ANEXO 9: SISTEMA DE ENFRIAMIENTO (CONTROL DE TEMPERATURA)

Un motor no necesita solamente aceite, tan importante como éste es el refrigerante, que permite mantener la temperatura adecuada en su operación (figura 1). El sistema de enfriamiento del motor se debe llenar con un refrigerante que brinde protección contra corrosión, erosión y picaduras en las camisas de cilindros, y que no se congele en temperaturas frías.

Un mantenimiento regular en el sistema de enfriamiento es esencial para mantener funcionando el motor en buenas condiciones. El refrigerante se desgasta y requiere ser reemplazado de la misma forma que el aceite. Mantener las propiedades químicas del refrigerante nos protege contra la cavitación en las camisas, la corrosión y los depósitos, además de proveer una protección contra la congelación durante el invierno.

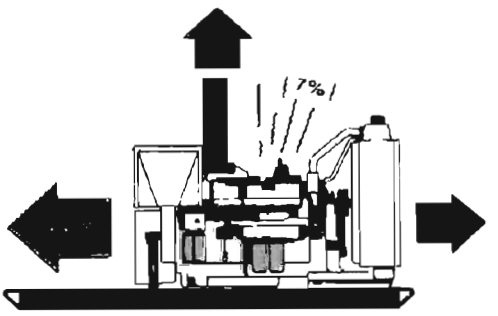


Figura 1. Transferencia y aprovechamiento del calor en un MCI

Si la temperatura es baja, el funcionamiento del motor será poco eficiente, desaprovechará el combustible al no permitir una óptima combustión y no facilitará la circulación del aceite por el sistema de lubricación. Si es alta, degradará el aceite y puede producir daños en el motor. El funcionamiento de un motor puede alcanzar hasta 2.000 grados centígrados, que deben ser manejados para evitar que se funda. Un propulsor sin refrigeración recorrería unos pocos metros antes de fundir sus piezas unas contra otras.

Efectos del aumento de temperatura:

- El empaque de la culata se puede quemar. Esto provocará que el agua de refrigeración se mezcle con el aceite en el cárter (depósito), lo que hace que se forme una «emulsión lechosa» de cualidades lubricadoras deficientes.
- Puede haber recalentamiento severo. La culata puede perder su forma plana en la cara que se enfrenta al motor, lo cual produce pérdidas en el rendimiento.
- Puede haber deformación de las piezas móviles del motor, como las bielas, los pistones e incluso el cigüeñal.

Posibles razones para el aumento de la temperatura:

- Falta de agua como consecuencia de la existencia de fugas en el sistema, mangueras rotas o perforadas y daño en la bomba, entre otras razones.
- Ruptura o aflojamiento de la correa, que transmite el movimiento del cigüeñal a la bomba de agua, para que se haga circular el líquido.
- Mal funcionamiento de la bomba de agua o de su empaque.
- Uso de gasolina corriente a alturas inferiores a los 1.000 metros, donde esta arde con mayor facilidad, haciendo que el fenómeno de prescindido se presente en las cámaras de combustión. En este caso, la consecuencia inicial de la detonación a destiempo de la mezcla es el 'cascabeleo' y posteriormente el recalentamiento.
- Uso del vehículo a marchas forzadas a muy baja velocidad en quinta velocidad, por ejemplo. O sin pasar a un cambio más alto cuando se requiere.
- No enciende en el momento oportuno el ventilador eléctrico.
- Termostato pegado.

Prevención del recalentamiento:

- Revise todas las mañanas el nivel del radiador o del tanque o depósito de expansión.

- Observe el piso del garaje en busca de charcos, que sean producto de alguna fuga.
- Sincronice periódicamente el motor de su vehículo.
- Drene semestralmente el sistema de refrigeración.
- Limpie el panal del radiador con una manguera, esto se debe hacer de afuera para adentro y viceversa.

Qué hacer cuando se recalienta el vehículo:

- Si el testigo de alerta de temperatura del líquido refrigerante se enciende mientras conduce, deténgase y deje girar el motor sin acelerarlo uno o dos minutos. La aguja debe descender. Si no lo hace, apague el motor y verifique el nivel del líquido refrigerante. Llame a su taller inmediatamente.
- Deje enfriar el motor al menos 15 minutos.
- No destape el radiador, ni el vaso de expansión hasta que el motor se enfríe, puede quemarse. Además, en sistemas sellado tipo Renault, el sistema se llena de aire y esto ocasiona problemas de funcionamiento.
- Si la causa del recalentamiento es una manguera perforada, la correa rota o el radiador agujereado, trate de ubicarlo. Una manguera perforada se puede reparar provisionalmente con cinta aislante y un trapo amarrado.
- Si es posible reparar temporalmente el daño, consiga agua en abundancia, llene el radiador o el depósito y conduzca el carro hasta que el marcador de temperatura se encienda. Vuelva a dejar enfriar y llene el sistema.
- Si una correa es la causa del percance, busque una media de nylón, y amárrela fuertemente entre las poleas. Lleve el carro lentamente hasta el taller.
- Si la fuga se presenta por la tapa del radiador, elabore un empaque en neumático y colóquelo alrededor del resorte de la tapa.

Recomendaciones:

- Los sistemas de enfriamiento de los motores diesel requieren una continua protección con un refrigerante para trabajo pesado. Trabajar solamente con agua permitirá que rápidamente se presenten problemas en el sistema de enfriamiento.
- Drene el refrigerante que actualmente se encuentra en el sistema, enjuague el sistema de enfriamiento completo y vuelva a llenar el sistema con refrigerante nuevo después de los primeros 2 años o 2,000 horas de operación.

- Revise las propiedades del refrigerante cada 600 horas o 12 meses, lo que ocurra primero.

Algunos refrigerantes prediluidos o concentrados, tiene una formulación para ser reemplazados cada 5 años o 5,000 horas. La vida útil del refrigerante está sujeta a los niveles del acondicionador, revise estos niveles cada 600 horas o 12 meses. Agregue líquido refrigerante según como lo indique el kit de prueba para mantener la cantidad y fórmula apropiada. Si el refrigerante no es probado anualmente, agregue la cantidad apropiada de refrigerante (dependiendo del tamaño del sistema) y drene después de cada 3 años o 3,000 horas.

Función del termostato: es muy importante que los componentes del motor trabajen a una temperatura determinada, de tal manera que al trabajar el motor a la temperatura correcta, se obtendrá un mejor rendimiento, asegurando que las partes del motor no sufran daños prematuros. Precisamente el termostato es el elemento que garantiza que el refrigerante llegue a la temperatura de operación del motor en un corto tiempo.

Si el motor no trabaja a la temperatura correcta, se presentará un choque térmico entre las paredes de la camisas de cilindros calientes por el calor generado en la cámara de combustión y el refrigerante frío, esto se va a reflejar en que las camisas se van a endurecer o cristalizar y se presenta un problema de desempeño a corto plazo. Este proceso se aplica cuando en forma deliberada se quiere endurecer el acero, es decir se calienta y luego se enfría con lo que se obtiene un endurecimiento en el material, en este caso en particular, no es recomendable que las camisas de cilindros sufran este proceso ya que perderán sus propiedades especificas y van a presentar problemas para que se obtenga un correcto sellado con los anillos.

Otra situación que es necesario mencionar es que los pistones no son completamente cilíndricos, sino que están diseñados de tal manera que al calentarse en el trabajo normal, tomen su forma cilíndrica correcta, al dilatarse debido al calor disipado por la combustión realizada en la cámara de combustión, este proceso ayuda a sellar con su parte superior de los pistones con lo que se obtiene un mejor desempeño en el motor.

Considerando lo que se ha mencionado, es normal que el motor trabaje a una temperatura determinada, por lo que es un error muy grande el remover el termostato para evitar el calentamiento del motor. En el caso de que se caliente el motor es necesario buscar la causa de esta situación y entre las pruebas que se deben de realizar es precisamente que el termostato esté abriendo a su temperatura especificada.

En la figura 2 se muestra las posiciones del termostato así como su efecto en el flujo del refrigerante. Se puede prescindir del termostato, sólo en casos especiales y por un corto tiempo. Reemplace el termostato sólo con partes originales y que cumplan con las especificaciones del producto y recuerde cambiarlo cada 2 años.

Aquí en la figura 3 se ilustra la manera en que se recomienda verificar que el termóstato se abra a la temperatura especificada. Se requiere de un depósito especial transparente que soporte la alta temperatura, agua, un termómetro y el termostato a verificar.

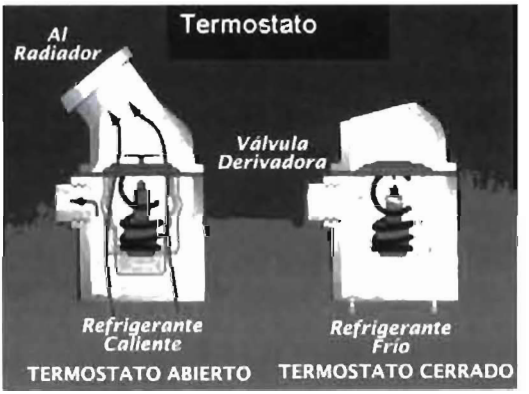


Figura 2. Funcionamiento del termóstato.
Fuente: John Deere.

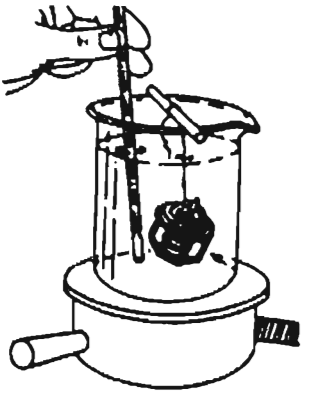


Figura 3. Verificación del termóstato.
Fuente: John Deere.

Tapón de presión del radiador. ¿Sabe usted la importancia de mantener la presión en el sistema de enfriamiento del motor? ¿Conoce de qué manera afecta el punto de ebullición del refrigerante la altura con respecto al nivel del mar? Mantener la correcta presión interna así como el volumen del refrigerante en el sistema de enfriamiento son las funciones del tapón del radiador. Ahora el tapón del radiador controla el flujo del refrigerante entre el radiador y el tanque de recuperación.

Reforzando la importancia de la función del tapón del radiador, se menciona a continuación otro valor agregado del mismo en el comportamiento de la temperatura del motor de su vehículo.

Como se muestra en la figura 4, la temperatura de ebullición del refrigerante aumenta en proporción a la presión interna que controla el tapón del radiador. La temperatura de ebullición se incrementa 1,7 °C por cada psi (3°F por cada 6,89 kPa) de presión que aplica el tapón al sistema. Incluso, relacionado con este concepto, en la información que contiene la etiqueta del refrigerante Cool-Gard Pre-Diluido se menciona que el punto de ebullición es de 123,3°C (254°F) a una presión de 10 psi (68,9 kPa).

Figura 4. Presión de la tapa del radiador.
Fuente: John Deere.

Otro factor que hay que considerar es que como se muestra en la figura, el punto de ebullición del agua es de 100°C (212°F) a nivel del mar, pero estos valores cambian cuando se hace la medición a 3,000 m sobre el nivel del mar, en donde se indica que el punto de ebullición baja a 90°C (194°F).

¿Qué pasa si el tapón del radiador no sella y no genera la presión especificada sobre el sistema de enfriamiento? La temperatura de ebullición va a disminuir en forma proporcional a la pérdida de presión.

¿Qué pasa si el tapón se daña y no abre a la presión especificada? La temperatura de ebullición se incrementa lo cual puede generar un problema serio en los componentes del sistema de enfriamiento del motor.

En resumen no olvide revisar la condición del tapón del radiador periódicamente o cuando se presente un problema de sobrecalentamiento en el motor de su vehículo. No ponga en riesgo la vida de su motor, use siempre el tapón del radiador recomendado. El tapón del radiador tiene una capacidad en presión determinada y no se debe de cambiar el tapón en forma arbitraria, utilice siempre el tapón con la presión recomendada. La capacidad del tapón está estampada por la parte inferior del mismo

¿Cómo funcionan las válvulas en el tapón del radiador (figura 5)? ¿Cómo se presenta el flujo del refrigerante en el mismo? En la ilustración "A", se muestra el tapón en su posición normal, en esta posición las válvulas están completamente cerradas. En la ilustración "D", se muestra la condición en la que el refrigerante llegó a un temperatura en la que aumentó su volumen, con lo que vence la resistencia de la válvula y pasa el excedente del refrigerante del radiador al tanque de recuperación a través de la manguera "E". En la ilustración "B", se muestra en el momento en que el motor ya se enfrió, se redujo el volumen del refrigerante que está en el motor, por lo que al funcionar se genera un vacío en el interior del mismo y abre la válvula del tapón del radiador permitiendo de esta manera el flujo del refrigerante del tanque de recuperación al radiador.

En la ilustración "F" se muestra el mecanismo mecánico que algunos tapones tienen para liberar la presión interna del sistema de enfriamiento antes de remover el tapón. En los tapones actuales esta condición se obtiene al abrir el tapón girándolo para que libere solamente el primer paso en su mecanismo de sujeción, en esta posición se reduce en manera considerable la presión que mantienen las válvulas del tapón sobre el sistema de enfriamiento.

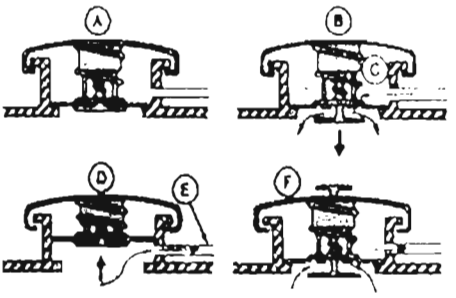


Figura 5. Funcionamiento de la válvula del radiador.
Fuente: John Deere.

En la actualidad ya no es necesario tener acceso al tapón del radiador en forma constante (esto aplica para los vehículos que tienen tanque de recuperación) como se hacía en el pasado, ahora para revisar el nivel del refrigerante se hace en el tanque de recuperación y es ahí en donde se le agrega la cantidad de refrigerante necesario para mantener el nivel recomendado por el fabricante. Sin embargo no olvide revisar la condición del tapón del radiador periódicamente o cuando se presente un problema de sobrecalentamiento en el motor de su vehículo.

El tapón del radiador tiene una capacidad en presión determinada y no se debe de cambiar el tapón en forma arbitraria, utilice siempre el tapón con la presión recomendada. La capacidad del tapón está estampada por la parte inferior del mismo.

Servicio y mantenimiento al sistema de control de temperatura del motor

Precaución: La salida violenta de refrigerante bajo presión puede causar quemaduras graves (figura 6). Apague el motor. Quite el tapón únicamente cuando esté lo suficientemente frío para sujetarse con la mano. Afloje lentamente el tapón hasta su primer tope para aliviar la presión antes de quitarlo del todo. Revise en forma periódica que las mangueras y abrazaderas se encuentren en buenas condiciones y correctamente ensambladas y ajustadas (figura 7). Ajuste las abrazaderas en el caso de que haya indicios de fugas y cambie las mangueras si tienen grietas.

Figura 6. Precaución con el sistema de control de temperatura

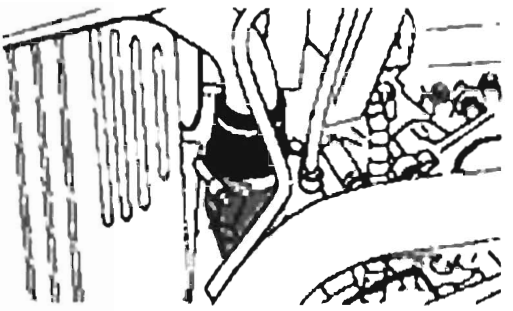


Figura 7. Revisión de mangueras

La forma recomendada para agregar refrigerante al sistema de enfriamiento del motor es a través del tanque de recuperación, removiendo el tapón A (figura 8). Se recomienda que revise en forma periódica la concentración del refrigerante usando las tiras de prueba.

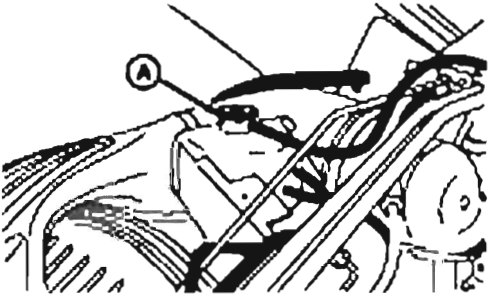


Figura 8. Cómo agregar refrigerante

Bomba de agua, radiador y ventilador del radiador:

- Inspeccione el rodamiento de la bomba de agua periódicamente. Si está flojo reemplace el sello o la bomba.
- Inspeccione la bomba de agua periódicamente por fugas. Si existen fugas, repárelas o reemplace la bomba.
- Mantenga limpio el radiador por la parte externa regularmente (diario de preferencia) cuando la operación sea en condiciones de aire sucio y cuando una reparación mayor sea completada.

- Lave el radiador cuando se lleve a cabo un repotencionamiento, instalación de un motor remanufacturado, instalación de medio motor, o una reparación completa "Overhaul".
- Revise los intervalos de drenado del radiador en el Manual del Operador, o en la sección del sistema de enfriamiento.
- Revise la presión del sistema de enfriamiento y la temperatura a la cual abre el termostato, cada 1,200 horas o 24 meses.
- Si el cubo del ventilador del radiador ha sido removido de la flecha de la bomba, reemplácelo. Continuar utilizando este cubo puede ocasionar un mal ensamble con el balero de la flecha.
- Inspeccione las aspas del ventilador. Si están flojas o dobladas, reemplace el ventilador.

¿Con qué está controlando la temperatura de su motor?

Uno de los requisitos más importantes para que un motor de combustión interna (gasolina, diesel o gas natural) pueda alcanzar los límites de trabajo previstos, se refiere al control de temperatura del motor y más específicamente a mantener la temperatura del mismo en las condiciones de diseño en forma constante en el tiempo.

Para tener una idea completa acerca de la importancia de mantener la temperatura del motor dentro de sus límites establecidos, debemos recordar que, por ejemplo, en un motor diesel solamente entre el 35 % y el 40% de la energía producida por el combustible se transforma en potencia. No se toma en cuenta el rendimiento térmico de un motor, el mismo depende de la relación de compresión y la suma de las pérdidas debidas a la combustión y las fugas. El resto de la energía generada por el combustible, vale decir, casi dos tercios, se elimina del motor a través de los gases de escape, de la radiación y por el sistema de refrigeración. Es por esta razón que el sistema de refrigeración toma tanta importancia para la vida útil de un motor, ya que es el responsable de retirar casi un tercio del calor generado en la cámara de combustión.

De lo anterior, se deduce que, si se presentan fallas en el sistema de refrigeración probablemente se producirán incrementos de temperatura considerables en el interior del motor, lo que podría causar severos daños irreversibles. No debemos perder de vista que la temperatura en el interior de la cámara de combustión puede llegar a 900-1000 °C, las cabezas de las válvulas de escape pueden llegar a ponerse al rojo y, si bajo estas condiciones, suspendemos el flujo de enfriamiento, en muy poco tiempo podemos llegar a fundir los metales más cercanos a la cámara de combustión.

Por ejemplo, un sobrecalentamiento puede generar una aceleración en la velocidad de oxidación del aceite lubricante, provocando de esta manera una deficiente lubricación, formación de depósitos carbonosos y desgaste metálico con todas las consecuencias que esto significa.

Si se pone mayor atención a lo que ocurre en los cilindros, veremos que cualquier incremento de temperatura por encima del valor de diseño, provocará una disminución de la viscosidad de la película de lubricante sobre las paredes del cilindro, provocando el roce de metales con el consiguiente desgaste de las piezas. Este daño es de tipo irreversible, ya que si de manera inmediata mejoramos el enfriamiento, el desgaste producido no se podrá solucionar.

Pero también se puede generar otro tipo de fallas como picaduras por corrosión, cavitación, erosión, agrietamiento de culatas, agarre de aros en los pistones o taponamiento de radiadores. Por lo tanto, resulta imprescindible que el sistema de refrigeración de nuestro equipo siempre funcione perfectamente. De no ser así, la vida útil del motor disminuirá drásticamente.

Cuidando de que no se produzcan fallas en el sistema de refrigeración. Con el fin de estar atentos a las fallas, consideramos importante detallar el origen de las mismas para que usted pueda prevenirlas:

Falla en el flujo refrigerante:

- Mala calidad en el líquido refrigerante.
- Una deficiente concentración del aditivo refrigerante.
- Una deficiente calidad del agua (alta concentración de dureza).
- Fallas mecánicas del sistema.
- Fallas en la bomba del sistema.
- Fallas en el termostato, que regula un mayor o menor flujo de agua por el sistema.
- Falla en la válvula de presión (tapa del radiador), normalmente el sistema de refrigeración trabaja presurizado aproximadamente 1,2 Kg/cm^2.
- Falla en la válvula de alivio (tapa del radiador), esta falla disminuye la presión del sistema y elimina el fluido refrigerante

Las fallas de tipo mecánicas pueden ser prevenidas por una visita al taller de servicio donde deben revisar que todos los elementos mecánicos trabajen en forma óptima. Se debe adoptar la costumbre de revisar por completo el sistema mecánico una vez por año. Pero las fallas del líquido refrigerante por lo general están en nuestras manos, ya que depende del tipo de agua que utilicemos y del líquido que elijamos. Surge entonces una pregunta muy importante:

¿Está usando el refrigerante / anticongelante más indicado para su maquinaria? Cuando no se elige el producto idóneo según la función específica de su maquinaria tendrán que contestar que no. Los sistemas de enfriamiento de motores de trabajo pesado exigen una atención y protección muy particulares en todas las estaciones del año. Por desgracia, muchos propietarios no insisten en darle a los sistemas de enfriamiento de su maquinaria el servicio de mantenimiento necesario con la regularidad recomendada. O, en caso de hacerlo, pueden creer que cualquier marca de anticongelante o refrigerante les va a servir. Pero eso no es cierto. Si bien la mayoría de los anticongelantes y refrigerantes previenen contra los riesgos de congelación o ebullición, no cumplen como debieran en la maquinaria dedicada al trabajo pesado. No ofrecen la protección equilibrada que el sistema de enfriamiento exige para poder cumplir de manera eficaz en condiciones de presión y temperatura elevadas y con un flujo fuerte de refrigerante.

Los sistemas de enfriamiento de los motores para trabajo pesado necesitan especial cuidado y protección durante todo el año. Desafortunadamente, muchos propietarios de equipos no realizan periódicamente los servicios a los sistemas de enfriamiento de sus equipos. O si lo hacen, creen que cualquier anticongelante/refrigerante automotriz funcionará. ¡Pero eso no es cierto! Mientras la mayoría de los anticongelantes/refrigerantes previenen del congelamiento o sobrecalentamiento, no funcionan adecuadamente en maquinaria para equipo pesado. No pueden proveer la protección balanceada que su sistema de enfriamiento necesita para operar eficientemente bajo condiciones extremas de presiones y temperaturas.

El anticongelante/refrigerante adecuado protegerá las superficies internas y sus componentes y también proveerá protección anticongelante y propiedades de transferencia de calor. El uso de agua no es recomendado.

Especificaciones del refrigerante: los refrigerantes de motor diesel contienen una combinación de tres agentes químicos: glicol etilénico (anticongelante), aditivos inhibidores y agua de buena calidad.

¿Por qué usar aditivos de refrigerante?

El uso de aditivos en el refrigerante reduce la corrosión, erosión y picaduras. Esto lo hacen reduciendo la cantidad de burbujas de vapor en el refrigerante y forman una película protectora en la superficie de las camisas de cilindros. La figura 9 muestra los resultados de lo que sucede cuando se usa solamente agua en el sistema de enfriamiento. Después de 1500 horas de operación, la camisa del motor protegida con el refrigerante adecuado indica que no hay

daños. La concentración de aditivos del refrigerante disminuye gradualmente durante el funcionamiento del motor, y es necesario restituirlos. Debe reabastecerse los aditivos cada 12 meses.

Figura 9. Efectos de un buen refrigerante, en la camisa izquierda se usan aditivos.

Fuente: John Deere.

Importante:

- Solamente en situaciones de emergencia se debe utilizar agua como refrigerante, y debe reemplazarse por refrigerante adecuado lo antes posible.
- Nunca usar aditivos antifugas.
- No utilizar refrigerante de tipo automotriz, ya que están formulados para una función distinta de los requeridos por los motores diesel de uso pesado.
- No se deben utilizar glicol propilénico no acuoso en los motores diesel. Este refrigerante trabaja a una temperatura superior a la recomendada para los motores.
- La utilización de aditivos no especificados o la mezcla de distintos refrigerantes pueden ocasionar reacciones químicas entre éstos, resultando en la pérdida de las propiedades requeridas por el motor.
- Debe utilizarse refrigerante aunque el motor opere en climas cálidos, ya que la protección contra congelamiento no es la única propiedad benéfica del refrigerante.

Un MCI, refrigeración y la olla Express: ¿Qué hay en común entre este par de aparatos y qué tienen qué ver cuando se está manejando? Resulta que ambos resuelven un problema que se presenta en cualquier condición en la cual se maneje agua caliente. El agua, al estar en contacto con cualquier recipiente, bloque de motor, olleta, jarra o plato, se encarga de conducir el calor y evitar que las piezas se derritan si las someten a alta temperatura. Pero sucede que el agua tiene un límite y es su punto de ebullición, certificado a 100 grados centígrados a nivel del mar y a unos 94 grados a la altura de Bogotá. A partir de esos límites, cambia de estado, se vuelve vapor y pierde esa propiedad refrigerante.

Si se presuriza el sistema, la olla o el radiador, con una tapa que tiene una válvula de seguridad, podemos lograr que el agua llegue a 115°C o más grados sin vaporizarse. En la olla el efecto es que los alimentos se hacen más rápido y quedan más blandos porque están sometidos a mayor temperatura. En el motor, se evitan bolsas de vapor y se garantiza la conducción de calor a más temperatura.

En su motor es vital el perfecto estado de la tapa del radiador y que sea de la presión correcta (viene marcada en la tapa). Nunca haga caso del consejo de quitar la tapa para que el carro no se recaliente, vieja práctica del mecánico de carretera.

¿Refrigerantes o aditivos? Siempre se han vendido aditivos para agregarle al agua de los carros. Hace años eran simplemente antioxidantes para evitar la corrosión y eran útiles sobre todo en bloques de hierro, radiadores de cobre, entre otros. Decían que lubricaban la bomba de agua, cosa que es poco válida, pues este sello es un carbón exento de ese servicio.

Con los bloques y radiadores de aluminio actuales, el problema de corrosión es mucho menor y esos aditivos típicos se han cambiado por los refrigerantes, que son una aplicación accidental de los anticongelantes, que existen desde hace muchísimos años para evitar que en climas muy fríos el agua del sistema de congele y fracture las piezas al volverse sólida.

Los anticongelantes se hacen a base de derivados del alcohol (glicol etileno) que evitan el congelamiento pero a su vez, tienen una mayor capacidad de conducir calor (cuando usted se aplica alcohol en la mano siente frío) y suben el punto de ebullición del agua. O sea que, accidentalmente, también sirven en condiciones de extremo calor.

Los refrigerantes son aconsejables como una medida de seguridad (el agua puede calentarse más en una emergencia), bajan unos cuantos grados el régimen de temperatura usual de la máquina y tienen agentes inhibidores de corrosión.

Consejos prácticos. Cosas que se deben saber sobre refrigerantes:

- Nunca los utilice para corregir recalentamientos. Estos tienen otro origen y no se debe curar la infección con analgésicos.
- Evite usarlos en motores con mangueras viejas. Suelen ablandarlas, romperlas y causar grandes catástrofes en el carro.
- Mantenga siempre las proporciones agua-refrigerante que indica el proveedor. No exagere ni reduzca. Si hay que completar el sistema, lo mejor es con una mezcla correcta. Si necesita desocuparlo, puede guardarlo y volverlo a aplicar.
- Use siempre marcas conocidas. No se deje tramar por la intensidad o espectacularidad de su color verde o rojizo. Estos colorantes se usan más que todo para facilitar la visualización de los niveles en los recipientes plásticos.

Trucos:

Si el radiador está roto, intente primero con un polvo sellador que venden en todas las bombas y suele tener efectos mágicos. Si no, ponga un huevo crudo en el sistema, deje que se caliente y usualmente al solidificarse, tapa el hueco.

Manguera rota: una vez frío el sistema, el esparadrapo puede sacarlo del lío.

Correa rota: una media velada de mujer suele funcionar en su reemplazo.

Recalentamiento moderado: abra la calefacción y ruede así porque entran un ventilador y radiador adicionales a ayudar en el problema. Usted se 'recalienta', pero puede salvar el motor.

Recuerde que todo está bajo presión, luego es peligroso quitar la tapa. La forma de enfriar rápidamente el carro es con una manguera de agua fría sobre el radiador durante un buen rato.

La Cavitación: los fabricantes de motores Diesel han aumentado las temperaturas de operación del motor con el fin de mejorar la eficacia del mismo. Esto quiere decir que el mantenimiento apropiado del sistema de enfriamiento es particularmente importante. El recalentamiento, el enfriamiento excesivo, las picaduras, la erosión por cavitación, las culatas rajadas, el atascamiento de pistones, y el taponamiento del radiador son síntomas típicos de fallas del sistema de enfriamiento.

Durante la operación todos los motores de combustión interna generan calor. La temperatura de combustión suele alcanzar alrededor de 1900° C. Sin embargo solo un 33 % de este calor total se convierte en potencia útil para el cigüeñal. Aproximadamente un 30% se descarga con el gas de escape, mientras que otro 7% pasa directamente de la superficie del motor a la atmósfera. El 30% restante lo disipa el sistema de enfriamiento.

La corrosión es una acción química o electroquímica que, con el tiempo desgasta las superficies metálicas de un sistema de enfriamiento. En algunos casos, la corrosión puede llegar a destruir el motor. Todos los componentes del sistema de enfriamiento requieren protección contra la corrosión. Se utilizan aditivos refrigerantes suplementarios para proteger las superficies metálicas. Los aditivos cubren estas superficies y neutralizan la contaminación que se produce en el refrigerante.

Entre los tipos de corrosión figuran: erosión por cavitación y picaduras por herrumbre, relación inapropiada de acidez/alcalinidad y corrosión galvanica y electrolítica.

Erosión por cavitación y picaduras: el flujo de electricidad en un punto determinado causa picaduras. Las picaduras dañan los componentes más que ningún otro tipo de corrosión. Cuando las picaduras se van haciendo profundas durante un periodo prolongado, no hay ninguna manera práctica de detenerlas antes de que den lugar a perforaciones. Como un solo amperio de electricidad que fluye durante treinta horas puede eliminar unos 28 gramos de hierro, el flujo de electricidad que se concentra en un área pequeña es muy destructivo. Por esta razón la prevención es la mejor práctica.

La erosión es una combinación de acción mecánica y química o electroquímica que produce corrosión. La cavitación es un tipo particular de corrosión por erosión y es, frecuentemente, la causa de picaduras en las paredes de los cilindros.

La cavitación de la pared del cilindro se produce cuando burbujas de aire en la superficie del mismo le quitan la película protectora de oxido. Cuando explora la mezcla de combustible en la cámara de combustión, la pared del cilindro se flexiona y vibra, lo cual produce burbujas de aire en el refrigerante. La concentración de burbujas aumenta cuando la presión esta baja en el sistema de enfriamiento o cuando éste tiene fugas (figura 10). Además, al aumentar las vibraciones, se aumenta también la cantidad de burbujas de aire en el refrigerante.

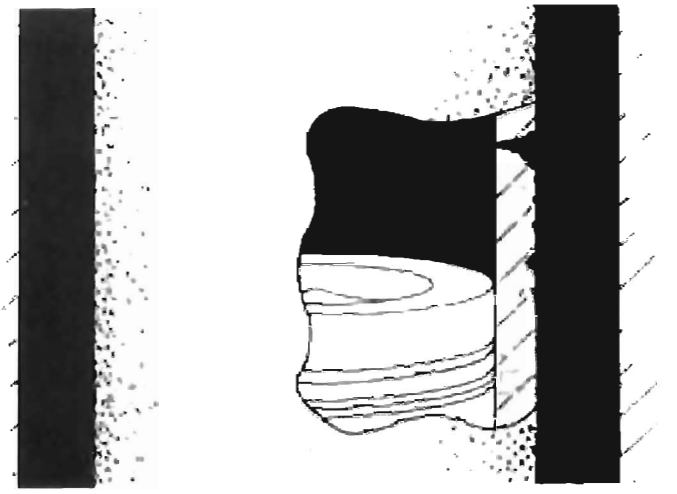


Figura 10. Cavitación.

Fuente: John Deere.

Cuando el motor funciona en frío, se aumentan las vibraciones a causa del mayor espacio libre entre el pistón y el cilindro. Las vibraciones aumentan también cuando el motor se sobrecarga.

Estas burbujas se producen en la pared exterior de la pared del cilindro (perpendicular con respecto al pasador de articulación) y luego explotan hacia adentro, o implotan. Cuando las burbujas de aire siguen experimentando unplosiones, se suelta suficiente energía para atacar físicamente la pared del cilindro y sacar la película de oxido, lo cual produce corrosión y picaduras con gran rapidez.

Con el tiempo, una picadura se puede volver lo suficientemente profunda como para perforar la pared del cilindro y permitir fugas de refrigerante dentro del mismo (figura 11). Estas fugas contaminan el aceite lubricante.

Los aditivos refrigerantes suplementarios cubren las superficies metálicas y controlan la erosión por cavitación y las picaduras. Desafortunadamente, partículas pequeñas o escamillas de hierro a menudo impiden que el aditivo haga contacto con las superficies metálicas. Si esta condición persiste, se pueden producir picaduras. Para evitar picaduras, mantenga limpio el sistema de enfriamiento y reponga regularmente los aditivos refrigerantes.

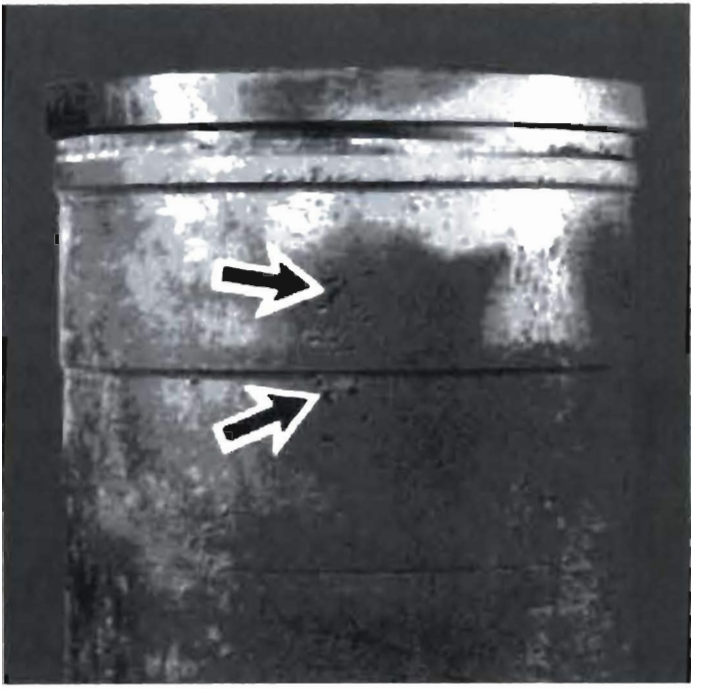


Figura 11. Erosión y picaduras en el pistón.
Fuente: John Deere.

Relación inapropiada de acidez/Alcalinidad. El contenido de acidez y alcalinidad de una mezcla de refrigerante se mide según su nivel de pH. El nivel pH, que puede variar entre 1 y 14, indica el grado de acidez o alcalinidad y el grado de corrosividad del refrigerante. Para lograr los mejores resultados, el nivel del sistema debe mantenerse entre 8,5 y 10,5. Cuando el nivel pH supera 11, el refrigerante ataca el aluminio y el cobre, o los materiales no ferrosos. Cuando el nivel es inferior a 7, el refrigerante se vuelve acídico y daña los materiales ferrosos. Cuando el nivel es inferior a 7 o superior a 11, la mezcla de refrigerante no es la adecuada. La menor corrosión se produce entre 8,5 y 10

La temperatura afecta el nivel pH. A temperaturas mayores, el pH es, por lo general, menor.

ANEXO 10: BANDAS

La revisión periódica de este elemento de transmisión es de vital importancia, para el buen desempeño del motor (figura 1); entre otras recomendaciones:

- Inspeccione las bandas por fracturas, desgarres o si ya perdieron su elasticidad, en base a los intervalos de revisión que vienen en el Manual del Operador. Reemplácelas si es necesario
- Mida la tensión de la banda en los intervalos especificados en el Manual del Operador. Reemplácela si el resorte tensor de la banda está fuera de especificaciones.

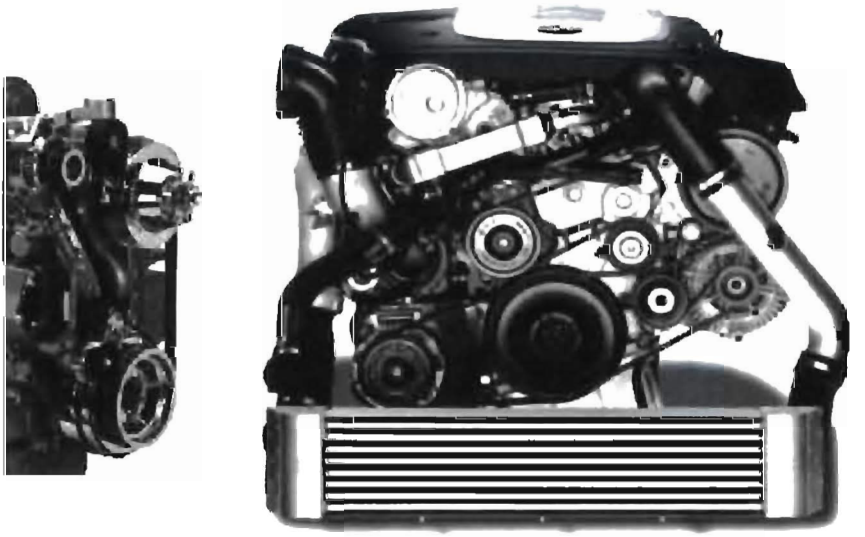


Figura 1. Bandas.

Fuente: John Deere.

ANEXO 11: AMORTIGUADOR DE VIBRACIONES DEL MOTOR

Sabía usted que el motor de 6 cilindros, de algunos tractores, está equipado con un amortiguador torsional que está colocado en la polea del cigüeñal? Durante su operación, al frente del cigüeñal de un motor de 6 cilindros en línea está amortiguando golpes producto de la explosión en cada cilindro del motor. Debido a lo anterior, el cigüeñal se mueve en direcciones alternadas a una frecuencia alta, a esto se le conoce como vibración torsional. Para absorber estas fuerzas torsionales, se monta un amortiguador torsional en la polea al frente del cigüeñal. El amortiguador es similar a un volante pequeño en el área exterior del llamado anillo de inercia (figura1).

El anillo de inercia está sobre un montaje de hule que sostiene el anillo semurestringido para que su grado de movimiento sea más bajo que el del cigüeñal. Esta acción tiene un efecto de amortiguación que reduce los esfuerzos del cigüeñal.

La falla del amortiguador puede provocar rotura del cigüeñal, por lo tanto es importante revisar la oscilación en el amortiguador y que el hule montado esté completo y no esté dañado. Solicite a su Distribuidor que realice la revisión respectiva. Este amortiguador tiene una vida útil limitada y debe de cambiarse después de 5 años de servicio ó cada 4500 horas de uso o si se hace una reparación mayor ó si se reemplaza el cigüeñal.

No limpie el amortiguador con solventes limpiadores fabricados con productos de petróleo ya que el hule puede dañarse.

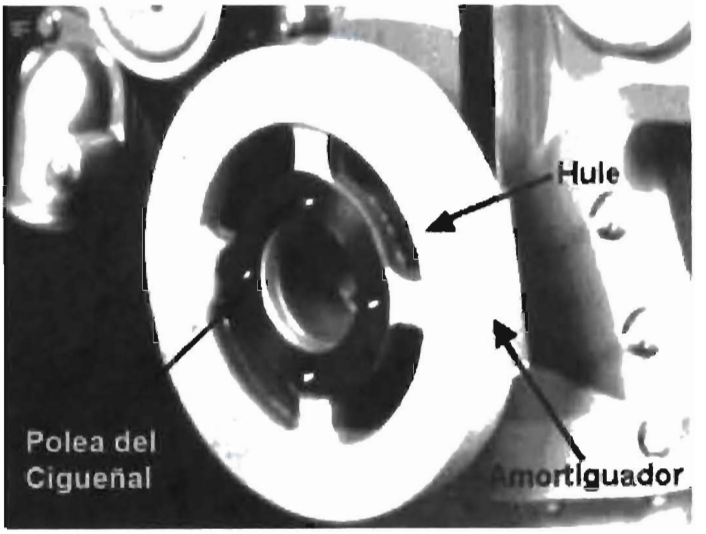


Figura 1. Amortiguador torsional.
Fuente: John Deere.

El amortiguador de vibraciones del motor reduce las vibraciones torsionales del cigüeñal, lo que da como resultado tener una operación silenciosa, reduce el esfuerzo en el cigüeñal, reduce el desgaste en los engranes, reduce el desgaste en la bomba de agua, alarga la vida útil de la banda y alarga la vida útil de los accesorios que van montados en el mando auxiliar.

Recomendaciones:

Inspeccione visualmente el amortiguador de vibraciones como parte de un mantenimiento general, observa si hay fisuras o rasgaduras en el anillo elástico de inercia (este es de hule).

No asuma que el amortiguador de vibraciones está funcionando dentro de sus especificaciones sólo porque tiene buena apariencia. La rotación natural puede ocasionar cambios suficientes para causarle problemas al cigüeñal, a los accesorios del mando auxiliar o incrementar el nivel de ruido. Un amortiguador de vibraciones consiste de un anillo elástico de inercia. El anillo elástico de inercia esta expuesto al calor y a la suciedad, esto puede hacer que pierda elasticidad y por consecuencia deje de amortiguar las vibraciones con el paso del tiempo.

ANEXO 12: CARACTERÍSTICAS DE DESGASTE Y MANTENIMIENTO PARA RODAMIENTOS

En general, la maquinaria y equipo agrícola operan bajo condiciones muy severas donde las cargas de impacto, el polvo y suciedad exigen demandas especiales para los sellos, lubricantes y acabados de los rodamientos (figura 1).

Figura 1. Rodamientos.

Fuente: John Deere.

¿Si el rodamiento queda a la medida funcionará?

Aunque dos rodamientos tengan exactamente las mismas dimensiones, algunas diferencias cruciales pueden presentarse durante la operación. Algunos de los factores que se deben de considerar son:

- Usar un sello de una sola ceja, cuando una de triple ceja es requerido puede resultar en una falla del sello o fuga de lubricante, lo que puede llevar a una falla en el rodamiento e incluso dañar el equipo.
- Reemplazar un rodamiento de bolas para alta velocidad por uno del mismo tamaño, pero diseñado para cargas pesadas trae el mismo riesgo de falla del rodamiento o del equipo.
- Si el radio del cono del rodamiento (A), es muy afilado, puede interferir son el eje o con la carcasa. Si es muy largo, puede tener poca superficie de respaldo. En ambos casos la ubicación del rodamiento sería incorrecta. No todos los rodamientos tienen la misma pista interna (B), esto puede resultar en la interferencia de la cubierta del mismo con otras piezas.

La capacidad de carga del rodamiento es otra importante consideración. Aunque dos de ellos tengan las mismas dimensiones, no significa que tengan la misma capacidad de carga. Esto es especialmente cierto con los rodamientos de bolas, ya que la diferencia en tamaño y cantidad de balines pueden afectar la capacidad del balero.

Los sellos y la grasa deben ser capaces de soportar la aplicación para la que fueron diseñados. Si se usan en un ambiente con altas temperaturas, se requiere de una grasa para alta temperatura. Si el rodamiento se usa para aplicaciones de carga pesada, se requiere una grasa con aditivos de alta presión.

Los rodamientos son sometidos a estrictas pruebas para asegurar que soportarán el uso rudo. Los rodamientos son probados de 2 formas:

Pruebas de laboratorio: bajo condiciones aceleradas, varios tipos de rodamientos son probados para asegurarse de seleccionar el correcto para determinada aplicación.

Pruebas de campo: en condiciones normales de trabajo. Al seleccionar los rodamientos de reemplazo, se debe estar seguro de adquirir el que tenga el sello correcto, las características de lubricación, carga y velocidad requeridas. Esto se traduce en mayor vida útil y menor pérdida de tiempo en reparaciones.

ANEXO 13: PROLONGUE LA VIDA DEL EMBRAGUE SECO DE SU TRACTOR

¿Cómo cuidar el embrague?

El embrague está diseñado para que realice su función y sea de larga vida útil, para esto solamente se necesita realizar una revisión al recorrido libre, para mantenerlo dentro de la especificación recomendada. Por ello es importante dar a conocer la importancia de éste ajuste.

En la garantía otorgada por los fabricantes, siempre ha estado documentada la limitación de la garantía del embrague, por ser un componente de desgaste normal. Por lo tanto, es muy importante que revisen que tenga su ajuste adecuado y al mismo tiempo, que los operadores pongan en práctica éstos ajustes.

Importante: el distribuidor cuando analiza las fallas de un embrague y las piezas que están sobrecalentadas y/ó quemado el disco, no lo considera como un defecto de fábrica, el diagnóstico técnico de la causa de la falla, es un incorrecto recorrido libre del pedal del embrague, lo que ocasiona que el disco esté semiembragado produciéndose patinaje, esto ocasiona sobrecalentamientos que dañan al diafragma y disco del embrague.

Normalmente en los tractores, se explica al operador, mediante una calcamonía visible, la especificación y la recomendación sobre el embrague, para mayores detalles consultar el Manual del Operador que se suministra con su tractor.

En general, las recomendaciones básicas se detallan a continuación. Por ningún motivo se recomienda que el operador descanse el pie sobre el pedal del embrague durante la operación del tractor (figura 1).

Figura 1. Operación inadecuada del pedal de embrague.
Fuente: John Deere.

Una de las causas principales que ocasionan un desgaste prematuro en el embrague seco de los tractores, es precisamente al mal hábito que tienen algunos operadores que descansan el pie sobre el pedal del embrague, durante la operación del tractor.

Otro factor que influye también en la vida del embrague seco de los tractores, es el ajuste del recorrido libre del pedal (figura 2), por lo que se recomienda que se realicen los ajustes adecuados en las varillas del embrague de manera que se obtenga el juego libre en el pedal del embrague. Esta información normalmente se proporciona en una calcomanía colocada cerca del área correspondiente. Consulte el Manual del Operador de su tractor para que identifique también el período de revisión recomendado para su tractor.

Figura 2. Ajuste del pedal.
Fuente: John Deere.

En la figura 3 se ilustra la posición óptima de los pies durante la operación de los tractores.

Figura 3. Posición correcta durante la operación.
Fuente: John Deere.

ANEXO 14: CUIDADOS A LOS CILINDROS HIDRÁULICOS

Durante la operación el cilindro hidráulico puede experimentar daños si no tiene un adecuado cuidado, los problemas que se presentan son los siguientes:

- La presión de operación del tractor excede el rango de presión del cilindro hidráulico.
- Se doblan las articulaciones del cilindro cuando se extiende o retrae.
- El vástago del cilindro se dobla o daña.
- Fugas en los conectores de los puertos del cilindro.

Para evitar éstos problemas refiérase a la siguiente información e identifique las causas más comunes que puedan dañar al cilindro. Realice la acción correctiva según sea el caso para prevenir daños en el cilindro.

Información Adicional. Como se indica a continuación, una presión del cilindro de 2.500 lb/plg^2 puede ocasionar daños cuando el sistema hidráulico del tractor tiene una presión cercana o arriba de 3.000 lb/plg^2. Actualmente, los cilindros que se comercializan como aditamentos, tienen una presión de 2.500 lb/plg^2, mientras que los sistemas hidráulicos en los nuevos modelos de tractores (6000, 7000 y 8000), tiene una presión cercana o arriba de 3.000 lb/plg^2. Para corregir este problema, hay que adquirir e instalar cilindros que operan a 3.000 lb/plg^2.

Importante: Los componentes hidráulicos deben estar libres de contaminantes para brindar mayor durabilidad.

Demasiada presión (A): si la presión de la bomba del tractor excede el rango del cilindro, las varillas tensoras pueden estirarse y llegar a romperse. La excesiva presión puede forzar el sello estático de la ranura de instalación, provocando fugas en el cilindro. Revise siempre que la presión de la bomba del tractor, no exceda el rango de presión del cilindro (figura 1).

Espacio libre inapropiado (B): la horquilla vaciada del cilindro puede dañarse si la articulación del implemento alcanzara a golpear la extensión del cilindro. Asegúrese que el cilindro instalado en el implemento tenga un movimiento libre sin obstrucciones al completar el recorrido (figura 2).

Articulaciones dobladas (C): el vástago del cilindro puede "desprenderse" o doblarse cuando se extiende o retrae el cilindro. Cuando se retrae un vástago del cilindro doblado, por lo general se daña la cubierta vaciada del cilindro. No se recomienda accionar el cilindro bajo estas condiciones. Revise el recorrido de las articulaciones del cilindro y que no tenga desgaste antes, durante y después de la operación inicial para asegurarse de que tenga un movimiento libre (figura 3).

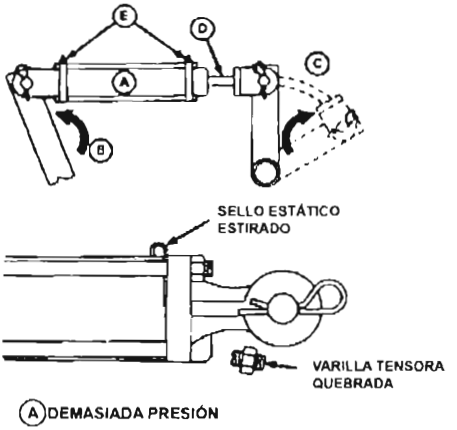


Figura 1. Demasiada presión

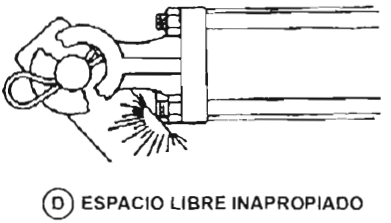
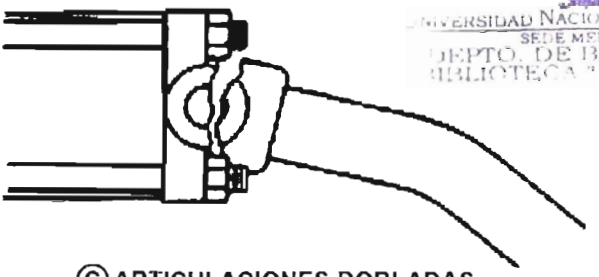


Figura 2. Espacio libre inapropiado

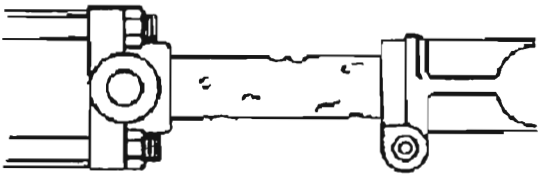
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
DEPTO. DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA "LUIS ECHAVARRÍA VILLEGAS"



Ⓒ ARTICULACIONES DOBLADAS

Figura 3. Articulaciones dobladas

Vástago del cilindro dañado (D): el vástago del cilindro puede dañarse o bien, puede rayarse la capa metálica cromada, cuando el vástago hace contacto o fricciona con partes estacionarias al extenderse o retraerse. Un vástago del cilindro dañado, puede ocasionar daños al sello y anillos, provocando fugas en el cilindro. Almacene el cilindro con el vástago retraído para evitar daños. Si el cilindro no se puede retraer para su almacenaje, aplique grasa al área expuesta con el fin de proteger la capa cromada (figura 4).



Ⓓ VASTAGO DEL CILINDRO DOBLADO

Figura 4. Vástago doblado

Sobreapriete de los conectores (E): cuando se aprieta los conectores más allá de los valores de torsión recomendados, es una causa común de un cilindro dañado. Utilice los siguientes lineamientos y especificaciones al instalar y apretar los conectores: cuando se daña el anillo "O" o el sello de la rosca (cinta Teflón o sellador) es generalmente la causa de fugas en los conectores. No apriete los conectores con el fin de detener las fugas; mejor inspecciónelos y/o reemplace el sello (figura 5).

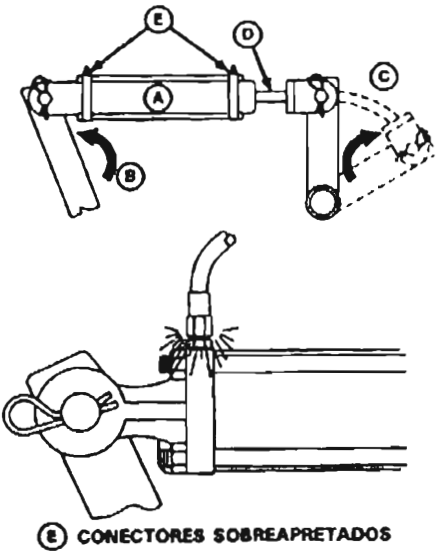


Figura 5. Conectores sobreapretados

En las tablas 1 y 2 se hacen diversas recomendaciones sobre apriete en conectores de cilindro.

Conectores roscados: Lubricación de las roscas. Los conectores roscados deben lubricarse antes de ensamblarse. Se recomiendan los siguientes lubricantes:

- Aceite hidráulico limpio.
- Aceite para roscas.
- Adhesivo para fijar roscas (si se especifica).
- Sellador Loctite para tubos o cinta Teflón (si se especifica).

Nota: no utilice cinta Teflón a menos que se especifique el nombre. En caso de especificarse, utilice esta cinta tomando en cuenta los siguientes lineamientos:

- Dejar descubierta la rosca guía.
- Aplicar la cinta solo en el área roscada.
- Estirar la cinta conforme se va aplicando.
- No utilice más de dos capas de cinta.
- Cuando reutilice los conectores, limpie todo el residuo de cinta de las roscas, antes de aplicar nuevamente la cinta.

Tabla 1. Conectores SAE con anillo "O":

Tamaño de la rosca	Tamaño de la tuerca transversal plana (pulg.)	Valor de torsión* Lb/pie	Vueltas recomendadas de aprite después de apretar al tacto	
			Planas	Vueltas
3/8	1/2	6	2	1/3
7/16	9/16	9	2	1/3
1/2	5/8	12	2	1/3
9/16	11/16	18	2	1/3
3/4	7/8	34	2	1/3
7/8	1	46	1 1/2	1/4
1 1/16	1 1/4	75	1	1/6
1 3/16	1 3/8	90	1	1/6
1 5/16	1 1/2	105	3/4	1/6
1 5/8	1 7/8	140	3/4	1/8
1 7/8	2 1/8	160	1/2	1/12

*Los valores de torsión son para conectores lubricados solamente.
Nota: maneje cuidadosamente los anillos "O" para prevenir daños. Lubrique los anillos "O" con aceite hidráulico limpio antes de instalarse.

Tabla 2. Roscas y torsión

ROSCAS (PULGADAS)	VALOR DE TORSIÓN (LB.PIE)
1/8	6
1/4	14
3/8	23
1/2	36
3/4	44
1	56

ANEXO 15: ¿CÓMO PREPARAR EL TRACTOR PARA ALMACENARLO DURANTE LARGOS PERÍODOS?

Para preparar su tractor durante largos períodos, realice los siguientes pasos:

- Prepare el almacenaje del sistema de enfriamiento. Drene, vacíe y rellene el sistema de enfriamiento con refrigerante nuevo. No almacene el tractor con el cárter del cigüeñal o transmisión lleno de aceite sucio. Drene el aceite, reemplace el elemento del filtro, y llene con aceite nuevo. Drene el aceite mientras todavía esté caliente.
- Proteja el motor de la oxidación. Para proteger el motor, use el inhibidor del óxido (anticorrosivo) que está disponible con su distribuidor. El kit incluye una lata de anticorrosivo, cinta adhesiva y cubiertas protectoras para cubrir todas las aperturas del motor. Los agentes del anticorrosivo se evaporan muy fácilmente. Por esta razón, selle todas las aberturas después de agregar el anticorrosivo. Almacene el recipiente del anticorrosivo cerrado durante todo el tiempo. Opere el motor durante unos minutos antes de agregar el anticorrosivo. Agregue 2,5 tazas (585 cc) del anticorrosivo al aceite del motor.

Llene el tanque de combustible. Encienda el motor y opere varias veces todas las funciones hidráulicas. Apague el motor. Prepare una cucharada (15 cc) del anticorrosivo, por cada cilindro del motor. Remueva el tapón del múltiple de admisión o el tapón de conexión del líquido de encendido y vacíe el

anticorrosivo en el orificio. Desconecte el cable eléctrico de la bomba de inyección y aísle su extremo. De marcha al motor varias veces para que se distribuya el anticorrosivo. Una vez que se agregó el anticorrosivo, el motor no debe encenderse de nuevo.

Prepare la batería para su almacenaje. Remueva y limpie la batería y agregue agua destilada si es necesario. Cargue la batería y almacénela en un lugar seco y fresco, donde no se pueda congelar. Mantenga la batería completamente cargada durante su almacenaje. Selle todas las aberturas tales como tapones de ventilación y las terminales.

Prepare el tractor para su almacenaje en el exterior. Lave el exterior y pinte las superficies del tractor, utilizando agua clara y fría (figura 1). Séquelo con una tela suave. Reemplace o repare las partes dañadas o gastadas. Limpie cualquier trabajo de la pintura dañada. Almacene el tractor en un lugar seco y protegido. Si el tractor se guarda en el exterior, cúbralo con una lona impermeable.

Figura 1. Limpieza del tractor.

Fuente: John Deere.

ANEXO 16: MANTENIMIENTO DEL TRACTOR AGRÍCOLA

El mantenimiento de los tractores es de suma importancia debido a la necesidad de conservarlos, ya que la reposición de éstos, por nuevos, es una inversión demasiado costosa. Para que la máquina mantenga su eficiencia, y a la vez para que conserve su valor a través de las horas de trabajo, el usuario deberá prodigarle algunos cuidados mínimos que siempre tendrán carácter de inversión. La máquina, al cabo de un período razonablemente largo, indemnizará por estas pequeñas incomodidades - si es que realmente lo son - funcionando con la misma eficiencia y el mismo vigor de sus primeros días, prolongando la vida mecánica de todas sus piezas y resguardando así la inversión que requirió su compra.

Las labores de mantenimiento del tractor involucran el cuidado que se debe tener sobre los componentes mecánicos, así como el manejo adecuado de los combustibles y lubricantes.

El cuidado de los componentes mecánicos. Antes de iniciar cada jornada es necesario proceder a verificar el nivel de aceite del motor, el nivel de agua del radiador, drenar el vaso de sedimentación de impurezas, y revisar el nivel de combustible, el cual debe ser suficiente para cumplir con las labores diarias. También es aconsejable, antes de iniciar los trabajos con el tractor, hacer funcionar el motor en vacío durante algunos minutos con el fin de que el aceite adquiera la temperatura ideal de funcionamiento y lubrique debidamente todas las partes mecánicas.

Un buen tractorista debe tener cuidado del mínimo desperfecto del motor o de cualquiera de los componentes con el fin de poder corregirlos al menor costo posible. Además, se debe revisar diariamente los niveles de aceite, pre-

sión de aire de los cauchos, el nivel de agua de la batería y del radiador, correas, y estado de las mangueras. En la mayoría de los casos, los defectos pueden corregirse mediante soluciones sencillas que derivan, en general, de la simple observación de los problemas.

Por otra parte, si el tractor ha estado funcionando con trabajos pesados no se recomienda apagar el motor bruscamente; en este caso, es aconsejable disminuir las revoluciones del motor hasta llegar a un mínimo, y luego, detener su funcionamiento, es decir, apagar el motor.

Es importante considerar el resguardo del tractor cuando no se encuentra en funcionamiento. En este sentido, es recomendable que los tractores y los equipos deben guardarse en galpones. En estos lugares quedan preservados del sol y agua; por otra parte allí pueden efectuarse cómodamente los ajustes y reparaciones que deban hacerse en la propia finca. Por esta razón es recomendable resguardar en tales sitios ciertos equipos que se dañan más con la oxidación, como son los tractores, sembradoras, abonadoras, aspersoras, cosechadoras, etc. En cambio, tales medidas de conservación no son imprescindibles para otros equipos, como arados, rastras, cultivadoras, etc. debido a que estos no sufren tanto por estar a la intemperie, bastaría únicamente con la sombra de un árbol para su resguardo».

Otro aspecto de interés se refiere al período de asentamiento. Se entiende como tal, al lapso de tiempo necesario - generalmente entre 50 y 80 horas de marcha, según marca y modelo - para que todas las piezas sustituidas o cambiadas, tales como: anillos, cilindros, cojinetes, engranajes, de un motor reparado, se ajusten entre si para obtener su óptimo rendimiento.

Durante el período de asentamiento, el consumo de aceite es mayor que en condiciones normales. Con el transcurso del tiempo el consumo de aceite disminuye y aumenta la eficiencia del motor. Este período de asentamiento debe transcurrir respetando estrictamente las indicaciones contenidas en el manual correspondiente a cada modelo de tractor. Una vez concluido el período de ablande se debe reponer totalmente el lubricante y realizar todos los ajustes señalados por el fabricante.

Comenzando desde el motor es preciso centrar el mantenimiento en los mecanismos y procesos de filtrado de aire y de combustible; al igual que en el sistema de inyección. Desde el punto de vista del empresario agrícola estos cuidados representan bajos niveles de inversión con elevados y rápidos retornos. Estudios realizados demuestran que los equipos con un deficiente mantenimiento registran consumos mayores del 10% de lo normal; así como también reducción de la potencia, ocasionados principal-

mente por falta de un riguroso mantenimiento en los filtros de aire. En el campo, esto se traduce en menor velocidad de trabajo, menor capacidad operativa de la labor y mayor consumo de tiempo para trabajar la misma área.

Otros beneficios del mantenimiento preventivo es la reducción del número de fallas durante los periodos críticos de trabajo. Las roturas y fallas imprevistas producen enormes pérdidas (preparación de suelos tardía, siembra por fuera de calendario, atraso en la cosecha).

Recomendaciones generales:

Las diversas partes operativas del tractor se deben controlar, atender o ajustar, después de haber transcurrido determinada cantidad de horas de operación. Para determinar este período o intervalo se usa el cuenta horas, el cual es un instrumento que se activa cuando el motor está en funcionamiento. En general, estos servicios periódicos se le deben realizar al tractor a intervalos de 10, 50, 100, 200, 500, 1000 y 2000 horas de funcionamiento. Sin embargo, los tractores deben ser revisados y recibir servicio a intervalos más frecuentes cuando son operados bajo condiciones fuera de las normales, como son: excesivo calor, frío, o polvo; frecuentes arranques y paradas; o con combustibles y lubricantes de poca calidad. Estos controles deben llevarse en planillas exclusivas para este uso.

Consultar siempre el manual del operador, para verificar instrucciones y procedimientos de ajustes, cambios y correcciones. Con base en esa información elaborar instructivos y tablas de mantenimiento, las cuales deben ser colocadas en el, sitio de almacenamiento del tractor, para que permanentemente se remita a ellas el operario.

La amortización y armonía del conjunto tractor-implemento depende de la eficiencia con la cual se trabaja con ellos en el campo. Equipos de gran tamaño sobrecargan al tractor y. en muchos casos no se pueden realizar las labores a la velocidad deseada. Por otro lado, equipos pequeños exigen muy poco al tractor, pero al ser este de mayor potencia disponible, tiene un consumo en correspondencia, sin poder aprovechar o transformar en trabajo útil.

El adecuado aprovechamiento de la potencia del tractor, permite la máxima eficiencia de tracción en la barra de tiro, lo cual implica un incremento de la capacidad de trabajo y la reducción de costos.

Los tractores de tracción sencilla realizando operaciones de labranza pueden lograr mayores transferencias de peso al eje motriz, regulando correctamente la posición de la barra de tiro. El aumento en la carga (lastre por ejemplo) sobre las ruedas propulsoras, puede provocar incrementos notables en la capacidad de tracción.

Entender que la potencia requerida depende, principalmente del tipo de labor, del tamaño del equipo, de la velocidad de avance, de las condiciones de suelo y de las ambientales (asnm, temperatura). Por tanto, hay que ajustar la magnitud de la potencia según la aplicación o labor y del régimen del motor. Es decir actuando sobre el acelerador y seleccionando la velocidad de marcha adecuada, para la labor se puede lograr que el motor funcione eficientemente, transformando combustible en trabajo útil.

Considerar que la eficiencia del tractor no depende, exclusivamente del diseño del motor sino, también de la forma que se acondicione y se use el equipo.

Periodicidad del mantenimiento. Los periodos o intervalos que se indican son aproximados o referenciales. El responsable del mantenimiento los adecuará a su rutina, necesidades del servicio y a las propias recomendaciones de los fabricantes.

Diario o cada diez horas de operación:

Rellenar: el tanque de combustible. Los tanques tienen capacidad suficiente para las necesidades del motor de 10 a 12 horas de marcha a plena carga. Conviene hacer esta operación al fin de la jornada, para evitar condensaciones de la humedad atmosférica en su interior durante la noche.

Verificar: el agua del radiador. Rellenarlo si es necesario.

Controlar: el nivel de aceite del cárter del motor. Agregar aceite, del mismo tipo del que contiene, si éste se encuentra por debajo de la marca de mínimo. Verificar el gasto de aceite.

Revisar: las correas, los neumáticos, pérdidas de cualquier tipo, bulones flojos, etc.

Una vez detenido el motor para la guarda nocturna, debe ponerse la palanca de cambios en punto muerto, aplicarse el freno de estacionamiento y dejar las llaves donde las demás personas responsables puedan encontrarlas.

Semanal o cada 50 horas:

Lavado: general cuidadoso del tractor.

Limpieza: del filtro de aire, siguiendo las instrucciones del fabricante. Si se trabaja en ambientes muy polvorientos, debe adelantarse.

Engrase: de todos los puntos provistos de engrasadores. Si se trabaja en el barro o cruzan áreas inundadas, debe adelantarse.

Controlar: el nivel de electrolito de la/s batería/s. Rellenar si es necesario, solamente con agua destilada. Mantener los cables ajustados a sus bornes y limpios. El nivel de aceite de la transmisión, mandos finales, dirección y sistema hidráulico. Rellenar si es necesario.

La presión de los neumáticos: ajustarla a la recomendada por el fabricante. Estas operaciones se agregan a las del mantenimiento diario. Es esencial la atención del filtro de aire, de éste depende la duración del motor. La presencia de polvo en la vía de admisión indica un mantenimiento inadecuado y acorta sensiblemente su vida útil.

Estas operaciones se agregan a las del mantenimiento diario. Es esencial la atención del filtro de aire, de éste depende la duración del motor. La presencia de polvo en la vía de admisión indica un mantenimiento inadecuado y acorta sensiblemente su vida útil.

Mensual o cada 200 horas:

Cambio: del aceite del cárter del motor y del filtro de aceite. Si se usa aceite de larga vida, puede llevarse el cambio hasta 500 horas, pero conviene cambiar el filtro.

Reemplazo: del filtro de combustible. El uso de combustibles de buena calidad y un adecuado almacenamiento permiten alargar este período hasta 500 horas.

Desmontar y limpiar cuidadosamente el filtro de aire: drenaje, limpieza y llenado del filtro de aire (tipo baño de aceite). Teniendo en cuenta las condiciones en que se encuentra el aceite, se quita el tazón de aceite, se limpia la bandeja perfectamente y se reemplaza.

Inyectores (punta): remover los picos de los inyectores, teniendo cuidado de limpiar el área aledaña a los mismos con la finalidad de evitar la caída de impurezas. Luego, se procede a calibrar la punta por medio de un instrumento especial para esta labor.

Control de la tensión de la correa del ventilador: hay que estar pendiente de que la correa mantenga su tensión, y si es necesario, ajustarla para evitar problemas con el alternador, o que luego pueda ocasionar otros problemas.

Frenos: vaciar el aire que pueda existir en el sistema (purgar depósito).

Nivel del líquido del depósito de los frenos: verificar el nivel del líquido y reponerlo hasta el nivel indicado si es necesario.

Limpieza exterior del radiador: si se trabaja en maleza alta, puede ser necesario con mayor frecuencia. Si el motor es enfriado por aire, la limpieza debe aplicarse ala parte exterior de las cabezas y camisas de los cilindros.

Freno de mano: con la palanca de freno desactivada, soltar la contratuerca de la horquilla, y el pin de ambos brazos para; luego se ajusta hasta que la horquilla quede en posición de colocar los pines.

Control del recorrido del pedal de embrague: se realiza con el motor operando a mas de 2.200 rpm y verificando la distancia libre del pedal antes del desembragar, la cual deberá ser de aproximadamente 44,5 mm. Para realizar esta labor se utiliza el tornillo de ajuste.

Semestral o cada 1000 horas:

- Regular, el juego libre del pedal del embrague y de los pedales de freno. Ajustarlos a la recomendación de fábrica.
- Desarmar, limpiar y engrasar los cojinetes de las ruedas delanteras.
- Drenar, lavar y rellenar el radiador.Motores enfriados por aire. Revisar los rodamientos de la turbina y limpiar el radiador de aceite. La limpieza externa del radiador de aceite debe hacerse junto con la de los cilindros. En ambientes polvorientos o con flores o pelusas de las malezas, esta operación debe adelantarse.

Anual o cada 2.000 horas:

- **Cambiar,** el aceite de la transmisión, de los mandos finales, y el aceite y filtro del sistema hidráulico.

- Desmontar y llevar al taller, las baterías, alternador o dínamo, regulador de voltaje, motor de arranque y los inyectores para limpieza y calibración.
- Salvo que las operaciones de mantenimiento periódico sean repetitivas, ejemplo: cambiar o revisar el nivel de aceite del motor, cuando coincidan deben realizarse todas.

Consecuencias de un mal mantenimiento:

- Produce altas pérdidas.
- En labores de baja demanda de potencia, por inadecuado uso de marchas y régimen del motor, se consume 30% más de energía.
- Patinamiento y mayor resistencia la rodado.
- Impide la renovación.

Manejo de combustibles y lubricantes: en general, se entiende por combustible al carburante que hace funcionar el motor de un vehículo, maquinaria o aparato, y por lubricantes, a todas aquellas sustancias que producen una película antifriccionante entre dos piezas en movimiento, tales como los aceites y las grasas.

Combustibles. La calidad del combustible usado es un factor de gran importancia para la vida satisfactoria del motor. Por esta razón, los combustibles que pueden considerarse adecuados deben estar limpios. Deben almacenarse en un lugar limpio de basura, agua y otras materias extrañas; además, es fundamental evitar el almacenamiento prolongado del combustible para prevenir futuras fallas en el motor y/o bomba de inyección, y la obstrucción de los filtros, ocasionadas por el uso de combustible sucio. También, se recomienda llenar el tanque de combustible después de cada faena de trabajo con el fin de evitar la formación de humedad.

Lubricantes. El uso de aceites y grasas es quizás el paso más importante para obtener bajos costos de mantenimientos, larga duración, servicio satisfactorio y la duración óptima de las partes (cojinetes de las ruedas delanteras, etc.). Es necesario tener en cuenta, que para almacenar los lubricantes se deben usar recipientes limpios, los cuales se guardan en sitios protegidos contra la tierra, humedad y otros agentes contaminantes.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
DEPTO. DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA "LUIS ECHAVARRÍA"

ANEXO 17: ADECUACIÓN DEL TRACTOR A LA LABOR QUE REALIZA

Para lograr conseguir un buen rendimiento del conjunto tractor-implemento se hace imprescindible utilizar correctamente las opciones y conjuntos de accesorios de que dispone y se suministran con el tractor de acuerdo a la labor que realizara el mismo. De hacerlo así, se estaría optimizando el consumo de combustible, la reducción del desgaste y los costos generales de uso de máquinas. El tractor dispone para lograrlo de:

- Lastre complementario (contrapesos).
- El ancho de vía y el despeje.
- Selección correcta del apero, según el tipo de tractor.
- El correcto uso de los neumáticos y su selección (pérdidas por rodadura y patinamiento).
- Correcta aplicación del motor (selección del régimen de funcionamiento).
- Utilización de la doble tracción.
- Utilización de los manuales de servicios y mantenimiento.

Lastre complementario: el lastre complementario que permite aumentar el peso del tractor, para cada condición de trabajo, es fundamental. El lastrado del tractor es necesario para transformar la potencia del motor en potencia de tracción y, por lo tanto en ahorro de combustible. Así en trabajos de siembra y cultivo el peso deberá ser bajo, para que las ruedas compacten lo menos posible el suelo. En contraste, en trabajos de labranza que requieren gran esfuerzo de tracción, el peso deberá ser alto, ya que influye de forma significativa sobre la adherencia de las ruedas o, lo que es lo mismo, sobre la reducción del patinamiento y las consecuentes pérdidas de potencia.

No obstante, se debe tener en cuenta que un aumento del peso provoca, también un incremento en resistencia al rodado del tractor, lo que produce un aumento de la potencia pérdida, para hacer avanzar al tractor. Por lo tanto, se debe llegar a un compromiso en la masa que se debe utilizar, que será la que minimice las pérdidas por rodadura y deslizamiento, lo cual permitirá optimizar la transformación de la potencia del motor en potencia de tracción.

Recomendaciones en relación con el lastrado:

- Exija que su equipo posea los lastres complementarios.
- El lastre es imprescindible para poder desarrollar toda la potencia del tractor.
- Hay un límite máximo de lastre para cada equipo, en función de la resistencia de los neumáticos y del chasis.
- No se deben utilizar sin implementos traseros que lo necesiten, esto aumenta las roturas y desgastes en el eje delantero.
- La no utilización, con aperos pesados en el sistema de tres puntos, puede provocar el vuelco del tractor.
- Se colocaran de forma que sobre el eje delantero, sea de un 20% del peso del tractor sin lastre, para los tractores de simple tracción; en los de doble tracción en proporción a la potencia que puede transmitir cada eje.

Ancho de vía, distancia entre ejes y el despeje: estos elementos característicos de un tractor, sus dimensiones, son condicionadas fundamentalmente por los cultivos y los suelos en los cuales labore el equipo, hacen que se presenten diferentes denominaciones y funciones típicas en los tractores. El diseño del tractor incluye la posibilidad de modificar el ancho de vía y el despeje del mismo.

Longitud del tractor: existen tractores denominados largos o cortos para una misma potencia. El tipo largo es más estable cuando tiene que arrastrar implementos, en condiciones de campo sobre todo cuando los esfuerzos no dan resultantes en el plano medio del tractor; este tractor denominado largo será la opción recomendable para el usuario que dedique un tractor fundamentalmente a arar. Por otro lado el tractor corto es adecuado para maniobras en espacios reducidos, donde se necesiten radios de giro pequeños e incluso se fabrican los tractores articulados para lograr aún menores radios.

Ancho de vía (trocha): en cuanto al ancho de vía en los tractores estándar se pueden conseguir con ciertas tolerancias tres medidas de vía normalizadas 1,50, 1,80 y 2,00 metros. Al menos dos de estos anchos se pueden obtener,

cualquiera que sea el tamaño del tractor, actuando sobre el sistema de regulación de vía. La modificación del ancho de vía es imprescindible, para el correcto ajuste del conjunto tractor-arado; se debe procurar que entre las ruedas exista una separación igual al ancho de trabajo del arado aumentándole medio cuerpo más en el caso de los arados. En otros casos es la interlínea del cultivo la que dicta la regulación.

Despeje: la altura sobre el suelo o despeje también condicionan y tipifican la utilización, el tractor estándar admite circular sobre líneas de cultivos que no superen 30-40 cm de altura. Para mayores alturas se utilizan equipos denominados internacionalmente high-crop o de alto despeje y que permite despejes de 80 cm o más cuando se desean superar despejes mayores de un metro sobre el suelo se convierten en un tractor especializado.

Selección correcta del implemento: otro de los elementos importantes en el ahorro de combustible y de la correcta explotación del tractor es la selección adecuada de los implementos y equipos que acoplan con este. Dada la gran variedad de implementos existentes en el mercado, se hace necesario que el usuario conozca sus características y parámetros, ya que el empleo incorrecto de los mismos hace consumir un combustible innecesario, al más perfecto motor diseñado. Es así que para trabajos importantes de tracción, ejemplo en la utilización de rastrillos de discos y otros implementos de arrastre, es más apropiada la utilización de grandes tractores.

Para trabajos ligeros de tracción, donde predominan las pérdidas por rodaduras, se debe utilizar tractores ligeros y suprimir cualquier lastre adicional. Trabajar con un tractor grande y un equipo pequeño consume inútilmente combustible, para asegurar el desplazamiento del conjunto. Por otro lado, en un arado que sus rejas pierdan filo o cuando esta mal regulado "tira" mucho más si las condiciones de adherencia del tractor esrán en el límite de lo admisible, en esa circunstancia el esfuerzo suplementario, debido al mal corte del arado, penaliza doblemente el rendimiento del conjunto implemento-tractor; el esfuerzo aumenta la resistencia de las ruedas, precisándose una mayor potencia del motor, el aumento del patinamiento, que se producirá por el aumento de esfuerzo, incrementará el tiempo necesario para finalizar la labor y, un aumento considerable del consumo de combustible, el cual puede ser de hasta un 10%.

El correcto uso de los neumáticos: desde el comienzo de la mecanización en la agricultura, la tarea de convertir la fuerza del motor de un tractor en fuerza de tracción asume un papel importante. Muchos ejemplos, tales como las ruedas de rejilla, los neumáticos gemelos, los neumáticos anchos, la tracción en las cuatro ruedas, etc. demuestran estos esfuerzos. Así para un tractor utilizado muchas horas al año, en transporte por carretera puede resultar de-

sastroso un neumático de tacos altos, diseñados para un trabajo puro de campo; o también un neumático sin apenas tacos, que en carretera o en suelo muy duro, proporciona la máxima adherencia, en un suelo blando apenas tendrá agarre, proporcionará bajo rendimiento y su duración será mucho menor.

Con independencia que la capacidad de carga del neumático sea adecuada al trabajo que deba desempeñar, es el relieve del neumático uno de los elementos esenciales para su selección en observancia del tipo de suelo y labor a realizar. Ya que es en la relación rueda-suelo, donde se producen los mayores desperdicios de energía. Siendo las causas de estas pérdidas:

- Las pérdidas por rodadura.
- Las pérdidas por patinamiento o deslizamiento.

Se debe hacer notar que pasar de un 10% de patinamiento a un 25%, significa perder 15% del trabajo consumiendo el mismo combustible y tardando más tiempo en finalizar la labor.

Recomendaciones para disminuir las pérdidas por rodadura y patinamiento:

- Sustituir a tiempo los neumáticos desgastados.
- Lastrar el tractor en las labores que lo precisen.
- Utilizar la presión de inflado de los neumáticos recomendada, para trabajar en campo.
- Evitar usar implementos que necesiten demasiada tracción, para el tamaño del tractor disponible.
- La huella de las ruedas motrices muy marcadas indican exceso de peso del tractor, para el esfuerzo que tiene que realizar. Por el contrario, una huella muy borrosa es indicador de alto patinamiento, haciéndose necesario lastrar el tractor, si se quiere mantener el esfuerzo de tracción que el implemento requiere.

Correcto aprovechamiento del motor: la potencia hace falta siempre, sobre todo en los trabajos más arduos para la máquina. El secreto está en tener una elevada reserva de par y saber utilizar la potencia exacta del motor sin forzarlo, aprovechando en el momento más preciso el mejor número de revoluciones para el trabajo efectuado. Solo así, la potencia se traduce en elevada productividad de trabajo y en consumos reducidos.

El consumo de un motor varia con su régimen de rotación y con la carga que se le impone. Actuando sobre el acelerador y sobre la caja de cambios se puede conseguir que el motor funcione en le punto de mejor transformación del combustible. También, el operario atendiendo a las indicaciones del cuenta-revoluciones puede saber si está utilizando correctamente el motor.

Ahora bien es necesario mantener el motor en buenas condiciones de uso con revisiones periódicas necesarias, atendiendo en especial al estado del:

- Filtro de aire (grado de limpieza).
- Inyectores y bomba de inyección (regulación).

Un motor que emite gran cantidad de humo por el escape indica claramente que, quema mal el combustible que en vez de transformarse en trabajo se desperdicia.

Consideraciones finales: como se puede observar la tipificación del tractor según su uso y los elementos de adecuación a la labor a realizar por el mismo, son factores que se complementan y articulan, pues los elementos de adecuación a la labor del tractor tipifican al mismo y, a su vez la tipificación del tractor junto con estos elementos, gravitan directamente en la eficiencia del consumo de combustible del tractor. Es así que existen tractores según sus funciones principales a las que están destinados para:

- Actividades de transporte y tiro.
- Actividades de labranza.
- Especializados.

Entonces un tractor para trabajos en líneas de cultivo debe ser ligero, con ruedas estrechas para evitar dañar el cultivo y con suficiente altura sobre el suelo. La incorrecta selección del tipo de tractor a la labor origina, hace que se eleven los consumos de combustible y, por tanto su costo de producción de la empresa; hay que tomar en cuenta también los daños agronómicos, así las técnicas modernas aconsejan utilizar tractores con anchos de vías múltiplos de la anchura de vía normalizadas, y efectuar lo que se conoce como tráfico controlado, pasando siempre por los mismos caminos en el campo, a fin de reducir la compactación del suelo, uno de los problemas que con más insistencia se combate hoy, por ejemplo en el cultivo de la caña. Otro ejemplo se da en las plantaciones frutales y en otros países con los viñedos, donde solo tractores especializados de los llamados estrechos pueden trabajar entre líneas de plantación.

Recomendaciones para disminuir el consumo de combustible:

- Determine cual es la labor principal a realizar por su equipo.
- Tipifique su tractor a la labor.
- Utilice los elementos de adecuación del tractor a la labor.
- Utilice los manuales de instrucciones y mantenimiento suministrados por el fabricante.
- Solicite los manuales del equipamiento hidráulico del tractor, donde se especifiquen las características de los mismos.

Conclusiones:

Son diversas las causas que en cada caso originan un aumento en el consumo de combustible del tractor y, las formas de evitar el mismo sino todas las que con mayor frecuencia inciden en dicho aumento. Si toma en consideración que este es el factor más relevante en los costos de explotación del tractor, se entenderá su importancia, en disminuir el mismo y mucho más en nuestro país que tiene que gastar anualmente divisas en la importación de combustible.

Que un tractor sea ahorrador, no depende exclusivamente de un diseño más sofisticado y tecnológicamente superior, sino fundamentalmente de la forma que se utilice. Lograr evitar despilfarros de combustible en la empresa, puede conseguirse con solo respetar y aplicar las reglas antes mencionadas que no son todas, pues quedan otros aspectos a considerar, pero las más importantes fueron analizados. Es operario, y el técnico administrador de la empresa, los que tienen con su acción diaria y el análisis de las diferentes situaciones con las herramientas dadas, la última palabra en el importante tema del ahorro.

Estos elementos analizados permiten conocer si se está utilizando bien maquinas y equipos, muchas veces costosas, si se hace uso adecuado de todos los medios y equipamiento adicional de que viene provisto un tractor, para cada labor a realizar y si la adapta correctamente a la misma. Es decir permite responder los interrogantes:

- ¿Es su tractor el correcto para las funciones que realiza?
- ¿Conoce por qué aumenta el consumo de combustible de su equipo?

ANEXO 18: EL SISTEMA DE DIRECCIÓN

En los primeros vehículos el accionamiento de la dirección se hacía mediante una palanca o manubrio. Posteriormente por razones prácticas se adoptó el volante redondo que hasta hoy conocemos, además se hizo necesario darle firmeza al sistema logrando cierta irreversibilidad, sobretodo cuando las ruedas chocaban contra un objeto sólido o ante las irregularidades del camino, que repercutían con violencia sobre el timón, haciéndole perder el rumbo al vehículo con gran facilidad, con los peligros consiguientes. Adicionalmente el mover el volante debía ser una maniobra sencilla, y suave de ejecutar por lo cual se montaron los primeros sistemas de desmultiplicación, que aumentaban la suavidad de operación del sistema. La mezcla de estas dos características necesarias, produjo a lo largo de su evolución hasta nuestros días, sistemas más suaves, precisos y sensibles para el conductor, que debe percibir a través de él, el camino por el que transita.

Evolución del sistema. Hasta finales de los años 30, los vehículos usaban eje delantero rígido. Con este primitivo sistema bastaba con poner pivotes en los extremos del eje, para que las ruedas pudieran girar. Una simple barra sólida se encargaba de transmitir el movimiento del timón a la caja de dirección y de allí a los brazos de dirección (terminales), para finalizar el recorrido en las ruedas.

Con el paso de los años se adoptaron sistemas asistencia para la dirección. En los últimos años se ha popularizado el sistema de dirección de cremallera, usado en los años 30 por BMW. Este tipo de dirección también puede utilizar asistencia.

En los años 40 y 50 se comenzaron a utilizar en los Estados Unidos, sistemas de asistencia de dirección, que sumados a la desmultiplicación lograda, hacían muy peligroso el conducir un vehículo, ya que la dirección quedaba demasia-

do suave y sensible. Este problema motivó el desarrollo de dispositivos que endurecieran la dirección, a medida que aumentaba la velocidad de desplazamiento del vehículo.

Componentes del sistema de dirección:

Timón o volante: desde él se posan las manos del conductor, para dirigir la trayectoria del vehículo.

Barra de dirección: une el volante con la caja de dirección, antiguamente era de una sola pieza, y en la actualidad y como mecanismo de protección para el conductor en caso de colisión esta compuesta por partes pequeñas, que se doblan para evitar lesiones.

Caja de dirección: recibe el movimiento del timón y la barra y lo reparte a las ruedas, mediante movimientos realizados por engranajes. Puede ser de tipo bolas recirculantes, o de cremallera.

Biela: pieza ubicada a la salida de la caja de dirección, que se encarga de unir la caja de dirección con la varilla central. Es una parte exclusiva de las direcciones de bolas recirculantes.

Varilla central: recibe el movimiento de la caja de dirección y lo transmite a los terminales de dirección.

Terminales de dirección: son uniones (tipo rótula) con cierta elasticidad para absorber las irregularidades del piso, y tiene como función principal unirse con cada una de las ruedas direccionales.

Tipos de dirección:

Bolas recirculantes: su funcionamiento básico es el siguiente: Inmersos dentro de una caja con aceite grueso (valvulina) hay un gran tornillo roscado, que recibe el extremo de la barra de dirección. Este tornillo da tres o cuatro vueltas alrededor de sí mismo, produciendo el movimiento de una serie de engranajes, este desplazamiento disminuye el esfuerzo que debe realizar el conductor para mover las llantas. Debe su nombre a que utiliza una serie de esferas que facilitan el movimiento, al hacerlo más suave. Este tipo de dirección se utiliza en vehículos de trabajo pesado y buses y camiones.

Cremallera: es un sistema muy sencillo, cuenta con un piñón que gira hacía la derecha o hacía la izquierda sobre un riel dotado de dientes (cremallera). Estos componentes trabajan inmersos en grasa. Por eso es importante revisar el estado de los cauchos retenedores de este lubricante, para evitar que con su escape, se produzcan desgastes en los componentes.

Dirección asistida hidráulicamente: funciona igual para cualquier sistema. Cuenta con un tanque de almacenamiento, que suministra el aceite especial (generalmente Dexron II o III) a una bomba, que a su vez es accionada por el motor del vehículo mediante una correa proveniente del cigüeñal. Esta bomba acciona un mecanismo hidráulico, que proporciona una fuerza que se suma al esfuerzo que debe hacer el conductor para mover las llantas.

Sistema electrohidráulico: es similar al anterior, pero la fuerza para accionar la bomba hidráulica la suministra un pequeño motor eléctrico, en lugar del motor del vehículo. Tiene como ventaja que no le quita potencia al motor, lo que convierte a este sistema ideal para ser usado en vehículo de baja cilindrada. Adicionalmente al ser accionada por un motor eléctrico es susceptible de ser informado por el computador, sobre el comportamiento de la suspensión y la velocidad del vehículo, para ajustar de manera progresiva su dureza.

ANEXO 19: LOS FRENOS

"No hay mayor mentira que atribuirle los accidentes a fallas de frenos, cuando en realidad son faltas de responsabilidad y mantenimiento". Convivir con creencias y hábitos equivocados en cuanto al mantenimiento de los frenos genera gastos innecesarios, disminución de la seguridad e incomodidad. Por eso, es importante seguir las recomendaciones de los expertos y, por supuesto, las que trae el manual del vehículo, ya que –de acuerdo con las especificaciones del fabricante– el técnico puede determinar el momento oportuno para un cambio de disco, de campanas o, simplemente, el ajuste de alguna de las partes.

¿Cada cuánto tiempo se debe cambiar el líquido de frenos? Una vez al año, siempre por el de mejor especificación y el de marca más reconocida. Mínimo, que diga DOT4, lo cual indica que su punto de ebullición es muy alto y se producirán burbujas. El líquido es higroscópico, lo cual quiere decir que absorbe humedad del medio ambiente y esa agua que se va fijando deteriora su punto de ebullición y genera óxido en las partes del sistema.

¿Quiere decir que el líquido de frenos no se debe estar completando? Cierto. La dos únicas razones para agregar líquido es porque hay una fuga en el sistema, momento en el cual la única acción es reponer el líquido e ir inmediatamente al taller porque hay una fuga hidráulica que puede motivar un colapso súbito del sistema. La segunda, porque lo cambia o hizo un servicio en el sistema. De resto, es normal que el nivel baje a medida que se gastan las pastillas y cuando éstas se cambian (también se debe reemplazar el líquido) y se retraen a su posición original, el líquido vuelve a subir a su nivel normal. Si ha rellenado el depósito, se vomita y daña la pintura y nunca podrá saber cuándo cambiar pastillas.

Es cierto que los frenos de campana se deben graduar periódicamente? Totalmente. Es imprescindible estar pendiente de ajustarlos porque el sistema no tiene un mecanismo que mantenga las bandas a la distancia exacta de la campana, como sí sucede con las pastillas y los discos (que siempre están en contacto). Por lo tanto, hay que graduar para compensar el desgaste. Lo que sucede es que la gran mayoría de los sistemas de frenos de bandas se gradúan automáticamente al echar reverso. Un ingenioso mecanismo se activa y va saltando trinquetes que acercan las bandas a medida que se necesita. Por eso, antes de meter las manos, eche un buen reversazo para ajustar sus frenos.

¿Por qué los frenos de algunos vehículos son tan malos? Por las mismas razones que hay personas que no saben usar los frenos o los sobreutilizan y recalientan. A veces hay malos materiales de fricción, malos cálculos hidráulicos, piezas muy pequeñas como discos y pastillas de capacidad insuficientes, pero todo eso se resume en absurdos e imperdonables errores de ingeniería. No se concibe un carro con malos frenos o inferiores al rendimiento y peso del carro.

¿Cómo se puede detener un vehículo cuando los frenos no responden? Primero, acuda al freno de mano; si hay falla hidráulica este debe funcionar por ser un sistema mecánico. Después, trate de rebajar progresivamente los cambios, pero tenga en cuenta que el freno más malo que tiene el carro es la caja de velocidades y si pone primera a 100 por hora, además de que se estrella de todas maneras, rompe el motor. Lo más importante en una emergencia de éstas es buscar alternativas de espacio para desacelerar y si usted genera una frenada de emergencia, piense en abrirle espacio a quien viene atrás porque puede estar en problemas. La otra medida infalible para estas emergencias, es hacer un cuidadoso y responsable mantenimiento preventivo de todo el sistema. No hay mayor mentira como cuando atribuyen los accidentes a fallas de frenos, cuando en realidad son fallas de responsabilidad, servicio y mantenimiento. Las piezas de frenos son ultra seguras, mientras no se abuse de ellas.

¿El freno de mano debe quedar con poco recorrido? Debe quedar con el recorrido justo que es así: cuando está suelto, no debe estar generando fricción de las bandas, y esto se ve al empujar el carro suavemente o dejándolo rodar a mínima velocidad. Cuando esté enganchado, el carro debe quedar frenado. Cabe anotar que como el freno de mano actúa generalmente sobre las bandas traseras, una manera de graduarlas es acercándolas uno o dos clicks del freno de mano, mientras se ajustan por su propio sistema o en el taller.

¿Los ajustes del sistema de freno de mano sólo se necesitan cuando se cambia la guaya? El freno de mano no es tan exigente debido a que el recorrido de su mecanismo es muy largo y siempre alcanza a actuar. En cambio, en el hidráulico hace que a medida que hay desgaste, el pedal coja cada vez más abajo. Al cambiar la guaya, hay que rehacer todos los juegos y graduar.

¿El chirrido que se oye en los frenos casi siempre se siente en el eje delantero. Lo causan las pastillas? No. Hay chirridos en sistemas de frenos de disco y campana.

¿Cuántos buses no hacen un escándalo tremendo al frenar? Esos chirridos, sobretodo en los discos, provienen de vibración de las pastillas al actuar y suelen corregirse colocando unas shims o láminas absorbentes de vibraciones entre la pastilla y el pistón que la actúa. Muchos juegos de reparación de frenos vienen con estos elementos. Salvo porque son desagradables, esos chirridos no indican ningún problema ni suelen ser indicio de baja calidad en frenado. Al contrario, freno que chilla, para bien.

¿Es verdad que las pastillas se cristalizan? Totalmente. Pero no sólo las pastillas se cristalizan que es el término popular de un fenómeno llamado vitrificación que quiere decir que cuando hay exceso de calor entre las partes, éstas quedan como un vidrio y no hay fricción, deteriorando el frenado. Se ven los discos y pastillas como espejos. Por eso algunos carros de alto rendimiento tienen huecos o ranuras en los discos que raspan esa película 'de cristal' para que no se deteriore el frenado. La gente cree que sirven para refrigerar pero no tienen nada qué ver con esa función. Nunca permita que cojan las pastillas a rastrillarlas contra el andén para arreglarlas; haga siempre esa operación en un banco, sobre superficie plana, y utilice un protector para nariz y boca porque muchos de esos materiales de frenos son cancerígenos.

¿Cómo funcionan los testigos y qué quieren decir? Los testigos básicos se refieren al desgaste de pastillas, y el elemental es un medidor de nivel de líquido con una especie de flotador. Cuando éste baja mucho, prende el bombillo, razón por la cual no se debe agregar líquido ya que se anula le información sobre este hecho. El otro es un contacto eléctrico en la pastilla, que hace masa cuando toca el disco e indica que el material se acabó. Ahora hay otros testigos que se refieren principalmente al funcionamiento del ABS, pero sus problemas suelen ser de tipo electrónico.

¿Cómo se sabe que las pastillas llegaron a su fin si en el tablero no hay testigo que lo indique?

De dos maneras:

La primera, quitando una rueda y visualmente comprobando si hay material de fricción disponible.

La segunda, es cuando el líquido de frenos baja en el recipiente. Eso indica que ese líquido que falta está supliendo la distancia del material en las pastillas.

ANEXO 20: NORMATIVA DE CONSUMO Y EMISIONES

En 1970, la entonces Comunidad Económica Europea decidió unificar todas las normativas de emisiones de los países miembros. Esta normativa, que se refleja en diversas directivas de la Comisión Europea, ha sido objeto de un gran número de modificaciones y actualizaciones, con el objetivo de incrementar sus exigencias y de ir adaptándose al continuo progreso de la técnica y del mercado.

Así, se fueron teniendo en cuenta la popularización del motor Diesel entre los turismos de uso particular y más recientemente de la inyección directa. Sus cada vez más restrictivas exigencias han marcado en gran medida la evolución del motor de combustión interna durante los últimos años, y han obligado a los constructores a adoptar soluciones como la inyección de combustible, los convertidores catalíticos o los sistemas de recirculación de gases (EGR), entre otros.

La norma vigente en la actualidad es la llamada Euro 3 (o Fase 3), de obligado cumplimiento para todos los coches que aparezcan después del 1 de enero de 2000, y para todos los que estén en el mercado después del 1 de enero de 2001. El siguiente paso es la norma llamada Euro 4 obligatoria para todos los vehículos que lleguen al mercado después del 1 de enero de 2005, y para todos los ya estén en él después del 1 de enero de 2006.

Esta norma está causando serios problemas a los fabricantes de automóviles a la hora de adaptar los actuales propulsores Diesel a sus exigencias, obligando al desarrollo de nuevos sistemas de inyección y de limpieza de gases de escape Una característica de las pruebas de homologación ha de ser la equidad: todos

los vehículos deben ser evaluados bajo las mismas condiciones y supuestos, algo imposible de cumplir si se realizaran en circuito abierto. Es por ello que todas las mediciones se hacen en un local cerrado, equipado con un banco dinamométrico sobre el que se coloca el automóvil a probar, y que se usa para simular lo más fielmente posible las condiciones de marcha real del vehículo.

Para ello se calibra el banco dinamométrico, de forma que absorba una determinada potencia según la inercia que tendría el coche que se prueba. La resistencia del banco se clasifica en 22 categorías, según sea la masa del vehículo. Esto explica que dos automóviles con el mismo motor pero distinto peso puedan dar cifras de emisiones o consumo virtualmente idénticas. Si esa diferencia de peso es lo suficientemente pequeña (hasta unos 110 kg) como para quedar encuadrados en la misma categoría, ambos serán lastrados de forma idéntica durante la prueba, ignorando esa diferencia real de peso.

El vehículo que se someta al ensayo deberá haber sido rodado durante un kilometraje de entre 3.000 y 15.000 km, y habrá permanecido en un local a una temperatura de entre 20 y 30 °C durante un periodo comprendido entre 6 y 30 horas, de modo que las temperaturas de refrigerante y lubricante difieran un máximo de 2°C de la ambiental. Una vez completados todos los preparativos se da paso a la prueba en sí.

Esta prueba se divide en dos grandes partes. La primera de ellas simula el arranque del automóvil en frío y su circulación en el tráfico urbano. Una vez puesto en marcha, el vehículo permanecerá 40 segundos al ralentí, tras lo cual repetirá en cuatro ocasiones un ciclo de 195 segundos de duración. Este ciclo tiene 1,013 km de recorrido (4,052 km en total) y trata de reproducir las arrancadas y detenciones que se dan lugar en el tráfico urbano. La velocidad máxima en este recorrido es 50 km/h y en él -sumados los cuatro ciclos- hay doce arranques desde parado. Tras la realización del recorrido urbano se pasa al ciclo no urbano, que simula la circulación del vehículo por vías extraurbanas. Este recorrido abarca 400 segundos y 6,955 km y no se repite.

La prueba completa, incluyendo los recorridos urbano y extraurbano, tiene una duración total de 19 minutos y 40 segundos, en los que se simula un recorrido de 11,007 km. La figura 1 muestra la velocidad a la que circula el vehículo en cada instante. En ella se pueden observar las cuatro repeticiones del ciclo urbano (la segunda de ellas sombreada para una mejor identificación), seguidas por el ciclo extraurbano.

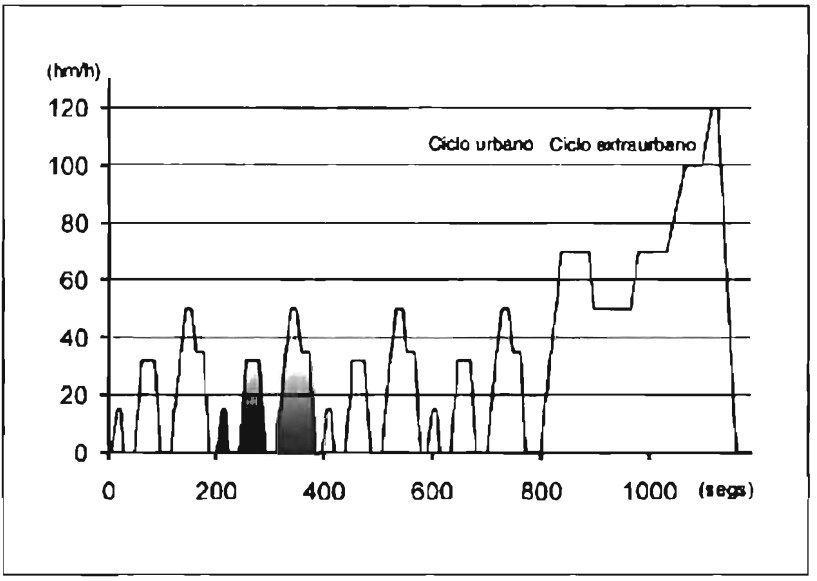


Figura 1.Prueba completa

Debido a este tipo de prueba, cobra especial importancia el funcionamiento del motor en frío. De hecho, se destinan muchos recursos y se condicionan ciertos aspectos en el diseño de motor y del coche entero para que los sistemas de descontaminación sean eficaces con el motor frío.

De cara a su posterior análisis, los gases de escape emitidos por el vehículo durante toda la prueba son recogidos y diluidos con aire ambiente de manera controlada. De todo ese volumen se tomarán unas muestras, en las que se determinará la concentración de cada uno de los contaminantes de interés. Este valor, junto al volumen total de gases recogidos, indica la cantidad total de cada contaminante emitida a lo largo de la prueba, que será finalmente expresada en términos de gramos por kilómetro recorrido.

Entre la instrumentación utilizada para determinar las concentraciones de los diferentes gases en las muestras se encuentran analizadores de infrarrojos no dispersivos (NDIR), para mono y dióxido de carbono; analizador de ionización de llama (FID), para hidrocarburos; y analizadores de quimiluminiscencia (CLA) o de resonancia ultravioleta no dispersiva (NDUVR), para los óxidos de nitrógeno.

Para la homologación del vehículo a examen los valores obtenidos durante el ensayo deberán estar por debajo de lo exigido por la normativa vigente. La tabla 1 muestra, en gramos por kilómetro recorrido, las emisiones máximas toleradas por las diferentes fases y el año de entrada en vigor de éstas para vehículos de nuevo diseño. La exigencia del cumplimiento de estas normativas se retrasa un año para el caso de vehículos previamente existentes en el mercado.

Tabla 1. Tolerancia de emisiones

	CO		HC		NOx		HC + NOx		Partículas
	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Diesel
Euro1 (1993)	2,72	2,72	-	-	-	-	0.97	0.97	0.140
Euro2 (1996)	2,20	1,00	-	-	-	-	0.50	0.70	0.080
Euro3 (2000)	2,30	0.64	0.20	-	0.15	0.50	-	0.56	0.050
Euro4 (2005)	1,00	0.50	0.10	-	0.08	0.25	-	0.30	0.025

CO: Monóxido de Carbono. HC: Hidrocarburos. NOx: Óxidos de nitrógeno (NO y NO2)

Junto al estudio de los niveles de emisiones contaminantes del automóvil a homologar se procede también a la medición de su consumo de combustible. Esta medición debe cumplir con las mismas condiciones de equidad que se le exigen al examen de las emisiones, por lo que en la actualidad se realiza de acuerdo al mismo ciclo. No obstante, cuando años atrás se expresaba en términos de consumo a velocidad constante de 90 y 120 km/h, se contemplaba la posibilidad de que estas medidas fueran tomadas en carretera.

En contra de lo que pudiera esperarse, el consumo de combustible no se obtiene midiendo la cantidad de éste que entra en el motor, sino a partir de los volúmenes de hidrocarburos, monóxido de carbono y dióxido de carbono presentes en los gases de escape. Esto se basa en el hecho de que la práctica totalidad del carbono que forma parte de las moléculas de cada uno de esos gases proviene del que contiene la gasolina que entra en el motor. Una vez obtenidos los datos de las emisiones, y conocida la cantidad de carbono que hay en la gasolina, el cálculo del consumo resulta sencillo:

Motor de gasolina:

$$CC = (0{,}1154 / D) \times [(0{,}866 \times HC) + (0{,}429 \times CO) + (0{,}273 \times CO_2)]$$

Motor Diesel:

$$CC = (0{,}1155 / D) \times [(0{,}866 \times HC) + (0{,}429 \times CO) + (0{,}273 \times CO_2)]$$

Donde:
CC = Consumo de combustible expresado en litros cada 100 km.
D = Densidad del combustible usado en el ensayo.
HC = Emisiones registradas de hidrocarburos en g/km.
CO = Emisiones registradas de monóxido de carbono en g/km.
CO_2 = Emisiones registradas de bióxido de carbono en g/km.

El consumo homologado de combustible que se puede encontrar en la ficha técnica de cualquier automóvil se expresa en tres cifras. El consumo urbano es calculado sobre las emisiones recogidas durante la primera parte del ensayo, en la que se producen las cuatro repeticiones del ciclo urbano. El consumo extraurbano hace lo propio con las emisiones de la segunda parte de la prueba, correspondiente a la simulación del recorrido no urbano.

El consumo en ciclo mixto se obtiene a partir de los valores de las dos primeras, y se trata de la media ponderada de ambas de acuerdo a la distancia que recorre el automóvil en la medición de cada una de ellas. En otras palabras, puesto que de los 11,007 km que abarca la prueba completa, 4,052 km (el 36,8%) corresponden a las repeticiones del ciclo urbano y 6,955 km (el 63,2%) al recorrido extraurbano, el consumo en ciclo mixto se calcula como:

(0,368 x consumo urbano) + (0,632 x consumo extraurbano).

ANEXO 21: TRATAMIENTO DE EMISIONES DIESEL

La lucha contra las emisiones contaminantes de los motores Diesel se centra principalmente en la reducción de óxidos de nitrógeno (NOx) y de partículas sólidas. Los primeros son generados durante la combustión tanto en los motores de gasolina como en los Diesel. Para su formación es necesaria, entre otras cosas, una cierta concentración de oxígeno libre tras la combustión. Por eso representa un problema especialmente grave en motores que funcionan con exceso de este gas, como el Diesel o la gasolina de mezcla pobre.

Las partículas (hollín) generadas por un motor Diesel son perceptibles por el denso humo negro que deja tras de sí un vehículo propulsado por este tipo de motor en plena aceleración. El ACPM está formado por cadenas de hidrocarburos mucho mayores y pesadas que la gasolina. Cuando el motor trabaja a cargas medias y bajas se inyecta muy poco combustible en comparación con el aire introducido en los cilindros, de modo que en todo el volumen de la cámara hay una gran cantidad de oxígeno para completar la combustión. Sin embargo, cuando se hace trabajar el motor a plena carga (por ejemplo, en una aceleración), puede ocurrir que una parte de la gran cantidad de combustible inyectada no encuentre en sus inmediaciones un volumen suficiente de oxígeno como para terminar la oxidación, haciendo que queden tras la combustión largas cadenas de hidrocarburos parcialmente oxidadas, que tienden a reagruparse y formar el hollín.

El principal peligro de estas partículas es que tienden a depositarse sobre el tejido pulmonar cuando son inhaladas, bien por si solas (partículas secas), o bien con cadenas de hidrocarburos en estado líquido (partículas húmedas). En la actualidad hay un agrio debate sobre si la aparición de los modernos

sistemas de inyección de alta presión (conducto común y bomba-inyector) supone un alivio o un agravamiento de este problema, pues hay estudios que parecen indicar que el menor diámetro de las partículas formadas en este tipo de motores hace que se depositen con mayor facilidad en los pulmones y acrecienten sus efectos nocivos.

Las restrictivas normas anticontaminantes vigentes en la actualidad, y de próxima entrada en vigor, fuerzan a buscar nuevos métodos de reducir estas emisiones. Hay formas de mitigarlas en su origen, durante la combustión en el interior del cilindro, pero esto no es suficiente e implica importantes sacrificios en cuanto a potencia y prestaciones se refiere. Por ello, se hace necesario el recurso a procesos de tratamiento de los gases de escape una vez generados, más allá aún de lo que permiten los actuales convertidores catalíticos. Entre los nuevos métodos destacan las trampas o filtros de partículas y de NOx (óxidos de nitrógeno).

El desarrollo de sistemas que permitan una combustión más efectiva y limpia resulta por el momento insuficiente para solucionar el problema de las emisiones de partículas de los motores Diesel. Para reducir el volumen de éstas al nivel que exigen las próximas normas anticontaminantes se hace necesario el uso de las llamadas «filtros» o «trampas» de partículas.

Estas trampas retienen en su interior las partículas originadas en el proceso de combustión, evitando que sean expulsadas a la atmósfera. Pero, como evidentemente la capacidad de estos filtros no es ilimitada, es necesario proceder a su limpieza. Esto se hace de forma periódica y automática durante el funcionamiento normal del vehículo, sin que el conductor pueda notar nada. Esto se consigue provocando la oxidación espontánea de las partículas retenidas aumentando la temperatura de los gases de escape, generalmente mediante una pequeña post-inyección de combustible durante la carrera de expansión. Sin embargo, las temperaturas mínimas necesarias para provocarlo rondan los 650°C, excesivas para asegurar la integridad del sistema de escape, por lo que es necesario buscar formas de provocar esta reacción a menores temperaturas.

Para conseguirlo se recubren las caras internas del filtro con ciertos catalizadores químicos que facilitan la oxidación de las partículas retenidas a unos 500 ó 550°C. Un paso más consiste en el uso en el propio combustible de aditivos que provoquen el mismo efecto, como es el caso del denominado Eolys. Estas medidas permiten, por ejemplo, que la regeneración del filtro de partículas se produzca a unos 450°C, temperatura que se alcanza mezclando pequeñas cantidades de ACPM con los gases de escape, que será oxidado en su camino

hacia la trampa. Dependiendo del estilo de conducción que se practique, para su regeneración completa es suficiente mantener esta temperatura durante dos o tres minutos a intervalos de 400 ó 500 kilómetros.

Volkswagen, por su parte, ha presentado un filtro denominado CRT, acrónimo de Continuous Regeneration Trap. A diferencia de otros filtros de partículas, en lugar de esperar a que su capacidad esté prácticamente agotada para proceder a su limpieza, entra en un proceso de regeneración continua tan pronto como el volumen de partículas retenido supera el 20 ó 30% del total admisible. Para ello, además, hace uso del NO_2 generado en un catalizador de oxidación previo en lugar del O_2. Con todo ello, el filtro CRT precisa unas temperaturas de funcionamiento en torno a los 300°C, que pueden ser alcanzados bien mediante la postinyección de carburante, bien mediante sistemas externos, como resistencias eléctricas. Tan pronto como la capacidad del filtro ha sido restituida a valores por debajo del 20%, el proceso de regeneración es detenido.

Uno de los principales inconvenientes de estos sistemas radica en la alta concentración de azufre que presentan la mayor parte de los combustibles actuales, que tiende a depositarse en los convertidores catalíticos y puede afectar el funcionamiento de estos filtros. En espera de que los niveles de azufre sean rebajados, el CRT trata de mitigar este efecto aumentando puntualmente la temperatura de los gases de escape por encima de los 500°C, lo que provoca, no obstante, que el nivel de emisiones aumente durante cortos períodos de tiempo, reduciendo su efectividad global.

Eliminar los óxidos de nitrógeno de los gases de escape implica separar los átomos de nitrógeno y oxígeno, obteniendo como productos de la reacción N_2 y O_2. Esto, que es una de las reacciones que tienen lugar en los catalizadores que equipan actualmente los vehículos de gasolina, resulta muy difícil de realizar en los vehículos Diesel y gasolina de mezcla pobre, debido a la concentración de O_2 que ya hay en los gases de escape.

La transformación de los NOx en N_2 y O_2 se realiza en dos fases. En la primera de ellas el NO es oxidado con la ayuda de ciertos catalizadores químicos a NO_2. Este gas será captado y retenido por el filtro, en cuyo interior se encuentra depositado un óxido de un metal alcalinotérreo, como pueda ser el bario.

En una segunda fase, y al igual que ocurre en las trampas de partículas, este proceso se mantiene hasta que la capacidad del filtro se va agotando, momento en que debe procederse a una regeneración del mismo. Esto se consigue creando durante unos segundos una atmósfera con baja concentración de oxígeno; hay una pequeña postinyección de combustible, cuya oxidación ago-

tará el O_2 todavía existente en los gases de escape. De este modo, los NOx, almacenados en el filtro en forma de nitratos, son liberados y reducidos a N_2, reacción que puede tener lugar como en un catalizador de reducción tradicional gracias a la ausencia de oxígeno. El uso del combustible para eliminar el O_2 implica un aumento del consumo que se cifra por debajo del 1%.

Los resultados obtenidos con estas trampas de NOx son esperanzadores, alcanzan reducciones del volumen de emisiones en torno al 90%. Por desgracia, son extremadamente sensibles a la existencia de azufre en el gasóleo. Esto se debe a las similares propiedades reactivas de los óxidos de nitrógeno y de azufre, que hace que sea el azufre lo que queda fijado en el filtro en lugar de los NOx. Por si fuera poco, la eliminación de los sulfatos así formados exige temperaturas por encima de los 600°C, por lo que se requiere un proceso de regeneración específico, paralelo al destinado a eliminar los NOx almacenados, que somete al sistema de escape a un severo castigo. Por ello los fabricantes claman por un gasóleo con una menor concentración de azufre, que aumentaría el periodo en que se deben limpiar de los sulfatos depositados.

ANEXO 22: TENDENCIAS EN TRACTORES

John Deere presentó su nueva línea de tractores 9000, entre sus 54 nuevos productos, de gran potencia, tracción en las cuatro ruedas o con orugas (figura 1). Sus dos modelos de motores de 450 HP son los más grandes del mercado. Un adicional clave para esta línea es la nueva transmisión powershift de 18 marchas que ofrece la posibilidad al operario de pasar de cambios cuando sea necesario, también existe una posición automática en la cual el operario ingresa la velocidad requerida y el tractor decide por si solo la marcha, basado en la carga.

Figura 1. Nuevos tractores con suspensión delantera y asiento inteligente

Fuente: John Deere

En la serie 8020 se presentaron dos innovaciones: el asiento activo (también en 9020), que utiliza un acelerómetro para medir la velocidad del movimiento del asiento, que unido a un actuador equipara la velocidad de movimiento del asiento y el tractor cuando este atraviesa por terreno irregular, incrementando el confort y por ende la productividad. La segunda innovación es la suspen

sión independiente en el tren delantero que logra que las ruedas se encuentren siempre perpendiculares al terreno, aumentando el confort y maniobrabilidad en el campo y evitando saltos de tracción (figura 2).

Los tractores alemanes Fendt fueron presentados con el máximo equipamiento y confort (es el Porche de los tractores). Con transmisión de variación continua hidráulica-mecánica, y rodado delantero de gran diámetro (figura 3). El desarrollo tecnológico del tractor en todas sus características está presente en esta máquina.

Figura 2. Detalle de suspensión delantera (mayor confort, mayor tracción y mayor velocidad final)
Fuente: John Deere

Figura 3. Tractores Fendt

Caterpillar lanza su nueva serie MT de tractores con banda de caucho para cultivos en hileras, con un rango de potencias entre 185 y 255 HP (figura 4). Esta línea cuenta con velocidad de transporte de casi 40 km/h.

Figura 4. Tractor Caterpillar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA "EFE" GÓMEZ