

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
TRACTORES AGRÍCOLAS MAGNUM 215 MARCA CASE EN
TECRENT S.A.

Trabajo de graduación presentado por
Elí Roberto Vásquez Guzmán
para optar al grado académico de
Licenciado en Ingeniería en Tecnología Industrial

Guatemala,

2014

EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
TRACTORES AGRÍCOLAS MAGNUM 215 MARCA CASE EN
TECRENT S.A.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería




EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
TRACTORES AGRÍCOLAS MAGNUM 215 MARCA CASE EN
TECRENT S.A.

Trabajo de graduación presentado por
Elí Roberto Vásquez Guzmán
para optar al grado académico de
Licenciado en Ingeniería en Tecnología Industrial


Guatemala,


2014

Vo. Bo. :

(f) 
Ing. Jorge Estuardo Rodríguez Arcón

Tribunal Examinador:

(f) 
Ing. Jorge Estuardo Rodríguez Arcón

(f) por: 
Ing. Marco Antonio Fernández Porres

(f) 
Ing. Alejandra Bonilla Barreda

Fecha de aprobación: Santa Lucía Cotzumalguapa, 18 de junio de 2014.

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE CUADROS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
A. General.....	2
B. Específicos.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	4
A. El mantenimiento.....	4
B. Tipos de mantenimiento	4
C. Descripción de los sistemas de un tractor agrícola magnum 215	7
D. Manual de aplicación de mantenimiento preventivo.....	19
E. Repuestos y lubricantes	42
F. Capacitaciones	44
G. Control de mantenimiento preventivo	46
V. METODOLOGÍA	50
VI. RESULTADOS	51
VII. ANÁLISIS ECONÓMICO Y COMPARATIVO	53
VIII. CONCLUSIONES.....	59
IX. RECOMENDACIONES	60
X. BIBLIOGRAFÍA.....	61
XI. ANEXOS	62
XII. GLOSARIO	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representación de embragues 1ra velocidad.....	12
Figura 2: Bloqueo diferencial	14
Figura 3: Bomba hidráulica de dirección.....	16
Figura 4: Discos de freno.....	17
Figura 5: Housing de los discos de freno	18
Figura 6: Interior de la cabina	18
Figura 7: Vista lateral tractor CASE Magnum 215.....	22
Figura 8: Bayoneta para nivel de aceite de motor.....	23
Figura 9: Indicador de nivel de la bayoneta	23
Figura 10: Tapa del depósito de aceite hidráulico.....	24
Figura 11: Depósito principal de refrigerante.....	24
Figura 12: Filtro racor.....	25
Figura 13: Filtro secundario de combustible	28
Figura 14: Filtro primario de combustible	29
Figura 15: Grifo del depósito de filtro racor	29
Figura 16: Filtro racor nuevo.....	30
Figura 17: Drenaje de aceite	31
Figura 18: Filtro de aceite de motor	31
Figura 19: Drenaje del housing de la transmisión.....	32
Figura 20: Drenaje del housing de la transmisión final.....	32
Figura 21: Filtro de aceite hidráulico	32
Figura 22: Filtro de aceite de transmisión	33
Figura 23: Tapón de relleno de aceite de eje delantero.....	34
Figura 24: Tapón del cubo planetario	35
Figura 25: Relleno de aceite en cubo planetario	35

Figura 26: Drenaje de refrigerante	36
Figura 27: Filtro de refrigerante.....	36
Figura 28: Alojamiento de filtros de admisión.....	37
Figura 29: Filtros de admisión.....	37
Figura 30: Filtro de admisión de aire de cabina.....	38
Figura 31: Correas de motor	38
Figura 32: Estado de batería	40
Figura 33: Hoja de auditoría.....	49

LISTA DE CUADROS

Tabla 1: Descripción de embragues 1ra velocidad	12
Tabla 2 Intervalos de mantenimiento.....	20
Tabla 3: Cambios de repuestos por servicio	20
Tabla 4: Repuestos necesarios para stock	42
Tabla 5: Materiales necesarios para mantenimientos preventivos.....	43
Tabla 6: Historial de servicios	47
Tabla 7: Control de mantenimientos preventivos	48
Tabla 8: Solicitud de órdenes de trabajo	48
Tabla 9: Disponibilidad de tractores zafra 2013-2014.....	51
Tabla 10: Cuadro de costos por mantenimiento preventivo de 1000 hrs.	53
Tabla 11: Costo por mantenimiento individual	54
Tabla 12: Costo por insumos para mantenimiento correctivo	55
Tabla 13: Costos de reparación.....	56
Tabla 14: Capacidad de los depósitos del tractor	62

RESUMEN

Se ha realizado un análisis para mejorar una debilidad en *Tecrent. S.A.* la cual ha sido priorizar los mantenimientos correctivos sobre los preventivos, esta práctica ha traído consecuencias muy costosas. Algunos registros encontrados representan largos períodos entre los mantenimientos preventivos, todo ello indica que no se realiza el seguimiento adecuado. Se inició con la solución de esta problemática estableciendo a una persona para la coordinación de estos mantenimientos quien también velará por la solicitud de lubricantes y repuestos para stock, de esta forma podrá contar con lo necesario para la ejecución de los mantenimientos que pueden surgir a consecuencia de las horas trabajadas por máquina.

Se ha incluido una breve descripción de cada uno de los tipos de mantenimientos que existen en la actualidad, así como el funcionamiento de cada uno de los sistemas que conforman un tractor agrícola Case Magnum 215. Se ha desarrollado manual de ejecución de mantenimiento detallando con imágenes el cambio de repuestos y cantidad de lubricantes. Se han realizado visitas técnicas a campo, para la evaluación y aseguramiento de la correcta aplicación de mantenimientos. Estas visitas se continuarán llevando a cabo en las diferentes fincas donde los tractores se encuentran laborando, en departamentos como Escuintla, Santa Rosa y Suchitepéquez. Se ha asignado al personal técnico para velar por los horómetros de los tractores y los servicios correspondientes, para que sean ellos quienes ejecuten esta labor y reporten resultados al coordinador.

Finalmente se presentan los cuadros comparativos con el costo entre un mantenimiento preventivo y un mantenimiento correctivo.

I. INTRODUCCIÓN

Para que el mantenimiento preventivo sea eficiente es necesaria la planeación, la ejecución y el control, de esta forma se puede lograr la reducción de costos, tiempo de parada y prolongación de la vida útil de los equipos.

La indisponibilidad de una máquina de uso agrícola bajo contrato de renta, se debe, en gran medida a daños provocados por falta de mantenimientos preventivos. Cuando se aplica el mantenimiento preventivo a los tractores agrícolas se obtiene como resultado mayor eficiencia y de esta forma se garantiza el buen estado de sus sistemas periódicamente, provoca el incremento de número de horas-máquina laboradas, las cuales se contabilizan en los contratos y representan el porcentaje total de disponibilidad de la maquinaria. Nuestra empresa requiere que tomemos acciones de inmediato para evitar multas por indisponibilidad y reducir los elevados costos por reparaciones o mantenimientos correctivos. A lo largo de esta investigación trataremos específicamente sobre cómo aplicar el mantenimiento preventivo en los diferentes períodos establecidos, documentando cada uno de estos mantenimientos y las horas laboradas por cada tractor, de esta forma tener trazabilidad para cada uno de ellos. La maquinaria tratada serán los tractores agrícolas marca Case Magnum 215 de la serie ZARZ y ZARH, no se tratarán temas relacionados a neumáticos, puntos de elevación y combustible biodiesel. Comúnmente, cuando se hace referencia a vehículos el mantenimiento preventivo suele llamarse servicio, por lo que este término será utilizado con frecuencia. Algunos mantenimientos, los cuales especificaremos serán realizados por los operarios asignados a cada tractor y los diferentes servicios serán realizados por los técnicos asignados *Tecrent S. A.*

Para obtener el resultado esperado, el cual es alcanzar el 95% de disponibilidad de los tractores agrícolas Magnum 215 se ha creado un puesto de trabajo destinado para la coordinación de estos mantenimientos que incluyen la generación de tablas dinámicas para el control de horómetros y fechas de los diferentes servicios practicados a los tractores, además de la planeación de los destinos para las diferentes visitas técnicas con el objetivo de supervisar la ejecución de estos mantenimientos. El análisis comparativo de los costos entre mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo al final de esta investigación le permitirá dimensionar e idealizar el impacto que ambos generan.

II. OBJETIVOS

A. General

1. Optimizar el rendimiento-hora disponible de los tractores agrícolas Magnum 215 marca CASE, para cumplir con las exigencias de los clientes.

B. Específicos

1. Minimizar los tiempos de paro hasta el 5% de los equipos para evitar las multas por indisponibilidad, ya que el tiempo de paro promedio de estos equipos es del 10%, el porcentaje de paro que se pretende alcanzar es el empleado para los mantenimientos programados.

2. Establecer prácticas preventivas para minimizar las prácticas correctivas a través de un plan de capacitación, de esta forma se instruye al personal para la adecuada aplicación del mantenimiento preventivo.

3. Crear un método que describa la correcta aplicación del mantenimiento preventivo donde se puedan involucrar a todas las unidades destinadas a la prestación del servicio de renta de tractores agrícolas.

4. Evitar reparaciones mayores como reparación de motores, cambio de piezas debido a desgaste prematuro, cambio de lubricantes debido a contaminación, importación de repuestos y utilización de mano de obra externa, realizando evaluaciones periódicas a la maquinaria en campo.

III. JUSTIFICACIÓN

Los mantenimientos preventivos se realizan cuando existe mano de obra disponible, más no, cuando el equipo lo necesita. A lo largo de los últimos años ha sido evidente que los mantenimientos preventivos no se están realizando en los períodos correspondientes, y sólo se brinda asistencia a la maquinaria después de una falla reportada. Se ha determinado que la indisponibilidad de un equipo en gran medida se debe a la falta de su respectivo mantenimiento preventivo, como por ejemplo reportes de arranque de tractores debido a filtros de combustible contaminados, lo cual sucede si no se cambian después de cierto período de horas laboradas. Fallas graves que requieren traslado de tractores desde sus zonas de trabajo hacia el Centro de Servicio podremos evitarlas aplicando un verdadero y correcto mantenimiento preventivo. La inversión para reparaciones mayores es muy elevada actualmente, al ejecutar el mantenimiento preventivo adecuado podemos evitar los costos por traslado de maquinaria, costo de repuestos, mano de obra -tanto nuestra como externa-, además incrementaremos el número de horas laboradas, las cuales se contabilizan en contratos de renta. Se requiere tomar acciones de inmediato para evitar multas por indisponibilidad y reducir costos en la reparación de un equipo varado, una buena medida es optar por la búsqueda de la prolongación de la vida útil de nuestros equipos.

IV. MARCO TEÓRICO

A. El mantenimiento

Se denomina así a todas las actividades que deben realizarse con el fin de conservar en óptimas condiciones los elementos físicos de una industria. Estos elementos son: maquinaria, equipos, instalaciones, etc. En el mantenimiento se debe tener el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicio. También podemos definir el mantenimiento como el conjunto de acciones necesarias para conservar o reestablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo y mantener el servicio que prestan los equipos de forma segura. Además el mantenimiento sirve para evitar paros no programados o tiempos de indisponibilidad durante la producción.

En la aplicación del mantenimiento se deben proveer los medios necesarios para la conservación de equipos y maquinaria de las empresas, para que operen con la máxima eficiencia, seguridad y economía.

El enfoque en el mantenimiento exige tomar en cuenta los siguientes objetivos: el primero es conservar el servicio que presta la máquina, equipo o instalación, y el segundo, conservación y cuidado de la maquinaria.

Estos objetivos se deben tratar de forma simultánea, considerando los siguientes factores: calidad económica del servicio, duración adecuada del equipo y minimización de los costos de mantenimiento, sin lugar a dudas el mantenimiento está regido por dichos factores. Para ejecutar un mantenimiento adecuado es muy importante actuar de acuerdo a los parámetros y especificaciones técnicas y documentar estas acciones para tener siempre referencias o historial de las actividades realizadas a cada equipo, instalación o máquina.

B. Tipos de mantenimiento

En la actualidad para efectos de análisis y correcta aplicación del mantenimiento, este se ha dividido en cuatro ramas principales, las cuales se describen a continuación:

1. **Mantenimiento correctivo.** Este mantenimiento se realiza cada vez que se presenta una avería, lo cual representa altos costes de reparación e implica paros durante la producción, en momentos delicados cuando el requerimiento de los equipos es imprescindible para entregar a tiempo un lote establecido de productos. En este tipo de mantenimiento, para que nuestros equipos se encuentre

disponibles en el menor tiempo posible, el cambio de repuestos debe ser inmediato –y esto se logra sólo si estos se encuentran en stock-, lo que provoca intervención inmediata de la mano de obra y elevados costos por demora. Durante este mantenimiento, las actividades de sustitución son las más frecuentes ya que la prioridad fundamental es reparar las fallas para que el equipo opere nuevamente. En este mantenimiento no se protege a las empresas de paros inesperados y obligatorios. Se debe contar con alto stock de repuestos, lo que representa elevados costos en inventarios e inconformidades entre los departamentos de mantenimiento y almacén debido a las metas de cada uno -contrarios entre sí-.

Por lo general el departamento de mantenimiento desea tener todo tipo de repuestos para recambios en el momento que una máquina lo requiera, el departamento de almacén prefiere tener el mínimo stock de repuestos y busca tener sólo lo necesario o sólo lo que se consume con mayor frecuencia, de esta forma, minimiza sus costos.

2. Mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo es un conjunto de acciones e intervenciones que se deben realizar en los equipos de trabajo para conservarlo en condiciones óptimas de productividad y seguridad. Éste no se limita sólo a realizar intervenciones de conservación, sino también en participar en la mejora continua de los procesos productivos. Es una herramienta que se ha desarrollado en todas las industrias y empresas de los países altamente competitivos, esta ahora es de gran apoyo para el resto de los mantenimientos como lo son: el mantenimiento predictivo y proactivo. En cuanto a mantenimiento preventivo podemos referir lo siguiente: En todas las máquinas destinadas a la producción se debe considerar que todo elemento motriz, necesita ajustes, lubricaciones, limpieza o cambio de piezas, lo cual está estipulado por el fabricante, además, el tiempo de uso de las piezas, el desempeño del diseño y las normas internacionales que rigen la vida útil de cada elemento. Los fabricantes brindan listas de los elementos con el tiempo de vida útil, ello determina el funcionamiento sujeto a condiciones de operación, lo anterior se estipula en el manual técnico. Los problemas que pueden ser causados durante la producción al hacer caso omiso de los cambios de repuestos son graves a tal grado que se incurre en el mantenimiento correctivo. Este mantenimiento ha surgido por la necesidad de minimizar los costes derivados de la baja disponibilidad de las máquinas, lo cual ha obligado a los técnicos y operarios de maquinaria a programar revisiones periódicas con el objetivo de mantener la maquinaria en el mejor estado y a reducir la probabilidad de fallo.

Básicamente el mantenimiento preventivo se basa en la sustitución de componentes cuando estos han llegado al límite de su vida útil. Los fabricantes por lo general incluyen la gama del mantenimiento por períodos, indicando además la sustitución de componentes y cambios de lubricantes. Es necesario mencionar que los fabricantes determinan ello en función del país en el cual se encuentran instalados, esto obliga muchas veces a considerar sus recomendaciones durante la entrega de los equipos. Aplicar el mantenimiento preventivo es adelantarse un paso al mantenimiento correctivo. De esta forma podemos evitar averías frecuentes.

3. Mantenimiento predictivo. Este mantenimiento basa su existencia en el análisis de los equipos, con este buscamos adelantarnos al mantenimiento preventivo porque buscamos predecir cuándo puede fallar un equipo, cuál es la vida útil de piezas que no son de recambio en los mantenimientos preventivos. Podemos ejemplificar el mantenimiento predictivo de la siguiente forma: Si llevamos a cabo un análisis de aceites es posible detectar el tiempo de vida útil del mismo y cuánto tiempo en uso lleva éste, además con la composición físico-química de la muestra podemos saber si las piezas que se encuentran lubricadas y en constante movimiento están sufriendo desgastes. En el mantenimiento predictivo se llevan a cabo análisis de: vibraciones, temperatura, niveles, presión de trabajo, desplazamiento axial, sobre velocidad, tensión, potencia, entre otras variables de operación. Este mantenimiento se realiza antes que los síntomas de fallo sean evidentes a cualquier usuario u operador. Con este mantenimiento nos adelantamos a las averías, incluso nos adelantamos al mantenimiento preventivo y podemos realizar ajustes o cambios de piezas antes que alguna falla se presente a tal grado de causar paro del equipo o de la producción. En este tipo de mantenimiento analizamos el estado de las piezas de los equipos y las características de operación de estos. Para que el mantenimiento predictivo sea efectivo es necesario tener aparatos de medición con tecnología de punta, lo cual supone un coste elevado porque implica la compra de estos o la adquisición de un servicio adicional por parte de empresas externas, además se necesita personal altamente capacitado para interpretar los datos de las mediciones obtenidas. Aplicar este mantenimiento representa además una inversión muy alta por lo que no se implementa en nuestro medio, sin embargo la recuperación de esta inversión puede llevarse a cabo a lo largo del tiempo ya que se puede reducir el stock de repuestos, se programan los tiempos de paro de los equipos porque ya se ha detectado la posible avería y la reparación del fallo es más directa e inmediata.

4. Mantenimiento proactivo: Es la última modalidad del mantenimiento a nivel industrial, este se enfoca en la detección y corrección de la causa que desgasta o daña a un equipo y que conduce a la falla. Una vez detectada la causa, se procede en este mantenimiento a realizar un análisis de los parámetros de operación de los equipos para comprobar cuales están fuera de los mismos y atacar el problema en base a un programa estructurado de mantenimiento. Para los equipos que se manejan dentro de esta empresa la mayoría de los sistemas o componentes están sujetos a lubricación por lo que es indispensable monitorear cinco causas de falla que pueden provocar severos daños a estos. Al controlar estas cinco causas de falla se prolonga la vida de los componentes hasta 10 veces con respecto al uso actual. Estas causas a controlar son:

- Partículas
- Agua
- Temperatura
- Aire
- Combustible o compuestos químicos.

Si cualquiera de estas causas se mantiene fuera de los parámetros de operación puede deteriorar el material y los componentes, hacer deficiente los equipos o pérdida total de la funcionalidad de los mismos. Como ejemplo, en este tipo de mantenimiento la detección de partículas de 10 micras significa que un componente del sistema analizado de la máquina tiene severos daños y es necesario realizar una profunda evaluación de la situación.

C. Descripción de los sistemas de un tractor agrícola magnum 215

1. Tractor Agrícola Magnum 215. El tractor agrícola Magnum 215, marca CASE, es una máquina diseñada para la agricultura con tecnología moderna, equipada con sistemas de control electrónicos y multifuncionales. Capaza de realizar diversas tareas en campos de cultivos que anteriormente se ejecutaban con animales criados para este fin, como las yuntas de buey o los caballos por ejemplo. Estas máquinas funcionan con motores de combustión interna y son trasladadas por plataformas o lowboy's hacia fincas donde es necesario su uso. En nuestro medio son muy utilizados en preparación de suelos, producción y traslado de caña para la industria azucarera, como remolques en los cultivos de palma africana y banano a lo largo de toda la costa sur del país. Dentro de las actividades cotidianas que se realizan con estas máquinas se encuentran:

a. Mecanización de suelos. Se comprende por mecanizado todos aquellos procesos de preparación que deben realizarse en los suelos antes sembrar vegetales para cultivos. Todos los suelos sin importar si son vírgenes o reutilizados deben sufrir el proceso de mecanizado al final de un ciclo de cultivos establecido, generalmente cada tres años cuando se trata de caña de azúcar.

b. Fertilización de suelos. Esta labor comprende la aplicación de químicos en los suelos cuando inicia el crecimiento de la caña de azúcar, se acoplan equipos especiales en el tractor para ser halados y accionados por los sistemas hidráulicos de éste. Consiguiendo así más eficiencia y zonas fertilizadas.

c. Tiro. Generalmente se utilizan en la época de corte de caña, con los tractores se halan carretas o jaulas con las que se extrae la caña desde las áreas de corte hacia las calles donde transitan los cabezales que las transportan hacia los ingenios azucareros, un cabezal aunque es una máquina muy poderosa para el transporte de caña, no está equipada con neumáticos para halar caña desde las áreas de corte hacia las calles por lo que esta es una tarea exclusiva de los tractores.

Actualmente este tipo de maquinaria se encuentra, por lo general, laborando en toda la zona baja de la costa sur del país que comprende Santa Rosa, Escuintla, Retalhuleu y Suchitepéquez. Aunque últimamente se han realizado traslados de esta maquinaria hacia la parte norte del país como Alta Verapaz.

Para comprender con más detalle el tractor agrícola CASE Magnum 215, este será descrito por sistemas, los cuales fueron adoptados por *TECRET S.A.* para efectos de reparación y administración.

Cabe mencionar que *TECRENT* es una empresa de *GRUPO TECUN*, dedicada al arrendamiento operativo y administración de Flotas de Maquinaria, para la Industria, Agroindustria y Construcción. La operación de *TECRENT* está enfocada en brindar disponibilidad de equipos en actividades donde se requieren altos niveles de utilización. La estructura opera con el objetivo de vender el principal producto: “*hora maquina trabajada*”.

TECREN cuenta con centros de operaciones y servicios en:

- Ciudad de Guatemala
- Santa Lucía Cotzumalguapa
- Retalhuleu
- Zacapa
- Petén
- Honduras
- El Salvador
- Nicaragua
- Costa Rica

2. **Motor.** El tractor Magnum 215 está equipado con un motor con potencia Nominal de 175 hp (131kW) a carga nominal con 2000 rpm. Este arranca con ralentí lento de 900 rpm y tiene un incremento de potencia de 38 hp (28kW) hasta alcanzar una potencia máxima de 213 hp (158kW). Funciona con un sistema de inyección de combustible gobernado a través de módulo de control electrónico (ECM-Siglas en Inglés-). Este sistema está equipado con filtro auxiliar de combustible (Filtro Racor) el cual tiene como función atrapar los sedimentos y lodos que se acumulan en el depósito de combustible. Contiene un filtro equipado con sensor de humedad para separar la mayor cantidad de agua del combustible. Cuando el combustible contiene exceso de agua acumulada se despliega la alerta en el panel de instrumentos (instrument cluster) para indicar al operador que el filtro debe ser drenado, este filtro también es llamado primario. El ECM se encuentra instalado sobre la placa de refrigeración de combustible. Justo detrás del ECM también se ubica la bomba de cebado de presión mínima que funciona eléctricamente durante 30 segundos al colocar el switch de ignición, esta se encarga de alimentar el sistema de combustible de todo el tractor para que el motor pueda arrancar instantáneamente. El combustible fluye por toda la tuberías del sistema, en la salida inferior de la placa de refrigeración se encuentra una válvula de retención que impide el retorno de combustible hacia el tanque. El combustible pasa por una bomba de engranajes para elevar la presión luego se envía al filtro secundario que sirve como amortiguador y para eliminar algunas impurezas que pudieran llegar al sistema. Cuando el combustible pasa por bomba de engranajes existe un pequeño

agujero calibrado el cual tiene como función expulsar las burbujas de aire de manera que no afecte al sistema. En la salida de la bomba de alta presión se encuentra la válvula reguladora de flujo normalmente abierta que funciona bajo el principio de Modulación por ancho de pulsos (PWM-siglas en inglés) y mantiene el flujo constante hacia una recámara llamada riel común que distribuye en partes iguales el combustible hacia los inyectores, cuando se incrementa la presión en el riel común un sensor envía el valor hacia el panel de instrumentos para indicar y alertar al operador, además de ello se encuentra una válvula de alivio en contacto con el combustible, cuando el riel tiene presión por arriba de los 180000 *Kpa* (26106 *psi*) esta válvula se abre y envía el caudal hacia el tanque de combustible hasta que la presión alcanza el valor mínimo (0 *KPa*) con ello se evita presurizar el riel común excesivamente. Este motor utiliza turbocompresor que aprovecha los gases de combustión para su funcionamiento, ello lo vuelve más eficiente porque aplica más aire para el proceso y utiliza 6 cilindros de cuatro válvulas cada uno para su operación.

3. Sistema eléctrico. Este tractor está equipado con un alternador estándar 150A (opcional 175A). Contiene dos baterías conectadas en paralelo con las siguientes características cada una:

- Corriente de arranque en frío 2000 CCA.
- Conexión en paralelo.
- Capacidad de la batería 102Amp/h.
- Corriente de arranque 625 A a -18°.
- Capacidad de reserva 180 minutos.

Ambas batería pueden ser del tipo libres de mantenimiento o del tipo sujetas a mantenimiento.

También tiene integrado un motor de arranque que es el encargado de dar partida al motor de combustión interna del tractor. Cuando el switch de ignición es girado éste envía voltaje de excitación hacia el solenoide del motor de arranque, este solenoide es activado y mecánicamente empuja el bendix para hacer contacto con el volante (corona dentada del motor) para iniciar la secuencia de arranque.

El tractor está configurado con diferentes controladores electrónicos los cuales se encargan de recibir información procedente de sensores y actuadores electrohidráulicos para procesarla y ejecutar comandos de operación establecidos en sus memorias internas.

a. **Controlador multifunciones:** Este gobierna los comandos de funcionamiento del enganche, Válvulas Auxiliares de Flujo Hidráulico, Doble Tracción, Toma de Fuerza (PTO), Traba Diferencial.

b. **Controlador de motor:** Regula la cantidad de combustible de entrada y las porciones de oxígeno necesarias para obtener la mejor combustión posible. Monitorea el sistema de inyección y el sistema de admisión. También monitorea las variables como presión, temperatura, niveles, etc.

c. Controlador de transmisión: Regula la velocidad de salida, velocidad de operación y modos de traslado del tractor. Realiza los cambios de marcha por modulación electrónica y es el encargado de sincronizar cada uno de los embragues de acuerdo a la velocidad y dirección requeridos.

d. Controlador de instrumentos (instrument cluster): Despliega todos los parámetros de operación e informa al operario sobre posibles averías del sistema, se encarga de recopilar toda la información de los controladores para mostrarlos a través de un monitor en blanco y negro instalado en el costado derecho del interior de la cabina.

e. Control de climatización de cabina: Regula la temperatura en el interior de la cabina a través del trabajo ejercido por el compresor de aire acondicionado y el ventilador integrado la parte inferior del asiento del operario. Este tiene la facilidad de trabajar en modo manual o automático, de acuerdo a la necesidad de operación y ambiente de trabajo.

Todos estos módulos están interconectados vía CAN-BUS de modo que cualquier avería en el sistema repercute inmediatamente en todo el equipo, con ello se evita forzar el tractor a operar con fallas presentes. Todo el sistema eléctrico funciona con 12VDC procedentes de las baterías.

4. Transmisión con cambio de potencia completo (Full Power-shift). Este tipo de transmisión permite realizar cambios de velocidades sin necesidad de utilizar el embrague de movimiento lento (clutch) en cada cambio. Solamente cuando el tractor es puesto en marcha por primera vez luego de arrancado el motor o cuando el operario abandona el asiento durante más de dos segundos es necesario utilizar el embrague de marcha lenta para darle partida al tractor nuevamente, con ello existe ahorro de tiempo, se evitan daños en el sistema mecánico de transmisión porque los cambios de velocidad son electrónicos. Con este sistema de transmisión se puede cambiar de marcha con el tractor en movimiento, detenido o cambiando la dirección del desplazamiento, siempre relacionado con la carga a la cual está operando el motor de esta máquina. El operario del tractor puede seleccionar el modo de operación, entre manual y automático, puede configurar las revoluciones del tractor y puede seleccionar el modo de operación de acuerdo al área, puesto que puede seleccionar el modo campo o el modo carretera. Con estas alternativas este tracto es más eficiente y se obtiene un mayor rendimiento de combustible. Todos los Ejes de transmisión funcionan por encima del nivel de fluidos y están lubricados a presión desde el interior del sistema para una transferencia de potencia al terreno más eficiente. El embrague principal (master clutch) de montaje medio es un embrague multidisco bañado en aceite constantemente y diseñado para proteger la transmisión, ofrece una capacidad de cambio de paso para sincronizaciones más rápidas.

Todos los cambios de velocidad están modulados a través del software del controlador de transmisión, desde la velocidad No.1 hasta la velocidad No. 18 en marcha frontal y desde la velocidad No. 1 Hasta la velocidad No. 4 en reversa (18A*4R).

Para que las funciones anteriores puedan ejecutarse en este tipo de transmisiones es necesaria una secuencia de accionamientos de electroválvulas hidráulicas que regulan el flujo de aceite a las recámaras de los sistemas de engranajes los cuales contienen acoplados paquetes de discos que sirven para amortiguar y frenarlos hasta sincronizarse y evitar golpes entre ellos.

Los componentes principales de la transmisión son:

- Controlador de transmisión
- Switch de selección de velocidades
- Switch de clutch (potenciómetro y pedal)
- Sensor de presencia de operador-switch de asiento.
- Sensor de velocidad del motor.
- Sensor de velocidad de transmisión.

5. El tren de engranajes y paquetes asociados. El tren de engranajes está conformado por diferentes paquetes los cuales pueden ser:

a. Embrague principal (Master Clutch): como en un vehículo particular, tiene la función de regular la velocidad de partida del tractor, permite el paro total de éste sin que el motor se detenga y libera el sistema de transmisión cuando el operario lo necesita. Con este tipo de transmisión solamente se utiliza para darle partida inicial al tractor, luego en marcha hacia adelante o reversa ya no es necesario presionarlo, incluso aunque utilice los frenos, mientras no se detenga totalmente el tractor, no será necesario utilizarlo. Este embrague es manipulado a través de un sistema electrónico que combina potenciómetro, pedal, electroválvula y caudal aceite hidráulico.

b. Embrague impar. Este se encarga de relacionar todas las velocidades impares con el sistema de transmisión, estas son: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17. Reversa: 1 y 3

c. Embrague par. Este se encarga de relacionar todas las velocidades pares con el sistema de transmisión, las cuales son 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18. Reversa 2 y 4.

d. Embrague A. Este se encarga de relaciona las velocidades 1, 2, 7, 8, 13, 14.

e. Embrague B. Este se encarga de relacionar las velocidades 3, 4, 9, 10, 15, 16.

f. Embrague C. Este se encarga de relacionar las velocidades 5, 6, 11, 12, 17, 18.

g. Rango bajo. Este embrague relaciona las velocidades desde la No. 1 hasta la No. 6. Reversa No. 1 y 2.

h. Rango medio. Este embrague relaciona las velocidades desde la No. 7 hasta la No. 12. Reversa No. 3 y 4.

i. Rango alto. Este relaciona las velocidades desde la No. 13 hasta la No. 18

j. Embrague de reversa. Este relaciona todas las velocidades inversas desde la No. 1 hasta la No. 4.

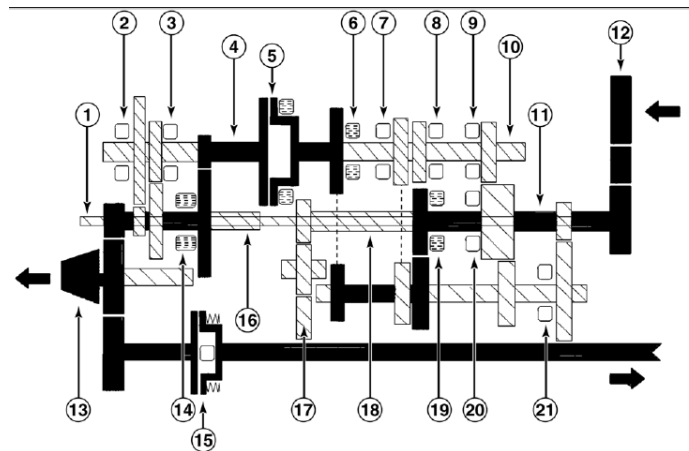
Todos los embragues interactúan entre sí para que el operario del tractor tenga la facilidad de regular la velocidad que necesita para ejecutar sus tareas. Como ejemplo se presenta la siguiente figura:

Para seleccionar la primera (1) marcha es necesario relacionar los siguientes embragues

Tabla 1: Descripción de embragues 1ra velocidad

5	Embrague principal
6	Embrague A
19	Embrague impar
14	Embrague de rango bajo

Figura 1: Representación de embragues 1ra velocidad



6. Sistema hidráulico. El sistema hidráulico se encuentra distribuido de la siguiente forma:

a. Válvulas selectivas. Es un bloque con acoples para manguera hidráulicas las cuales aprovechan la presión que se genera en la transmisión a través de un diseño basado en una bomba PFC capaz de accionar hasta cinco válvulas auxiliares hidráulicas sin afectar el sistema de transmisión. La capacidad de flujo hidráulico de hasta 297 L/min (78 gpm). Asegura rápida respuesta y una flexibilidad que le permite realizar varias funciones simultáneamente sin sacrificar el rendimiento del tractor. La palanca de control eléctrico remoto le permite realizar cinco funciones que se puede ajustar fácilmente desde la consola derecha del asiento del operario del tractor y son las siguientes: motor orbital, cargador, función total, sin flotación y traba. Estas válvulas se encuentran equipadas con un temporizador programable permite configurar la duración del accionamiento.

b. Enganche de tres puntos. El enganche de tres puntos (hitch) de alta capacidad es un sistema mecánico accionado por dos cilindros hidráulicos, válvula de elevación y válvula de descenso, eje oscilante anclado sobre la transmisión final, tensores verticales, tensor central útil para graduar la altura de operación del enganche y estabilizadores horizontales que protegen los neumáticos. Además el enganche está equipado con acople rápido estándar. Está diseñado para manejar accesorios pesados de Cat. IVN con una capacidad de elevación de hasta 8.572 kg (18.900 lb).

c. Toma de fuerza (Power Take Off-PTO). El eje del PTO tiene las siguientes Características: Estándar 1000/44mm/20 estrías. Sistema gobernado a través del Controlador de Tractor Multifunciones. Consiste en: Switch PTO, rpm del motor, circuito de velocidad del eje, sensor dual de velocidad de las ruedas traseras, válvula de control, clutch, módulo de control de reposabrazos y control de instrumentos. La interfaz en el sistema es el switch PTO. Cuando el tractor es arrancado este envía hacia el Instrument Cluster, las rpm a las cuales está girando el alternador y en base a ello este calcula las rpm del motor en el preciso instante, este valor es importante para el funcionamiento del PTO, cuando se activa el switch del PTO, este acopla el embrague a través de una electroválvula la cual es alimentada proporcionalmente, de acuerdo a las rpm de motor y la señal que envían los sensores de velocidad del eje. Físicamente, en la parte trasera del tractor se encuentra el eje de motor hidráulico donde se pueden acoplar implementos mecánicos que transforman esta fuerza en forma perpendicular para ejercer un trabajo. Por ejemplo: cortadoras de césped, abonadoras y limpieza de áreas de cosecha. El sistema hidráulico del PTO funciona a 2240-2240 KPa (35-355 psi).

7. Bloqueo diferencial. El tractor está equipado con bloqueo diferencial o comúnmente llamado traba diferencial. La traba diferencial se acopla en el eje de las ruedas traseras, cuando la doble tracción no es lo suficientemente potente y capaz de halar el tractor cuando este se ha atorado o está trabajando en lugares donde la posibilidad de hundir las ruedas es constante. En el interior de la transmisión se encuentra un embrague que permite acoplar tanto la manga derecha como la manga izquierda para hacer un solo eje rígido para ambas ruedas, con ello se logra un mayor agarre de las ruedas con el suelo de forma simultánea, el bloqueo diferencial solamente puede funcionar cuando el tractor se desplaza en línea recta debido a la rigidez que se consigue en el eje. Si la traba diferencial es utilizada con el tractor girando se corre el riesgo de quebrar los yugos de unión entre la manga principal y la manga corta del eje delantero. La traba diferencial, al igual que la doble tracción funciona de forma similar ya que combina señales de PTO, enganche de tres puntos y frenos.

Switch de control: el switch de control permite seleccionar las dos modalidades de la traba diferencial, la primera es manual y la segunda es automático. Es un switch de tres posiciones y funciona de esta forma:

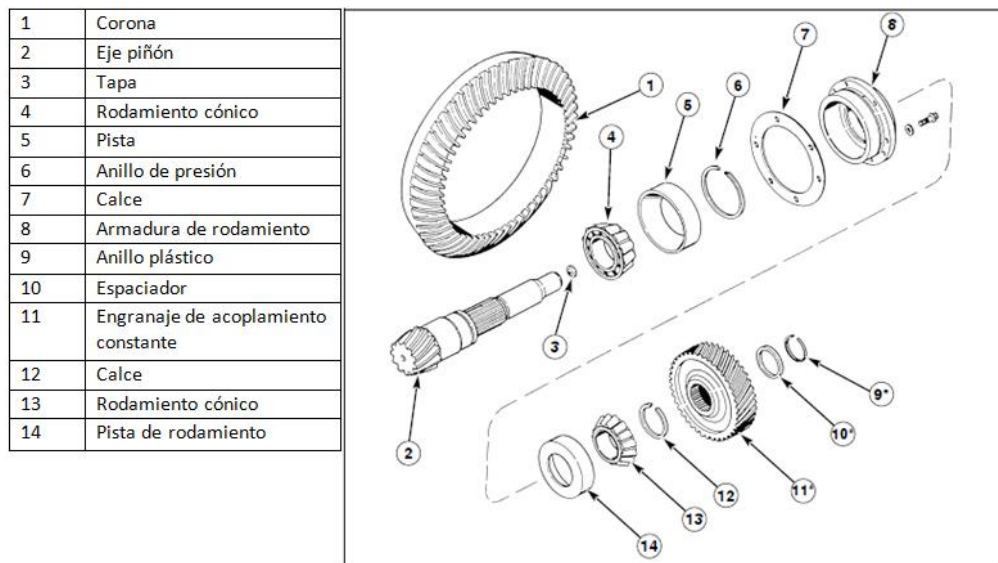
- a. OFF. Posición inicial del switch.
- b. Manual. al presionar el switch en modo manual la traba diferencial es acoplada y se despliega el símbolo de ésta en el instrument clúster, solamente se desactivará cuando el operario realice alguna maniobra con los frenos. No se desacoplará al mover el switch a la posición OFF.

c. Automático: La traba diferencial se acoplará y se despliega el símbolo de ésta en el instrument cluster, esta continuará acoplada a menos que suceda cualquiera de las siguientes condiciones:

- 1) Si se presiona el switch de elevación/descenso rápido del enganche de tres puntos.
- 2) Si se presionan los pedales de freno simultáneamente.
- 3) Si el deslizamiento de las ruedas es menos que el 15%.
- 4) Si la velocidad del tractor es mayor a 16 Km/h.

Hidráulicamente la traba diferencial comprende una válvula con solenoide acoplada en el bloque de válvula del PTO, el flujo de la traba diferencial es distribuido a través de las recámaras internas de la válvula del PTO hasta el embrague, esta distribución, aunque se encuentra dentro de este bloque, no está en contacto con el sistema del PTO, la presión para la traba diferencial se aplica cuando el solenoide es activado eléctricamente, esta presión comprime los discos asociados en el paquete de la traba para sincronizar el embrague con la transmisión.

Figura 2: Bloqueo diferencial



8. Doble tracción. La doble tracción, también llamada MFD (Mechanical Front Drive) está conformada por: válvula de control con solenoide, instalada sobre el banco de electroválvulas de rangos de la transmisión, la válvula de control que es suministrada por el circuito de alta presión hidráulica. El circuito de presión hidráulica es regulado por la válvula de prioridad, esta válvula gobierna la presión generada por la bomba de pistones axiales acoplada por todo el sistema hidráulico. La válvula de control es activada cuando el operario selecciona el uso de la doble tracción, funciona de forma inversa, cuando la válvula es activada el solenoide es des-energizado permitiendo así el suministro de aceite hidráulico hacia

los discos acoplados al embrague de doble tracción para que este se pueda sincronizar con el árbol de transmisión y brindar la potencia hacia el tren delantero a través de un eje de accionamiento que se acopla con las mangas de tracción mecánica delantera. Cuando la válvula es desactivada el solenoide es energizado bloqueando el paso de aceite hidráulico permitiendo así el desacople del embrague de la doble tracción. Existe también comunicación electrónica vía CAN (Communication Área Network) entre los solenoides de la doble tracción para que accione según parámetros combinados con los frenos, toma de fuerza y enganche de tres puntos en forma automática.

a. Switch de control: la doble tracción puede funcionar de tres formas, con este switch el operario puede seleccionar el modo de operación según el área de trabajo.

1) OFF: Posición inicial del switch.

2) Manual: cuando seleccionamos el modo manual, el solenoide de la válvula de doble tracción es des-energizado y el embrague de la doble tracción se presuriza para accionar constantemente la doble tracción.

3) Automático: en este modo, el solenoide de la válvula de doble tracción es des-energizado y el embrague de la doble tracción se presuriza para accionar la doble tracción, a menos que ocurra alguna de las siguientes condiciones:

- a) Si se presiona el switch de elevación/descenso rápido del enganche de tres puntos.
- b) Si se presionan los pedales de freno simultáneamente.
- c) Si el deslizamiento de las ruedas es menos que el 15%
- d) Si la velocidad del tractor es mayor a 16 Km/h

9. Rodamiento. El sistema de rodamiento está conformado por el eje frontal o tren delantero, dentro del eje frontal se encuentra instalados los componentes mecánicos de la doble tracción y también componentes mecánicos de la traba diferencial. En el final del tren delantero, en ambas extremidades del eje se acoplan las ruedas delanteras, estas para tener buena sujeción se montan y atornillan sobre el cuerpo de dados planetarios denominado cubo planetario o bufa como se conoce, desde el eje piñón instalado en el centro del eje delantero con el engranaje cónico de dientes helicoidales (engranaje cónico hipoide) hacia la entrada del cubo planetario se encuentra instalada la manga principal que es el eje de unión entre el cubo planetario y el engranaje de dientes cónicos. La manga principal se acopla por medio de juntas universales conformadas por yugo y cruces hacia la manga final que es más corta que esta, la manga corta se acoplada directamente al cubo planetario. El cubo planetario está formado por cuatro dados dentados o engranajes que permiten multiplicar la potencia transmitida a través de las mangas. Los dados planetarios son esenciales para incrementar esta potencia transmitida a las ruedas. Tanto el eje delantero como el cubo planetario se encuentran sumergidos en aceite de alto rendimiento para evitar el desgaste.

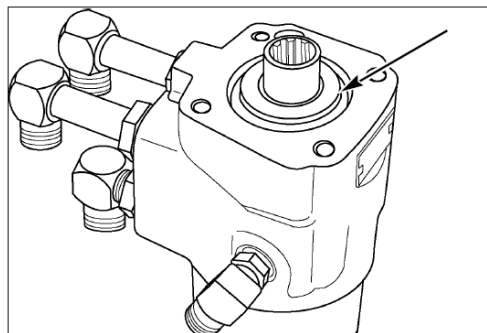
Cuando la doble tracción es activada el paquete de ésta se presuriza y comprime permitiendo así acoplar el eje de doble tracción con el eje de salida de la transmisión o eje cardan para enviar esta potencia hacia la corona de dientes cónicos del eje delantero y así se acoplan las mangas con los dados planetarios

provocando la transmisión de potencia hacia las ruedas delanteras. El bloqueo diferencial en el sistema de rodamiento está formado por una corona cónica de dientes helicoidales también y un eje de piñón con dientes helicoidales que transforma la energía mecánica proveniente desde el paquete de la traba diferencial en la caja de transmisión a 90° con respe a ésta y lo transforma en forma perpendicular para obtener el giro de la ruedas delanteras

10. Dirección. La dirección del tractor se ejecuta a través de una columna instalada en el interior de la cabina y sobre ella está acoplado el volante o timón al igual que en los vehículos convencionales, en esta columna, junto al timón se encuentra la palanca de selección de dirección de marcha, hacia adelante o hacia atrás y el punto neutro de la transmisión.

Esta columna de dirección está acoplada a una bomba hidráulica y se encarga de regular el flujo de aceite hacia dos cilindros instalados en el eje delantero, estos cilindros se acoplan a cada extremo de este eje en conjunto con una barra estabilizadora que no permite que los cilindros se desalineen y regula la carrera de ambos. En los extremos los cilindros se acoplan a través de un cabezal de dirección, tuercas chaveteras y king-pines sobre los cubos planetarios. El ángulo de giro está determinado por el diámetro de la rueda neumática porque a partir del mismo el fabricante recomienda este ángulo, la forma de graduarlo es manipulando topes mecánicos instalados en los extremos del eje delantero donde chocan los cubos planetarios durante el giro del tractor.

Figura 3: Bomba hidráulica de dirección



11. Aire acondicionado. El sistema de aire acondicionado está compuesto por un módulo de control electrónico que regula la temperatura del interior de la cabina, este activa o desactiva el embrague eléctrico instalado en la tapa trasera del compresor de aire, dicho compresor es accionado por medio fajas dentadas que le transmiten las rpm del motor para que funcione, controla también la velocidad del ventilador de admisión de aire hacia la cabina. El compresor absorbe el gas que se encuentra en la tubería de refrigeración, regularmente este gas es R134A, cuando este gas es transferido por el compresor se eleva la presión y es enviado al condensador instalado justo abajo del cojín del operador que se encarga de transformar el gas proveniente en líquido y separar el calor que éste puede traer. Este líquido pasa por una

válvula que lo transforma nuevamente en gas provocando una disminución de temperatura y presión y esto es lo que se aprovecha para climatizar la cabina. El aire acondicionado puede funcionar de la siguiente forma:

- a. **Manual:** el operario selecciona esta modalidad donde es él quien regula la temperatura a la que desea trabajar.
- b. **Automático:** en esta modalidad el control de la climatización de la cabina lo realiza el modulo electrónico instalado en la parte inferior del cojín del operario.

12. Chasis. El sistema del chasis comprende todas las piezas como housing de la transmisión, housing del tren delantero, housing de motor, aros, ruedas neumáticas, tornillería, peldaños de acceso a la cabina y contrapesos.

13. Frenos. Los frenos que esta máquina utiliza son de tipo hidráulico, funcionan a partir de dos pedales instalados a la derecha de la columna de dirección en el interior de la cabina, estos pedales regulan la presión y el flujo hidráulico aplicados, los frenos se encuentran instalados en los housing de los ejes de las ruedas traseras, están formados por un conjunto de discos os cuales se encuentran sumergidos y en aceite y son los que se acoplan al eje para realizar la función requerida al pisar los pedales de freno. Estos funcionan de manera independiente, si el operario desea frenar la llanta trasera derecha únicamente puede hacerlo sin ningún problema, si desea frenar la llanta trasera izquierda también puede hacerlo, o si lo prefiere puede acoplar ambos pedales de frenos para presionarlos de forma simultánea.

Figura 4: Discos de freno



Figura 5: Housing de los discos de freno



14. **Cabina.** La cabina es el área de operación del usuario del tractor, esta es cerrada totalmente con empaques de resguardo en ventanas y puertas, vidrios de 8mm de espesor diseñados para ruptura total ante impactos, con ello se evita dañar al operario en caso de accidentes. En su interior se encuentra instalado el asiento del operario con sistema de amortiguación, se encuentra instalada la columna de dirección y el volante del tractor, también se encuentran instalados el Instrument Cluster y la consola de switches de control de los accesorios del tractor.

Figura 6: Interior de la cabina



D. Manual de aplicación de mantenimiento preventivo

Esta es una guía para ejecutar el mantenimiento preventivo en los tractores magnum 215 en las diferentes etapas de operación de la máquina. Esta actividad se realizará única y exclusivamente en campo por un técnico capacitado y encargado de realizar los mantenimientos preventivos, el técnico debe llegar hasta la zona donde se encuentra operando el tractor al cual le corresponde el mantenimiento preventivo respectivo. Podrá ser ejecutado en el centro de Servicio solamente si ha finalizado la temporada de zafra y si el tractor ha sido trasladado para reparación general hacia el Centro de Servicio.

Para todos los mantenimientos las horas del motor del tractor determinarán el momento en el cual se debe realizar el mantenimiento, estas horas se despliegan en el Instrument Cluster.

1. Rangos de mantenimientos preventivos: Se ha comprobado por medio de vales de salida de materiales del almacén y consumo de repuestos que los filtros de combustible de la maquinaria después de 250 hrs de uso tienden a obstruirse por los sedimentos que se encuentran dentro del mismo combustible que se distribuye desde los ingenios azucareros provocando fallos durante el arranque del motor de los tractores o durante su funcionamiento. También se han revisado los reportes de fallas de los tractores y estos indican que después de 250 horas se vuelven más frecuentes. Por las razones anteriores se ha realizado una tabla de intervalos de mantenimientos que inician desde 250 hrs hasta 1000 hrs. Estos intervalos se encuentran separados por 250 hrs cada uno, lo que significa que durante 1000 hrs se practicarán 4 mantenimientos preventivos. Cada mantenimiento preventivo se describe a continuación:

a. Servicio 250 hrs. Este mantenimiento se realiza a los tractores agrícolas y se enfoca en la protección del motor, en este servicio o mantenimiento se realiza cambio de filtros de combustible, cambio de aceite del motor y cambio de filtro de aceite del motor. Este servicio se practica 4 veces durante 1000 hrs.

b. Servicio 500 hrs. Este mantenimiento además de proteger el motor, también se practica con la finalidad de mantener la calidad del aire que ingresa al motor del tractor y proteger el buen funcionamiento del sistema de rodamientos, en este también se realiza cambio de aceite de los cubos planetarios y el eje delantero, se revisa si el aceite de estos presenta algún sedimento metálico o muestras de desgaste y contaminación. Este mantenimiento se practica 2 veces durante 1000 hrs.

c. Servicio 750 hrs. En este mantenimiento se realizan exactamente las mismas actividades que se realizan en un servicio de 250 hrs.

d. Servicio 1000 hrs. Este es el mantenimiento más grande que se le practica a un tractor agrícola porque en este se realizan todas las actividades de los mantenimientos anteriores, puesto que se realiza cambio de filtros del motor, cambio de filtros de admisión de aire, cambio de filtros de aceite de la

transmisión y del sistema hidráulico y se verifica que todos los accesorios de la máquina estén correctamente engrasados y apretados.

Únicamente cuando el tractor es nuevo se deben realizar dos mantenimientos adicionales, los cuales estipula el fabricante durante la puesta en marcha.

Los intervalos de mantenimiento se clasifican de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2 Intervalos de mantenimiento

Cuadro de intervalos de mantenimiento		
Horómetro	Tipo de mantenimiento	Observación
10	Revisión 360°	Realizado por el operario
Primeras 50 Hrs.	Cambio de lubricante del eje delantero	Solo equipos nuevos
Primeras 100 Hrs.	Cambio de aceite de motor	Solo equipos nuevos
250	Mantenimiento preventivo, Servicio menor	
500	Mantenimiento preventivo, Servicio mediano	
750	Mantenimiento preventivo, Servicio menor	
1000	Mantenimiento preventivo, Servicio mayor	

2. Cuadro de cambio de repuestos. Durante los servicios mencionados con anterioridad se realizarán cambios de repuestos y lubricantes. Estos deberán ser regidos por la siguiente tabla donde también se estipulan las actividades que se deben llevar a cabo en cada mantenimiento preventivo, para obtener los resultados que se pretenden lograr es necesario garantizar la ejecución de cada actividad en su respectivo servicio.

Tabla 3: Cambios de repuestos por servicio

Cuadro de actividades				
Actividad	Servicio 250 horas	Servicio 500 horas	Servicio 750 horas	Servicio 1000 horas
Mantenimiento de baterías	√	√	√	√
Revisión de alternador	√	√	√	√
Verificación de la iluminación	√	√	√	√
Verificación de engrase de las articulaciones	√	√	√	√
Cambio de filtro primario de combustible	√	√	√	√
cambio de filtro secundario de combustible	√	√	√	√
cambio de filtro auxiliar (racor) de combustible	√	√	√	√

Continuación Tabla 3: Cambios de repuestos por servicio

Cuadro de actividades				
Actividad	Servicio 250 horas	Servicio 500 horas	Servicio 750 horas	Servicio 1000 horas
Cambio de aceite de motor	√	√	√	√
Cambio de filtro de aceite de motor	√	√	√	√
Apriete de tornillería	√	√	√	√
Cambio de aceite de los cubos planetarios		√		√
Cambio de filtro primario de admisión		√		√
Cambio de aceite del eje delantero				√
cambio de aceite de la transmisión				√
Cambio de filtro hidráulico				√
Cambio de filtro de transmisión				√
Cambio de correa de ventilador de motor				√
cambio de líquido refrigerante				√
cambio de filtro de refrigerante				√
Cambio de filtro secundario de admisión				√
Cambio de filtro de admisión de aire de cabina		√		√

Para llevar a cabo estos mantenimientos es necesario contar con las siguientes herramientas:

- Ratch con raíz ½"
- Faja para extraer filtros
- Maneral con raíz de 1/2"
- Llave mixta de ½"
- Llave mixta de 7/8"
- Copa de ¾" con raíz de ½"
- Extensión con raíz de ½"
- Alicata
- Cepillo con cerdas metálicas
- Engrasadora manual
- Recipiente vacío para recepción de lubricantes usados
- Recipiente vacío par transporte de lubricantes usados
- Guantes anti corte
- Guantes piel de cerdo
- Gafas de protección
- Cinturón de Seguridad

- Multímetro Digital
- Copa de 30mm raíz de $\frac{3}{4}$ "
- Maneral con raíz de $\frac{3}{4}$ "
- Compresor con motor de combustión interna
- Destornilladores planos
- Destornilladores de cruz

3. Revisión 360° y mantenimientos iniciales. Cuando el equipo es totalmente nuevo se debe realizar la siguiente inspección y ajustes necesarios para una buena operación con base en una revisión 360° del tractor. Se deben realizar las siguientes actividades:

- Revisar el nivel de aceite de motor
- Revisar el nivel de refrigerante del motor
- Revisar el nivel de aceite hidráulico
- Revisar el nivel de aceite de cubos planetarios
- Revisar el nivel de aceite del ten delantero o del sistema de rodamientos
- Coloque la llave y gire el switch a la derecha hacia la posición ACC.
- Espere que la bomba eléctrica de baja presión llene todo el sistema
- Gire el switch hacia la izquierda,
- Coloque nuevamente el switch y repita los pasos f y g.
- Arranque la unidad
- Revisar el voltaje desplegado en el instrument clúster
- Ponga en marcha la unidad, después de 30 minutos apriete los pernos de todas las llantas. Realice esta actividad cada 10 horas de uso hasta que el par de apriete se estabilice.

Figura 7: Vista lateral tractor CASE Magnum 215



4. Revisión cada 10 horas o diariamente. Esta revisión la debe hacer el operario de la máquina, y se realiza a partir de la primera puesta en marcha del tractor. Si él encuentra alguna anomalía debe reportarla de inmediato con un técnico capacitado para resolverla.

a. Verifique el nivel de aceite del motor:

1) Extraiga la bayoneta y revise si se encuentra el nivel adecuado de acuerdo al indicador de ésta.

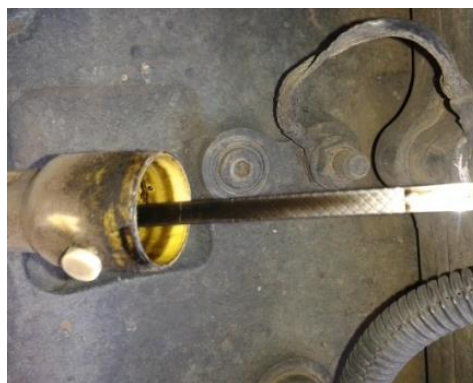
2) Si está por debajo de la marca indicada en la bayoneta, rellene hasta alcanzar el nivel.

Nota: No lo rellene más arriba de la marca porque puede provocar daños en el motor.

Figura 8: Bayoneta para nivel de aceite de motor



Figura 9: Indicador de nivel de la bayoneta



b. Verifique el nivel de aceite hidráulico y de la transmisión. Extraiga la bayoneta y revise si se encuentra el nivel adecuado de acuerdo al indicador de ésta. Si está por debajo de la marca indicada en la bayoneta, rellene hasta alcanzar el nivel adecuado.

Nota: el aceite hidráulico y el de la transmisión se encuentra contenido dentro del mismo housing, por tal razón el tractor solamente tiene una bayoneta para medir ambos.

Figura 10: Tapa del depósito de aceite hidráulico.



c. Nivel del refrigerante del motor. Este debe revisarse con el motor apagado y frío.

1) Destape el depósito superior de refrigerante del motor, instalado sobre la tubería de admisión de aire. Verifique el nivel de refrigerante.

2) Coloque la tapa y asegúrela ya que el circuito de refrigeración es cerrado y la temperatura acumulada durante el trabajo presuriza este depósito y esto podría provocar caída de la tapa.

3) Verifique el de refrigerante en el depósito secundario del motor en el costado izquierdo.

El nivel debe estar dentro de las marcas: Normal y Cold Range, si no se encuentra ahí nivele el depósito hasta que se encuentre dentro de este rango.

Figura 11: Depósito principal de refrigerante



d. Filtro auxiliar de combustible (Filtro racor).

- 1) Gire el grifo inferior hacia la izquierda para abrir. Drene el sedimento de lodos acumulado en el filtro
- 2) Gire el grifo hacia la derecha para cerrar.

Figura 12: Filtro racor



e. Filtros de admisión.

- 1) Retire la tapa del alojamiento de los filtros de admisión.
- 2) Extraiga el filtro primario y límpielo con un soplete y aire comprimido
- 3) Extraiga el filtro secundario y límpielo con un soplete de aire comprimido
- 4) Coloque el filtro secundario
- 5) Coloque el filtro primario.
- 6) Coloque la tapa del alojamiento de los filtros de admisión.

f. Filtro de cabina.

- 1) Retire la tapa de alojamiento del filtro de cabina, ubicada en la parte superior del último peldaño.
- 2) Extraiga el filtro primario y límpielo con un soplete y aire comprimido
- 3) Coloque el filtro nuevamente
- 4) Coloque la tapa del alojamiento del filtro.

g. **Engrase.** El engrase se debe realizar al menos cada dos días, y debe ser realizado por el operario del tractor, cuando se realiza cada mantenimiento preventivo, el técnico encargado debe verificar si efectivamente se está realizando esta actividad. Aplicar grasa en las siguientes articulaciones del tractor:

- 1) King-pines, inferior y superior en dos ruedas delanteras.
- 2) Cilindros de dirección
- 3) Barra estabilizadora
- 4) Tensor central de enganche de tres puntos
- 5) Tensores laterales de enganche de tres puntos
- 6) Eje oscilante de enganche de tres puntos

h. **Iluminación.**

- 1) Coloque el switch de ignición y gire el selector de iluminación totalmente hacia la derecha.
- 2) Verifique que todas las luces se encuentren encendidas, si alguna no se encuentra encendida repórtela inmediatamente.

5. Mantenimiento durante las primeras 50 horas.

a. **Cambio de aceite del sistema de rodamiento, traba diferencial.**

Nota: Este mantenimiento lo debe realizar el técnico capacitado y asignado. El tipo de aceite utilizado para este sistema es 85W140. La capacidad del sistema es de 3.25gl.

- 1) Afloje el tapón de drenaje utilizando el maneral y extensión corta con raíz de $\frac{1}{2}$ ", gírelo en sentido contrario a las agujas del reloj y espere un momento hasta que el aire acumulado en el sistema haya escapado, extraiga el tapón.
- 2) Coloque un recipiente receptor de aceite
- 3) Espere hasta que drene la mayor cantidad de aceite posible.
- 4) Coloque el tapón para drenaje, apriételo girándolo en sentido de las agujas del reloj.
- 5) Afloje el tapón de relleno utilizando el maneral y extensión corta con raíz de $\frac{1}{2}$ ", gírelo en sentido contrario a las agujas del reloj y retírelo.
- 6) Aplique aceite limpio hasta que el nivel alcance la posición del tapón.
- 7) Coloque el tapón, apriételo girándolo en sentido de las agujas del reloj.

b. **Cambio de aceite de los cubos planetarios.**

Nota: El tipo de aceite utilizado para este sistema es S.A.E. 85W140. La capacidad de cada cubo planetario es de 0.37 gl (1/3 de gl. aproximadamente). El tapón de los cubos sirve para el drenaje y el relleno de aceite.

El procedimiento para el cambio de aceite es el mismo para ambos cubos planetarios.

- 1) Arranque el tractor.
- 2) Mueva el tractor hasta que el tapón del cubo esté en la posición inferior.
- 3) Afloje el tapón utilizando el maneral y extensión corta con raíz de $\frac{1}{2}$ ", gírelo en sentido contrario a las agujas del reloj, espere un momento hasta que el aire acumulado en el cubo haya escapado, extraiga el tapón.
- 4) Coloque un recipiente receptor de aceite
- 5) Espere hasta que drene la mayor cantidad de aceite posible.
- 6) Mueva el tractor hasta que el tapón esté en la posición media del cubo planetario.
- 7) Aplique aceite limpio hasta que el nivel alcance la posición del tapón.
- 8) Coloque el tapón en el cubo planetario, apriételo girándolo en sentido de las agujas del reloj.
- 9) Apague el tractor.

6. Mantenimiento durante las primeras 100 horas.

a. Cambio de aceite del motor.

Nota: El tipo de aceite utilizado para este sistema es S.A.E. 15W40. La capacidad del motor es de 5.5 *gl* con cambio de filtro. Es recomendable que el aceite esté a una temperatura adecuada para que su viscosidad permita derramar con mayor facilidad.

- 1) Prepare un recipiente para almacenar aceite contaminado
- 2) Retire el tapón de drenado del depósito de aceite
- 3) Coloque el recipiente y espere hasta que drene la mayor cantidad de aceite del depósito.
- 4) Coloque la faja para extraer en el filtro de aceite del motor
- 5) Coloque el ratch.
- 6) Gire el filtro hacia la izquierda para aflojar
- 7) Drene el aceite contenido en el filtro
- 8) Rellene el filtro nuevo con aceite
- 9) Instale el filtro nuevo, gire el filtro hacia la derecha para apretar.
- 10) Retire el tapón de relleno de aceite de motor
- 11) Aplique 5 *gl* de aceite en el motor.
- 12) Coloque el tapón y arranque el tractor
- 13) Espere 5 minutos.
- 14) Verifique el nivel de aceite en la bayoneta y rellene si es necesario.

7. Mantenimiento en intervalos de 1000 Horas. Anteriormente se describió el mantenimiento de 1000 hrs. Es el mantenimiento más importante porque que se practican todas las actividades habituales de los mantenimientos anteriores. A continuación se encuentra el detalle para realizar un servicio de 1000 hrs. en campo, las ilustraciones de algunos pasos para que pueda comprender con mayor facilidad el proceso y para que conozca los repuestos y lubricantes necesarios, así como la forma de cambiarlos. Todas las actividades que se realizan en los servicios menores se reflejan acá por lo que estos procedimientos también le servirán de guía para su ejecución.

a. Cambio de filtros de combustible.

1) Filtro secundario.

- a) Coloque el ratch y faja para extraer en el filtro.
- b) Gire el filtro hacia la izquierda.
- c) Desmonte el filtro usado.

Figura 13: Filtro secundario de combustible



2) Filtro primario.

- a) Coloque el ratch y faja para extraer en el filtro.
- b) Gire el filtro hacia la izquierda.
- c) Desmonte el filtro usado
- d) Rellene el filtro primario con combustible limpio
- e) Instale el filtro primario girándolo hacia la derecha, apriételo únicamente con las manos.
- f) Rellene el filtro secundario con combustible limpio
- g) Instale el filtro secundario girándolo hacia la derecha, apriételo únicamente con las

manos.

Figura 14: Filtro primario de combustible



3) Filtro auxiliar (filtro racor).

- a) Con la llave cola-corona de 7/8" desmonte la manguera principal de combustible desde la base del filtro, afloje girando la tuerca de sujeción en sentido contrario a las agujas del reloj.
- b) Levante la manguera principal de combustible desconectada para evitar derrames.
- c) Gire el grifo del extremo superior hacia la izquierda hasta desmontar la tapa superior del filtro.
- d) Extraiga el filtro racor sucio
- e) Instale el filtro racor nuevo.
- f) Instale nuevamente la manguera principal de combustible en la base del filtro.
- g) Verifique el nivel de combustible en la base del filtro hasta que este se sumerja totalmente.
- h) Coloque la tapa del filtro y gire la llave del extremo superior hacia la derecha para apretarla.

Figura 15: Grifo del depósito de filtro racor



Figura 16: Filtro racor nuevo



b. Cambio de aceite y filtro del motor.

Nota: El tipo de aceite utilizado para este sistema es S.A.E. 15W40. La capacidad del motor es de 5.5 *gl* con cambio de filtro. Es recomendable que el aceite esté a una temperatura adecuada para que su viscosidad permita derramar con mayor facilidad.

- 1) Prepare un recipiente para almacenar aceite contaminado
- 2) Retire el tapón de drenado del depósito de aceite utilizando el ratch, extensión corta y copa de $\frac{3}{4}$ " con raíz de $\frac{1}{2}$ ", gírelo en sentido contrario a las agujas del reloj.
- 3) Coloque el recipiente y espere hasta que drene la mayor cantidad de aceite del depósito.
- 4) Coloque la faja para extraer en el filtro de aceite del motor y coloque el ratch.
- 5) Gire el filtro hacia la izquierda para aflojar
- 6) Drene el aceite contenido en el filtro
- 7) Rellene el filtro nuevo con aceite con $\frac{1}{2}$ *gl* de aceite.
- 8) Instale el filtro nuevo, gire el filtro hacia la derecha para apretar.
- 9) Coloque el tapón de drenado del depósito de aceite utilizando el ratch, extensión corta y copa de $\frac{3}{4}$ " con raíz de $\frac{1}{2}$ ", gírelo en sentido a las agujas del reloj.
- 10) Retire el tapón de relleno de aceite de motor
- 11) Aplique 5 *gl* de aceite en el motor.
- 12) Coloque el tapón y arranque el tractor
- 13) Espere 5 minutos
- 14) Verifique el nivel de aceite con la varilla y rellene si es necesario.

Figura 17: Drenaje de aceite



Figura 18: Filtro de aceite de motor



c. Cambio de aceite y filtros de la Transmisión.

Nota: El tipo de aceite utilizado para este sistema es Shell Aspirax S4 TXM.

La capacidad del housing es de 45.5 gl. Es recomendable que el aceite esté a una temperatura adecuada para que su viscosidad permita derramar con mayor facilidad.

- 1) Prepare un recipiente con capacidad, al menos, para 150 gl.
- 2) Afloje el tapón de drenado principal del housing de la transmisión utilizando el maneral con raíz de ½", gírelo en sentido contrario a las agujas del reloj y retírelo con cuidado.
- 3) Drene el aceite y espere un momento.
- 4) Afloje el tapón principal de la transmisión final, caja de PTO utilizando el maneral y extensión corta con raíz de ½", gírelo en sentido contrario a las agujas del reloj y retírelo con cuidado.
- 5) Drene el aceite y espere un momento.

Figura 19: Drenaje del housing de la transmisión



Figura 20: Drenaje del housing de la transmisión final



Para desmontar el filtro hidráulico debe realizar el siguiente procedimiento:

- 6) Coloque un recipiente de 5gl
- 7) Coloque la faja para extraer filtros y coloque el ratch
- 8) Gire el filtro hacia la izquierda para aflojar.
- 9) Drene el aceite del filtro contaminado en el recipiente
- 10) Rellene el filtro nuevo con aceite Shell Aspirax S4 TXM.
- 11) Instale el filtro hidráulico nuevo.

Figura 21: Filtro de aceite hidráulico



Para desmontar el filtro de transmisión realice lo siguiente:

- 12) Coloque un recipiente de 5gl
- 13) Coloque la faja para extraer filtros y coloque el ratch
- 14) Gire el filtro hacia la izquierda para aflojar.
- 15) Drene el aceite del filtro contaminado en el recipiente
- 16) Rellene el filtro nuevo con aceite Shell Aspirax S4 TXM.
- 17) Instale el filtro de transmisión nuevo.

Figura 22: Filtro de aceite de transmisión



Luego de realizado el cambio de filtros de la transmisión

- 18) Coloque el tapón de drenado principal del housing de la transmisión, apriételo girando en el sentido de las agujas del reloj.
- 19) Coloque el tapón principal de la transmisión final -caja de PTO-, apriételo girando en el sentido de las agujas del reloj.
- 20) Retire la tapa de relleno de aceite de la transmisión.
- 21) Rellene la caja de la transmisión con aceite Shell Aspirax S4 TXM.
- 22) Verifique el nivel de aceite de la transmisión en la bayoneta.
- 23) Coloque el tapón de relleno de aceite de la transmisión.

d. Cambio de aceite del sistema de rodamiento.

Nota: El tipo de aceite utilizado para este sistema es 85W140. La capacidad del sistema es de 3.25gl.

- 1) Eje delantero
 - a) Afloje el tapón de drenado utilizando el maneral con raíz de 1/2", gírelo en sentido contrario a las agujas del reloj y espere un momento hasta que el aire acumulado en el sistema haya escapado, extraiga el tapón.
 - b) Coloque un recipiente receptor de aceite.

- c) Espere hasta que drene la mayor cantidad de aceite posible.
- d) Coloque el tapón para drenaje, gírelo en sentido a las agujas del reloj
- e) Afloje y retire el tapón para relleno del sistema utilizando el maneral con raíz de $\frac{1}{2}$ " gírelo en sentido contrario a las agujas del reloj.
- f) Aplique aceite limpio hasta que el nivel alcance la posición del tapón.
- g) Coloque el tapón de relleno, gírelo en sentido a las agujas del reloj.

Figura 23: Tapón de relleno de aceite de eje delantero



2) Cambio de aceite de los cubos planetarios.

Nota: El tipo de aceite utilizado para este sistema es 85W140. La capacidad de cada cubo planetario es de 0.37 gl (1/3 de gl. aproximadamente), el tapón de los cubos sirve para el drenaje y el relleno de aceite, el procedimiento para el cambio de aceite es el mismo para ambos cubos planetarios.

- a) Arranque el tractor.
- b) Mueva el tractor hasta que el tapón del cubo esté en la posición inferior.
- c) Afloje el tapón utilizando el ratch con raíz de $\frac{1}{2}$ ", gírelo en sentido contrario a las agujas del reloj y espere un momento hasta que el aire acumulado en el cubo haya escapado, extraiga el tapón.
- d) Coloque un recipiente receptor de aceite
- e) Espere hasta que drene la mayor cantidad de aceite posible.
- f) Mueva el tractor hasta que el tapón esté en la posición media del cubo planetario.
- g) Aplique aceite limpio hasta que el nivel alcance la posición del tapón.
- h) Coloque el tapón en el cubo planetario, gírelo en sentido a las agujas del reloj.
- i) Apague el tractor.

Figura 24: Tapón del cubo planetario



Figura 25: Relleno de aceite en cubo planetario



e. Cambio de filtro y líquido refrigerante.

Nota: No agregue agua dulce al depósito de refrigerante del motor, esto puede provocar daños debido a los minerales que ésta contiene. El tipo de refrigerante que debe utilizarse debe ser refrigerante/anticongelante para motores de servicio pesado. La capacidad del sistema de refrigeración es de 7 gl.

- 1) Destape el depósito superior de refrigerante del motor, instalado sobre la tubería de admisión de aire.
- 2) Abra el grifo de drenado del sistema de refrigeración, ubicado al costado izquierdo del radiador del motor.
- 3) En un recipiente limpio, drene el refrigerante utilizado del motor.
- 4) Cierre el grifo de drenado del sistema de refrigeración.

- 5) Coloque la faja y el ratch para extraer el filtro
- 6) Gire el filtro hacia la izquierda para aflojar y desmóntelo.
- 7) Drene el refrigerante del filtro utilizado en el recipiente.
- 8) Rellene el filtro nuevo con refrigerante
- 9) Instale el filtro y apriete con las manos únicamente.
- 10) Rellene el sistema con refrigerante a través del depósito principal.
- 11) Arranque el tractor y espere 5 minutos
- 12) Apague el motor
- 13) Destape con cuidado el depósito principal y verifique el nivel, rellene si es necesario.
- 14) Verifique el nivel de refrigerante en el depósito secundario del motor en el costado izquierdo.

El nivel debe estar dentro de las marcas: Normal y Cold Range, si no se encuentra ahí nivele el depósito hasta que se encuentre dentro de este rango.

Figura 26: Drenaje de refrigerante



Figura 27: Filtro de refrigerante



f. Cambio de filtros de admisión de aire del motor.

- 1) Desmonte la tapa de alojamiento de los filtros de admisión del motor
- 2) Extraiga el filtro primario sucio
- 3) Extraiga el filtro secundario sucio
- 4) Instale el filtro secundario nuevo,
- 5) Gire y empuje el filtro hacia adentro hasta que encaje.
- 6) Instale en filtro primario nuevo,
- 7) Gire y empuje el filtro hacia adentro hasta que encaje.
- 8) Monte la tapa del alojamiento de los filtros de admisión.

Figura 28: Alojamiento de filtros de admisión



Figura 29: Filtros de admisión



g. Cambio de filtro de admisión de aire de cabina

- 1) Desmonte la tapa de alojamiento del filtro de admisión de aire de cabina
- 2) Extraiga el filtro sucio
- 3) Instale el filtro nuevo, asegúrese que esté bien acoplado en la base.
- 4) Monte la tapa de alojamiento.

Figura 30: Filtro de admisión de aire de cabina



h. Correa de ventilador de motor. Para remplazar la correa o faja del ventilador de motor es necesario realizar los siguientes pasos:

- 1) Coloque el maneral con raíz de $\frac{1}{2}$ " en el tensor de la correa y tire hacia arriba, este se encuentra en el costado derecho del motor.
- 2) Desmonte la faja de la polea del compresor de aire y del alternador.
- 3) Baje con cuidado el maneral con raíz de $\frac{1}{2}$ " para liberar el tensor.
- 4) Gire el ventilador y mueva la faja extrayéndola a través de las aspas del ventilador.
- 5) Gire el ventilador y mueva la faja nueva para introducirla a través de las aspas del ventilador.
- 6) Alinee la faja e las guías de las poleas del motor
- 7) Coloque el maneral con raíz de $\frac{1}{2}$ " en el tensor de la correa y tire hacia arriba
- 8) Alinee la faja en las poleas del compresor de aire y del alternador.
- 9) Baje con cuidado el maneral con raíz de $\frac{1}{2}$ " para liberar el tensor.

Figura 31: Correas de motor



i. Ajuste de válvulas de motor y cambio de termostato. El ajuste de válvulas de motor y cambio de termostato debe ser realizado por un técnico especializado y debidamente capacitado para esta actividad, no es recomendable realizar esta actividad en campo porque al retirar la tapa de válvulas el motor se expone a contaminación por suciedad del ambiente, un desajuste en cualquiera de las válvulas puede provocar fallos más graves. El ajuste se debe realizar cada 2000 horas, al final de la época de zafra -para los tractores que trabajan solamente en esta época- cuando sea necesario trasladar la máquina hacia el centro de servicio.

El cambio de termostato se debe realizar cada 2000 horas, esto significa que se en época de reparación se puede ejecutar esta tarea sin ninguna prisa.

j. Engrase.

Nota: Todas las articulaciones del tractor están equipadas con graseras. Utilizar grasa multiusos de alta temperatura, capaz de resistir en ambientes húmedos y con alto grado de viscosidad.

El engrase se debe realizar, al menos, cada dos días y debe ser llevado a cabo por el operario del tractor. Cuando se hace cada servicio, el técnico encargado debe verificar si efectivamente se está realizando esta actividad.

Aplicar grasa en las siguientes articulaciones del tractor:

- 1) King-pines, inferior y superior en ambas ruedas delanteras.
- 2) Cilindros de dirección
- 3) Barra estabilizadora
- 4) Tensor central de enganche de tres puntos
- 5) Tensores laterales de enganche de tres puntos
- 6) Eje oscilante de enganche de tres puntos
- 7) Pin pasador de carga

k. Apriete de tornillería.

Nota: Toda la tornillería debe ser apretada en el sentido de las agujas del reloj.

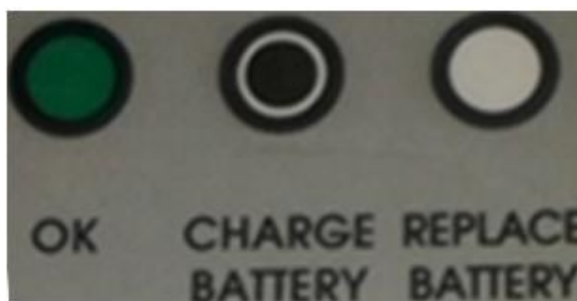
- 1) Apriete todos los tornillos de kin-pines
- 2) Apriete las tuercas de los soportes de cabina
- 3) Apriete las tuercas del eje oscilante del enganche de tres puntos.
- 4) Apriete los pernos de las cuatro llantas.
- 5) Apriete las tuercas de la barra estabilizadora.

l. Mantenimiento del sistema eléctrico

1) Verifique el tipo de baterías, si son baterías libres de mantenimiento realice las siguientes actividades:

- a) Protéjase las manos con guantes anti-corte
- b) Desmote el protector de baterías atornillado en el tanque secundario de combustible.
- c) Asegúrese que el switch de ignición se encuentra en la posición OFF.
- d) Desconecte ambas baterías, primero desconecte el cable del polo negativo de las baterías, a continuación desconecte el cable del polo positivo de las baterías.
 - e) Desmonte la tira de fijación metálica con la llave de cola-corona de ½".
 - f) Cepille los bornes de cada batería
 - g) Verifique el estado de carga en el visor de la batería, el visor cuenta con tres colores para el chequeo:
 - Verde: Batería recargada.
 - Negro: Recargar batería.
 - Blanco: Batería dañada, replácela

Figura 32: Estado de batería



- h) Con el multímetro, mida el voltaje de cada batería, si el voltaje oscila entre 12.5VDC y 13VDC la batería se encuentra en óptimas condiciones y está lista para su uso.
 - i) Si el voltaje es inferior a 12.5 VDC, entonces será necesario conectar las baterías a un cargador externo para recuperar su carga, si la batería no se recarga después de 2 horas, es necesario reemplazarla.
 - j) A continuación proceda a instalar las baterías nuevamente.
 - k) Instale la tira de fijación metálica y apriete las tuercas.
 - l) Conecte los cables del polo positivo y apriete la tuerca de sujeción de las terminales, conecte los cables del polo negativo y apriete la tuerca de sujeción de las terminales.
 - m) Aplique una pequeña capa de vaselina o grasa dieléctrica para retener la formación de sarro en los bornes de baterías y terminales de los cables.
 - n) Coloque el protector de baterías.
- 2) Si son baterías sujetas a mantenimiento, realice las siguientes actividades:
 - a) Protéjase las manos con guantes anti-corte

- b) Protéjase los ojos con las gafas.
 - c) Desconecte ambas baterías, primero desconecte el cable del polo negativo de las baterías, a continuación desconecte el cable del polo positivo de las baterías.
 - d) Desmonte la tira de fijación metálica con la llave de cola-corona de ½".
 - e) Cepille los bornes de la batería.
 - f) Destape todas las celdas de las baterías, cada batería tiene 6 celdas y cada celda contiene una placa de plomo.
 - g) Verifique el nivel de electrolito en cada celda, todas las placas de plomo deben estar completamente sumergidas en electrolito. Si alguna de las celdas se encuentra vacía o seca rellénela inmediatamente con agua desmineralizada, las celdas no tienen comunicación entre sí, por lo que es necesario realizar este procedimiento con cada una de las celdas.
 - h) El nivel de electrolito de cada celda debe estar aproximadamente 10mm por encima de la placa de plomo.
 - i) Coloque los tapones de las celdas de la batería.
 - j) Mida el voltaje de la batería, si el voltaje oscila entre 12.5VDC y 13VDC la batería se encuentra en óptimas condiciones y está lista para su uso.
 - k) Si el voltaje es inferior a 12.5 VDC, entonces será necesario conectar las baterías a un cargador externo para recuperar su carga, si la batería no se recarga después de 2 horas, es necesario reemplazarla.
 - l) Coloque las baterías recargadas nuevamente sobre el tanque secundario de combustible.
 - m) Instale la tira de fijación metálica y apriete las tuercas.
 - n) Conecte los cables del polo positivo y fije la tuerca de sujeción de las terminales, conecte los cables del polo negativo y apriete la tuerca de sujeción de las terminales.
 - o) Aplique una pequeña capa de vaselina o grasa dieléctrica para retener la formación de sarro en los bornes de baterías y terminales de los cables.
 - p) Coloque el protector de las baterías.
- 3) Alternador. Compruebe el voltaje de salida generado por el alternador.
- a) Arranque el tractor.
 - b) Levante el capó.
 - c) Chequee el estado del alternador.

El alternador está provisto con tres tornillos de conexión.

B+: Voltaje directo desde la batería, cable de color rojo. El voltaje en esta terminal debe ser exactamente igual al voltaje de las baterías.

D: Señal de excitación desde el sistema para generar carga cuando arranca el motor, cable de color amarillo. El voltaje de esta terminal debe oscilar entre 13.6 y 14.3 VDC, si el valor de la medición se

encuentra en dentro de este rango el alternador está ejerciendo su trabajo y las baterías recuperarán la carga que perdieron durante el arranque.

W: Señal de rpm hacia el instrument clúster, cable de color verde. El voltaje de esta terminal debe oscilar entre 7 y 7.95 VDC, si el valor de la medición se encuentra dentro de este rango el alternador está en óptimas condiciones.

E. Repuestos y lubricantes

1. Repuestos. Los repuestos necesarios serán brindados por el coordinador de mantenimientos preventivos, él es la única persona autorizada para la solicitud y recepción de repuestos y materiales que serán útiles a los técnicos. El coordinador debe velar por la existencia de materiales en el almacén y programar de forma periódica las solicitudes de abastecimiento. Con ello se podrá evitar el retraso en los mantenimientos. Todo repuesto debe ser original, no se deben instalar repuestos genéricos porque esto provoca fallos en el funcionamiento del tractor y minimizar el tiempo de vida útil. Todo repuesto que se instale debe llevar la marca CASE impresa, el concesionario único autorizado en Guatemala para la distribución de esta marca es *Grupo Tecun S.A.* proveedor directo de *Tecrent S.A.*

Tabla 4: Repuestos necesarios para stock

Cuadro de repuestos necesarios		
Número de parte	Cantidad	Descripción
***	1	FILTRO DE ACEITE DE MOTR
***	1	FILTRO SECUNDARIO DE COMBUSTIBLE
***	1	FILTRO PRIMARIO DE COMBUSTIBLE
***	1	FILTRO AUXILIAR DE COMBUSTIBLE (RACOR)
***	1	FILTRO PRIMARIO DE ADMISIÓN DE AIRE DE MOTOR
***	1	FILTRO SECUNDARIO DE ADMISIÓN DE AIRE DE MOTOR
***	1	CORREA DE MOTOR
***	1	FILTRO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN
***	1	FILTRO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN
***	1	FILTRO DE ACEITE HIDRÁULICO
***	1	FILTRO DE ADMISIÓN DE AIRE DE CABINA

***: Datos discretos para la empresa

Anteriormente se mostró la Tabla 4, esta contiene los repuestos necesarios en stock para los diversos servicios, recuerde que la cantidad de repuestos necesarios depende del tipo de mantenimiento preventivo que corresponde. Los números de parte de los repuestos se deben tomar desde el catálogo CASE el cual se actualiza periódicamente y solamente se encuentra instalado en todas las divisiones de *Grupo Tecun. S.A.*

Adicional a los repuestos, es necesario considerar algunos materiales que son útiles para el técnico que realizará cada mantenimiento, a continuación se describen.

Tabla 5: Materiales necesarios para mantenimientos preventivos

Materiales necesarios		
Cantidad	Unidad de medida	Descripción
6	Galón	Aceite 15W40
4*	Galón	Aceite 85W140
45*	Galón	Aceite hidráulico
7*	Galón	Refrigerante
2*	Lb	Wipe
1*	U	Teflón cinta de 1/2"
1	Galón	Desengrasante líquido
1	Pomo	Crema desengrasante para manos
1	Envase aerosol	Aflojador para tuercas
*: Solo para el servicio mayor, el resto aplica para todos los servicios		

2. Lubricantes

a. Aceite para motor. Los aceites se clasifican por el grado de viscosidad y la temperatura a la que pueden funcionar sin ningún problema. La viscosidad es la resistencia que opone el aceite a fluir.

Cuanto más grueso es el aceite, la viscosidad es más alta y el flujo de éste es más lento. Cuanto más delgado es el aceite, la viscosidad es más baja y el flujo de éste es más rápido. Algunos aceites están especificados según S.A.E. - Society of Automotive Engineers-, que es una entidad reguladora de los estándares de calidad para todo tipo de vehículos. El aceite recomendado para el motor del tractor Magnum 215 es el aceite multigrados S.A.E. 15W-40, donde 15W es la facilidad con la que el aceite puede ser bombeado en bajas temperaturas y 40 es la viscosidad real del aceite a temperatura de operación de un motor. W proviene de Winter (invierno) e indica que es un aceite que puede funcionar en época de invierno y en verano sin ningún problema.

Además del aceite SAE 15W-40 se puede utilizar en el motor de este tipo de tractores también aceites del tipo:

SAE 20W-50

SAE 10W-30

SAE 0W-40

b. Aceite para la transmisión. El aceite que estos tractores debe ser un aceite de alto rendimiento capaz de lubricar sin ningún problema los sistemas hidráulicos y las transmisiones, debe contener propiedades aditivas capaces de brindar antioxidantes, anti desgaste, antiespumantes y protectoras

contra la corrosión. Debe tener bajo índice de viscosidad para que la lubricación sea satisfactoria ante los diversos ambientes a los que se exponen los tractores y a las condiciones de operación y temperatura.

Actualmente se utiliza para este tipo de transmisiones aceite Shell Aspirax S4 TXM.

c. Aceite para el sistema de rodamiento. El sistema de rodamiento necesita aceite para trabajo pesado donde la viscosidad debe ser elevada ya que este tipo de aceite debe contener buena capacidad de carga ya que está en contacto directo con las cargas de choque. El aceite que debe utilizarse debe ser del tipo S.A.E. 85W140. El aceite debe contener agentes anti-desgaste y anti-adherentes para protección de los cubos planetarios y de las mangas del sistema. Este es el aceite más grueso que utilizan estos tractores porque es el área donde el contacto entre engranajes es constante desde que el tractor inicia su desplazamiento, acá se ejerce toda la fuerza de dirección y de la doble tracción por lo que la generación de presión y temperatura son elevadas.

d. Refrigerante. Este debe ser un refrigerante/anticongelante para todo tipo de motor de trabajo pesado, debe proporcionar la protección necesaria para disminuir y mantener la temperatura de operación. Actualmente en el mercado ya se encuentra líquidos refrigerantes que no necesitan ser mezclados con aditivos para trabajar de forma eficiente. El refrigerante debe ofrecer protección contra la cavitación, la corrosión y el sarro. Actualmente, en el motor de estos tractores se está utilizando el refrigerante/anticongelante Fleet Charge.

e. Grasa. La grasa para lubricación de articulaciones del tractor debe soportar temperaturas elevadas y fricciones constantes, al mismo tiempo debe contener propiedades de lubricación. Es recomendable el uso de grasa multiusos ya que en las aplicaciones del tren delantero debe soportar altas temperaturas y fricciones. En el enganche de tres puntos debe funcionar como lubricante y como protector anticorrosivo y antioxidante. Estas propiedades las cumple el tipo de grasa Shell Gadus S3V 220 C2 y es esta la que actualmente se aplica en los mantenimientos preventivos de los tractores.

F. Capacitaciones

Contar con personal altamente calificado es de vital importancia para la empresa y para el alcance de nuestros objetivos. El tema “capacitaciones” es muy importante y a este se debe dedicar tiempo para incrementar el aprendizaje de los técnicos a cargo de los mantenimientos, con ello podemos apoyarles para su desarrollo tanto dentro de nuestra empresa como fuera de ella, mejoran sus competencias y solucionan los problemas relacionados a su puesto con mayor facilidad. Es necesario hacer conciencia en el personal operativo y en los técnicos sobre los beneficios que se pueden alcanzar cuando se realiza el mantenimiento preventivo en los períodos estipulados. Cuando el técnico haya sido capacitado y concientizado sobre el ahorro de trabajo, minimización en los reportes por fallas y tiempos perdidos de los tractores, entonces

demostrará que está comprometido consigo mismo y con su la empresa y que es lo suficientemente responsable para el desempeño de su cargo. El técnico será quien reporte los intervalos de tiempo entre cada mantenimiento preventivo e informará al centro de servicio para que se coordine este mantenimiento.

Dentro de los temas que se deben ampliar e instruir al personal técnico se encuentran:

1. El mantenimiento

- a. Definición.
- b. Clasificación, tipos de mantenimiento.
 - 1) Mantenimiento correctivo.
 - 2) Mantenimiento proactivo.
 - 3) Mantenimiento Predictivo.
- c. Mantenimiento preventivo.
 - 1) Ventajas del mantenimiento preventivo.
 - 2) Desventajas del mantenimiento preventivo.
 - 3) Intervalos de mantenimiento.

2. Tractor agrícola

- a. Operación del tractor.
- b. Descripción de funcionamiento de accesorios del tractor.
- c. Descripción de switches de accionamiento de accesorios.
- d. Alarmas o fallas.

3. Repuestos

- a. Vida útil de los repuestos en nuestro medio.
- b. Cantidades necesarias.
- c. Intervalos de cambio.

4. Lubricantes

- a. Definición general.
- b. Tipos de lubricantes utilizados
- c. Cantidades estándar de utilización para tractor.
- d. Intervalos de cambio
- e. Cuadro de capacidades de lubricantes del tractor.

G. Control de mantenimiento preventivo

1. Para tener el control de los mantenimientos ha sido necesaria la creación de un puesto de trabajo el cual debe ser ocupado por una persona debidamente seleccionada, que cuente con el siguiente perfil:

- a. Preparación académica. Tres años de estudios universitarios en Administración de Empresas, Ingeniería Agrícola o Industrial.
- b. Experiencia en maquinaria agrícola, un año.
- c. Acostumbrado a trabajar bajo presión.
- d. Hábil para realizar cálculos.
- e. Con iniciativa propia.
- f. Previsor.
- g. Responsable.
- h. Puntual.
- i. Honesto.
- j. Ordenado

La persona capaz de cumplir y demostrar los requisitos anteriores podrá optar por un ascenso dentro de la empresa, de lo contrario, será contratado alguien más y deberá tomar el control de toda la información que se maneja relacionada a mantenimientos preventivos de los tractores agrícolas Magnum 215 dentro de la empresa y ejecutar las siguientes tareas que de acuerdo a su puesto de trabajo:

- 1) Asignar a técnicos de mantenimientos preventivos las tareas correspondientes.
- 2) Actualizar semanalmente los cuadros de horómetro de la maquinaria.
- 3) Realizar la programación semanal de mantenimientos preventivos.
- 4) Solicitar JOB ID (Ordenes de trabajo) para la aplicación de cada uno de los mantenimientos preventivos.
- 5) Realizar solicitud y recepción, en el almacén todos los repuestos, lubricantes y materiales necesarios para cada mantenimiento preventivo.
- 6) Realizar chequeo de salida de repuestos, lubricantes y materiales nuevos y retorno de repuestos y lubricantes contaminados durante el mantenimiento preventivo.
- 7) Realizar visitas periódicamente a campo, a las zonas donde se encuentran operando los tractores y realizar inspección general sobre los repuestos instalados durante los mantenimientos preventivos.
- 8) Generar informes sobre el estado de la maquinaria durante su visita a campo.
- 9) Velar por el stock de repuestos en el almacén.
- 10) Liderazgo sobre los técnicos para transmitir las órdenes y ejecuten las tareas asignadas.
- 11) Velar por que se cumplan los mantenimientos en los períodos estipulados.

2. **Historial de mantenimientos.** Para el control de los mantenimientos preventivos se han creado las siguientes tablas, las cuales se han convertido en herramienta útil y rápida. En esta tabla se almacenan los datos de todos los servicios practicados a los tractores agrícolas, en ella se registran también los comentarios sobre los desfases que ha sufrido cada mantenimiento. Si en el comentario el desfase contiene número negativo, indica que el mantenimiento se realizó esa cantidad de horas después del horómetro estipulado, si el comentario contiene únicamente el número (sin signo), indica que el mantenimiento se realizó esa cantidad de horas antes del horómetro estipulado. Este valor ya lo determina el formato de la tabla creada, solamente es necesario ingresar el dato del horómetro real de servicio.

Tabla 6: Historial de servicios

Historial de servicios tractores Magnum 215						
Marca	Cód. Fca.	Fecha servicio	Tipo servicio	Horómetro servicio	Horómetro real de servicio	Comentario
CASE	3AQ	28/03/2013	250 hrs	6206	6263	
CASE	3AQ	19/04/2013	500 hrs	6513	6497	
CASE	3AQ	13-05-2013	750 hrs	6747	6776	Se desfasó -29 horas
CASE	3AQ	08-06-2013	1000 hrs	7026	7069	Se desfasó -43 horas

3. **Control de horómetros de tractores.** La importancia de tener horómetros actualizados todas las semanas radica en los resultados que la siguiente tabla puede arrojar cuando es alimentada con estos datos. La parte central del mantenimiento preventivo es el control de horómetros de los tractores porque son estos los que determina y proyectan los servicios en periodos cercanos. Todos los servicios se realizan en periodos de 250 horas, dicho en otras palabras, a cada 250 hrs se debe realizar un servicio diferente a los tractores. Para fácil y rápida visualización se han configurado los siguientes colores en la tabla de control de mantenimientos preventivos para indicarnos el avance de las horas con respecto al periodo de mantenimiento.

- a. COD. FCA: El código para identificar el tractor.
- b. TIPO DE SERVICIO: El último servicio realizado.
- c. FECHA DE SERVICIO: Cuando se realizó.
- d. HOROMETRO SERVICIO: Cuantas horas refleja el clúster de la cabina durante el servicio.
- e. HOROMETRO ACTUAL: Cuantas horas tiene en el momento de recolectar horómetros.
- f. HORAS PROX. SERVICIO: $(\text{HOROMETRO SERVICIO} + 250) - \text{HOROMETRO ACTUAL}$

La fórmula “HORAS PROX. SERVICIO” nos permite controlar los servicios en periodos de 250 horas como lo habíamos mencionado, para interpretar la tabla se han utilizado colores en esta columna e indican lo siguiente:

Verde: Se resalta la celda con este color cuando las horas restantes para el próximo servicio se encuentra dentro del rango 250 y 51.

Amarillo: Se resalta la celda con este color cuando las horas restantes para el próximo servicio se encuentra dentro del rango 50 y 0. Ese es el indicador para ejecutar el mantenimiento preventivo. En este rango los mantenimientos preventivos se deben llevar a cabo para no correr riesgos de fallo por contaminación de filtros y lubricantes de motor

Rojo: Se resalta la celda con este color cuando las horas restantes para el próximo servicio se encuentra dentro del rango -1 e ∞ . Cuando se muestra este color, el periodo para el servicio ya ha superado las 250 horas y es urgente ejecutarlo.

Tabla 7: Control de mantenimientos preventivos

Control de mantenimientos preventivos para tractores Magnum 215					
COD. FCA.	TIPO DE SERVICIO	FECHA DE SERVICIO	HOROMETRO SERVICIO	HOROMETRO ACTUAL	HORAS PROX. SERVICIO
3AP	500 hrs	26/06/2013	6901	7101	50
3AQ	1000 hrs	0806-2013	7069	7324	-5
3AY	750 hrs	13/05/2013	4454	4590.3	113.7

4. Órdenes de trabajo. Todo mantenimiento preventivo debe ejecutarse con una orden de trabajo o JOB ID, este es un código que se asigna a todas las tareas que se llevan a cabo en *TECRENT. S.A.* Es un código único para cada mantenimiento preventivo o correctivo y debe ser solicitado por el coordinador de mantenimientos preventivos ante el administrador de órdenes de trabajo, sin este código no se proporcionarán los repuestos, materiales y lubricantes en el almacén. Todas las solicitudes de JOB ID realizadas deben llevar los siguientes datos:

Tabla 8: Solicitud de órdenes de trabajo

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	EE / CODIGO	TIPO MANTENIMIENTO
TRACTOR	CASE	MAGNUM 215	ZARZ01296	3AY	PREVENTIVO
SISTEMA	SUPERVISOR	HOROMETRO	TECNICO	JOB ID	COMENTARIO
SERVICIO 750 HRS		4396.4			

5. Reporte de auditoría. El coordinador de Mantenimientos preventivos debe velar periódicamente por la ejecución de los mantenimientos y evaluar el estado de la maquinaria en campo, debe viajar hacia las zonas de trabajo y debe entrevistar a los operarios para saber cómo perciben el tipo de servicio que se les está brindando. Al finalizar sus visitas técnicas debe preparar un informe donde se detallen los hallazgos obtenidos y trabajar en ellos para mejorar la prestación del servicio.

Figura 33: Hoja de auditoría

AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TRACTORES

Día _____ De _____ Del _____

Marca _____
 Modelo _____
 Serie _____
 Cod. Finca _____

MANTENIMIENTO PREVENTIVO 1,000 horas

HORÓMETRO ACUMULADO

FECHA REALIZACIÓN MANTENIMIENTO

MANTENIMIENTO 1,000 HORAS

Aceite del motor Filtro combustible primario Filtro combustible secundario Racor o filtro separador de agua Filtro de aceite de motor Filtro primario de admisión Filtro secundario de admisión Nivel aceite tren delantero Nivel aceite tren delantero Nivel de aceite cubos planetarios		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; height: 15px;"></td><td style="width: 50%; height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> </table>																						Filtro hidráulico Filtro de transmisión Aceite de transmisión Refrigerante Filtro refrigerante Filtro cabina A/C Correas de motor Engrase de articulaciones	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%; height: 15px;"></td><td style="width: 50%; height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> <tr><td style="height: 15px;"></td><td style="height: 15px;"></td></tr> </table>																				

OBSERVACIONES

TÉCNICO RESPONSALBE

Operador: _____ **Supervisor** _____

V. METODOLOGÍA

1. Para el control de registros de mantenimientos, se diseñaron tablas dinámicas para alimentarlas con esta información y complementar los registros existentes.
2. Se ha implementado la recolección de horómetros periódicamente. Con esta información se lleva a cabo la programación semanal de los equipos que han llegado al rango de horas dentro del cual se le debe aplicar el mantenimiento, estos datos son proporcionados por los técnicos asignados a cada máquina quienes los entregan al coordinador de mantenimientos preventivos.
3. Se ha realizado la investigación de los insumos y repuestos que se deben cambiar en base a horas laboradas y manuales técnicos, como resultado de ello se han establecidos ciclos de 250 horas los cuales son los más recomendables en nuestro medio en base a experiencias y calidad de combustible suministrado, se ha creado la guía de ejecución de mantenimiento preventivo la cual explica paso a paso como realizar cada mantenimiento así como los materiales y herramienta necesaria para su ejecución.
4. Se ha diseñado el plan de capacitación para técnicos y se inició con las visitas técnicas programadas hacia las zonas de trabajo para realizar un análisis de las condiciones del terreno, la operación que realizan los tractores y verificación de la buena aplicación del mantenimiento preventivo así como los cambios de repuestos correspondientes, los resultados obtenidos se redactan en el informe Auditoría de mantenimiento preventivo de tractores.
5. Se ha investigado la vida útil de los lubricantes, con los proveedores y manuales técnicos, de igual forma, los ajustes y torques que se deben realizar en los períodos estipulados por el fabricante.
6. Se han implementado órdenes de trabajo para el mantenimiento y control del stock de repuestos y lubricantes en bodega con ello evitar grandes cantidades de stock.
7. Finalmente se ha realizado un análisis del costo de cada uno de los repuestos y lubricantes necesarios en cada mantenimiento preventivo y los costos de un mantenimiento correctivo específico derivado de la falta del mantenimiento preventivo.

VI. RESULTADOS

Durante la temporada de zafra 2012-2013 y 2013-2014 se ha implementado este tipo de mantenimientos en *Tecrent S.A.* y se cuenta con un coordinador de mantenimientos preventivos quien continuamente implementa la cultura de mantenimientos preventivos. El coordinador de mantenimiento ejecuta su trabajo de acuerdo con el resto de coordinadores de campo y en conjunto planifican las fechas de mantenimientos de los tractores. Además es él quien provee todos los insumos necesarios para la aplicación de los mantenimientos en las fechas que acuerdan y corresponden. El control de horas laboradas de los tractores se actualiza semanalmente y los requerimientos de repuestos y lubricantes se realizan periódicamente. El modelo de aplicación del mantenimiento preventivo se está expandiendo y aplicando en la maquinaria agrícola y de construcción que se maneja dentro de la empresa ya que el rendimiento por disponibilidad ha incrementado más del 5% en los tractores y se espera que suceda lo mismo en el resto de la maquinaria.

Este es el desglose de la cantidad de horas laboradas de los tractores agrícolas CASE Magnum 215 para la temporada 2013-2014. En ella claramente se muestra el incremento significativo que éstas tuvieron, solamente dos tractores no cumplieron con el 95% de eficiencia.

Tabla 9: Disponibilidad de tractores zafra 2013-2014

Equipo	Modelo	Cod. Fca.	Horómetro de Inicio	Horómetro Actual	Horómetro Total	Disponibilidad	Observaciones
Tractor	Magnum 215	3AQ	7182	9269	2087	104%	
Tractor	Magnum 215	3AP	7053	8958	1905	95%	
Tractor	Magnum 215	3AY	4788	6774	1986	99%	
Tractor	Magnum 215	AG9	8703	10999	2296	115%	
Tractor	Magnum 215	3JC	3271	5731	2460	123%	
Tractor	Magnum 215	AH2	12649	15009	2360	118%	
Tractor	Magnum 215	AJ3	9697	11472	1775	89%	
Tractor	Magnum 215	331	10333	12581	2248	112%	
Tractor	Magnum 215	332	1920	3928	2008	100%	
Tractor	Magnum 215	333	11	1425	1414	71%	Esta máquina sufrió daño en caja de transmisión y cambio de instrument cluster
Tractor	Magnum 215	334	830	3094	2264	113%	

Como se aprecia en la tabla anterior los resultados para la temporada 2013-2014 han sido favorables ya que toda la maquinaria que opera en los frentes de cosecha ha superado las expectativas, esto se ha comprobado porque anualmente se proyectan 2000 horas de trabajo por tractor y en la mayoría de ellos ya se han conseguido y superado. Solamente la disponibilidad del tractor con Cod. Fca. 333 se ha visto afectada por fallo en los embragues de la transmisión y fue trasladado al Centro de Servicio para ser reparado, se han importado los repuestos necesarios y se ha seccionado el tractor. Todo lo anterior ha significado 45 días de indisponibilidad lo que supone un tiempo aproximado de 1080 horas. Ha retornado a campo a laborar pero no cumplió con su cuota de horas, por lo que refleja un porcentaje elevado de indisponibilidad (29%).

Los tractores del área Labores Culturales continúan en operación hasta el mes de junio porque estos se encargan de fertilizar las áreas donde se realizó corte de caña y áreas nuevas que los ingenios azucareros arrendan. Estos operaron solamente 12 horas al día, sin embargo, todos han cumplido con su cuota de horas para esta temporada.

En promedio nuestros tractores agrícolas Magnum 215 han finalizado la temporada con disponibilidad de 103%.

VII. ANÁLISIS ECONÓMICO Y COMPARATIVO

1. Análisis costo por mantenimiento preventivo. Para realizar el análisis económico se ha cotizado el precio de cada artículo tanto insumos como repuestos, es necesario mencionar que los precios han sido proporcionados por *Grupo Tecun S. A.* quien es distribuidor autorizado y en ellos se ha aplicado un porcentaje adicional a discreción de la empresa y están sujetos a cambios sin previo aviso porque los repuestos que se solicitan a fábrica se cotizan en dólares americanos. Es muy importante que el mantenimiento respectivo se realice en las fechas correspondientes porque así se aprovecha al máximo el costo del repuesto y lubricante. En el siguiente cuadro se desglosa y se muestra el costo del mantenimiento preventivo mayor o el servicio de 1000 horas porque en este se utilizan todos los repuestos e insumos del resto de los mantenimientos preventivos. Con el detalle de este cuadro se puede obtener información necesaria para describir el costo de cada uno de los mantenimientos preventivos aplicables a los tractores.

Tabla 10: Cuadro de costos por mantenimiento preventivo de 1000 hrs.

Número de parte	Cantidad	Descripción	Costo por unidad	Total
***	1	FILTRO DE ACEITE DE MOTR	Q946.40	Q946.40
***	1	FILTRO PRIMARIO DE COMBUSTIBLE	Q733.60	Q733.60
	1	FILTRO SECUNDARIO DE COMBUSTIBLE	Q453.60	Q453.60
***	1	FILTRO RACOR	Q442.40	Q442.40
***	1	FILTRO PRIMARIO DE ADMISION DE AIRE DE MOTOR	Q2,503.20	Q2,503.20
***	1	FILTRO SECUNDARIO DE ADMISION DE AIRE DE MOTOR	Q918.40	Q918.40
***	1	CORREA PARA MOTOR	Q509.60	Q509.60
***	1	FILTRO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	Q549.92	Q549.92
***	1	FILTRO DE ACEITE HIDRÁULICO	Q946.40	Q946.40
***	1	FILTRO DE ADIMISIÓN DE AIRE DE CABINA	Q436.80	Q436.80
SUBTOTAL				Q8,440.32
LUBRICANTES				
***	6	GL. de aceite 15W40	Q145.60	Q873.60
***	4	GL. de aceite 85W140	Q145.60	Q582.40
***	9	Cubetas de aceite hidráulico	Q655.20	Q5,896.80
***	7	GL. de refrigerante	Q93.55	Q654.85
SUBTOTAL				Q8,007.65

***: La empresa se reserva los números de parte de los repuestos

Continuación Tabla 10: Cuadro de costos por mantenimiento preventivo de 1000 hrs.

MATERIALES				
Número de parte	Cantidad	Descripción	Costo por unidad	Total
***	2	Bola de Wipe	Q16.25	Q32.50
***	1	Teflón cinta de 1/2"	Q5.00	Q5.00
***	1	Gal de desengrasante líquido	Q125.00	Q125.00
***	1	Crema desengrasante para manos	Q65.00	Q65.00
***	1	Aerosol aflojador para tuercas	Q145.00	Q145.00
SUBTOTAL				Q372.50
GRAN TOTAL				Q16,820.47

***: La empresa se reserva los números de parte de los repuestos.

Basados en los precios de repuestos e insumos de la tabla anterior se obtienen el costo de cada uno de los mantenimientos preventivos restantes. Para conocer el costo de los mantenimientos preventivos vea la Tabla No. 11

Tabla 11: Costo por mantenimiento individual

Costo por mantenimiento preventivo	
Servicio 250 hrs.	Q3,697.10
Servicio 500 hrs.	Q7,344.50
Servicio 750 hrs.	Q3,697.10
Servicio 1000 hrs	Q16,820.47

El costo de hora por cada mantenimiento preventivo depende del último mantenimiento preventivo practicado. Por ejemplo en un mantenimiento preventivo, si un tractor necesita servicio de 500 horas y el horómetro actual es 430 horas, se deben realizar todos los preparativos de repuestos y lubricantes para el respectivo mantenimiento, cuando el horómetro se encuentra en el rango de 500 ± 50 el mantenimiento preventivo debe ser practicado. El costo por el mantenimiento preventivo de 500 hrs. es de Q7344.50, si dividimos esta cantidad dentro de 250 hrs. comprobamos que por cada hora de operación del tractor se han invertido Q 29.38 en mantenimiento preventivo. Mientras más próximos al horómetro de servicio se ejecuten los mantenimientos, más eficiente será el tractor porque se aprovecha al máximo la vida útil de los repuestos y lubricantes.

2. Análisis costo por mantenimiento correctivo. Con la aplicación de mantenimientos preventivos se pretende evitar incurrir en gastos para reparación de equipos por fallos que se pueden evitar con revisiones periódicas. A continuación se describe un reporte real de falla que se ha corregido y ha significado un costo elevado e innecesario. Además, se plantea la posible solución para evitar este gasto innecesario.

a. Reporte de falla: El operario ha reportado fuga y derrame de aceite en pegues (uniones) de las caja de transmisión.

b. Reporte de asistencia a campo: El técnico asignado para evaluar este reporte ha asistido a campo y ha presentado el siguiente informe: el tractor debe ser trasladado al centro de servicio porque la fuga en los pegues es excesiva y no ha mermado después de apretar la tornillería, los empaques se han dañado y es necesario seccionar el tractor para instalar empaques nuevos.

c. Acciones: El tractor fue trasladado hacia el Centro de Servicio y se ha seccionado. Durante el seccionamiento del tractor se descubrió que el tubo de lubricación del embrague de parqueo se ha roto y debe reemplazarse antes que el embrague se dañe por falta de lubricación. Se procedió a cambiar el tubo de lubricación y los empaques de las uniones de la caja de la transmisión además, se cambió el aceite hidráulico y por consiguiente los filtros de aceite hidráulico y de transmisión.

Tabla 12: Costo por insumos para mantenimiento correctivo

Costos por insumos			
Cantidad	Descripción	Precio	Total
1	FILTRO DE TRANSMISIÓN	Q549.92	Q549.92
1	FILTRO HIDRÁULICO	Q946.40	Q946.40
1	TUBO DE PARQUEO	Q539.00	Q539.00
2	EMPAQUES PARA TRANSMISIÓN	Q574.00	Q1,148.00
Materiales			
2	Bola de Wipe	Q16.25	Q32.50
2	Lija 100	Q12.44	Q24.88
1	Contact cleaner	Q107.50	Q107.50
2	Teflón cinta de 1/2"	Q5.00	Q10.00
10	Cincho plástico 14"	Q1.88	Q18.80
1	Silicón gris	Q43.75	Q43.75
Lubricantes			
9	Cubeta de aceite hidráulico Shell Aspirax S4 TXM	Q819.00	Q7,371.00
Vehículo			
28	Kilometraje	Q4.69	Q131.25
Total			Q10,923.00

Tabla 13: Costos de reparación

Transporte de tractor		
Es responsabilidad del cliente		
Mano de obra		
Horas	Costo por hora	Total
35	Q218.75	Q7,656.25
Viático	Costo por viático	Total
3	Q56.25	Q168.75
Total Costos de Operación		
Q7,825.00		
Costos Total Por Mantenimiento Correctivo		
Q18,748.00		

Al realizar la diferencia entre el costo del mantenimiento preventivo de 1000 hrs. y el costo de esta reparación o mantenimiento correctivo la diferencia económica es de Q 1927.53 El mantenimiento correctivo además de repuestos implica transporte y mano de obra y esto no está planificado porque son eventualidades que surgen aunque se espera que sean a un mínimo coste.

3. Cómo evitar esta falla: Esta es una falla que se puede evitar a partir de un check 360° el cual ya se ha establecido con anterioridad y la responsabilidad es del operario quien diariamente debe realizarlo y reportar estos detalles. Inmediatamente después de vista la humedad en las uniones de la caja de transmisión él debió reportar a su jefe inmediato o al técnico asignado por *Tecrent S. A.* para que el último actuara de inmediato y observar el buen funcionamiento del tractor. El técnico debe reparar fallas potenciales a tiempo.

Cuando se realiza el reporte de fugas en pegues de transmisión a tiempo, esta se resuelve en campo. Se envía a un técnico para que desmonte cada uno de los tronillos de sujeción, uno a la vez y luego aplique una pequeña capa de fijador de roscas y los apriete hasta su torque específico. Con ello se evita prolongar la fuga de aceite y por consiguiente, daños en los empaques. También el técnico debe aprovechar esta asistencia para revisar el correcto funcionamiento de todos los accesorios.

4. **Cómo afectan a la empresa utilizar estos mantenimientos.** La aplicación de este tipo de mantenimiento afecta a diversas áreas, positiva y negativamente. Con el ejemplo anterior se ha reflejado que el costo por este mantenimiento correctivo es el 10.28% más elevado y debe ser inmediato. Se debe aplicar cuando ya el tractor es inoperable y la exigencia del cliente para utilizar el tractor es mucho más grande que la ejercida para la aplicación del mantenimiento preventivo. Sumado a estos costos se deben considerar la cantidad de horas por indisponibilidad del tractor. Todo ello afecta directamente en las ganancias netas de la empresa porque la máquina durante el tiempo que se encuentra indisponible no está sumando horas de trabajo ejecutadas y la empresa debe pagar la multa correspondiente por ello.

Con la aplicación del mantenimiento preventivo, la empresa está obligada a incrementar su stock de insumos y repuestos de cambio periódico, esto repercute inmediatamente en los inventarios porque generan mayor rotación. El presupuesto proyectado para períodos específicos incrementa. Las fechas de abastecimiento de repuestos tienden a ser más rigurosas y deben estar bien planificadas para evitar aplazar fechas y/o períodos de cada uno de estos mantenimientos. Se debe reorganizar al personal disponible para delegar estos mantenimientos.

5. **Incidencia.** Para los mantenimientos preventivos la incidencia será algo establecido al inicio de cada temporada de zafra ya que durante 2000 hrs. que el tractor trabaja se deben realizar en total 8 visitas a campo para aplicar todos los mantenimientos preventivos respectivos. Para los mantenimientos correctivos solamente se puede predecir de acuerdo al historial de cada máquina un estimado de cuantos fallos durante la temporada de zafra podría presentar y cuáles podrían ser las posibles causas o puntos de falla y prepararse para atacarlos lo antes posible. Con una buena distribución de personal y asignando cierta cantidad de tractores a cada técnico se puede minimizar el costo por mantenimiento correctivo porque él puede conocer más a fondo su flotilla de tractores y darle mejor trazabilidad a cada uno.

6. **Relevancia.** Para *Tecrent S. A.* es muy importante ejecutar los mantenimientos preventivos de esta forma porque se optimizan los recursos de la empresa a través del control que se lleva con los registros creados, se minimizan las multas por indisponibilidad de los equipos porque los tiempos de paro de los tractores por mantenimientos preventivos se hacen de forma programada. Los reportes de fallas menores se reducen con las revisiones periódicas que cada uno de los técnicos y operarios realizan en los tractores asignados. Es una forma sencilla y fácil de ejecutar y controlar los mantenimientos preventivos en 29 tractores que tienen contrato activo por servicio de renta. Además, el control se puede expandir a toda la maquinaria que se encuentra en el Centro de Servicio Santa Lucía. La verificación de los mantenimientos preventivos se realiza utilizando la Hoja de Auditoría (Auditoría de Mantenimiento Preventivo de Tractores), esta es y debe ser llenada únicamente por el supervisor o coordinador de mantenimientos preventivos y en ella se involucra a las tres partes responsables por el buen funcionamiento de los tractores:

El coordinador como representante de *Tecrent S. A.* el técnico responsable del mantenimiento preventivo ejecutado y el operario que valida o da el visto bueno del mantenimiento ejecutado.

VIII. CONCLUSIONES

El índice de disponibilidad de los tractores ha incrementado más del 5% que se había proyectado, especialmente en los tractores que se utilizan en los frentes de cosecha. Se realizó un promedio con 11 tractores analizados y el porcentaje de disponibilidad fue de 103% ya que al finalizar la época de zafra y habiendo cumplido el contrato de horas aún realizan algunos trabajos en labores de cultivo.

A partir de la inclusión del coordinador de mantenimientos, se ha reordenado la aplicación de mantenimientos preventivos.

El no contar con información del historial y control de los mantenimientos preventivos de cada uno de los tractores ha sido una de las principales causas por las cuales no se realizaban los mantenimientos en los períodos correspondientes.

El stock de insumos para los mantenimientos preventivos ha tenido flujo constante en la bodega del centro de servicio porque el departamento de almacén, de acuerdo a sus políticas, se ha comprometido con *Tecrent S. A.* a proporcionar periódicamente cantidades específicas desde la ciudad de Guatemala. Esto incrementa el costo de inventarios en bodega pero, a cambio se minimizan tiempos en preparación de materiales y asistencia a mantenimientos preventivos.

Los costos por mantenimientos correctivos han disminuido considerablemente, de igual forma los reportes de fallas menores de los tractores.

Se está aprovechando el período de vida útil en todos los insumos y lubricantes nuevos y usados, después de practicado un mantenimiento preventivo los lubricantes sucios retornan al Centro de Servicio donde son vendidos a los comerciantes de este tipo de productos.

IX. RECOMENDACIONES

Es necesario hacer conciencia de la importancia de los mantenimientos preventivos, la cual debe ser mayor a la de los mantenimientos correctivos, el costo de los mantenimientos preventivos se puede predecir y su ejecución permiten alcanzar índices de disponibilidad más elevados, también permite planificar la aplicación de éstos.

El plan de capacitación propuesto debe ser ejecutado y debe ser implementado de forma presencial con todos los técnicos de *Tecrent S.A.* para que puedan comprender la magnitud y el impacto económico que representa el mantenimiento preventivo.

Las auditorías de campo deben realizarse con mayor frecuencia para garantizar la efectiva aplicación de los mantenimientos preventivos.

Se debe implementar la forma de verificar y si es posible registrar los mantenimientos diarios o los check 360° que los operadores realizan a los tractores.

Capacitar constantemente al coordinador de mantenimientos preventivos para que constantemente realice la actualización de los sistemas de control de los mantenimientos.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Agreda Girón, Pedro Miguel. 2008. << IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, EN LA EMPRESA PLASTIGLAS DE GUATEMALA>>. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. 106 págs.
- Barillas Flores, José Francisco. 2004. <<PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA METALÚRGICA: FUNDIDORA BERNAL, S.A. >>. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. 127 págs.
- Magnum 235, 260, 290, 315, 340 Tractore PIN ZBRD07000 y superior, Manual del Operador.* 2011. CASE HI AGRICULTURE, CNH América LLC. Racine Wisconsin. 596 págs.
- Tractores de la serie Magnum 215, 245, 275 y 305 posteriores al número de identificación de producto Z9RZ06000.* 2009. CASE HI AGRICULTURE, CNH América LLC. Racine Wisconsin. 498 págs.
- Fino Alemán, Santos Moisés; Álvarez Aguilar, Francisco Ismael. 2005. *MANUAL DE APOYO MAQUINARIA AGRÍCOLA.* Zamorano. UNIDAD EMPRESARIAL DE SERVICIOS AGRÍCOLAS. 68 págs.
- Rodríguez, Adrián. *El Mantenimiento de Tractores Agrícolas.*
http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/Divulgativo_Ceniap/mtractor.html.
16 de junio de 2013.

XI. ANEXOS

Cuadro de resumen de las capacidades de los depósitos de lubricación de los tractores

Tabla 14: Capacidad de los depósitos del tractor

Cuadro de capacidad de lubricantes				
Lubricante	Sistema	Tipo	Cantidad	Unidad de medida
Aceite	Motor	SAE 15W-40	5.5	GL
Aceite	Transmisión e hidráulico	Shell Aspirax S4 TXM	45.5	GL
Aceite	Rodamiento	85W140	3.25	GL
Aceite	Cubos planetarios	85W140	*0.37	GL
**Grasa	Todos los sistemas	Multiusos	1	Pomo
Refrigerante	Motor	Refrigerante/anticongelante	7	GL
*Capacidad de cada cubo planetario.				
**El técnico solamente verificará que se realice el engrase periódicamente, si el operario no está cumpliendo, debe ser reportado inmediatamente.				

XII. GLOSARIO

- Alternador.** Generador de corriente alterna, que crea corriente eléctrica por medio de campos magnéticos.
- Amp/h.** Es la capacidad Q que tiene en Amperio-hora (Ah) por unidad una batería o un acumulador, donde $Q = I * t$
- Bomba de cebado.** Se les llama así a las bombas que tienen como función llenar, en este caso diésel a través de la tubería de succión y la carcasa de la bomba, con el propósito de provocar la succión del diésel con mayor facilidad; evitando que queden bolsas de aire en su interior.
- Bomba de pistones axiales.** Su principio de funcionamiento está basado en el movimiento axial, paralelo al eje de la bomba, producido por un pistón dentro de su alojamiento o cilindro en cada rotación de la bomba. Este desplazamiento se consigue mediante el deslizamiento de la base del pistón sobre una placa que permanece inclinada mientras el pistón gira, solidario con el eje de la bomba, alrededor del centro de la placa. El fluido a bombear llega a la bomba por el lado de baja presión que no es más que aquel sector en el que los pistones realizan la aspiración y es transportado hacia el lado de alta presión, donde es expulsado.
- CAN-BUS.** Controler Area Network, es un protocolo de comunicaciones que ha sido desarrollado por la firma alemana Robert Bosch GmbH, basado en una topología bus para la transmisión de mensajes en entornos distribuidos. Ofrece una solución a la gestión de la comunicación entre múltiples CPU's (unidades centrales de proceso), permitiendo que cualquiera de ellos ejecute procesos simultáneos.
- Corriente de arranque en frío (CCA).** Del inglés Cold Cranking Amps, Es la corriente máxima que puede suministrar una batería a una temperatura de -18 °C (0 °F) durante 30 segundos, en este período el voltaje de cada una de las células es aproximadamente 1.2 VCC.

Corrosión.	Es el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.
Electrolito.	Un electrolito o electrólito es cualquier sustancia que contiene iones libres, los que se comportan como un medio conductor eléctrico.
Engranaje hipoide.	Es un grupo de engranajes cónicos helicoidales formados por un piñón reductor de pocos dientes y una rueda de muchos dientes, que se instala principalmente en los vehículos industriales que tienen la tracción en los ejes traseros. Tiene la ventaja de ser muy adecuado para las carrocerías de tipo bajo, ganando así mucha estabilidad el vehículo. Por otra parte la disposición helicoidal del dentado permite un mayor contacto de los dientes del piñón con los de la corona, obteniéndose mayor robustez en la transmisión.
Grasa dieléctrica.	Es una grasa a base de silicona, tiene un punto de fusión muy alto y ha sido probado en más de 400 grados Fahrenheit. Es insoluble en agua y la mayoría de los disolventes comunes. También es no conductor e impermeable a la oxidación, el ozono, los rayos UV y el agua. Esta no reacciona con otras sustancias químicas.
JOB ID.	Identificación de trabajo.
Kingpin.	También se le conoce como kin-pin o kin pin, y es el eje central en el mecanismo de dirección de un vehículo. El eje de giro de las ruedas generalmente se encuentra inclinado, cuando las ruedas se detienen, tienden a bajar, pero no pueden hacer esto, ya que lo impide el suelo, pero provoca un levantamiento del vehículo, este levantamiento es absorbido por los kin pines para estabilizarlo.
Hitch.	El enganche de tres puntos (Inglés británico: enganche de tres puntos) es ampliamente utilizado para sujetar arados y otros implementos a un tractor agrícola o industrial.
Housing.	Alojamiento.

- Low-boy.** También es conocido como remolque de plataforma baja, es un vehículo apropiado para transportar, o como su nombre lo dice, para remolcar objetos pesados fácilmente. La característica que diferencia a los low-boy es la altura de la cama del remolque, que a diferencia de una plataforma estándar, que tiene altura uniforme a lo largo de 60 a 62 pulgadas, este solo tiene dos secciones superiores, junto con una zona media-baja. La sección media del low-boy sólo puede ser de 22 a 24 pulgadas de altura.
- Plomo.** Es un metal pesado de densidad relativa o gravedad específica 11,4 a 16 °C, de color plateado con tono azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico y se funde con facilidad. Su fusión se produce a 327,4 °C y hierve a 1725 °C. Las valencias químicas normales son 2 y 4. Es relativamente resistente al ataque del ácido sulfúrico y del ácido clorhídrico, aunque se disuelve con lentitud en ácido nítrico y ante la presencia de bases nitrogenadas. El plomo es anfótero, ya que forma sales de plomo de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico. Tiene la capacidad de formar muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos.
- Pomo.** Tipo de recipiente cilíndrico para diversos usos farmacéuticos, cosméticos y alimentarios.
- Power-shift.** Es una nueva caja de funcionamiento automático o manual secuencial que funciona del mismo modo que el conocido cambio DSG (Direct Shift Gearbox) del grupo Volkswagen. Su interior se asemeja en general a una caja de cambios manual, pero, cuenta con dos trenes de engranajes en vez de uno. Esta duplicidad de ejes permiten que, cuando existe una marcha engranada pueda, al mismo tiempo, estar engranada la marcha anterior y posterior aunque no se encuentren trabajando. De esta manera se puede aumentar o disminuir marchas con extrema rapidez, pues la caja sólo tiene que cambiar la entrada de par de la caja de un eje al otro, movimiento que se realiza mediante un mecanismo (de ahí que se denomine caja pilotada) y evitando que el conductor tenga que cambiar manualmente.
- PWM.** Pulse-width modulation: Es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una senoidal o una cuadrada, por ejemplo), ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.

- Racor.** Es una pieza metálica con dos roscas internas en sentido inverso, que sirve para unir tubos y otros perfiles cilíndricos.
- Ralentí.** El ralentí es el régimen mínimo de revoluciones por minuto a las que se ajusta un motor de combustión interna para permanecer en funcionamiento de forma estable sin necesidad de accionar un mecanismo de aceleración o entrada de carburante.
- Ratch.** Dispositivo mecánico que consiste en una rueda dentada o cremallera enganchada con un trinquete que permite que se mueva en una dirección solamente.
- R-134a.** Es un refrigerante HFC de cero potencial de destrucción del ozono y con propiedades muy similares al R-12. Es utilizado como un refrigerante puro en las aplicaciones que tradicionalmente usaban R-12 y como componente en mezclas de refrigerantes diseñadas para sustituir R-502 y R-22. Los fabricantes de compresores y sistemas ya tienen disponibles equipos que han sido diseñados específicamente para el R-134a.
- Sarro.** Es la acumulación de sales. En baterías el sarro se produce en los bornes porque la batería, por su tiempo de uso expelle gases del ácido y al tocar oxígeno se oxida justamente en el lugar de los bornes.
- Shell Gadus S3V 220 C2.** Son grasas multiusos con alto índice de viscosidad, aceite mineral y jabón espesante de compuesto de litio que contiene los últimos aditivos para ofrecer excelente rendimiento ante altas temperaturas. Funciona como antioxidante, anti desgaste y anticorrosión.
- Termostato.** Aparato o dispositivo que, conectado a una fuente de calor, sirve para regular la temperatura de manera automática, impidiendo que suba o baje del grado adecuado.
- Válvula de prioridad.** Se utiliza en aplicaciones donde es necesario suministrar una función hidráulica con prioridad. El flujo de aceite que necesita la función prioritaria se desvía desde el flujo de aceite de la bomba durante la ejecución de esta función en la cantidad necesaria. El flujo de aceite restante se destina a otras funciones.

- Viscosidad.** Es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales, es debida a las fuerzas de cohesión moleculares.
- 12.5VDC.** 12.5 Voltios Corriente Directa.
- 85W140.** Norma SAE, aceite Multigrado donde 85W es la facilidad con la cual el aceite puede ser bombeado en bajas temperaturas y 40 es la viscosidad real del aceite a temperatura de operación de un motor. W proviene de Winter (invierno).