

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

Facultad de Ingeniería Automotriz

TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Reparación y restauración de un tractor agrícola modelo HEBEI 150

Yandún Bolaños Bolívar Andrés

Director: Ing. Miguel Granja

2011
Quito, Ecuador

CERTIFICACIÓN

Yo, Yandún Bolaños Bolívar Andrés declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal mía. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.

Yandún Bolaños Bolívar Andrés
CI: 0401422316

Yo, Ing. Miguel Granja, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor, Yandún Bolaños Bolívar Andrés, es el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.

Ing. Miguel Granja
Director

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Internacional del Ecuador, quien me dió apertura para seguir mis estudios y conseguir mi meta, a los Decanos y Catedráticos de la facultad y en particular a mis maestros formadores de mi personalidad, de mecánica automotriz, que me fortalecieron con nuevos conocimientos, alternativas y planificaciones innovadoras para hacer uso de ellas en el mundo tecnológico, las mismas que generan un cambio en la sociedad.

Andrés

DEDICATORIA

Si las raíces del árbol son cortas y superficiales, el árbol crece raquítico y sus frutos de pésima calidad, al menor viento se caen. En cambio un árbol con raíces profundas es robusto crece sobre los demás da buenos frutos, y de estos salen las mejores semillas que son por su calidad requeridos en todas partes.

Al igual que ellos, cuando el ser humano tiene valores como la responsabilidad el trabajo sirve a la sociedad. Yo le debo a mi madre formadora de mi personalidad, ella asido la sombra en mi camino a ella le dedico mi pensamiento plasmado en esta tesis.

Andrés

ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1: Historia y evolución del tractor agrícola.....	1
1.1. Tractores de cadenas.....	8
1.2. Tractores con neumáticos.....	9
1.3. Primeros avances ergonómicos. Cabinas de seguridad.....	11
1.4. Clasificación de Tractores.....	13
1.5. Importancia en el Sector Productivo.....	20
Capítulo 2: El tractor agrícola.....	21
2.1 Bastidor o chasis.....	23
2.1.1 Características.....	26
2.2 Carrocería.....	27
2.2.1 Carrocería del HEBEI 150.....	28
2.2.2 Restauración.....	28
2.3 Motor y Mecanismos.....	31
2.4 Características del motor.....	36
2.5 Reparación mayor del motor.....	38
2.6 Arranque.....	40
2.7 Transmisión.....	42
2.8 Frenos.....	46
2.9 Sistema de dirección.....	49
2.9.1 Funcionamiento de la dirección mecánica.....	51
2.10 Dínamo.....	52
2.11 Refrigeración.....	53
2.12 Ruedas.....	54
2.12.1 Dibujo de la cubierta.....	55

Capítulo 3: ACCESORIOS DEL TRACTOR HEBEI 150	59
3.1.1 Enganche de tres puntos.....	60
3.2. Sistemas Hidráulicos.....	61
3.2.1. Elevador Hidráulico.....	62
3.2.2. Cuidados del sistema.....	63
Capítulo 4. Análisis Económico Financiero	74
Capítulo 5: Mantenimiento y prevención	
4.1 Medidas preventivas.....	66
4.2 Mantenimiento y conservación del motor.....	64
4.2.1 Mantenimiento y cuidados mínimos del sistema.....	64
4.2.2 Filtro de aire.....	65
4.2.3 Cambio de aceite.....	65
4.2.4 Mantenimiento del sistema de refrigeración.....	66
4.2.5 mantenimiento de la transmisión.....	66
4.3 Mantenimiento de los Neumáticos.....	67
4.3.1 lastrado.....	69
4.4 Normas de seguridad en la conducción del tractor.....	71
4.4.1 Vuelco lateral.....	71
Capítulo 6. Anexos	76
Conclusiones.....	78
Recomendaciones.....	79
Bibliografía.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del motor.....	36
Tabla 2. Índice de carga.....	58
Tabla 3. Código de velocidad.....	58
Tabla 4. Referencia de utilización.....	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Capítulo 1:

Figura 1.1. Principios del arado.....	1
Figura 1.2. Primeros Tractores.....	3
Figura 1.3. Tractor de vapor tipo triciclo.....	3
Figura 1.4. Ruedas con nervaduras.....	3
Figura 1.5. Tractor HEBEI 150 con motor a Diesel.....	4
Figura 1.6. Tractor triciclo con motor.....	5
Figura 1.7. Tractor Landral.....	5
Figura 1.8. Tractor Pioneer.....	6
Figura 1.9. Tractor John Deere.....	6
Figura 1.10. Tractor Con escape superior.....	7
Figura 1.11. Tractor MOGUL de banda.....	7
Figura 1.12. Tractor de doble tracción.....	8
Figura 1.13. Tractor semioruga.....	9
Figura 1.14. Tractor oruga.....	9
Figura 1.15. Tractor con neumáticos.....	10
Figura 1.16. Tractores para cultivo.....	10
Figura 1.17. Tractores John Deere.....	11
Figura 1.18. Serie 30 de John Deere.....	12
Figura 1.19. Tractor KUBOTA.....	12
Figura 1.20. Tractor Kibota con cabina.....	13
Figura 1.21. Tractores John Deere 2011.....	19

Capítulo 2:

Figura 2.1. Tractor Agrícola en reparación.....	21
Figura 2.2. Partes del tractor.....	22
Figura 2.3. Bastidor de Hebei 150.....	24
Figura 2.4. Tractor Articulado.....	24
Figura 2.5. Bastidor.....	26

Figura 2.6. Capó de tractor HEBEI 150.....	27
Figura 2.7. Carrocería de tractor agrícola.....	28
Figura 2.8. Partes de la Carrocería.....	29
Figura 2.9. Óxido en capó.....	30
Figura 2.10. Preparación de carrocería.....	31
Figura 2.11. Esquema de motor monocilíndrico horizontal.....	36
Figura 2.12. Tiempo de Admisión.....	37
Figura 2.13. Compresión.....	37
Figura 2.14. Motor HEBEI 150.....	38
Figura 2.15. Empaques.....	39
Figura 2.16. Asentamiento de válvulas.....	40
Figura 2.17. Manivela de arranque.....	40
Figura 2.18. Poleas y volante.....	41
Figura 2.19. Válvula de descompresión.....	42
Figura 2.20. Esquema de transmisión.....	43
Figura 2.21. Palanca en Posición neutro.....	44
Figura 2.22. Palanca de reducción y aumento.....	44
Figura 2.23. Cambios de velocidad.....	45
Figura 2.24. Freno sin presión al pedal.....	47
Figura 2.25. Freno con presión al pedal.....	47
Figura 2.26. Freno de seguridad acoplado y desacoplado.....	48
Figura 2.27. Palanca de accionamiento de freno de estacionamiento.....	48
Figura 2.28. Caja de dirección.....	49
Figura 2.29. Volante y columna de dirección.....	49
Figura 2.30. Barra de dirección y eje de giro.....	50
Figura 2.31. Rótulas y tornillo de regulación.....	51
Figura 2.32. Giro de las ruedas.....	51
Figura 2.33. Dínamo.....	52
Figura 2.34. Ruedas neumáticas.....	54
Figura 2.35. Partes internas y externas de la rueda.....	55
Figura 2.36. Rueda directriz y motriz.....	56

Capítulo 3:

Figura 3.1. Enganche de tres puntos.....	59
Figura 3.2. Discos John Deere.....	60
Figura 3.3. Palancas de control.....	61
Figura 3.4. Diagrama de un elevador hidráulico.....	62

Capítulo 4:

Figura 4.1. Hidroinflado.....	67
Figura 4.2. Ruedas con lastre.....	68
Figura 4.3. Contacto de la llanta según el inflado.....	69
Figura 4.4. Distribución de peso.....	70

SÍNTESIS

La restauración y reparación de un tractor agrícola es un proceso largo y muy complejo en el que como primer paso se hace una evaluación del estado del tractor y su funcionalidad para después tratar cada aspecto mecánico (motor, transmisión, anclajes y sistema hidráulico), eléctrico y la carrocería , en el que cada pequeño detalle supone un paso hacia el resultado final, en el que apreciaremos la imagen original del tractor, todo un trabajo que exige un esfuerzo minucioso para obtener el resultado esperado y a su vez aplicarlo en el área correspondiente.

El proceso se lleva a cabo con la mayor rigurosidad posible, para que todas las piezas funcionen y queden como recién salidas de fabrica, de esta manera nos evitamos problemas en el camino, ya que pueden surgir imprevistos como la carencia de piezas clásicas en el mercado o haber realizado una evaluación inicial demasiado optimista, que nos lleva a encontrarnos con más dificultades de las esperadas.

En este caso, la reparación del motor fue inicialmente desde cero, conforme se iban obteniendo los repuestos necesarios, y a la vez corrigiendo y rectificando partes del motor ya que por los años tenían un fuerte desgaste en su interior. Finalizado esta reparación se procedió a la restauración total de la carrocería y parte eléctrica, con un riguroso tratamiento para obtener un resultado original y de fábrica, así con el trabajo realizado proceder a la prueba final para comprobar su funcionalidad de cada mecanismo y a la vez descartar posibles fallas que se pueden presentar en el transcurso de la prueba.

PALABRAS CLAVES

TRACTOR AGRÍCOLA: Vehículo de motor de gran torque y una potencia menor cuyas ruedas se adhieren fuertemente al terreno al que se encuentre, y se emplea para el arrastre de maquinaria y en las labores agrícolas.

LASTRE: Peso o carga extra que se coloca al tractor agrícola, ya sea unidas a las ruedas o en la parte donde se encuentran las ruedas motrices para una mayor tracción. También es muy utilizado el lastre para brindar estabilidad al tractor.

PATINAMIENTO: Este se puede medir en la polea (toma de fuerza) y en las ruedas, estas determinaciones se realizan por la importancia que tiene en lo referente al aprovechamiento de esfuerzos y en lo negativo de su presencia, dado el malgasto de combustible, neumáticos y horas de trabajo.

RASTRA: Accesorio que va enganchado al tractor por medio de tres puntos, la cual donde lanzan la tierra en direcciones opuestas.

HIDROINFLADO: Inflado especial para los neumáticos de un tractor agrícola. Se llena con un porcentaje de aire al neumático y después se procede a llenarlo con agua. Este método sirve como lastre.

VÁLVULA DE DESCOMPRESIÓN: Válvula manual que se encuentra junto al cabezote, sirve para que no se forme una restricción al encender el tractor con la manivela.

DÍNAMO: Es un generador eléctrico destinado a la transformación de flujo magnético en electricidad mediante el fenómeno de la inducción electromagnética, generando una corriente continua eléctrica.

TRADUCCIÓN AL INGLÉS

Summary

Title: Repair and restoration of an agricultural tractor model HEBEI 150.

Restoring and repairing a tractor is a long and very complicated process in which the first step is an assessment of the tractor and functionality to move on to each aspect as the mechanical (engine, transmission and anchors), the electricity and the body, where every little detail is a step towards the final result, which will appreciate the original image of the tractor, all work that requires a careful effort to obtain the desired result.

The process is carried out as rigorously as possible, so that all parts work and are as fresh from the factory, so we avoid problems down the road, and contingencies that may arise as the lack of classical pieces on the market or have completed an initial assessment too optimistic, leading us to encounter more difficulties than expected.

In this case, repairing the engine was originally from zero, as they were getting the necessary spare parts, while editing and correcting parts of the engine and that for years had a severe wear on the inside. Complete this repair proceeded to the total restoration of the body and electrical parts, with a rigorous treatment to obtain a factory original and proceed with the work the final test to verify functionality of each mechanism and the time rule possible failures that may occur during the test.

KEY WORDS

AGRICULTURAL TRACTOR: Motor vehicle high torque and a minor power whose wheels are attached tightly to the ground when you fall, and are used for hauling machinery and farming.

BALLAST: Weight or extra burden placed the tractor, either attached to the wheels or in part where the drive wheels for traction. It is also widely used ballast to provide stability to the tractor.

SKATING: This can be measured in the pulley and the wheels, these determinations are made for the importance it has in relation to the use of effort and cons of their presence, given the waste of fuel, tires and working hours.

TRACE: An accessory that is hitched to the tractor by three points, which released the land where in opposite directions

HYDRO INFLATED: Special Inflating for the tires of a tractor. Is filled with a percentage of air to the tire and then proceeded to fill it with water. This method serves as ballast.

RELIEF VALVE: Valve manual located next to the headstock, serves to not form a restriction on starting the engine with the crank.

DYNAMO: An electric generator for processing of magnetic flux into electricity by the phenomenon of electromagnetic induction, generating an electrical current.

INTRODUCCIÓN

En una restauración total primeramente se debe tener los recursos económicos necesarios para poderlo realizar, en nuestro caso la totalidad del proyecto era inservible por lo que se procedió al desarme total. Una restauración en si es el de conseguir nuevamente al vehículo original o de fabrica, para esto se tiene que tener un informe detallado de todas las partes del tractor y la facilidad de encontrar repuestos.

Este proyecto está encaminado al mejoramiento del aprendizaje en la Universidad Internacional del Ecuador, y la aplicación de las diferentes áreas automotrices. En este caso toda la restauración es muy factible realizarla en Ecuador en la ciudad de Quito, con la facilidad de encontrar las partes necesarias y a su vez reconstruirlas.

CAPÍTULO 1

1. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL TRACTOR AGRÍCOLA

La maquinaria agrícola cuenta con una gran variedad de opciones a elegir. Sin embargo, los tractores agrícolas son los que más han influido en cuanto a la modernización de la agricultura, ya que es considerado como el medio auxiliar de mayor relevancia a la hora de realizar actividades agrarias. Respecto a su constitución, poseen ruedas o cadenas con disposición de dos ejes y con una gran potencia de tracción y baja potencia. En el caso de los tipos más normales, éstos poseen ruedas neumáticas, ya que son motrices y tiene un par trasero de ruedas de gran diámetro.

El nombre de este medio viene del verbo latino “trahere”, que implica la acción de tirar algo en algún lugar. Por eso se denomina de esta forma al vehículo agrícola que se emplea cuando también se quieren accionar otras herramientas auxiliares para mejorar el trabajo. Entre ellas podemos mencionar a las cosechadoras, a los arados, segadoras y también a los remolques. Asimismo, se lo puede utilizar cuando se necesita de una fuente proveedora de potencia. El uso de los tractores agrícola, fue lo que posibilitó que se disminuya notablemente la mano de obra en distintos trabajos agrícolas y que se hayan mecanizado las tareas de carga y las tareas de tracción. Recordemos que ambas tareas habían sido realizadas por animales, como el asno y el buey, antes de la aparición de este vehículo.



Figura 1.1. Principios del arado

El ser humano, inteligente, pero poco preparado para la realización de labores duras y poco atractivos como muchos de los trabajos agrícolas, ha buscado desde sus inicios el desarrollo de maquinaria que lo sustituyan mejorando de esta forma su calidad de vida y forma de producción.

El término Mecanización Agraria indica la realización con máquinas de los trabajos que en el campo en otros tiempos se hacían con fuerza animal o mediante la actividad del hombre.

Dos son los objetivos básicos de la mecanización agrícola:

- Aumentar la productividad.
- Mejorar la ergonomía del trabajo en el ámbito agrícola.
- Disminuir costos.

Muy variadas han sido las soluciones mecánicas encontradas por el hombre para trabajar en la agricultura, hasta el punto que hoy puede decirse que, en la mayoría de las actividades agrícolas, el ser humano ha dejado de ser el aporte energético, pasando a ser el controlador de la potencia requerida por las máquinas.

De todas las máquinas desarrolladas por el hombre para la mecanización de la agricultura es, sin duda alguna, el tractor agrícola la más importante.

Si bien en un principio los tractores agrícolas se dedicaron a reemplazar la tracción animal, en la actualidad son máquinas equipadas con dispositivos adicionales que los convierten en auténticas fuentes de energía, consiguiendo una polivalencia de uso que los hace insustituibles en toda aquella agricultura mínimamente mecanizada.

Uno de los primeros tractores construidos como máquinas autopropulsadas datan de 1890, aunque los trabajos publicados en medios de comunicación escritos cuentan que ya en 1810, Pratt en Inglaterra, realizó un primer arado alternativo arrastrado por cable mediante dos máquinas de vapor situadas a ambos lados del arado tiraban de él.



Figura 1.2. Primeros Tractores

Las primeras máquinas de vapor no tenían sistema de tracción y sus aplicaciones agrícolas las hacían mediante transmisiones por correa.

La rodadura del tipo triciclo hizo más fácil el diseño, y aunque al principio las ruedas fueron lisas, más tarde, para mejorar la capacidad de tracción, se dotaron de tetones.



Figura 1.3. Tractor de vapor tipo triciclo.

Posteriormente para facilitar la rodadura las ruedas se dotaron de nervaduras.



Figura 1.4. Ruedas con nervaduras

Los tractores de arados se construyeron en la misma época, y fueron perfeccionados en 1850 por John Foster en Inglaterra y por Max Eyth en Alemania.

Fue en la última década del siglo XIX cuando aparecieron los primeros tractores de arado con motor de combustión interna.



Figura 1.5. Tractor HEBEI 150 con motor a Diesel

Los primeros tractores construidos con motor se parecían enormemente a los primitivos tractores accionados por máquinas de vapor, pero al ser su potencia mucho más elevada y su peso más reducido, surgieron problemas debido a la reducida capacidad de tracción, lo que dio lugar a trabajos encaminados a su mejora consiguiéndose en un tiempo corto, notables avances.

Uno de estos avances fue el tractor construido por Paul Ford en 1909 con un motor de gasolina de 2 cilindros. Obsérvese en la siguiente fotografía que era del tipo triciclo, que la rueda directriz era la trasera y que las ruedas motrices, de gran diámetro, eran lisas.

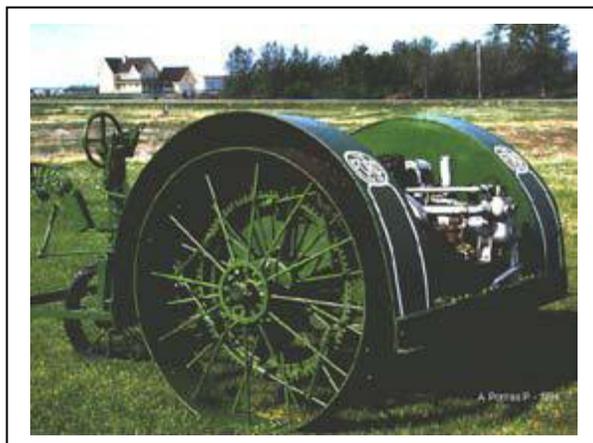


Figura 1.6. Tractor triciclo con motor

Para mejorar la capacidad de tracción y eficiencia, los constructores se dedicaron a producir tractores grandes y muy pesados con ruedas de transmisión cada vez más anchas y de mayor diámetro. Se construyó en Mannheim, Alemania en 1912 el tractor LANDRAL, el cual tenía un peso de unos 5000 Kg, y estaba provisto de un sistema de rodadura con ruedas metálicas con banda de rodadura lisa y de gran anchura y diámetro, buscando aumentar la superficie de contacto rueda y suelo, así mejorar la capacidad de tracción y con ello la potencia de tiro.



Figura 1.7. Tractor Landral

El incremento de la potencia de los motores y la necesidad de aumentar la capacidad de tracción llevó a los constructores a colocar en las grandes y anchas ruedas metálicas primero tetones y luego garras. Así se construyó el tractor PIONNER, que en 1910, se decía que era el

más rápido, con una caja de cambios con tres velocidades adelante y motor con lubricación forzada y 4 cilindros. En él llegaron a medirse hasta 30 C.V. de potencia de tracción.



Figura 1.8. Tractor Pioneer

Las garras en la banda de rodadura de las llantas metálicas fueron, durante mucho tiempo, una solución mecánicamente simple y que de forma muy eficaz permitió incrementar la capacidad de tracción de los tractores, pero presentaban limitación al transitar por carreteras asfaltadas.

Y en 1918 se construyó el WATERLOO BOY TRACTOR, que fue el precursor de la amplia gama de John Deere, y que aportó además de una caja de cambios situada en un lateral del motor, un sistema mixto de lubricación (presión + barboteo) que daba larga duración a los cojinetes del motor y de la caja de cambios.



Figura 1.9. Tractor John Deere

Cabe recalcar que los primeros tractores provistos de toma de fuerza aparecieron entre 1915 y 1919.

Posteriormente aparecen tractores que indican grandes avances técnicos, como son filtro de aire en baño de aceite, tubos de escape colocados hacia arriba, válvulas en cabeza y refrigeración por agua presurizada. Además y en la transmisión tenía diferencial y en la rodadura ancho de vía variable. También tenía, polea y toma de fuerza.



Figura 1.10. Tractor Con escape superior

El aumento de la polivalencia de los tractores agrícolas llevó a desarrollar sus posibilidades de transporte. Así en 1919 la INTERNACIONAL - HARVERSTER construyó un tractor con motor mono cilíndrico, el MOGUL que cubría la banda de rodadura de las ruedas metálicas con bandas de caucho provistas de nervaduras, lo que le permitía hacer faenas de tracción y de transporte para carreteras públicas.



Figura 1.11. Tractor MOGUL de banda

Buscando aplicar a los tractores agrícolas las ventajas del ciclo Diesel, y de la reversibilidad de los motores de dos tiempos en 1921, con grandes defectos en los sistemas de rodadura y de frenado, lo que disminuía su capacidad de tracción, LANZ introdujo un tractor sencillo, robusto, de bajo costo de funcionamiento y alta fiabilidad en su trabajo, provisto de un motor monocilíndrico con pistón horizontal que desarrollaba 12 C.V. Su velocidad máxima de funcionamiento era de 4'2 Km/h y el avance o el retroceso lo determinaba el sentido de rotación del motor.

La importancia de la doble tracción hizo que en 1929 apareciera un tractor con motor de inyección el BULLDOG HP ALLARD con tracción en las cuatro ruedas y con doble diferencial, que le permitía ofrecer mucha más potencia a la barra que otros tractores similares en peso y potencia.

Su distribución de peso en vacío era de 1/3 en el eje trasero y 2/3 en el eje delantero, de forma que en condiciones de uso tenía una distribución de carga prácticamente igual en ambos ejes. Su motor, con ciclo Diesel, quemaba alquitrán, gasoil, grasas animales y vegetales, y se refrigeraba con agua.



Figura 1.12. Tractor de doble tracción

1.1. Tractores de cadenas

Simultáneamente al desarrollo mostrado en tractores de ruedas, para aumentar la capacidad de tracción y evitar la compactación del terreno y el patinamiento, algunos fabricantes optaron por la construcción de tractores del tipo semioruga.



Figura 1.13. Tractor semioruga

Un tractor de cadenas de moderna tecnología y avanzado diseño fue el CLETRAC. Utilizaba un tren de rodadura con rodillos estancos para apoyo de las cadenas y un tensor en la parte superior, y además tenía polea y toma de fuerza y ofrecía una potencia a la barra de 26 C.V.



Figura 1.14. Tractor oruga

1.2. Tractores con neumáticos

La utilización de neumáticos inflables en la rodadura ofrecía notables ventajas, tanto en tracción, como en transporte. Así en 1931, apareció en el mercado el tractor RUMLEY 6, con un motor todavía de gasolina con 6 cilindros y tracción simple con sistema de rodadura de neumáticos inflables, donde los neumáticos de las ruedas motrices no tenían las nervaduras características de la banda de rodadura, sino que, se utilizaban a modo de tetones que al clavarse en el suelo mejoraban la capacidad de tracción.



Figura 1.15. Tractor con neumáticos

En 1938 la firma John Deere lanzó el tractor modelo AO con una concepción especialmente adaptada a las plantaciones de frutales.

Entre sus novedades contaba con una reducida envergadura en altura y una carrocería con un diseño que permitía circular sin enganches con las ramas bajas de los árboles.

Tenía un motor Otto de dos cilindros provisto de un gran volante de inercia, que llegaba a 975 r.p.m. Su peso de sólo 2300 Kg y sus ruedas de neumáticos inflables de gran anchura, le permitían circular por las calles de las plantaciones de frutales sin hacer una excesiva compactación del terreno.

Aportó además un ancho de vía variable, tanto en el eje delantero como en el trasero, que aumentaba su capacidad de adaptación a diferentes condiciones de trabajo.



Figura 1.16. Tractores para cultivo

La firma John Deere, entró en el mercado del tractor pequeño y lanzó en la década de los años 30 diversos modelos pensando en el potencial de compra de los pequeños agricultores apegados aun a la tracción animal.

También sirvieron estos modelos como tractor secundario para aquellos agricultores mecanizados para su utilización en labores con poca necesidad de potencia.



Figura 1.17. Tractores John Deere

A principios de los 40 apareció una nueva aplicación de los tractores, las tomas de fuerza se normalizaron, lo que contribuyó al desarrollo de máquinas para ser accionadas por el tractor.

También el equipo hidráulico fue adoptado en esta década por gran número de fabricantes, y se comercializaron tractores dotados de toma de fuerza, enganche en tres puntos y equipo hidráulico, que permitía ajustes en marcha eliminando la necesidad de cables y palancas de elevación de los aperos.

1.3 Primeros avances ergonómicos. Cabinas de seguridad

La serie 30 de John Deere, que apareció en la década de los 50, ofrecía detalles que atendían la comodidad de trabajo del conductor, tales como asientos mejorados, toma de fuerza independiente, dirección hidráulica y gran habitáculo para la conducción.



Figura 1.18. Serie 30 de John Deere

A partir de la década de los 60 la ergonomía de los tractores agrícolas fue en aumento, la práctica totalidad de los tractores se construyen con motores diesel, los cambios de marchas han sido perfeccionados y los sistemas de tracción mejorados.

El modelo M 7030 F, con asiento amortiguador de vibraciones y con fácil y cómodo acceso al volante y a las palancas de cambios y a los pedales fue una de las mejores innovaciones en el aspecto agrícola ya que brinda mayores beneficios a los usuarios.



Figura 1.19. Tractor KUBOTA

Con tracción a las cuatro ruedas, es el modelo L 2550 de Kubota que tiene un motor de cuatro cilindros, cuatro tiempos, inyección directa, 1935 cm³, y un régimen de giro nominal de 2600 r.p.m.

Este tractor está provisto de toma de fuerza independiente, enganche tripuntal con control hidráulico de elevación, dirección asistida hidráulicamente, frenos de disco en las ruedas traseras, equipo eléctrico completo de 12 voltios y asiento del conductor con suspensión y posición regulable.

La serie 30 de tractores Kubota dedicó una importante atención al confort del conductor. Cabina insonorizada, asiento con suspensión y gran visibilidad y amplitud del habitáculo fueron sus retos.



Figura 1.20. Tractor Kubota con cabina

1.4 Clasificación de Tractores.

1.4.1. Por la fuente de potencia utilizada.

- **Tracción Animal.** Primera fuente de potencia en labores de tracción. Como sabemos han sido utilizados los bueyes, los equinos, los mulares y la fuerza humana. Aún son utilizados en cultivos relativamente pequeños y de terceros pendientes.
- **Motor a Vapor.** Fue el primer eslabón en la sucesión de transformaciones que se originaron con la aparición de los automotores, sin que por ello se originaron con la aparición de los automotores, sin que por ello se extendiera mucho el área cultivada.

- **Motor de Combustión.** Permitió abarcar mayores áreas de cultivo, pero, al mismo tiempo, perfeccionar los métodos de cultivo y resolver dos problemas capitales para el agricultor: uno, la ejecución de grandes labores preparatorias para el establecimiento de cultivos nuevos y el de la oportunidad de los trabajos en la finca.
- **Motores Diesel.** Los tractores más modernos están equipados con este tipo de motor por la economía de su funcionamiento ya que su rendimiento térmico es mayor que los de gasolina, y por tanto, el costo de adquisición es mayor puesto que: al estar sometidos a presiones mucho más elevadas, los órganos del motor deben poseer un mayor peso y robustez; son también más lentos de funcionamiento debido al mayor peso de dichos órganos y al mayor lapso de tiempo que requiere la combustión del gas-oil.

1.4.2 Por su apoyo sobre el suelo.

1.4.2.1. De un apoyo.

Son generalmente tractores cultivadores y de jardín. Su estabilidad se consigue por los aperos que a él se enganchan. Son muy pequeños y para pequeñas áreas.

1.4.2.2. De dos apoyos.

- **De dos ruedas.** Por lo general utilizan motores de un cilindro, de 3-4 caballos de vapor. Admiten múltiples aplicaciones adaptándoles diversos tipos de arados, cultivadoras, etc. y también como cortadoras de pasto. Poseen mala adherencia, derivada de su poco peso, lo que impide utilizarlo para labores preparatorias profundas. Suelen maniobrarse con dificultad y tienen un costo inicial excesivo.
- **De oruga.** Se utilizan principalmente en labores pesadas y terrenos muy duros, como también en cultivos de arroz, terrenos pantanosos, muy arenosos y desnivelados, tales como laderas. La superficie de apoyo sobre el suelo y el

bajo centro de gravedad de estos tractores les permite maniobrar con facilidad sobre terrenos accidentados, muy flojos ó laderas, donde el trabajo con un tractor de ruedas sería sumamente difícil.

1.4.2.3. De tres apoyos.

Son apropiados para cualquier trabajo que se requiera tanto en labores agrícolas como industriales.

Su eje delantero de vía angosta puede estar acoplado a dos llantas muy contiguas o una sola llanta. Sus ruedas dobles son ajustadas o varios anchos de vía para laborar a varias distancias entre surcos.

Se utilizan generalmente en tareas de arado, siembra, cultivo, recolección de cosechas, transporte, etc, y también para accionar máquinas con su polea.

Se adaptan especialmente para cultivos en hileras, tales como maíz, algodón fríjol, etc. Posee grandes ventajas para esta clase de labores agrícolas por su amplia luz libre entre el eje y el suelo, por su fácil cambio de ancho de vía para adaptarlo a distancias entre surcos y por su reducido radio de viraje que le permite salir de un surco con facilidad y sin pérdida de tiempo. Además por su amplia luz sobre el suelo, permite adaptársele aperos adelante, al medio y atrás.

1.4.2.4 De cuatro apoyos.

Disponen por lo general de mayor luz libre entre el eje y el suelo, son más altos y diseñados para tareas de cultivo en plantaciones altas, tales como caña de azúcar.

Su eje delantero puede ser convertido en muchos de los casos a eje corto para disposición en triciclo y su eje trasero ajustable a diferentes anchos de vía.

1.4.3. De acuerdo a su utilización.

- **Universal.** Se denominan así porque son tractores de múltiples usos que pueden realizar una gran gama de labores agrícolas y de otros usos.
 - 1) **Triciclo.** Con dos ruedas motrices de gran diámetro y una delantera de menor diámetro.
 - 2) **Oruga de armazón alto.** Cuya razón se debe a que al tener una mayor luz entre el eje y el suelo, pueden ser utilizados para labores entre líneas con la vegetación crecida. Requieren de terrenos planos porque su estabilidad disminuye con la mayor luz entre el eje y el suelo.

- **Industrial.** Son simples modificaciones de los corrientes para adaptarlos a una marcha rápida y ágil. Los hay de oruga y de llanta. Son utilizados tanto en agricultura como en ingeniería. Como ejemplos tenemos los buldozer, retroexcavadoras, niveladoras, montacargas, etc.

- **Portadores.**
 - 1) **Tractores Porta aperos.** Casi la totalidad de los tractores son de este tipo, los cuales poseen mecanismos hidráulicos que les permiten levantar cualesquiera de estos aperos cuando ellos no son utilizados.
 - 2) **Tracto-Carros.** Utilizados como remolque en diferentes tipos de cultivo, como remolcador de caña de azúcar, portador de trozos de madera, etc.

- **Uso Agrícola.**
 - 1) **Tractores Hortícolas.** Estos, admiten múltiples aplicaciones adaptándoles distintos tipos de arado, cultivadores, etc.
 - 2) **Tractores de Jardín.** De reducidas dimensiones y potencias variables, según las particularidades del trabajo a que se destinen. Las mayores de cuatro ruedas, llevan motor de dos cilindros y pueden ser de 8-12 caballos de vapor; accionan el

juego delantero con su correspondiente diferencial. También los hay de una sola rueda unida al cigüeñal del motor.

- 3) **Tractores Cultivadores.** Los tractores que sólo se destinan a este tipo de labor, son generalmente de triciclo.
- 4) **Tractores Cosechadores.** Constantemente éstos están con las combinadas.
- 5) **Tractores Sembradores.** Con aperos adecuados realizan labores de siembra de diferente tipo, a saber: al voleo (granos pequeños), en surcos, etc.

1.4.4. De acuerdo al tipo de apoyo.

- **Tractores de Cadena.** Son usados con el objeto de conseguir la máxima adherencia, aún en condiciones difíciles, tales como terrenos labrados, movedizos, etc. Disponen de una gran fuerza de tiro. Su movilización se hace por medio de dos fuertes cadenas sin fin provistas de zapatas especialmente diseñadas para asentarse sobre el suelo y agarrarse a él, logrando así el mínimo de deslizamiento. Las cadenas pueden ser más o menos anchas dependiendo de la adherencia que se requiera.
- **Tractores Semi-Orugas.** Consiste en un sistema que permite convertir un tractor de ruedas en semi-oruga, sustituyendo las grandes ruedas motrices traseras por una rodadura de cadenas. Con ello aumenta el agarre de modo que, por ejemplo, en vez de tirar del arado bisurco, pueden emplearse 3-4 rejas y, aunque haya de hacerse más despacio el rendimiento es mayor y sobre todo resuelve el problema de los terrenos húmedos y resbaladizos en épocas de trabajo duro.
- **Tractores de Ruedas.** Tienen llantas de diferente tamaño: desde muy pequeño en el eje delantero, hasta de gran tamaño en el eje trasero. Los hay de llanta neumática ó metálica.

1.4.5. De acuerdo al tipo de transmisión.

- **Transmisión el eje trasero.** El tractor se impulsa por el movimiento transferido solamente a las llantas traseras.
- **Doble transmisión.** La transmisión o impulso se da tanto en el eje trasero como en el delantero.

1.4.6. De acuerdo a la potencia.

Se debe considerar el concepto de “RENDIMIENTO”. Es un sistema mecánico, es una relación entre el trabajo útil realizado por el sistema y el trabajo suministrado durante el proceso de transformación.

Es así como se puede observar que los tractores utilizan parte de su potencia en su propia movilización y la otra parte en la tracción.

En cuanto a lo anterior vemos que un tractor oruga solamente utiliza un 45% de su potencia en la labor agrícola, el tractor de neumáticos un 60% y el tractor de triciclo un 75%; esto en términos muy generales.

De acuerdo a lo anterior se han utilizado clasificaciones como la siguiente:

a. Tractores de jardín	Menos de 10 HP
b. Tractores pequeños	De 10 – 35 HP
c. Tractores medianos	De 35 – 70 HP
d. Tractores grandes	Mayores de 100 HP

Cabe advertir que esta clasificación por potencia es muy flexible, ya que las casas fabricantes están construyendo día a día motores con mayor potencia, conociéndose motores de más de 300 HP.



Figura 1.21. Tractores John Deere 2011

1.5 Importancia en el Sector Productivo

La mecanización agrícola tal y como la entendemos en la actualidad, es decir motorizada, tiene varios objetivos fundamentales:

1. Aumentar la productividad para el operario.
2. Cambiar el carácter del trabajo agrícola haciéndolo menos duro, más atractivo, cómodo y seguro.
3. Disminuir costos de mano de obra
4. Disminuir tiempos

Los seres humanos, a diferencia de las unidades de potencia o los motores, son muy ineficientes e ineficaces; están limitados a un rendimiento energético continuo de menos de 0.1 Kw y tienen por consiguiente, un valor casi nulo como fuentes primarias de potencia. Para que los trabajadores agrícolas puedan ser debidamente remunerados por su labor, deben ser productores eficientes controlando la potencia en vez de ser la fuente de ella.

Aunque los tractores han existido por más de un siglo, se les dio un primer impulso durante la Primera Guerra Mundial y alcanzaron su máximo ímpetu durante la Segunda Guerra Mundial, en caso, debido al enorme incremento en la demanda de alimentos y fibras con una disponibilidad de trabajo agrícola reducida.

La evolución del tractor ha venido acompañado de cambios en la tecnología aplicada en los campos agrícolas y en el tamaño de estos. El tractor a progresado de su uso primario como sustituto de potencia animal a las actuales unidades diseñadas para múltiples usos: potencia de tracción, bandas de potencia, transmisión de potencia en la bomba de fuerza, implementos montados al tractor, unidades hidráulicas con control remoto, cabinas modernas con clima controlado para temperaturas extremas y dirección de poder; todo esto para ampliar la utilidad y eficacia del tractor moderno.

CAPÍTULO 2

2. REPARACIÓN Y RESTAURACIÓN DEL TRACTOR AGRÍCOLA HEBEI 150

“Un tractor agrícola es un vehículo dotado de un motor de combustión interna, a diesel para su desplazamiento y remolcar o accionar los distintos accesorios o máquinas que pueda poseer. Un gran número de los tractores utilizados en la actualidad usan ruedas neumáticas siendo las ruedas traseras de mayor diámetro y motrices y las ruedas delanteras con menor diámetro y directrices” 1.



Figura 2.1. Tractor Agrícola en reparación

CONSTITUCIÓN DEL TRACTOR

Aunque bastante diversidad en el diseño de tractores agrícolas, en uno convencional se pueden distinguir una serie de partes fundamentales e importantes para su desempeño:

Bastidor. Es un armazón metálico, muy consistente, sobre el cual se sujetan los mecanismos fundamentales del tractor.

¹ Tractores y motores agrícolas, Pedro Arnal y laguna blanca, Página 518

- **Motor.** Conjunto de órganos y sistemas destinados a transformar la energía calorífica, liberada en la combustión del gas-oil, en energía mecánica, produciendo el giro del cigüeñal (eje del motor).

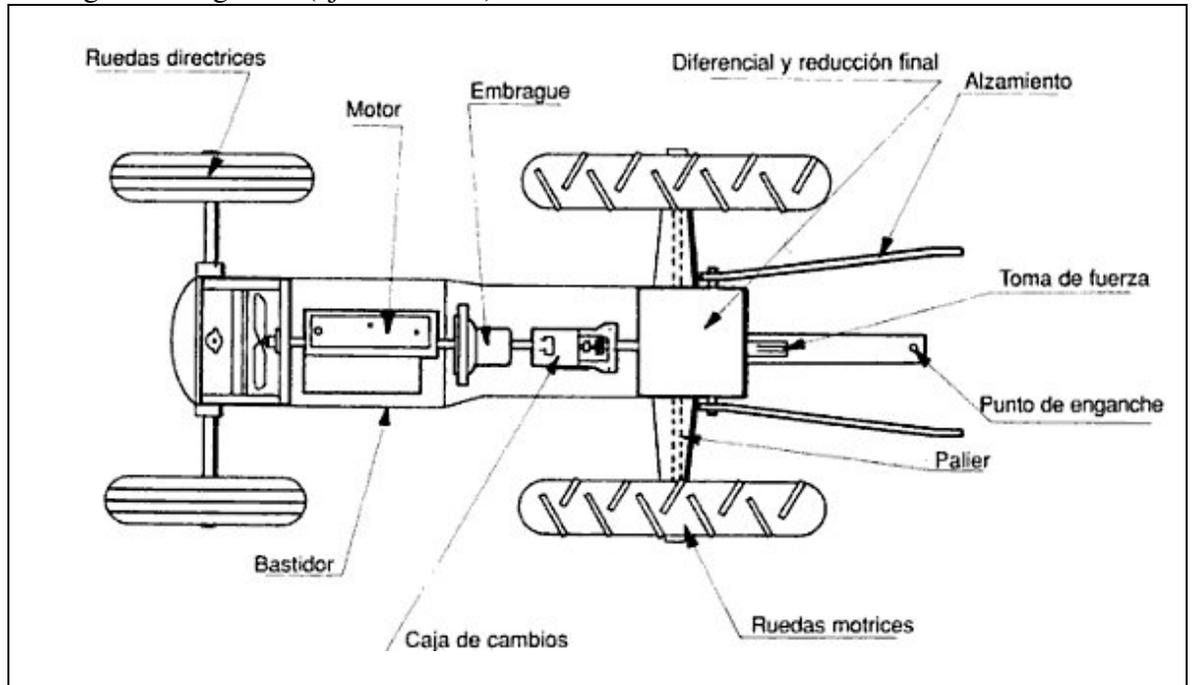


Figura 2.2. Partes del tractor

Fuente: Tractores y motores agrícolas, Pedro V. Arnal Atares, Antonio Laguna Blanca, Pág. 14

- **Transmisión.** Es el conjunto de elementos que transportan la energía generada por el motor hasta las ruedas y los dispositivos específicos para accionar otras máquinas agrícolas (toma de fuerza, polea. La transmisión está a su vez compuesta de:
 - **Embrague.** Es el dispositivo por el que se puede transmitir o interrumpir el movimiento de giro del motor al resto de la transmisión (caja de cambios, diferencial).
 - **Caja de cambios.** Es el conjunto de ejes y engranajes mediante los cuales se consigue adecuar la velocidad de avance y el esfuerzo de tracción del tractor a las necesidades de cada máquina, apero, o situación.
 - **Diferencial:** Es el conjunto de engranajes que permiten que las dos ruedas motrices del tractor tengan diferentes velocidades de giro para que éste pueda tomar las curvas con facilidad.

- **Reducción final.** Es el mecanismo encargado de reducir, después de la caja de cambios, la velocidad de giro de las ruedas y aumentar el esfuerzo de tracción.
- **Palieres.** Son los ejes encargados de transmitir el movimiento desde el diferencial hasta las ruedas, pasando por la reducción final. Cada palier está dividido en dos semi-palieres.
- **Ruedas.** Son los elementos que, apoyándose en el suelo, soportan el peso del tractor y le permiten desplazarse sobre el mismo.
- **Toma de fuerza.** Es el eje que, accionado por el motor, se encarga de dar movimiento a determinado tipo de máquinas acopladas al tractor.

Los trabajos que puede realizar un tractor de ruedas son las siguientes:

- Operaciones de traslado.
- Operaciones de arrastre.
- Operaciones de empuje.
- Suministro de fuerza o accionamiento.
- Operaciones de arrastre y accionamiento
- Operaciones de traslado y accionamiento

Estos trabajos, salvo la primera, que las puede realizar por sí solo, las efectúa el tractor agrícola asociándolo con un apero, útil o máquina que en su desplazamiento ejecuta un trabajo concreto, como puede ser: transportar, labrar el terreno, abonar, sembrar, segar y acondicionar una cosecha, empacar, recolectar, abrir zanjas, nivelar un terreno, operaciones de carga y descarga, etc.

2.1 Bastidor o Chasis

Es un armazón metálico, muy resistente donde se sujetan todos los mecanismos del tractor, en este caso tenemos el peso del motor con transmisión, sujetadores para la carrocería, ejes y barra de tiro o enganches de la arrastra. A la vez soporta el peso de todos los accesorios y del operario.

TIPO DE BASTIDOR

- Tractores rígidos: El bastidor del tractor es rígido.

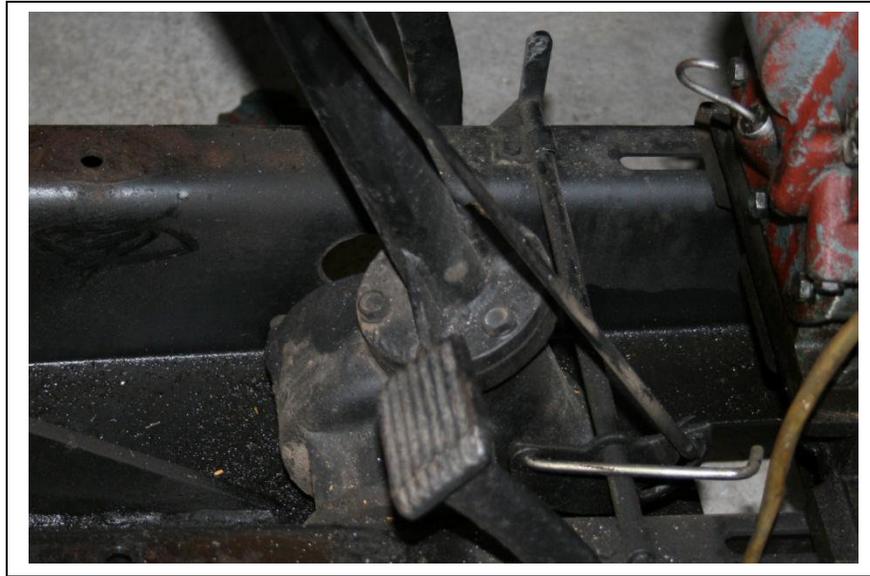


Figura 2.3. Bastidor de Hebei 150

- Tractores articulados: El bastidor del tractor está dividido en dos partes (delantera y trasera) móviles alrededor de un punto central, lo que les permite tener un menor radio de giro



Figura 2.4. Tractor Articulado

Los tractores agrícolas, tienen una estructura compacta y resistente a las condiciones severas del trabajo de campo, debido a esto, todas sus partes componentes están unidas entre sí

formando un conjunto único y rígido que descansa en su chasis; a continuación la descripción de estas partes componentes:

- Soporte para el Eje Delantero: es una pieza de acero macizo, parte del chasis, que se encarga de soportar el eje delantero. En tractores de doble tracción, también soporta el diferencial delantero, los semiejes y los reductores epicicloidales.
- Reglaje para la Dirección del Eje Delantero: es el conjunto de ejes, varillas y conectores que cumplen la función de transmitir el movimiento correspondiente para permitir los virajes del tractor según la demanda del conductor a través del timón.
- Motor de Combustión Interna (MCI): es el conjunto de piezas que generan la potencia necesaria para su propio funcionamiento y para entregarla a los equipos aplicados al tractor.
- Embrague: es una interfase colocada a la salida del MCI, que se encarga de conectar la potencia del eje cigüeñal del motor hacia todos los órganos de transmisión de movimiento del tractor.
- Caja de Velocidades: La potencia es igual a la fuerza del tractor por la velocidad de avance, por tanto, si la potencia suministrada por el motor fuera una constante (por ejemplo, la potencia nominal) y quisiéramos ir a una velocidad elevada, la fuerza que debería hacer el tractor tendría que ser baja. Por el contrario, si quisiéramos que el tractor tuviera mucha fuerza, obligatoriamente debería ir a baja velocidad. Las labores agrícolas y forestales requieren el empleo de gran cantidad de máquinas siendo la velocidad de avance y la fuerza de tracción diferentes en cada una de ellas. Esto nos obliga a que el tractor disponga de un elemento en la transmisión que adapte la velocidad del tractor y su capacidad de tracción a las requeridas por cada máquina.
- Diferencial: Es el componente ubicado en la parte posterior del tractor, encargado de transmitir la potencia hacia el sistema de mandos finales.
- Eje Toma de Fuerza (TDF) y Barra de Tiro (BDT): Estos elementos están ubicados en la parte trasera del tractor y cumplen la función de entregar potencia de giro y de tiro, respectivamente, a los aperos que lo demanden.
- Mandos Finales: Son los elementos ubicados a los laterales del diferencial, que se encargan de transmitir la potencia de giro a las llantas posteriores.

- Sistema Hidráulico: Parte del tractor ubicada entre el diferencial y el asiento del conductor, encargada de transmitir la potencia hidráulica hacia los dos puntos terminales donde los aperos pueden recibir este tipo de potencia (Sistema de tres puntos y Acople rápido).
- Armadura frontal: es utilizada para soportar el sistema de baterías, filtro de aire, tanque de combustible, faroles de alumbrado y el radiador.

2.1.1 CARACTERÍSTICAS

La característica principal del bastidor de un tractor agrícola HEBEI 150 es que utiliza un larguero o una pieza longitudinal en forma de viga, de sección generalmente rectangular, situadas en el centro formando a la vez el piso. Se pueden prolongar, con forma apropiada, hasta los soportes de los parachoques.



Figura 2.5. Bastidor

Los travesaños: Utiliza piezas transversales, en forma de viguetas huecas, situadas a intervalos determinados. Cada una de sus extremidades está unida mediante soldadura al larguero.

El piso:

- Conjunto de planchas metálicas, generalmente con nervios, que están unidas mediante soldadura al larguero y travesaños, formando una o más superficies que constituyen el fondo de la caja. También es un soporte a todos los accesorios del tractor y a su vez brinda mayor comodidad al operario.

Capó:

- Elemento exterior. Es una compuerta con bisagras, que permite abrir y cerrar el compartimento del motor. En el caso del tractor HEBEI 150 tiene un orificio rectangular para la entrada de agua o refrigerante y a la vez sirve de ventilación al motor.



Figura 2.6. Capó de tractor HEBEI 150

2.2 CARROCERÍA

Una carrocería es prácticamente como una caja especial destinada para transportar personas o mercancías, durante la circulación hacia un destino donde la característica principal es alojar y

proteger al operario del tractor. A través de los años ha sufrido importantes cambios; la cual se construyeron sobre un chasis rígido sobre el que se montaban los elementos mecánicos y una carrocería diseñada para este fin. Todo ello formaba un conjunto más o menos armonioso y seguro.



Figura 2.7. Carrocería de tractor agrícola

2.2.1 CARROCERÍA DEL HEBEI 150

El tractor HEBEI 150 utiliza un chasis con carrocería, el chasis soporta los órganos mecánicos y puede rodar sin carrocería.

La carrocería constituye un conjunto independiente con su propio piso, sus accesorios y su instalación eléctrica, está atornillada al chasis y se puede separar de éste para su reparación.

2.2.2 RESTAURACIÓN

La restauración de una carrocería es considerada como un hobby, la cual debe ser tratada con seriedad y sigue una serie de parámetros y recomendaciones a cumplir. De esto depende el

éxito o fracaso del trabajo que se realice, lo que puede significar una magnífica inversión o un tortuoso gasto.

En el caso de las partes de la carrocería del tractor se pintó una segunda capa de pintura amarilla porque primero se procedió a reparar el motor y cada parte de la carrocería quedó a la intemperie es por eso que se le dio una mano de pintura de protección.



Figura 2.8. Partes de la Carrocería

Para restaurar una pieza de metal es recomendable descascararla por completo dejándola en chapa viva y eliminar el óxido, de manera que al volver a pintar sepamos con seguridad que la pieza está sana al 100%, para ello necesitaremos los siguientes productos:

Decapante: En el mercado ecuatoriano se encuentra gran variedad de marcas, en este caso se gastó un decapante Universal de la marca INDURINOX D3 anti-goteo (viscoso) lo cual vino muy bien.

Convertidor de óxido:

Se trata de un producto que al aplicarlo donde hay óxido produce una reacción química que lo destruye de forma que sólo hay que eliminar la escoria. Se utilizó uno de la marca OXIFIN A-37. Es un compuesto líquido que al aplicarse sobre la superficie oxidada transforma el óxido en un compuesto metalorgánico, formando una película inhibidora que protege la superficie metálica de la corrosión posterior, mediante sustancias activas que forman una reserva protectora anticorrosiva por largo tiempo.



Figura 2.9. Óxido en capó

Lijado de superficies:

El proceso de lijado consiste en sacar el material de la carrocería o de las partes a restaurar empleando un material de mayor dureza aplicándolo manualmente

El material duro raya y desbasta material más blando. En preparación y el proceso de pintado es muy importante usar las lijas abrasivas adecuadas para un desbaste correcto y a la vez preparar las piezas de la carrocería.



Figura 2.10. Preparación de carrocería

Preparación de la superficie: El lijado de cada superficie de la carrocería se lo hace en seco con la adecuada ventilación y aspiración de polvo. Debido al grado de contaminación que se produce por el lijado, el operario deberá estar con la mascarilla adecuada y el equipo necesario para realizar un buen trabajo.

Para un acabado final en la preparación de la carrocería se puede lijar con agua. Cabe recalcar que si existen arreglos con masilla no se deben lijar con agua ya que se necesita desbaste.

Bases: En esta zona es donde se aplicó la pintura propiamente dicha del correspondiente color elegido, en nuestro caso el amarillo Caterpillar. Todo ello con la atmósfera controlada; temperatura + humedad, en un lugar adecuado para evitar contaminaciones en la pintura al momento de aplicarla y secarla.

2.3 MOTOR Y MECANISMOS

Desde los inicios de la utilización de los tractores agrícolas se vio la necesidad de la potencia en las mismas condiciones para poder compararlas y así elegir el más adecuado para cada labor y así aprovechar su desempeño.

Hay que tomar en cuenta que el tractor es la máquina básica en la agricultura moderna. Por eso, es importante que el operario de la máquina conozca bien sus características a la hora de

proceder a trabajar para poder adaptarlo a su explotación. De esta forma reducirá los costes de producción, contribuirá al ahorro energético y disminuirá la emisión de elementos contaminantes, nocivos para el medio ambiente.

El motor agrícola:

Los motores agrícolas se clasifican de la siguiente manera:

1. Por la forma en que realizan la combustión:
 - De Combustión Externa: como su nombre lo indica, estos realizan el proceso de combustión fuera del motor, para ello utilizan materiales combustibles tales como petróleo, leña, carbón, etc, los que al momento de quemarse, calientan agua para crear presión de vapor, el cual es conducido hasta los cilindros que generan la marcha de las máquinas. Este es el caso de las locomotoras antiguas.
 - De Combustión Interna: estos motores queman el combustible en una cámara de combustión formada por un cilindro, el pistón y la culata. Estos motores son los que se usan en las máquinas motorizadas de hoy en día, dentro de las que se ubica el tractor agrícola.
2. Por la forma en que los motores de combustión interna realizan su ciclo de funcionamiento:
 - Motores de combustión alternativos: son motores térmicos en los que los gases resultantes de un proceso de combustión empujan un embolo o pistón, desplazándolo en el interior de un cilindro y haciendo girar un cigüeñal, obteniendo finalmente un movimiento de rotación.
 - Motores rotativos: es un motor de combustión interna que fue inventado por el Dr. Félix Wankel en el año 1924, de allí que también se le conoce con el nombre de motor Wankel. Este utiliza rotores en vez de los pistones de los motores alternativos. En la década de los 50's y 60's se hicieron muchos esfuerzos en su desarrollo, ya que presentaban interesantes ventajas (suave, silencioso y fiable), en la actualidad los autos de pasajeros de la marca Manda los utilizan en algunos modelos pero no han llegado a posicionarse bien en el mercado, en los tractores agrícolas no tienen aplicación.

3. Por el tipo de combustible que usan:

- A gas: estos motores utilizan combustible en estado gaseoso, no tienen aplicación práctica en tractores agrícolas.
- A queroseno: utilizan un líquido combustible derivado del petróleo, conocido comúnmente como “gas”, estos motores tampoco tienen aplicación práctica en tractores agrícolas.
- A gasolina: En la primera mitad del siglo pasado se utilizaron motores a gasolina en los tractores agrícolas, pero con el desarrollo tecnológico de los motores diesel, estos quedaron relegados debido a la baja relación de compresión que ofrecen y a un bajo rendimiento en campo. La combustión en estos motores se inicia mediante una chispa.
- A diesel: Este motor fue diseñado por Adolf Diesel, y en la actualidad todos los tractores agrícolas que se venden son accionados con este tipo de motores, debido a que entregan la más alta relación e compresión en MCI y mayor rendimiento en campo. La combustión se realiza por auto inflamación del combustible debida a la compresión.

4. Por la disposición de los cilindros:

- Horizontales: este tipo e motores se utilizaron en la primera mitad del siglo pasado, y fueron sustituidos por los motores en línea y los motores en V.
- En línea: son muy utilizados en tractores agrícolas de la gama baja y media, es decir, motores de 3 a 6 cilindros dispuestos en línea.
- En “V”: actualmente muy utilizados en tractores agrícolas de la gama alta y versátiles, son motores de más de seis cilindros dispuestos en una posición tal que forman una “V”.

5. Por la disposición de las válvulas:

- Con válvulas a la culata: son motores que tienen un sistema de admisión y escape accionado por varillas de empuje y balancines para abrir las válvulas de arriba para abajo en la culata, o directamente a través del eje de levas ubicado en la culata.
- Con válvulas al block: este tipo de motores ya no es muy utilizado en la actualidad, pero las válvulas son directamente abiertas de abajo para arriba en el block.

6. Por la relación de compresión:

- De baja compresión: aquí califican los motores a gasolina con relación de compresión que va desde 6:1 a 9:1.
- De media compresión: en esta categoría se ubican los motores a gas, cuya relación de compresión oscila entre 11:1 a 16:1.
- De alta compresión: esta categoría está destinada a los motores a diesel, los cuales desarrollan una relación de compresión de 16:1 a 22:1.

7. Por la carrera del pistón:

- Cuadrados: son aquellos motores en los cuales, la que la carrera del pistón es igual a su diámetro.
- Cortos: se definen así aquellos motores en los que la carrera del pistón es menor que su diámetro (motores usados en carreras).
- Largos: por lo contrario al tipo anterior, estos son aquellos motores en los que la carrera del pistón es mayor que su diámetro (motores de maquinaria pesada).

8. Por el tipo de refrigeración:

- Por agua y aire
- Por aire

9. Por la alimentación del aire:

- De Aspiración Natural
- De Aspiración Forzada con turbo

10. Por el ciclo de funcionamiento:

- De dos tiempos: a estos motores se les llama así debido a que su ciclo de funcionamiento (cuatro carreras) lo completan en dos medias vueltas de giro del cigüeñal, es decir en una vuelta (360°). La renovación de la carga (la admisión y escape de los gases) se logra por barrido al desplazar la nueva mezcla los gases de la combustión previa, con la presencia de lumbreras de admisión y escape.
- De cuatro tiempos: en estos motores, el ciclo termodinámico (cuatro carreras) se completa en cuatro medias vueltas del cigüeñal, es decir dos vueltas (720°). La renovación de la carga se controla mediante la apertura y cierre de las válvulas de admisión y de escape.

Régimen nominal del motor

Es la velocidad de rotación del motor especificada por el fabricante para el funcionamiento continuo del mismo a plena carga.

Régimen normalizado de la toma de fuerza

La velocidad de giro de la toma de fuerza está normalizada en 540 r/min (eje de 6 acanaladuras) y en 1000 r/min (eje de 21 acanaladuras). Los tractores pueden disponer de una o de las dos velocidades de rotación.

Cada fabricante decide a que régimen de motor se alcanza el régimen normalizado de la toma de fuerza, y esta relación se indica en las tablas en la columna que sigue a la del régimen nominal del motor.

Consumo específico

Masa de combustible consumida por unidad de trabajo. Se mide en g/kWh (gramos consumidos para proporcionar un kilovatio durante una hora). Para transformar la masa en volumen, hay que saber que la densidad normal del diesel es 840 g/litro.

Aunque el consumo específico se mide para todas las potencias indicadas, al objeto de simplificar las tablas, solo se indica en las mismas el dato correspondiente al ensayo de dos horas a la potencia máxima.

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR

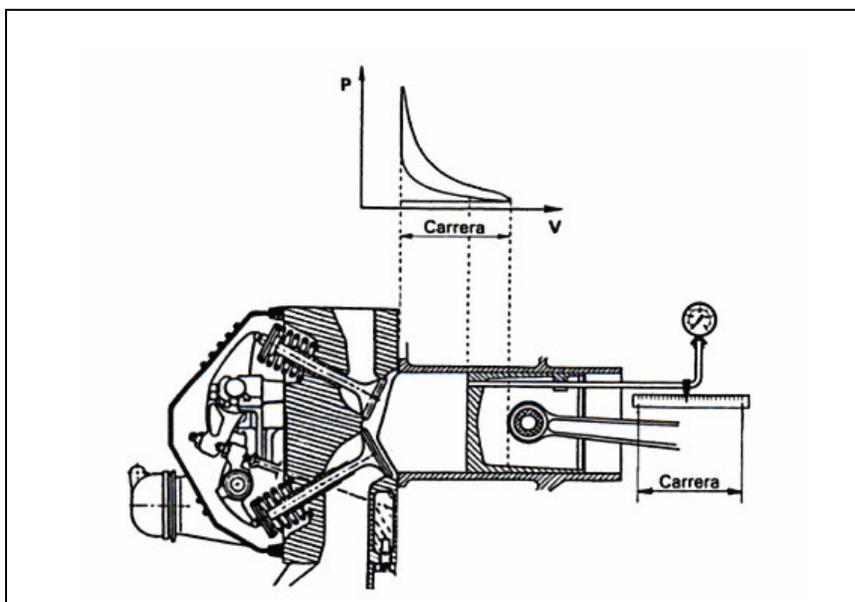


Figura 2.11. Esquema de motor monocilíndrico horizontal

Fuente: Motores diesel y de gas de alta compresión, Kates y W. Luck.

El tractor agrícola consta de un motor cuyas características son las siguientes:

Tabla 1. Características del motor HEBEI 150

Motor	Diesel monocilíndrico
Fuerza Nominal	400N
Velocidad Máxima	24.5 Km/h
Potencia máxima a 2200 RPM	16.5 HP
Potencia nominal (12h de trabajo)	15 HP
Consumo medio aproximado	1 lt/h
Refrigeración	Por agua (Estanqueidad)
Sistema eléctrico	6 V, Dínamo

Transmisión	4 velocidades con Dual, Trapezoidal
Peso	1010 Kg

Los 4 Tiempos del motor a Diesel:

Admisión: En el motor diesel, el pistón solo admite aire, solamente aire.

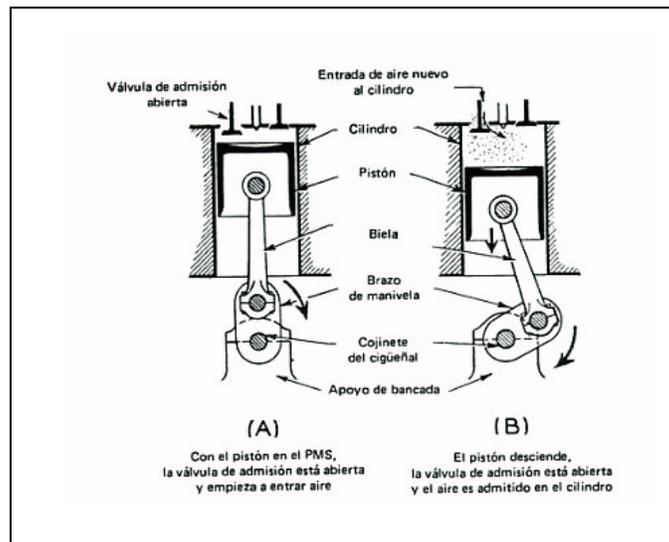


Figura 2.12. Tiempo de Admisión

Fuente: Motores diesel y de gas de alta compresión, Pág. 32

Compresión: lógicamente si el motor a gasolina admitió mezcla comprimirá mezcla. Y en el diesel, si admitió aire, comprimirá aire. Aquí aparece una diferencia importante entre ambos motores. Mientras en el motor a gasolina comprime la mezcla o reduce su volumen en alrededor de 9 a 10 veces, el diesel comprime 20 veces el volumen de aire admitido.



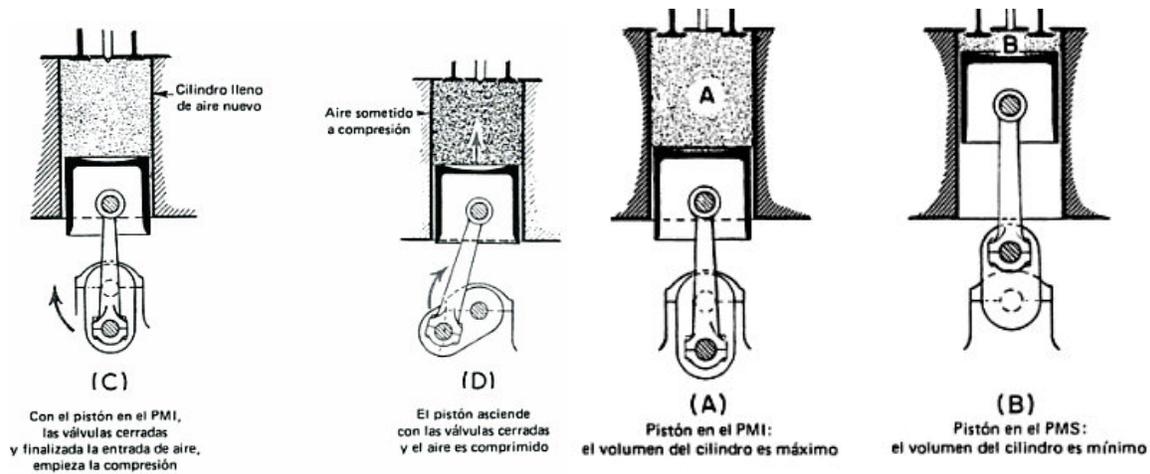


Figura 2.13. Compresión

Fuente: Motores diesel y de gas de alta compresión, Pág. 32

Expansión: sabiendo que un gas cuando se lo comprime se calienta, el aire (que es un gas) tan comprimido, alcanza en la cámara de combustión, al final de la carrera de compresión una temperatura de alrededor de 600°C .

El diesel necesita 450°C para quemarse, bastará entonces introducir una pequeña y muy pulverizada porción de gasoil dentro de la cámara con aire caliente y comprimido, para que se autoinflame, los gases se expandan y empujen el pistón hacia abajo.

Escape: es en la única carrera de sus respectivos ciclos en donde no existen diferencias, ya que en ambos tipos de motores se utiliza para enviar los gases quemados e inservibles, por el tubo de escape.

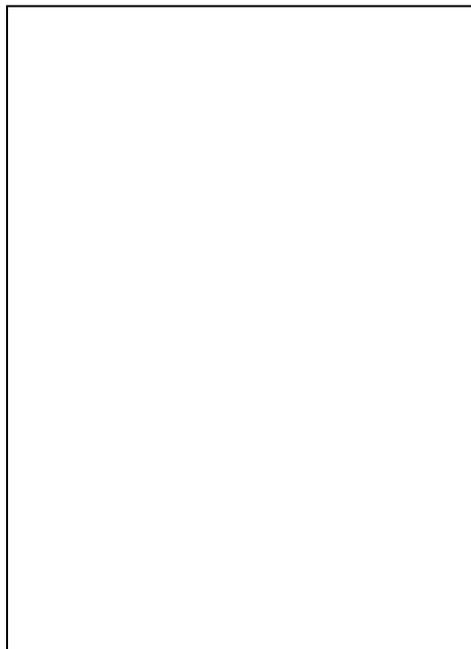




Figura 2.14. Motor HEBEI 150

2.5 REPARACIÓN MAYOR DEL MOTOR

La vida y desempeño del motor varía dependiendo de las condiciones de operación y la calidad del mantenimiento. Los motores HEBEI 150 pueden llevarse a sus especificaciones originales a través de procedimientos apropiados y mediante la utilización de refacciones originales.

Hacer una reparación mayor del motor antes de una falla puede evitar costosas reparaciones y la pérdida de tiempo de trabajo, aprovechando al máximo el desempeño del tractor. Hay que considerar una operación mayor cuando el motor:

- Comienza a tener pérdida de potencia y a humear sin tener falla conocida en alguno de los componentes.
- Le cuesta trabajo arrancar debido a baja compresión.
- Comienza a consumir mayor cantidad de aceite.
- Tiene muchas horas de uso y el dueño quiere tomar medidas preventivas para evitar reparaciones costosas y largo tiempo desperdiciado.

Proceso de reparado:

El motor del tractor HEBEI 150 estándar tuvo varios inconvenientes al desmontarlo ya que el pistón se encontraba trabado dentro del cilindro, lo cual se procedió a sacarlo con leves golpes hasta que cediera. Las chaquetas de biela no constan en este tipo de motor, en cambio dicho motor posee rodamientos lubricados. A continuación el trabajo realizado:

- Desarme y armado del motor: Siguiendo un orden básico para evitar que se pierdan las piezas, tomando en cuenta ajustes propios de cada motor.
- Empaquetaduras: Cambio de todos los empaques del motor, retenedores y tapones de agua.



Figura 2.15. Empaques

- Rectificación de las dos válvulas de admisión y una de escape. Posterior a este rectificado, al proceder al armado se realizó el respectivo asentamiento de válvulas con pasta esmeril y cambio de los sellos de válvulas. Calibración: 0.40mm.



Figura 2.16. Asentamiento de válvulas

- Limpieza y descarbonización.

- Cambio de filtros

2.5.1. Pistón, Biela, Cigüeñal

El motor del tractor HEBEI 150 consta de un pistón cuyo diámetro es de 110mm, con una cámara. El cilindro tiene camisas húmedas que refrigeran el trabajo del pistón con dos O- RING TORICOS que se encargan de mantener la estanqueidad dentro del motor, y a la vez disminuyendo la temperatura. La luz de los 2 rines de compresión son de 0.007 in y 0.0012 in en el de aceite. El torque de ajuste de las bielas fue de 60 lb/pie y en el cabezote el ajuste progresivo de 40, 60 y 80 lb/pie a 45° con 5 minutos de reposo por cada ajuste.

- **Cilindrada**

$$VH = \frac{\pi \times D^2}{4} \times n$$

$$VH = \frac{\pi \times (11\text{cm})^2}{4} \times 1$$

$$VH = 1425 \text{ cm}^3$$

- **Relación de compresión**

$$\Sigma = \frac{VH + Vc}{VH}$$

$$\Sigma = \frac{1425\text{cc} + 75.35\text{cc}}{75.35\text{cc}}$$

$$\Sigma = 19.9 : 1$$

- **Rendimiento Térmico : K (Exponente adiabático)**

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\Sigma^{K-1}}$$

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{19.9^{1.4-1}}$$

$$\eta_t = 0.69$$

$$\eta_t = 69\%$$

2.5.2. SISTEMA DE INYECTOR UNITARIO

Este sistema es empleado en el motor Diesel HEBEI 150, en el cual se combinan las funciones del elemento de la bomba de inyección dentro del mismo. El inyector se acciona desde el árbol de levas, esta contiene dos levas para las válvulas respectivamente y otra leva adicional para activar el inyector, acciona por medio de un balancín.

En este sistema se utiliza inyectores unitarios, en los cuales una bomba y una tobera de inyección se combinan para formar una sola unidad. Esto permite que el inyector suministre una cantidad de combustible a alta presión y lo inyecte atomizado a una precámara de combustión. La presión de inyección es de 150 bares.

2.6. ARRANQUE

El método de arranque del motor HEBEI 150 es por medio de una manivela unida al cigüeñal, es decir el sistema de arranque es manual.



Figura 2.17. Manivela de arranque

El sistema de arranque tiene por finalidad de dar manivela al cigüeñal del motor para conseguir el primer impulso vivo o primer tiempo de expansión o fuerza que inicie su funcionamiento. El arrancador consume gran cantidad de corriente al transformarla en energías mecánicas para dar movimiento al cigüeñal y vencer la enorme resistencia que opone la mezcla al comprimirse en la cámara de combustión.

Puesto que un motor es incapaz de arrancar sólo por el mismo, su cigüeñal debe ser girado por una fuerza externa a fin de que la mezcla aire-combustible sea tomada, para dar lugar a la compresión y para que el inicio de la combustión ocurra. El arrancador montado en el bloque de cilindros empuja contra un engranaje motriz cuando el interruptor de encendido es girado, una cremallera engancha con el volante y el cigüeñal es girado.



Figura 2.18. Poleas y volante

Dar arranque con la manivela por unos 10 segundos aproximadamente. En el caso del motor HEBEI 150, tiene una válvula de descompresión, dicha válvula es una Válvula manual que se encuentra junto al cabezote, sirve para que no se forme una restricción al encender el tractor con la manivela.

Al girar la manivela por el tiempo aproximado se baja manualmente la válvula y automáticamente el motor arrancará.

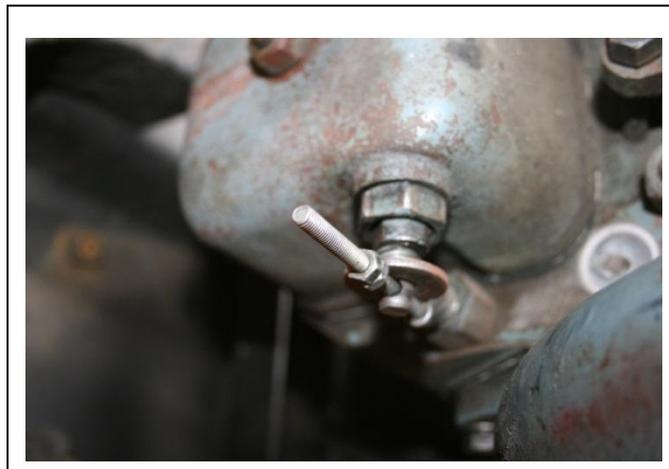


Figura 2.19. Válvula de descompresión

Hay que tener en cuenta que al momento de dar el arranque al motor, el tractor debe estar con el freno de estacionamiento y en neutro para que no brinque, y así evitar accidentes.

2.7 TRANSMISIÓN

La transmisión en el tractor es muy importante para cumplir un buen desempeño en el laboreo y hacerlo con las capacidades que brinda el motor. Hay que tomar en cuenta que la posición de las marchas es diferente a las acostumbradas, es por eso que se debe sentirse cómodo el operario para manejarla.

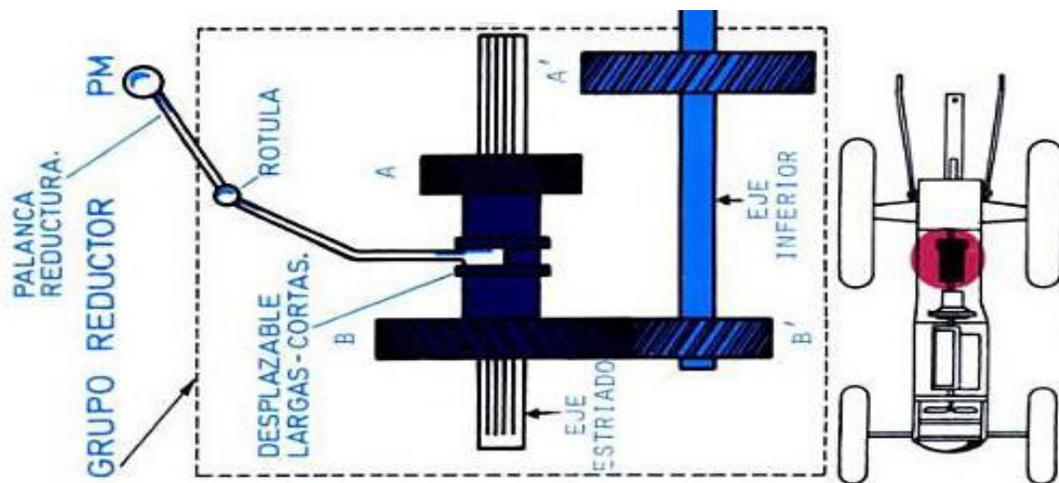


Figura 2.20. Esquema de transmisión

Fuente: Sistemas de transmisión y frenado, Julián Ferrer, Julián Ferrer Ruiz - 2008

Poniendo la palanca en posición neutro, no hay conexión entre los piñones del desplazable, por lo que no hay transmisión de movimiento.



Figura 2.21. Palanca en Posición neutro

El tractor HEBEI 150 tiene otra palanca extra, para posición torque y velocidad. La cual para obtener mejor rendimiento del tractor en partes complicadas de terreno y realizar trabajos

complicados se coloca la palanca para torque, así las revoluciones de los piñones disminuye haciéndolo más fuerte al tractor. En cambio con la otra relación se obtiene mayor velocidad brindando que el tractor se transporte con mayor facilidad



Figura 2.22. Palanca de reducción y aumento

En nuestro caso la transmisión tiene 4 posiciones, es decir tres velocidades con una de reversa. En la transmisión del tractor va instalado un FIADOR que se encarga de dar seguridad y protección al momento de trabajar, ya que el tractor esta siempre en constante esfuerzo y las marchas pueden cambiarse por si solos, conocido comúnmente como el traqueteo produciendo serios daños en el interior de la transmisión como la rotura de los piñones. Este fiador tes una bola metálica con un muelle que presiona al lado contrario del eje.

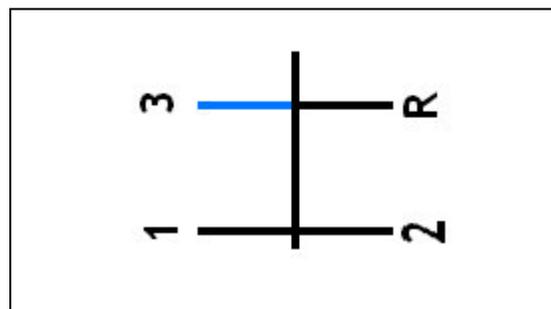


Figura 2.23. Cambios de velocidad

EL GRUPO REDUCTOR

El grupo reductor consta de una palanca, llamada palanca reductora, que tiene tres posiciones: velocidades cortas, punto muerto y velocidades largas.

La palanca reductora mueve un desplazable, el cual va visto de dos piñones L y C de diferente tamaño, uno a cada lado. El desplazable se desliza sobre un eje estriado que recibe el movimiento del disco del embrague.

Debajo de este conjunto hay un eje con tres piñones de distinto tamaño fijos a él: dos que sirven para engranar con los del desplazable, y el tercero que, en toma constante, transmite el movimiento a la caja de cambios.

Cuando la palanca reductora engrana el piñón grande del eje primario, con el piñón pequeño del intermediario se consigue un aumento de revoluciones en el eje intermediario y secundario. En este caso, se diría que se ha elegido en la palanca reductora la opción de marchas Largas.

Cuando la palanca reductora engrana el piñón pequeño del eje primario, con el piñón grande del intermediario se consigue una disminución de revoluciones en el eje intermediario y secundario. En este caso, se diría que se ha elegido en la palanca reductora la opción de marchas Cortas.

Si la palanca reductora no engrana ningún piñón, el eje intermediario y secundario del grupo reductor no se moverán, y habremos elegido punto muerto.

De esta forma se consigue a la entrada de la caja de cambios dos velocidades diferentes de giro, lo cual duplica el número de velocidades de la caja de cambios.

Embrague

La misión del embrague es la de cortar o transmitir el giro del motor a la caja de cambios o a la toma de fuerza.

Su funcionamiento básico es:

- Cuando el pedal del embrague está en la posición normal (suelto o sin pisar), el embrague transmite el movimiento a la caja de cambios, y el motor se dice que está embragado.
- Al pisar el pedal, el embrague deja de transmitir dicho movimiento a la caja de cambio y el motor está desembragado.

2.8 FRENOS

Cada freno va montado en cada rueda. En este caso el freno a utilizar es el de tambor. El pedal es presionado donde tira una varilla tensora y ésta hace girar a una leva en el interior del tambor y que va ubicada entre las zapatas por medio de la palanca de accionamiento.

El giro hace que la leva presione sobre ambas zapatas separándolas y así friccionan con el tambor provocando un rozamiento proporcional a la presión que se ejerce sobre el pedal, ya que dicho rozamiento tiene como objetivo aminorar el movimiento giratorio del tambor de cada rueda.

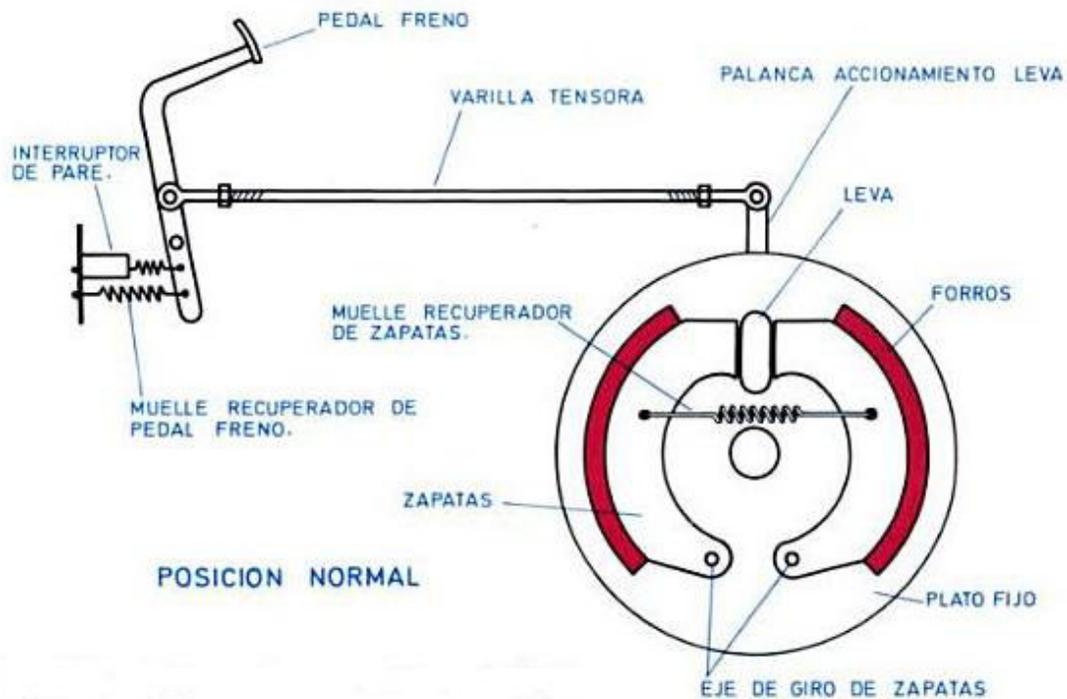


Figura 2.24. Freno sin presión al pedal

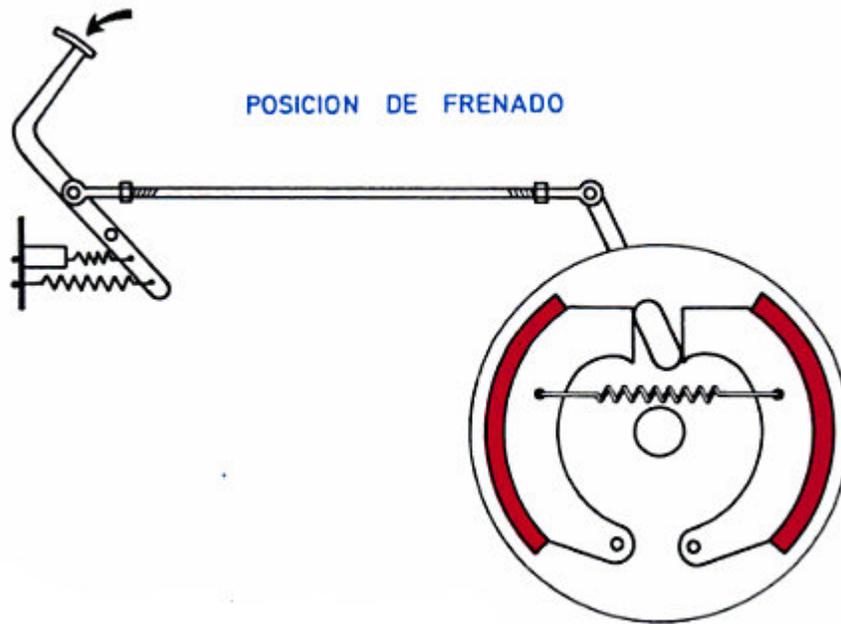


Figura 2.25. Freno con presión al pedal

Fuente: Maquinaria Y Mecanización Agrícola, A. Alvarado, Pág. 248

Como todo vehículo necesita de un freno de estacionamiento para mayor seguridad. El tractor HEBEI 150 un mecanismo manual incluido en el mismo pedal para ser accionado conforme sea la situación.



Figura 2.26. Freno de seguridad acoplado y desacoplado

El pedal es presionado normalmente, pero con una palanca que esta junto al pedal se traba a una platina dentada, así los frenos quedan activados. El momento que se quiera desacoplar el

freno de estacionamiento solo se realiza el mismo trabajo solo que al pisar el pedal se mueve la palanca en sentido que se destrabe de la platina dentada. Así utilizando este sencillo mecanismo el tractor queda frenado y es más seguro el encenderlo o estacionarlo, evitando que se mueva.



Figura 2.27. Palanca de accionamiento de freno de estacionamiento

2.9 SISTEMA DE DIRECCIÓN

Consta de un volante de gran diámetro sujeto con una tuerca a la columna de dirección, que es un eje largo que transmite el movimiento desde el volante hasta la caja de dirección.



Figura 2.28. Caja de dirección

En la caja de dirección hay un mecanismo, donde reduce el movimiento de giro del volante y le da salida lateralmente por medio del brazo de dirección hacia las ruedas directrices.

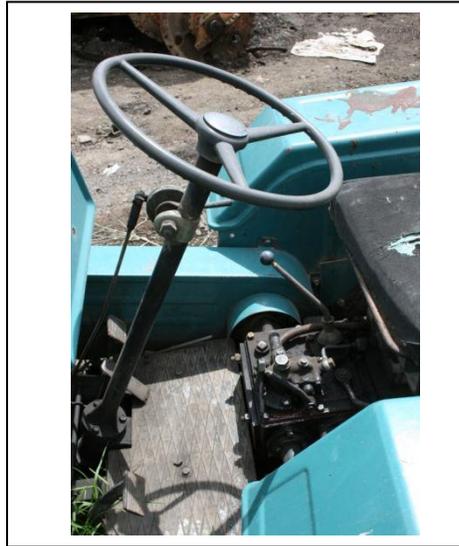


Figura 2.29. Volante y columna de dirección

Formando una L, y va unido por medio de rotulas a la barra de dirección, por su otro extremo se une a una palanca doble en forma de L donde el punto de giro es el eje de la mangueta de una de las ruedas directrices. En el otro extremo de la palanca doble va unida la barra transversal por debajo del motor, uniéndose a la otra rueda directriz teniendo su eje de giro en la propia mangueta.



Figura 2.30. Barra de dirección y eje de giro

Durante el proceso de restauración, se encontró que la piñonería tenía suciedad y restos de aceite o grasas en mal estado por lo que se procedió a un desarme total y para posterior aplicar los aditivos de limpieza correspondiente y dejar en perfecto estado la caja de dirección.

La barra transversal no es una sola pieza como se piensa, sino que está formada por un tubo central que va por debajo del bastidor donde uno de sus extremos se aloja una pieza cilíndrica con muescas que por medio de una abrazadera y un tornillo se puede variar la longitud de la barra para así adaptar al tractor al ancho de vía.



Figura 2.31. Rótulas y tornillo de regulación

2.9.1 FUNCIONAMIENTO DE LA DIRECCIÓN MECÁNICA

Al girar el volante en un sentido o en otro, el sinfín de la columna de dirección desplaza al elemento que lleva engranado, el cual hace girar el brazo de dirección. Éste hace un movimiento hacia adelante y hacia atrás según el giro que se haga a la barra de dirección, la cual, al mover la palanca doble hace girar su mangueta girando la rueda y a la vez transmite ese movimiento por la barra transversal hacia la otra rueda directriz haciéndola girar al mismo lado.

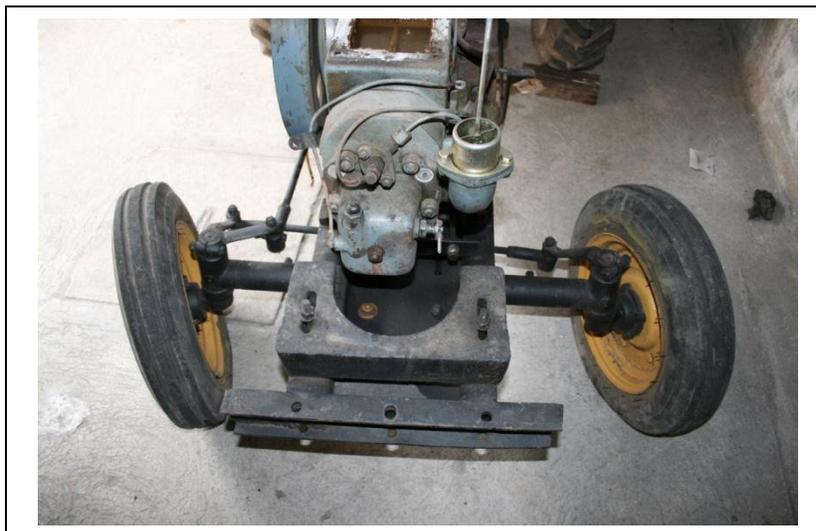


Figura 2.32. Giro de las ruedas

Todas las articulaciones de la dirección como son las rótulas, enganches y uniones necesitan de un engrase para que su funcionamiento sea el correcto y así evitar desgaste prematuros.

2.10. DÍNAMO

El motor usado generalmente para propulsar a los tractores actuales es de combustión interna a diesel. La relación de compresión en los motores Diesel es más elevada que en los de gasolina puesto que el carburante, pulverizado, entra en los cilindros al final de la carrera de compresión y se enciende por auto combustión a causa de la elevada temperatura que existe en la cámara de combustión.

Un dínamo produce energía por "Inducción Electromagnética"

"Si un conductor se mueve dentro de un campo magnético, de forma tal que cruce las líneas del campo, se induce en él una fuerza electromotriz o caída de voltaje, el cual a su vez, genera una corriente eléctrica".



Figura 2.33. Dínamo

El dínamo consta de las siguientes partes:

Inducido: Se compone por multitud de espiras para obtener un voltaje mayor. Es la parte giratoria en la que nace la corriente eléctrica.

Colector: Es un anillo formado por barras de cobre llamadas "delgas". Va montado sobre el extremo del inducido y cada "delga" está aislada de las dos adyacente. Los extremos de cada espira se conectan a dos delgas adyacentes.

Escobillas: Se apoyan frotando el colector, del que recogen la corriente. Los porta escobillas constan de un brazo y un muelle que aplica la escobilla sobre el colector con una determinada fuerza de flexión.

Zapatas de los polos: Son imanes permanentes que se fijan a la pared interior de la caja de la dinamo.

Las dos zapatas que dan una enfrente a otra, formando un débil campo magnético.

Arrollamiento de campo: Consta de varias espiras sobre cada uno de los polos y al ser recorridas por parte de las mismas corrientes que producen la dinamo, se convierten en electroimanes y añaden su flujo a las zapatas.

Caja: Todas las piezas de la dinamo van dentro de una caja que suele ser cilíndrica.

La polea de la dinamo lleva unas aletas para forzar el aire a través del interior de la dinamo.

2.11. REFRIGERACIÓN

La cantidad de refrigeración necesaria depende del tamaño y tipo del motor, y de las condiciones de utilización.

La refrigeración en el motor HEBEI 150 son:

- Por agua por el principio de estanqueidad
- Por aire.

El agua es la encargada de eliminar el calor que se produce en el interior, y posteriormente esta agua es refrigerada con la corriente de aire del exterior. Alrededor de la camisa del cilindro hay unas cámaras huecas que son ocupadas por el agua de refrigeración. De la misma forma, en el cabezote hay unas cavidades para que sea refrigerada por el agua.

2.12. RUEDAS

GENERALIDADES

Los tractores pueden llevar ruedas neumáticas o orugas de goma o metálicas, tal y como hemos visto en el punto 4 de este tema.

Las ruedas neumáticas están constituidas por:

- Un **disco** de acero sujeto con tornillos al plato del semipalier.
- Una **llanta** de acero en cuya parte externa hay unas pestañas donde se alojan los talones del neumático, y en su parte interna, unas orejas para unir la llanta al disco.
- El conjunto **neumático** montado sobre la llanta. Dado que las ruedas motrices y las directrices tienen misiones diferentes, sus neumáticos también lo son en cuanto a tamaño, constitución y dibujo.



Figura 2.34. Ruedas neumáticas

A su vez, el conjunto neumático está constituido por:

- Una **cámara**. Tiene forma de anillo hueco, y en ella queda encerrado el aire, a moderada presión, que tiene por misión amortiguar las irregularidades de la marcha. Incluye una válvula para introducir el aire o agua.

- Una **cubierta**. Está formada básicamente por una carcasa a base de una superposición de lonas embebidas en caucho y que van rodeando en los extremos unos aros de acero colocados en los talones. Según la dirección de las lonas, se distingue entre neumáticos diagonales (convencionales) o radiales.

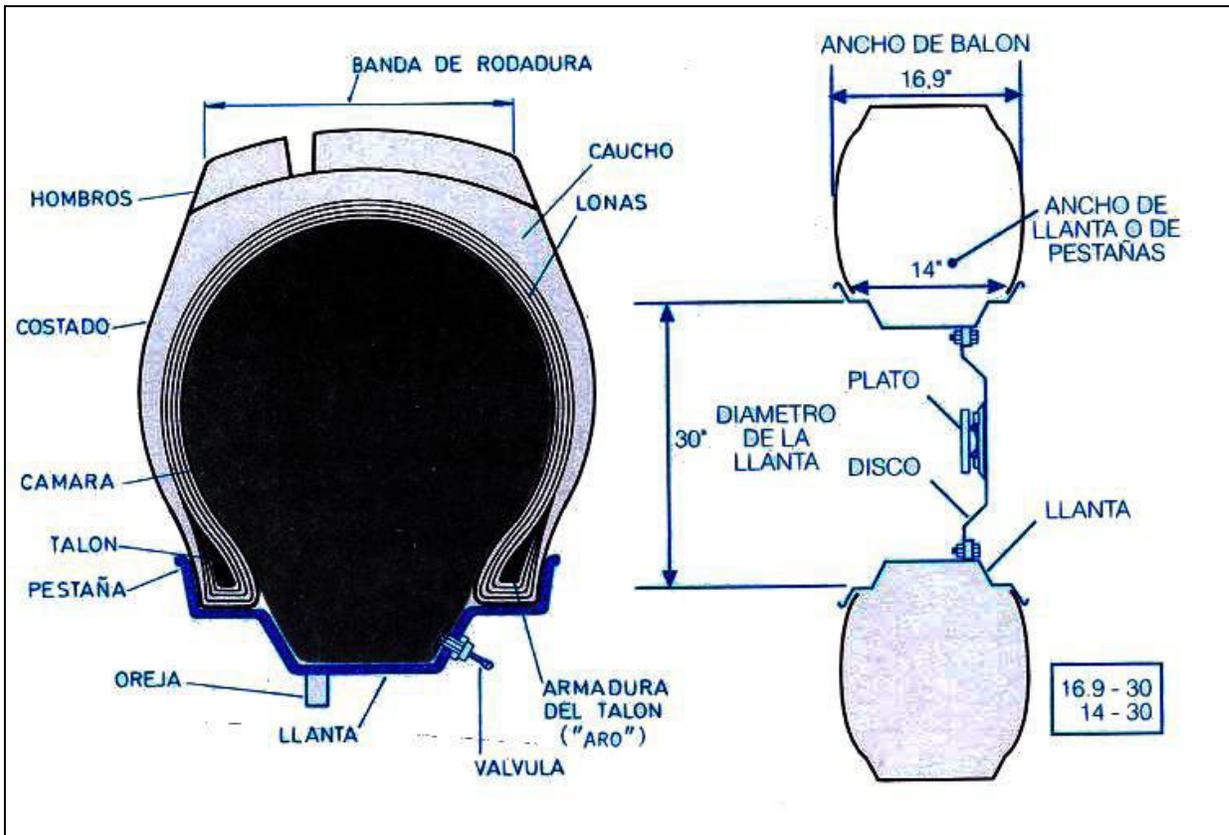


Figura 2.35. Partes internas y externas de la rueda

Fuente: El tractor, Tipos y componentes, FAGRO, Pág. 38

2.12.1 DIBUJO DE LA CUBIERTA

Los dibujos de las ruedas son muy diferentes dependiendo del trabajo que vayan a realizar. Cuando las ruedas son directrices, el dibujo está constituido por resaltes longitudinales de una cierta profundidad para asegurar la dirección.

En las ruedas motrices, el dibujo dispone de grandes resaltes en forma de V (sin unir en el centro). Estos resaltes aseguran la adherencia al suelo y tienden a desplazar la tierra blanda hacia el exterior (para no embozar la rueda). El ángulo que forman los resaltes con respecto a

la dirección de avance, así como la altura y anchura de los mismos, varían según el trabajo para el que está diseñada la cubierta: tracción, dirección, transporte, etc., y el tipo de suelo en el que, en principio se va a mover: suelo seco, húmedo, cubierta vegetal, etc.



Figura 2.36. Rueda directriz y motriz

Índice de carga

El índice de carga señala la carga que puede soportar la cubierta sin reventarse y se expresa como:

- Un número seguido de las siglas PR, que indica el número de telas de algodón que soportarían la misma carga máxima.
- Un número que indica el índice de carga. Hay una tabla que relaciona el índice con la carga máxima en kilogramos que puede soportar. Así por ejemplo, para un índice 84, la carga máxima es 500 Kg, para un índice 108, la carga es 1.000 kg, para un índice 156, la carga máxima es 4.000 Kg, para un índice 217, la carga es 23.000 Kg.

Tabla 2. Índice de carga

Índice	Carga (Kg)
60	250
61	257
63	272
64	280
100	800
140	2500
160	4500

Código de velocidad

Para cubiertas radiales, existe un código de velocidad (una letra impresa en la cubierta) que nos indica la máxima velocidad a la que puede circular ese neumático. Así, por ejemplo

Tabla 3. Código de velocidad

Índice	Velocidad (km/h)	Índice	Velocidad (km/h)
A1	5	A8	40
A2	10	B	50
A3	15	C	60
A4	20

Referencia de utilización

Indica la presión de inflado recomendada para su utilización. Esta referencia tiene cierta relación con el uso de la cubierta.

Referencia	Presión (kg/cm²)	Uso
*	1,6	Suelo suelto (campo)
**	2,4	Suelo medio (campo-camino)
***	3,2	Suelo duro (camino)

CAPÍTULO 3

3.1 ACCESORIOS DEL TRACTOR HEBEI 150

El tractor HEBEI 150 tiene a su disposición accesorios que comúnmente son utilizados para el laboreo diario y también instrumentos que sirven para el monitoreo del mismo.

Barra de tiro

Es la barra de enganche para implementos de tracción, que puede ser de dos tipos:

- Barra de tiro para implementos de arrastre
- Enganche de tres puntos.

Los tractores por lo general vienen equipados con barras de tiro regulables.

Regulación longitudinal, consiste en alargar o acortar la barra de tiro, una de las funciones es mejorar la transferencia de peso al tren posterior del tractor.

Regulación transversal, consiste en desplazamiento a izquierda o derecha del centro.

En el caso del tractor HEBEI 150, el enganche es de tres puntos con la cual se acopla una rastra para el arado de tierras.



Figura 3.1. Enganche de tres puntos

3.1.1 Enganche de tres puntos.

“El tractor viene equipado con este tipo de enganche. Está compuesto por dos brazos laterales y uno central colocado en posición superior.

Los dos brazos laterales pueden moverse hacia arriba o hacia abajo, por medio de las palancas del sistema hidráulico del tractor. La posición del brazo lateral izquierdo es regulable mediante el tornillo de fijación, y el lateral derecho con la manivela del tornillo de posición.

Los tornillos de fijación y de posición, permiten regular lateralmente de izquierda a derecha los implementos. La longitud del brazo superior (central) es ajustable y permite regular los implementos de atrás hacia delante.”¹



Figura 3.2. Discos John Deere

USO PRINCIPAL

El arado de disco está formado por discos en forma de casquete esférico que giran alrededor de unos ejes unidos al bastidor. Estos ejes forman un cierto ángulo con la dirección de avance, encontrándose, por otra parte, inclinados con respecto al plano horizontal. La tierra cortada por el disco lo presiona y lo hace girar.

¹Maquinaria Y Mecanización Agrícola, Armando Alvarado, Página 228

El disco entonces arrastra y eleva el suelo que al alcanzar cierta altura desvía la trayectoria de las partículas, que caen al fondo del surco provocando de esta manera el volteo (en algunos casos puede presentar una pequeña vertedera que ayuda en el volteo)

Para diferenciarlo del otro arado, que también utiliza discos como órgano de roturación, (arado rastra, rastrón o arado múltiple), se debe tener en cuenta que en este arado cada uno de los discos tiene su propio eje, que es totalmente independiente de los otros.

Cuando se trabaja con este tipo de arados, no están definidos la pared y el fondo del surco, como ocurre con los arados de vertedera, en los cuales la sección es rectangular; con los discos, la solera que se forma es ondulada

3.2 SISTEMAS HIDRÁULICOS

Los sistemas hidráulicos de los tractores pueden accionar un sistema de tres puntos y uno o más cilindros de control remoto, combinado con una dirección.

El sistema hidráulico está compuesto por:

- Depósito de aceite: Lleno generalmente de un aceite para hidráulico y de una capacidad específica.
- Bomba hidráulica: Del tipo de engranajes, encargada de darle presión necesaria al aceite.
- Caja de control: Dispositivo que tiene por objeto distribuir el aceite para los cilindros de levante y descenso del enganche de tres puntos, o los cilindros del control remoto. Esta caja es accionada por el operario por intermedio de una palanca.





Figura 3.3. Palancas de control

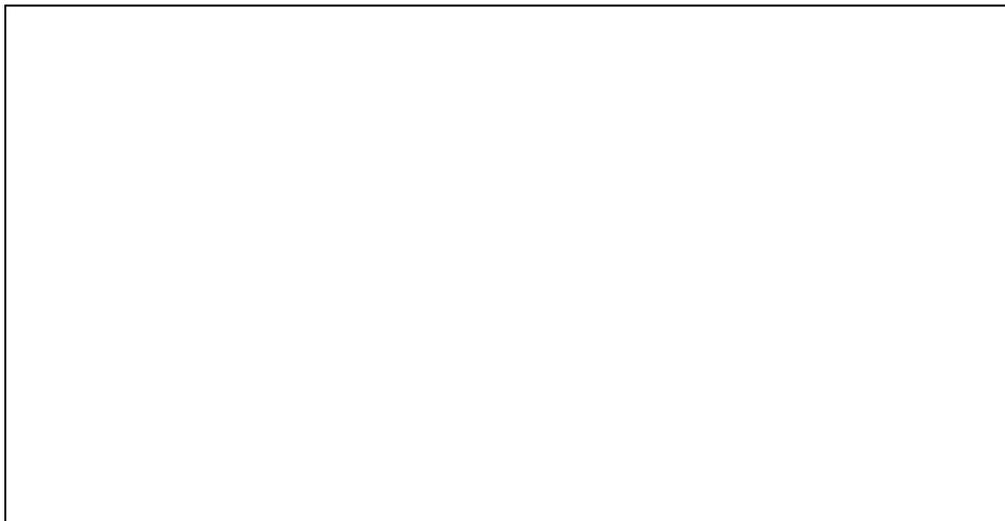
- Cilindros hidráulicos: encargados de recibir el aceite a presión y desplazar los émbolos en su interior.
- Cañerías o mangueras: tienen por función conectar todos los mecanismos anteriores transportando el aceite a presión, deben estar en correcto estado para su buen funcionamiento.
- Válvulas esféricas: encargadas de abrir o cerrar las distintas tuberías de acuerdo a la presión de aceite. Y su distribución.

3.2.1 ELEVADOR HIDRÁULICO

Para acoplar el accesorio en el tractor se necesita de una serie de mecanismos hidráulicos, todos van colocados en el tractor y son accionados por el motor.

El elevador asegura la unión del accesorio al tractor, donde baja la rastra a la posición de trabajo y lo eleva a la posición de transporte.

El enganche de los accesorios tiene grandes ventajas ya que permite gran maniobrabilidad del conjunto accesorio-tractor la cual permite dar virajes cerrados, y a la vez da aumento de la carga en las ruedas motrices brindando una adherencia extra y disminuyendo el patinaje.



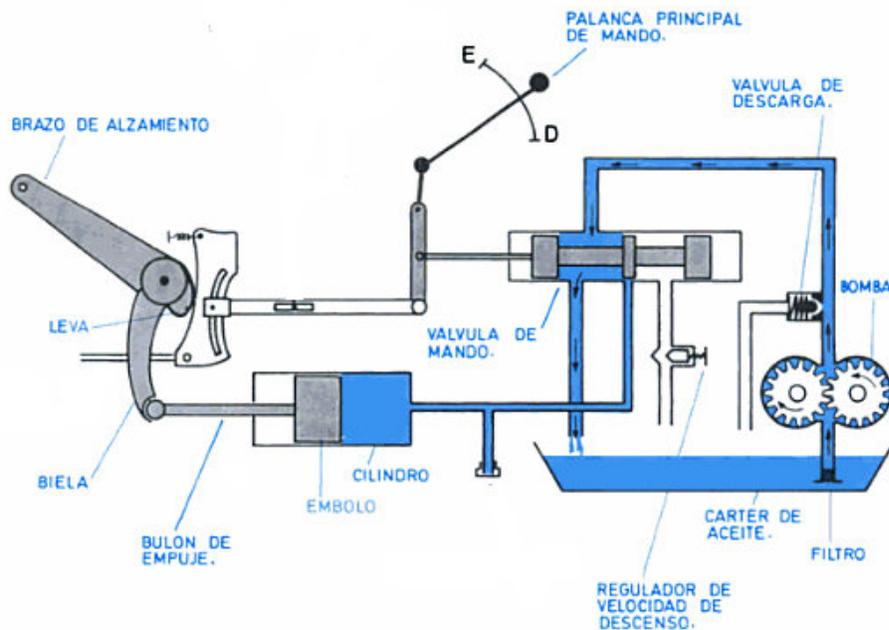


Figura 3.4. Diagrama de un elevador hidráulico

Fuente: Tractores y motores agrícolas, Arnal y Laguna Blanca, Pág. 446

3.2.1.1. BOMBA HIDRÁULICA

Una bomba hidráulica es un dispositivo tal que recibiendo energía mecánica de una fuente exterior la transforma en una energía de presión transmisible de un lugar a otro de un sistema hidráulico a través de un líquido cuyas moléculas estén sometidas precisamente a esa presión . **Las bombas hidráulicas son los elementos encargados de impulsar el aceite o líquido hidráulico, transformando la energía mecánica rotatoria en energía hidráulica.**

El propósito de una bomba hidráulica es suministrar un flujo de líquido a un sistema hidráulico. La bomba no crea la presión de sistema, puesto que la presión se puede crear solamente por una resistencia al flujo. Mientras que la bomba proporciona flujo, transmite una fuerza al líquido. Dado que el flujo de líquido encuentra resistencia, esta fuerza se vuelve una presión. La resistencia al flujo es el resultado de una restricción o de una obstrucción en la

trayectoria del mismo. Esta restricción es normalmente el trabajo logrado por el sistema hidráulico, pero puede ser también debido a restricciones de líneas, de guarniciones, y de válvulas dentro del sistema. Así, la presión es controlada por la carga impuesta sobre el sistema o la acción de un dispositivo regulador de presión

Bomba hidráulica de engranaje del tractor HEBEI 150

Son utilizadas en caudales grandes, pero con presiones bajas.

El funcionamiento es muy simple y similar a la bomba de tornillos. Uno de los engranajes hace de conductor y mueve al otro engranaje (secundario). El engranaje conductor es el que recibe la fuerza motriz de un eje conectado mecánicamente con un motor eléctrico, en su giro arrastra al engranaje secundario o conducido. Los giros de los engranajes son opuestos, como se puede deducir. Las cámaras de bombeo están formadas entre los engranajes y la carcasa. El fluido circula a través de los dientes de los engranajes. Su rendimiento alcanza el 90%.

El tractor agrícola debe trabajar con diferentes accesorios y equipos en distintos terrenos y condiciones. Un aspecto fundamental en la eficacia del trabajo es la relación que existe entre tractor y equipo. El operario debe regular continuamente la posición del equipo con respecto al tractor de acuerdo con las condiciones en que se desarrolla el trabajo cada minuto.

Para facilitar el trabajo del operario y aumentar la eficacia de las labores además del enganche y desenganche de los accesorios, el elevador hidráulico que tiene el tractor HEBEI 150 permite realizar las siguientes funciones:

- Control de posición de altura del accesorio con relación al tractor o al suelo en que desempeña la labor.
- Control de profundidad por debajo del suelo.
- Regulación de la velocidad de descenso, que depende del peso del accesorio que va enganchado a los tres puntos del elevador.

3.2.2 CUIDADOS DEL SISTEMA

- Revisar el nivel de aceite hidráulico con frecuencia, ya que una falta del mismo acarrea un mal funcionamiento del sistema. Normalmente se coloca el mismo aceite que el de la transmisión, lo que se debe tomar en cuenta es que orificio de entrada de aceite van por separados.
- Cambiar el filtro de aceite cada 150 horas.
- Mantener en buen estado el engrase de los tensores del elevador hidráulico.
- Cambiar el aceite del hidráulico cada 1.200 horas.

CAPÍTULO 5

5. MANTENIMIENTO Y PREVENCIÓN DEL TRACTOR HEBEI 150

5.1 MEDIDAS PREVENTIVAS

Diversos ensayos e investigaciones sobre el desarrollo de dispositivos anti-vuelco o avisadores que se accionan cuando el tractor supera determinados ángulos de trabajo no han sido desarrollados hasta el momento actual, por lo que no pueden considerarse medidas efectivas contra vuelcos. Es también difícil mejorar la estabilidad del tractor rebajando la posición de su Centro de Gravedad que es el principal estabilizador en este tipo de máquinas.

Analizando los problemas y limitaciones que en cuanto a estabilidad tienen los tractores de ruedas en zonas agrícolas con terrenos irregulares y pendientes fuertes, siempre que sea posible deben utilizarse tractores especiales que ofrezcan mayor estabilidad, como por ejemplo tractores de doble tracción y los de cadenas, al tiempo que se limite el uso de tractores de ruedas estrechos (vía mínima del eje de ruedas motrices inferior a 1.125 mm) o de tractores elevados (altura libre máxima superior a 1.000 mm).

5.2 MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL MOTOR

Una conducción adecuada del tractor junto a un adecuado mantenimiento en su estado de funcionamiento son las mejores medidas de precaución contra todo tipo de accidente y daño irremediable. Las revisiones periódicas de los sistemas de dirección, frenos, estado de las ruedas, embrague, enganche de equipos remolcados, etc., garantizan un buen estado del mantenimiento y funcionamiento del tractor previniendo los accidentes por vuelco.

5.2.1 MANTENIMIENTO Y CUIDADOS MÍNIMOS DEL SISTEMA

- Chequear el nivel de aceite del motor (usar un trapo o un papel para limpiar la varilla de medición).
- Si se debe agregar el aceite al motor, agregarlo para evitar daños en el futuro.

- Hacer cambio de aceite y filtro según recomendaciones y llevar registros de los cambios.
- Una o dos veces por año controlar el aceite de la caja y la transmisión, como también el aceite de los elevadores.
- Utilizar aceites multigrados, ya que mejoran el uso del tractor.
- Mantener siempre el tractor en total limpieza, para poder observar de mejor manera las posibles fugas que puedan darse.

5.2.2 Filtro de aire

- Las partículas de polvo pueden afectar el motor sin haber pasado por la bomba y los inyectores. El aire de admisión puede estar contaminado con finas partículas de polvo y llegar hasta los cilindros directamente, si los filtros de aire no están en condiciones.
- Hay que considerar que el ambiente de trabajo del tractor por lo general presenta importantes cantidades de tierra en suspensión y que aspira amplios volúmenes de aire y que tiene que separar entre 70 y 160 gramos de polvo y suciedad por día, por lo que el filtro de aire deberá mantenerse siempre en óptimas condiciones.
- Existen filtros de aire que trabajan en seco y filtros de aire en baño de aceite. Los filtros de aire seco por lo general son un cartucho de cartón poroso, uno primario externo y otro secundario interno (de seguridad). Retiene el 99 % del polvo aspirado, a medida que se retiene el polvo y se acumula en el filtro se restringe la entrada de aire aumentando el consumo de combustible.
- En los filtros de aceite el primer elemento filtrante los constituye un pre separador ciclónico, que se queda con las partículas más gruesas que se depositan en una especie de vaso o tazón plástico. El aceite se encuentra en un tazón en la parte inferior, donde es recibido el aire aspirado por el motor.

5.2.3. CAMBIO DE ACEITE

Con el funcionamiento normal del motor del tractor, el aceite sufre una serie de modificaciones en la que se puede mencionar:

- Su viscosidad se altera debido a su oxidación y a la dilución del combustible no quemado que se encuentra por la cámara de combustión.

- Pérdida de su capacidad detergente.
- Sobrecarga de impurezas que ensucian al filtro lo que produciría una pérdida de presión en el sistema y peor aún el paso de aceite sin filtrar aumentando el riesgo de deterioro del motor.

Analizando todas estas modificaciones que a lo largo pueden dañar el motor, el aceite debe sustituirse con uno nuevo de las mismas características que el anterior para que el motor siempre esté lubricado.

Lo aconsejable para el motor HEBEI 150 es de hacer el cambio cada 100 o 250 horas de trabajo. Y no es recomendable alargar el uso del aceite porque el motor trabajará con aceite en desgaste ni cambiarlo antes de tiempo ya que el aceite aun tiene sus propiedades haciendo más caro el mantenimiento.

5.2.4 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Una de las mayores averías producidas en el motor tiene su origen en el sistema de refrigeración, de ahí la importancia del buen mantenimiento.

A) Refrigeración por medio de aire:

- Mantener perfectamente limpias las entradas de refrigeración.

B) Refrigeración por medio de agua:

- Cambiar el refrigerante, en nuestro caso agua y el filtro cada 1200 horas de funcionamiento.
- Revisar los manguitos para asegurarse de que estén en buenas condiciones y verificar que las abrazaderas estén firmes.
- La temperatura del motor debe aumentar gradualmente. Si no fuera así significaría que el termostato podría estar averiado.

5.2.5 MANTENIMIENTO DE LA TRANSMISIÓN

- Chequear el nivel de aceite cada 50 horas de trabajo.
- Cambiar el aceite de la caja cada 1000 o 1200 horas de trabajo.
- Para poner las velocidades, pisar a fondo el embrague y después accionar la palanca. Si la marcha no entra, jamás forzarla. Para evitar esto se debe soltar todo y realizarlo de nuevo, así se evita que los piñones choquen diente con diente y no engranen correctamente.

5.3 MANTENIMIENTO EN LOS NEUMÁTICOS

- Revisión de los neumáticos, controlar el hidroyntado y el aire adecuado. El agua puede ocupar desde el 50 a 75 % de la capacidad de la goma, el resto es aire de inflado. Hay que recordar la presión de inflado de las ruedas si es para transporte o trabajo.

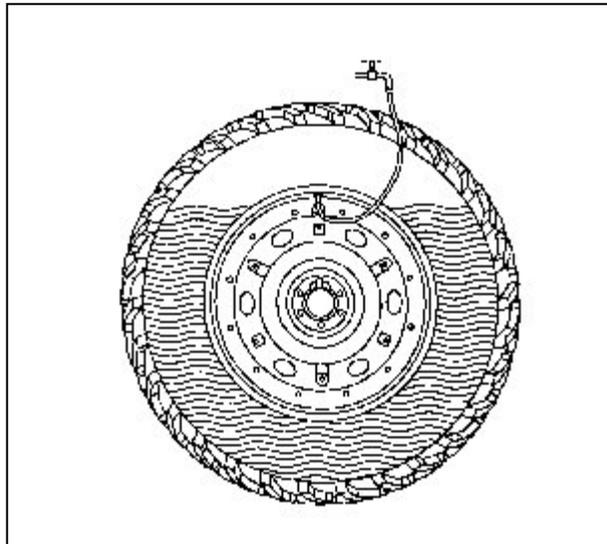


Figura 4.1. Hidroyntado

- Los neumáticos que no tienen cámara, controlar el oxido que se produce por el efecto del agua sobre la llanta y la entrada de tierra por el talón
- Adecuar el lastrado de acuerdo al tipo de labor a realizar.
- Regular la cantidad de agua, con la posición de la válvula del aire.
- Si se hace hidroyntado, agregar anticongelantes en zonas muy frías.
- En tractores doble tracción desconectarla para el transporte.



Figura 4.2. Ruedas con lastre

Los neumáticos no deben llevar ni poca ni mucha presión de aire. La presión que deben llevar los neumáticos ya sean motrices o directrices las muestra el fabricante.

La presión de inflado depende del trabajo que se esté realizando, y es fundamental para lograr una buena tracción.

Para trabajar con el tractor en labores que le ocasionan esfuerzos, la presión debe ser de 16 libras para la rueda que trabaja afuera del surco y de 18 libras para la que va en el surco. Si el tractor trabaja fuera del surco con las dos ruedas en el surco, la presión debe ser de 16 libras en ambas ruedas motrices.

Para transporte las presiones de inflado deben aumentar a 28 a 30 libras las traseras y a 30 , 32 libras las delanteras.

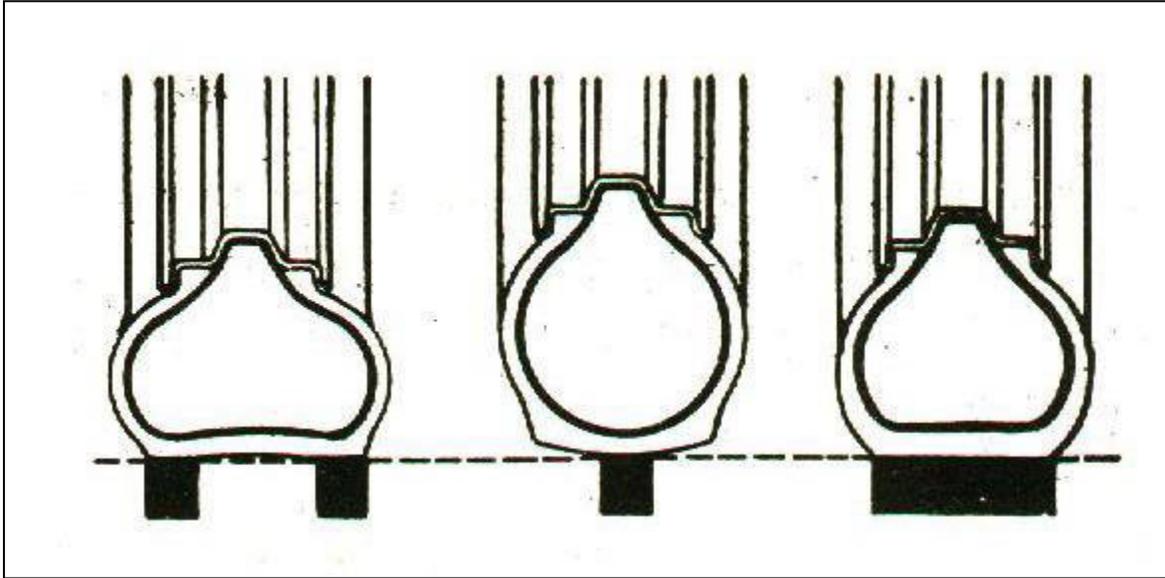


Figura 4.3. Contacto de la llanta según el inflado

Al inflar incorrectamente al neumático con la presión inadecuada se producen una serie de complicaciones en el rodaje y a la vez un desgaste desigual. El neumático con presión insuficiente pierde contacto con el suelo y con el centro. Con excesiva presión pierde contacto con los bordes. Con presión adecuada el contacto es pleno.

5.3.1 LASTRADO

El lastrado del tractor es el peso adicional que se le incorpora al tractor para mejorar las condiciones de operación.

Existen varias formas de lastrar un tractor, lastre delanteros son contrapesos que se colocan delante del tractor. Lastres traseros se colocan en las ruedas traseras y otro tipo de lastre es el agua que se coloca en las gomas.

También existe un lastre de tipo dinámico, que se da cuando se alarga o se acorta la barra del tractor u bajando u subiendo la misma, es decir produciendo una transferencia de peso al eje trasero del tractor, desde el apero tirado por él.

Se debe lastrar el tractor cuando se realizan trabajos que demanden esfuerzos de tracción importantes y donde el terreno sea irregular.

Lastre Insuficiente

- Patinaje excesivo
- Pérdida de potencia
- Desgaste de ruedas
- Desperdicio de combustible
- Productividad reducida

Lastre excesivo

- Compactación del terreno
- Pérdida de potencia
- Aumento en la carga
- Desperdicio de combustible
- Productividad reducida
- Desgaste del tren motriz

Antes de colocar lastre al tractor hay que considerar estos factores importantes para el rendimiento óptimo de la máquina:

- Peso total del tractor
- Distribución del peso estático
- Porcentaje de patinaje
- Tipo de lastre empleado
- Capacidad de carga de la llanta
- Presión de inflado de las ruedas



Figura 4.4. Distribución de peso

5.4 NORMAS DE SEGURIDAD EN LA CONDUCCIÓN DE TRACTOR

A continuación una serie de normas de seguridad que todo operario debe aplicar a lo largo del trabajo y cuyo incumplimiento es causa principal en numerosos accidentes de vuelco, con resultado de consecuencias irremediables.

5.4.1 VUELCO LATERAL

Conducir siempre el tractor a una distancia correcta de las zonas del terreno que por presentar desniveles (zanjas, canales, regueras, taludes, cunetas) son propicias al vuelco.

La conducción entre parcelas a distinto nivel debe hacerse siempre por accesos apropiados, y nunca remontando o descendiendo el talud o pared de desnivel, por pequeño que sea éste. Al iniciar el descenso por una pendiente, y más aun si el tractor arrastra un remolque cargado, hay que tener la precaución de poner la velocidad más corta a fin de evitar los cambios de velocidad en plena pendiente y frenadas bruscas con el riesgo de empuje posterior del remolque.

Aún cuando se circule a velocidad moderada se evitará la bajada de pendientes con remolques excesivamente cargados, si no disponen de sistemas de frenos adecuados y en correcto

funcionamiento, así evitar el empuje continuo del remolque, lo que puede desequilibrar la estabilidad del tractor y perder el control por parte del operario.

Siempre que las labores a realizar lo permitan se utilizará la máxima anchura de vía posible, tanto en las ruedas traseras como en las delanteras, con lo que se mejora la estabilidad del tractor.

En circulación normal, los pedales de freno deberán llevarse bloqueados mediante el cerrojo de bloqueo. Cuando se circula transportando remolques cargados excesivamente y sin sistemas de frenado independiente, se evitará la parada brusca del tractor, a fin de evitar el empuje posterior del remolque, lo que puede desequilibrar al tractor haciéndolo volcar lateralmente.

Mantenimiento del tractor HEBEI 150	
Trabajo	Horas
Cambio de Aceite	100 o 250
Refrigerante	1200
Chequeo nivel de aceite de transmisión	50
Cambio de Aceite de transmisión	1000 o 1200
Hidroinflado (50-75%)	Cada 5 días
Cambio filtro de aire	500
Chequeo nivel de aceite hidráulico	50
Cambio de aceite hidráulico	500 o 700
Filtro de combustible	2000
Filtro de aceite	180

CAPÍTULO 4

4.1 ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

Finalizada la restauración y reparación del tractor agrícola Hebei 150 por completo, se procedió a realizar una analogía entre los costos de restauración y reparación con la compra de uno nuevo.

A continuación los gastos de la reparación y restauración:

Motor	Costo (\$)
Empaques	10
Pasta esmeril	5
Aceite de motor SAEw40	30
Aceite de transmisión SAE 90	30
Aceite hidráulico	15
Carrocería	
Pintura	1000
Tapicería de asiento	60
Tornillos	10
Tuercas	8
Pernos	15
Cincado	50
Lunas (direccionales, faros)	40
Instalación eléctrica	130
Accesorios	200
Llantas	1500
Frenos	100
TOTAL	3203
Tractor Hebei (0 Km)	11000

Comparando los dos precios de restauración y reparación de 3203, al costo de un tractor nuevo de 11000 se puede observar claramente, que una restauración completa es más económico resultando más conveniente para el dueño del tractor, en costo beneficio.

La restauración fue factible realizarla en Quito Ecuador, ya que todos los repuestos fueron encontrados sin mayor dificultad equivalentes a los originales, por lo que facilito el tiempo de restauración y reparación del tractor. Así se evito importar los repuestos requeridos desde China.

CONCLUSIONES

- El desarrollo inicial del tractor agrícola fue a través del tiempo muy importante para las nuevas innovaciones, así el laboreo diario en las grandes plantaciones agrícolas se ven beneficiadas por estos avances y a la vez aportan al progreso de cada operario ya que no es solo la mano del hombre la que interviene, sino también va acompañada de herramientas que hoy son indispensables. Es por eso que a lo largo de la historia la evolución de los tractores ha sido fundamental y cada día aparece algo nuevo para mejorarlo.
- El almacén de cada tractor es indispensable para el correcto funcionamiento del mismo, ya que en él descansan todas las partes necesarias que hacen un tractor productivo. En nuestro ámbito agrícola actual el bastidor o chasis son mejorados y a la vez reforzados con materiales distintos a los que usaban a inicios. Es por eso dar un correcto cuidado a todas las partes del tractor para evitar que se dañen con el transcurso del tiempo.
- Cada parte que conforma un tractor es indispensable conocer a fondo todo su funcionamiento ya que de eso depende el desempeño. Desde el motor hasta el accesorio son muy importantes para el laboreo, y usarlo adecuadamente se hará más fácil el uso y a la vez brindará una mejor producción.
- Cuando se procede a una reparación completa de una máquina hay muchos factores que implica hacerlo correctamente, a la vez el conocimiento y la teoría. Muchas veces esto no se cumple. Realizando los cálculos adecuados y usar repuestos originales se hizo la reparación total de todos los sistemas del tractor, y posteriormente el proceso de prueba para comprobar si la reparación estuvo bien. Se tomó en cuenta todas las características del motor y en donde iba a ser utilizado y bajo que parámetros.

- La restauración total de la carrocería fue un proceso sencillo, aplicando los conocimientos necesarios se pudo lograr el objetivo que es eliminar el óxido que se encontraba en las latas y el deterioro. Aparentemente es un proceso corto, pero en realidad la restauración completa desde lo más pequeño hasta lo más grande fue muy largo y se debió hacerlo con un cronograma de trabajo para obtener los resultados queridos, utilizando de materiales especiales y productos.

RECOMENDACIONES

- Realizar un correcto mantenimiento es muy importante para que el tractor alargue su vida útil de trabajo. Con un plan que el manual o el operario lo indican cumplir en su totalidad los requerimientos del tractor. Cabe recalcar que cada cierto tiempo se debe realizar algún cambio de repuesto o algún líquido, es por eso que el manual indica a qué horas se debe realizar dicho chequeo.
- Al manejar el tractor es primordial saberlo hacer. El operario debe estar capacitado para manejar este tipo de vehículos agrícolas ya que los mandos son diferentes y cada tractor es diferente, es por eso que la actualización en la conducción hará que el tractor sea más eficiente y productivo evitando posibles accidentes en un futuro que pueden ser irremediables o pueden ser gastos.
- Utilizar repuestos originales para su buen funcionamiento ya que partes alternas pueden ser menos costosas pero a lo largo del trabajo durarán menos que uno original. El tiempo útil de trabajo es menor haciendo de la inversión un gasto innecesario.

BIBLIOGRAFÍA

- ASHBUSNERY JOHN S. y SIMS BRIAN G., Elementos de diseño del tractor y herramientas de labranza, IICA, 1984.
- ARNAL PEDRO V., LAGUNA BLANCA ANTONIO, Tractores y motores Agrícolas, 3ª Edición, Ediciones Mundi Prensa, España, 2000.
- HIDALGO-CANO FERNÁNDEZ LUIS y HIDALGO TOGORES JOSÉ, Ingeniería y Mecanización avícola, Ediciones Mundi Prensa, Madrid España, 2000
- ORTIZ J. y CAVAÑETE, Las Máquinas Agrícolas y sus aplicaciones, 6ta Edición, Ediciones Mundi Prensa, Impreso en España, 2003.
- ALVARADO CHAVEZ ARMANDO, Maquinaria y mecanización Agrícola, Editorial Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, 2004.
- DÁVILA CÁRDENAS RAFAEL E., Administración y Planificación de maquinaria Agrícola, Impreso en Italgráfica, Venezuela 2002.
- F. M. INNS, La Selección, prueba y evaluación de máquinas y equipos agrícolas, Roma, 1995.