte de cambio (Duarte, 2020)

4.4. Mantenimiento overhaul

- Cambio y limpieza sistema admisión máquina CX210B: Para una máquina de estas características se recomienda limpiar los filtros cada 500 horas de uso y cambiarlos cada 1000 horas de uso.



Imagen 23. Filtros de aire (Duarte, 2020)

Imagen 24. Portafiltros (Duarte, 2020)

- Cambio Correas de distribución camioneta Dmax: La inspección o el cambio de la correa de repartición debe realizarse mínimo cada 5000 kilómetros.



Imagen 25. Correas de repartición (Duarte, 2020)

4.5. Mantenimiento en uso

- Tensar oruga de maquina CX210B: Para que la oruga tenga la tensión correcta se aplica grasa a presión a un pistón que empuja del centro a un lado la oruga para así mantener la tensión en el uso.



Imagen 26. Grasea para tensar la oruga (Duarte, 2020)

Cuando se reanudaron las practicas, fueron de manera virtual para lo cual se hicieron tablas de necesidades o de piezas que hacían faltas en las tablas que contaba el área de transportes.

Estas tablas se realizaron para la siguiente maquinaria:

- Traylor UTILITY modelo 2006
- Volqueta FORD 8000 modelo 1999
- Volqueta Chevrolet Kodiak modelo 1998
- Volqueta doble troque INTERNATIONAL 7600
- Volqueta doble troque WORKSTAR
- Volqueta doble troque MACK GRANITE
- Cama baja de 3 ejes TRACTEC mod 2012
- Carrotanque de agua CHEVROLET FVR
- Cama alta canasta NERCATE mod m72 1978
- Cama alta TRACTEC mod 2012
- Tractomula FORD Lt 900 mod 1996
- Tracto camión 7600 6x4 poderosa WORKSTAR
- Tracto camión 7600 6x4 poderosa std WORKSTAR

Las tablas se conformaban tanto de piezas como de mantenimientos que se debían hacer con cada uno de los sistemas.

Para cada una de las tablas se realizó una búsqueda tanto con los fabricantes como con las ensambladoras debido a que no se tenía acceso a los vehículos.

A continuación, se mostrarán partes de las tablas, más específicamente de las partes que se adicionaron:

ARNES DE CABLEADO DE CAJA DE ENCENDIDO
RELE DEL MOTOR DEL VENTILADOR DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR
PLANTA GENERADORA
FRENOS
COMPRESOR
VALVULA REGULADOR DE PRESION "GOBERNADOR"
SECADOR
VALVULA CHEQUE
VALVULA SEGURIDAD
VALVULA SEGURIDAD PARQUEO
TESTIGO DE FRENO
MANGUERAS FRENO

Imagen 27. Partes Volqueta FORD 8000

SENSOR TEMPRATURA AIRE MOTOR
SENSOR PRESIÓN MULTIPLE ADMISIÓN
SENSOR DEL VENTILADOR
SENSOR TERMPERATURA REFRIGERANTE
ESTATOPERSIANA
MEDIDOR DEL PASO DE GASES AL CARTER
SENSOR DE PRESION AIRE AMBIENTE
SENSOR DE LA CORONA DENTADA DEL VOLANTE
SENSOR PRESION RIEL COMBUSTIBLE
SENSOR POSICION DEL MOTOR
ARNES Y CONECTORES INTERNOS INYECTORES
SENSOR VISCOSIDAD ACEITE

Imagen 28. Tabla sensores Volqueta Dobletroque INTERNATIONAL 7600

RAMPA DE ACCESO CARGA
GANCHOS DE AMARRE
PORTA REPUESTO
RODAMIENTOS CONICOS
CAJA DE HERRAMINETAS
ACOPLE RAPIDO SISTEMA NEUMATICO
EJES DE TRACCION
PLACA SOPORTE PATAS DE APOYO
PATA DE APOYO
PALANCA DE JUSTE PATAS DE APOYO
MUELLE PRINCIPAL

Imagen 29. Tabla partes camabaja de 3 ejes TRACTEC

TAPA BALANCINES
EMPAQUE TAPA BALANCINES
CAJA TAPA DE BALANCINES
EMPAQUE CAJA TAPA DE BALANCINES
CONECTOR CABLEADO DE INYECTORES
COLECTOR DE ADMISION
TUBO ASPIRACIÓN
COJUNTO CAJA ADMISION
JUNTA TUBO ADMISIÓN
VALVULA AUTOMATICA DE COMPUERTA PARA RETENCIÓN
TUBO DE ALIMENTACIÓN DE ACEITE
COLECTOR DE ESCAPE
YUBO ALIMENTACIÓN REFRIGERANTE

Imagen 30. Tabla partes carrotanque de agua CHEVROLET FVR

CIGUEÑAL
BLOQUE MOTOR
CULATA DE CILINDROS
AMORTIGUADOR Y POLEA
ACCESORIOS- IMPULSOR DE
IMPULSOR DE VENTILADOR
CAJA DELANTERA
VOLANTE
ENGRANAJE DELANTERO
PROTECTOR DE CORREA
PROTECTOR DE AMORTIGUADOR DE VIBRACIONES

Imagen 31. Tabla partes tractomula FORD Lt 9000

5. CONCLUSIONES

- Antes de realizar la revisión de un vehículo se debe tener en cuenta cada uno de los sistemas que lo componen y entender muy bien el funcionamiento de cada uno de los mecanismos que posee
- Los planos electrónicos de los vehículos son de vital importancia para realizar una revisión más especializada a los sensores y poder revisar cables y valores tanto en los sensores como en la computadora
- Es importante tener los implementos necesarios debido a que si se desea conocer las fallas de un vehículo se debe ingresar a la computadora por medio de un scanner y si no se tiene no se podría verificar con exactitud cual es el daño que tiene el vehículo o las variables que están dando la señal de daño
- Se pudo observar la necesidad de tener el esquema completo tanto del vehículo como del motor para poder realizar las tablas de necesidades.
- Es claro que cada vehículo necesita mantenimiento oportuno en cada uno de sus sistemas para evitar daño a futuro o posibles accidentes de gravedad
- Para culminar se recomienda tener en cuenta cualquier cambio de funcionamiento tanto en máquinas como en vehículos, ya que al pasar de tiempo puede presentar una falla mayor.

6. REFERENCIAS

- Castellanos, N. (01 de 05 de 2012). *Sistemas de un vehiculo*. Obtenido de <http://sdvvehi.blogspot.com/2012/05/sistemas-de-un-vehiculo.html>
- Cebrián, J. A. (2016). *dirección gferal de trafico*. Obtenido de <http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/XIX-curso-de-profesores/Mecanica-y-entretenimiento-simple-del-automovil.pdf>
- Duarte, C. (2020). Autoria propia. Bucaramanga, Santander, Colombia.
- Finning International Inc. (2017). *FINNING.CAT*. Obtenido de https://www.finning.com/es_CL/industries/mining/sistema-de-operacion-remota-para-bulldozers-.html
- Garrido, S. S. (2012). *ingenieria de mantenimiento*. Madrid: Renovetec.
- INFOGUIA. (07 de 05 de 2018). *INFOGUIA.COM*. Obtenido de <https://infoguia.com/infotip.asp?t=que-es-una-maquinaria-pesada&a=1610>
- LECTURA Specs. (2019). *LECTURA Specs*. Obtenido de <https://www.lectura-specs.es/es/modelo/maquinaria-para-la-construccion-y-obras-publicas/excavadoras-de-orugas-caterpillar/336d2-xe-11702199>
- MILITARES, I. (13 de 05 de 2012). *Ingenieros militares de Colombia*. Obtenido de <https://ingenierosmilitaresdecolombia.wordpress.com/2012/05/23/el-batallon-de-ingenieros-no-5-francisco-jose-de-caldas-celebro-su-aniversario/>