



**Universidad**  
**Tecnológica de Bolívar**

---

CARTAGENA DE INDIAS

**ANALISIS DEL DESGASTE EN LAS BOMBAS HIDRAULICAS JOHN DEERE**

**GREGORIO ENRIQUE LOPEZ MAESTRE**

**JULIO GERVACIO MARIN BLANCO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÒGICA DE BOLIVAR**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE INGENIERIA MECÀNICA**

**CARTAGENA DE INDIAS DDT. y C.**

**2004**

**ANALISIS DEL DESGASTE EN LAS BOMBAS HIDRAULICAS JOHN DEERE**

**GREGORIO ENRIQUE LOPEZ MAESTRE**

**JULIO GERVACIO MARIN BLANCO**

**Monografía del minor de mantenimiento industrial presentado como  
requisito parcial para optar al título de Ingenieros Mecánicos**

**Director:**

**BENJAMIN ARANGO**

**Ingeniero Metalúrgico**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁNICA**

**CARTAGENA DE INDIAS D.T. y C.**

**2004**

**ARTICULO 107 DEL REGLAMENTO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD  
TECNOLÒGICA DE BOLIVAR.**

La universidad se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados, los cuales no pueden ser explotados comercialmente sin su autorización.

**Cartagena de Indias D.T. y C., Mayo 28 de 2004**

Señores:

**Universidad Tecnológica De Bolívar**

Programa de Ingeniería Mecánica

La ciudad

Respetados señores:

Mediante la presente, autorizamos la utilización en las bibliotecas de la Universidad Tecnológica de Bolívar y la publicación en la Internet con fines exclusivamente académicos la monografía "**ANALISIS DEL DESGASTE EN LAS BOMBAS HIDRÁULICAS JOHN DEERE**" realizada por Gregorio López Maestre y Julio Marín Blanco, como requisito parcial para optar el título de Ingenieros Mecánicos. Para mayor constancia se firma y autentica este documento.

Cordialmente;

---

Gregorio Enrique López Maestre  
CC.77155432 Codazzi -Cesar

---

Julio Gervacio Marín Blanco  
CC.73583243 Cartagena-Bolívar.

*Me pregunto a veces cual satisfacción es mas grande, tener la ilusión de niños soñando un futuro, dejando que nuestra imaginación vuele sin limites alcanzando metas y construyendo el destino a nuestro modo, ò degustar el placer de alcanzar uno de esos sueños que de niños tuvimos, saber que nuestro sacrificio valió la pena y que esta arrojando resultados pletórico de triunfos.*

*Esta es otra faceta de nuestra vida, poder decir con orgullo “soy ingeniero” pero con humildad porque la humildad es loable en los hombres de progreso.*

*Cuando salía de mi casa en el pueblo donde viví, rumbo a la universidad sentía un fuerte dolor en el pecho y sabía lo que me daba, sentía un desespero horrible y un gran nudo en la garganta, sentía que me moría y que este no era mi mundo, poco a poco me adapte al nuevo episodio que estaba por comenzar donde conocí a muchas personas de loas cuales muchos son mis amigos que de una u otra manera inconsciente mente aplicamos la estrategia del vuelo del alcastraz, donde nos apoyamos unos a tros y cuando el líder se agota uno de nosotros lo remplaza para seguir en la ruta por alcanzar los objetivos este ejemplo se ve claramente en la habilidad para las distintas materias que tiene cada uno de los estudiantes.*

*Recuerdo mucho las palabras de mi padre cuando me sentaba en las piernas y me decía “hijo camina despacio pero seguro del rumbo que llevas porque si no se llega bien de nada sirve llegar a tiempo” hoy día me doy cuenta lo valioso de esas palabras.*

**GREGORIO**

## AGRADECIMIENTOS

Todos los acontecimientos de nuestra vida tiene un origen, hoy quiero aprovechar este inocultable acontecimiento después de tanto esfuerzo, para darle gracias Dios y a las personas que me ayudaron a lograrlo.

A la señora *Ramona Maestre*, mi mamá y al señor *Luis López* mi papá por darme la vida, a mi mamá por enseñarme a ser humilde, perseverante e infundirme valores, a mi papá por enseñarme a ser fuerte, a no desfallecer ante las adversidades de la vida e infundirme el respeto, a mis hermanos por el apoyo que me han dado al no dejarme caer y en algunos momentos levantarme.

**GREGORIO**

## CARTA MINOR DE MANTENIMIENTO

Minor.... Mas que un prerrequisito para optar un titulo universitario es el puente de sólidas bases y fuerte barandas que une la universidad de las cátedras con la universidad de la vida, esta sobre ese gran abismo que nos de temor saltar por miedo a caer.

No es evadir una tesis lo que se trata es de no desperdiciar el conocimiento y el tiempo que con dedicación sacamos para desarrollar un proyecto, que hoy día vemos como el polvo tapa las tesis de estudiantes que con sacrificio y esfuerzo desarrollan una investigación y el los laboratorios mueren olvidadas y poco a poco se convierten en chatarra, y en la biblioteca cambian de puesto cuando hacen inventario de los libros, será que vale la pena desarrollar un proyecto de tesis?.

De la mano del minor de mantenimiento como eslabones de una cadena están esas incomparables personas que han logrado que esas semillas que sembraron germinen y den frutos en un mañana no muy lejano.

Dedico estas palabras a las personas que hicieron esto posible, al ingeniero Benjamín Arango por ser mas que un profesor un buen amigo que solo busca el bienestar para sus alumnos, al ingeniero Alfonso Núñez por la voluntad que lo acompaña para trasmitir todos sus conocimientos y al ingeniero Julio Burbano por darnos a entender como es en la realidad de lo que estudiamos, a estas tres grandes personas agradecerles y felicitarlos por ser los pioneros del minor de mantenimiento, que son y serán los profesores del primero de muchos minor's mas.

Gracias.

**GREGORIO**



*Hace un largo tiempo me propuse ser profesional, con la clara misión de llevar los conocimientos adquiridos al servicio de la comunidad, hoy veo que gran parte de esa meta se ha logrado con esfuerzo y dedicación.*

*Aunque hubieron momentos difíciles Dios me dio la oportunidad de tener personas que me motivaran y me dieran aliento en el camino, y no puedo quedarme desapercibido ante grandes personas.*

*Hoy cuando ya casi he cumplido con una de las más importantes metas de mi vida y veo lo mucho que se ha logrado levanto una oración a Dios por aquellas personas que de alguna manera han aportado parte de su tiempo, experiencia y dedicación a esta causa.*

*Para todas aquellas personas que siempre estuvieron prestos a colaborar incansablemente, a mi familia gracias por su apoyo incondicional en especial a mis padres y hermanos, sin dejar de mencionar a mi señora y una personita que ha cambiado mi vida por completo Liz Katherine Marin Gastelbondo mi hija.*

*Este agradecimiento es estrecho para dar cabida a tantos nombres, pero no podemos echar a un lado la labor del cuerpo docente, en especial: Benjamín Arango Zabaleta, Alfonso Enrique Núñez Nieto, Julio Burbano.*

*Gracias!*

**JULIO**

**Cartagena de Indias D.T. y C., Mayo 28 de 2004**

Señores:

Comité de Evaluación de Proyectos  
**Universidad Tecnológica De Bolívar**  
Programa de Ingeniería Mecánica  
La ciudad

Respetados señores:

Por medio de la presente me permito ratificar la accesoria, y presentarles como director, la monografía **“ANALISIS DEL DESGASTE EN LAS BOMBAS HIDRAULICAS JOHN DEERE”**, elaborada por los alumnos Gregorio Enrique López Maestre y Julio Gervasio Marín Blanco, como requisito para aprobar el “Minoras de Mantenimiento Industrial” y optar el titulo de Ingeniero Mecánico

Cordialmente,

---

Benjamín Arango  
Ingeniero Metalúrgico  
Director

**Cartagena de Indias D.T. y C., Mayo 28 de 2004**

Señores:

Comité de Evaluación de Proyectos

**Universidad Tecnológica De Bolívar**

Programa de Ingeniería Mecánica

La ciudad

Respetados señores:

Muy atentamente nos dirigimos a ustedes para presentarles a su consideración, estudio y aprobación, el proyecto de monografía titulado “**ANALISIS DEL DESGASTE EN LAS BOMBAS HIDRAULICAS JOHN DEERE**”, como requisito parcial para optar el título de ingenieros mecánicos

Agradeciendo de antemano la atención prestada de su sabia decisión

**Cordialmente sus autores,**

---

Gregorio Enrique López Maestre  
CC.77155432 Codazzi -cesar

---

Julio Gervacio Marín Blanco  
CC.73583243 Cartagena Bolívar.

**NOTA DE ACPTACION**

---

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Fecha,** \_\_\_\_\_

**Universidad Tecnológica de Bolívar**

**Cartagena D.T. y C, junio del 2004**

## RESUMEN

Encontramos un problema de desgaste prematuro en las bombas hidráulicas de las retro excavadoras John Deere JD 410 que dejó fuera de servicio a un gran número de estas máquinas, debido a que el repuesto que la reemplaza tiene una vida útil extremadamente corta, les hablo de un repuesto que tiene un valor de US 2.800 dólares y solo trabaja 48 horas, es fácil observar que tiene un alto costo de mantenimiento, por esta razón hoy día encontramos muchas máquinas de estas en completo deterioro en los talleres y parqueaderos.

Esta razón nos motivó a investigar el problema, comenzamos por analizar las distintas partes de la bomba donde se presenta el desgaste y las partes involucradas son los pistones y la carcasa de la bomba los cuales están en contacto.

Realizamos pruebas de dureza y le hicimos análisis metalográfico a estas partes y las comparamos con elementos de otra referencia que no presenta desgaste después de 42.000 horas de trabajo los cuales fueron nuestro punto de referencia, la carcasa está construida en fundición gris y los pistones en acero 4140 tal cual no pudimos determinar el tratamiento térmico que tenía y descubrimos un tipo de recubrimiento no determinado que es el que trata de arrancarse cuando esta comienza a trabajar y ocasiona el desgaste en la carcasa.

La solución a este problema es construir los pistones en acero 4140 y hacerle un cementado para aumentar su dureza ya que esta no supera los 45.2 Rockwell C y la de referencia esta en 64.1 Rockwell C.

## CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCCION   | 17 |
| 1. OBJETIVOS.  | 19 |
| 1.1. OBJETIVO GENERAL.                                 | 19 |
| 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.                            | 20 |
| 2. PROBLEMA EXISTENTE.                                 | 21 |
| 2.1. HISTORIA.   | 21 |
| 3. BOMBAS HIDRAULICAS.                                 | 25 |
| 3.1. BOMBA HIDRODINAMICA.                              | 28 |
| 3.2. BOMBA HIDROSTATICA.                               | 29 |
| 3.3. BOMBA DE EMBOLO ALTERNATIVO Y DE EMBOLO ROTATIVO. | 29 |
| 3.4. ROTODINAMICA.                                     | 29 |
| 3.5. BOMBA DE TORNILLO.                                | 31 |
| 3.6. BOMBA DE PISTON.                                  | 34 |
| 3.6.1. Axiales.  | 34 |
| 3.6.2. Radiales.                                       | 35 |
| 3.6.2.1. Carcasa.                                      | 37 |
| 3.6.2.2. Eje y rodamientos.                            | 37 |
| 3.6.2.3. Culata.                                       | 38 |
| 3.6.2.4. Cheque de alta.                               | 39 |
| 3.6.2.5. Cheque de baja.                               | 39 |

|   |    |
|---|----|
| 3.6.2.6. Resortes.                        | 40 |
| 3.6.2.7. Pistones.                        | 40 |
| 3.6.2.8. Sellos.                          | 41 |
| 3.6.2.9. Tapones de los pistones.         | 41 |
| 3.6.2.10. Tapones de los cheques de baja. | 42 |
| 3.6.2.11. Tornillos.                      | 42 |
| 4. FUNDICION GRIS.                        | 43 |
| 5. ACERO 4140.                            | 46 |
| 6. LUBRICANTES.                           | 47 |
| 6.1. ACEITE JHON DEERE HY-GARD.           | 48 |
| 7. PRUEBA DE LABORATORIO.                 | 50 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.           | 53 |
| BIBLIOGRAFIA.                             | 54 |
| ANEXOS.                                   | 55 |



## INTRODUCCIÓN

Es para nosotros motivo de satisfacción presentarles a ustedes nuestra investigación y los motivos que nos llevaron a realizarla.

Dos razones fundamentales fueron las que incentivaron esta tarea que con dedicación, esfuerzo y sacrificio logramos llevar a cabo.

La primera razón fue la necesidad de encontrar la causa de un problema que al inicio parecía no tener solución por que las causas eran confusas e intangibles y que este generaban un alto costo de mantenimiento, que se les daba diferentes orígenes pero nada concreto, esto por la procedencia de la pieza que presentaba el problema, solo con saber que era de origen Estado Unidense nos hacia dudar que tuviera falla alguna y pensar que estaba cuidadosamente diseñada.

La otra razón es la necesidad de investigación que tenemos los estudiantes, el deseo de encontrar la razón de ser de las cosas y demostrar que somos capaces de encontrar el origen de un problema realizando una investigación minuciosa y contribuir con el desarrollo y el avance tecnológico del mantenimiento y el diseño de elementos de maquinas industriales.

No solamente debemos conformarnos con remplazar partes que han fallado por una u otra causa, y en muchos casos exigir una póliza de garantía que en ocasiones pensamos que no tiene costo alguno pero solo con hacerle un análisis de costo nos damos cuenta que nos afecta debido al tiempo de reparación.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar un análisis métrico gráfico de los componentes involucrados en el problema antes planteado para determinar en cual de estos esta la falla y plantear una solución a este problema el cual afecta a todas estas maquinas en Colombia y en el exterior y encontrar la causa del desgaste prematuro que le da una vida útil extremadamente corta a las bombas hidráulicas JOHN DEERE de las series **ROPVJF1003051 y RP1065G0E0100.**

## 1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ⌘ Hacer un análisis metalográfico a la carcasa de la bomba para determinar su naturaleza y resistencia mecánica.
- ⌘ Realizar un análisis metalográfico de los pistones para conocer su resistencia mecánica.
- ⌘ Realizar una prueba de dureza de los pistones de la bomba para ver el rango en que se encuentran estos.
- ⌘ Ofrecer una solución técnica al problema que vienen presentado las bombas John Deere modelo de las series **ROPVJF1003051 y RP1065G0E0100.**

## 2. PROBLEMA EXISTENTE.

### 2.1. Historia

A finales de los 80 comenzamos a ver retro excavadoras JOHON DEERE JD410 en los talleres de los concesionarios y particulares por presentar problemas en el sistema hidráulico, que después de una revisión técnica se detectaba deficiencia en la bomba principal, foto 1, debido al desgaste por tiempo, y que la solución es simplemente el cambio de esta.



Foto. 1

Esta bomba que solo son distribuidas por los concesionarios JOHON DEERE únicos autorizados para la importación de repuestos de esta marca.

Luego de remplazada esta, al poco tiempo de instalada la nueva bomba, se repetía el problema llenando de dudas a los técnicos y propietarios de las

maquinas, después de dos o tres cambios de las bombas optaban por parar las maquinas ya que estas no eran rentables debido al alto costo del repuesto y el servicio de reparación, pero la insistencia de estos por no dejar decaer sus equipos de construcción se acercaban a los concesionarios para reparar las maquinas con todas las especificaciones técnicas que estas ameritaban, pero el problema continuaba con la única diferencia que el concesionario prestaba garantía por el trabajo y el repuesto pero el problema seguía obligando a los concesionarios a no vender estas partes por el costo que les representaba la garantía.

La única solución seguía siendo parar la maquinas que hoy día las encontramos en muchos talleres y parqueaderos en completo deterioro.

Fotos 2, 3 y 4.

Algo muy curioso pasa con las maquinas JHON DEERE ya que los tractores agrícolas de la serie 40 traen una bomba “serie N° **R34354R**” con pistones de menor diámetro y esta bombas reemplaza y tienen una vida útil relativamente larga, estas bombas son de menor caudal pero manejan la misma presión y viene montada sobre las mismas bases y el acople y eje son iguales.

Estas bombas son las encargadas de aumentar la presión de aceite hidráulico para que los accesorios de esta maquinas realicen sus movimientos y estas a su vez puedan realizar las distintas labores para lo cual fueron diseñadas.



Foto 2



Foto 3



Foto. 4



### **3. BOMBAS HIDRÁULICAS**

Su misión, es la de transformar la energía mecánica suministrada por el motor de arrastre (eléctrico o de combustión Interna) en energía óleo hidráulica. Dicho de otra manera, una bomba debe suministrar un caudal de aceite a una determinada presión.

Pese a lo elemental de los conceptos físicos, vale la pena dar una versión intuitiva del trabajo de una bomba.

En primer lugar debemos fijarnos en que, a diferencia del caso de los fluidos compresibles, no podemos almacenar aceite a presión (a excepción de pequeñas cantidades en el acumulador); sólo habrá presión mientras actúe la bomba.

En segundo lugar, es fundamental ver que en los circuitos con fluidos incompresibles, las bomba no crean la presión por disminución del volumen ocupado por la masa del fluido ya que esto no es posible sino "empujando" el fluido que llena unos conductos, o pasa a través de unas restricciones.

Esto nos permite comprender como una pequeña bomba puede a veces mantenernos un circuito a muy alta presión, ya que su única misión será la de compensar las fugas y dar la presión a base de "intentar" introducir más aceite.

Si un circuito no tuviera fugas, ni fuera posible ninguna circulación de aceite, la presión iría aumentando (en fracciones de vuelta de la bomba) hasta frenar el motor de arrastre o romper la bomba o las conducciones. Es por esto que en cualquier circuito hay que poner elementos de protección contra sobre presiones.

Es fácil ver que, con este mismo principio, hay tipos de trabajo cualitativamente distintos, que exigirán bombas de diferentes características.

Podemos pues clasificar las bombas desde dos puntos de vista: el de su función o el de su constitución interna.

En cuanto a su función, podemos considerar dos posibilidades extremas de bombas: las que dan un gran caudal a pequeña presión y las que dan un pequeño caudal a alta presión.

La misión del primer tipo será evidentemente llenar rápidamente las conducciones y cavidades del circuito (como ocurre al hacer salir un cilindro que trabaje en vacío). Las del segundo tipo servirán para hacer subir y mantener la presión en el circuito. Claro que en la mayoría de los casos no se van a usar dos bombas y hay que buscar un compromiso entre estos extremos.

Otras consideraciones llevan a la necesidad de construir bombas que tengan características determinadas.

Así, para obtener una velocidad constante en un cilindro, nos hará falta una bomba de caudal constante. Si queremos después mantener el cilindro en posición para lo que nos basta compensar las fugas no necesitaremos todo el caudal, por lo que nos puede interesar una bomba capaz de trabajar a dos caudales constantes: uno alto y otro bajo.

Otro tipo de problemas exigirá bombas de caudal regulable en uno o en dos sentidos, bombas de potencia constante, etc.

Las bombas se fabrican en muchos tamaños y formas mecánicas y manuales con muchos mecanismos diferentes de bombeo y para aplicaciones muy distintas. No obstante, todas las bombas se clasifican en dos categorías básicas:

- Hidrodinámicas.
- Hidrostáticas.

En tres tipos principales:

- De émbolo alternativo.
- De émbolo rotativo.
- Roto dinámicas.

### **3.1. Bombas hidrodinámicas**

O de desplazamiento no positivo tales como los tipos centrífugos o de turbina, se usan principalmente para transferir fluidos donde la única resistencia que se encuentra es la creada por el peso del mismo fluido y el rozamiento.

La mayoría de las bombas de desplazamiento no positivo funcionan mediante la fuerza centrífuga, según la cual el fluido, al entrar por el centro del cuerpo de la bomba, es expulsado hacia el exterior por medio de un impulsor que gira rápidamente. No existe ninguna separación entre los orificios de entrada y de salida, y su capacidad de presión depende de la velocidad de rotación.

Aunque estas bombas suministran un caudal uniforme y continuo, su desplazamiento disminuye cuando aumenta la resistencia. Es, de hecho posible bloquear completamente el orificio de salida en pleno funcionamiento de la bomba. Por ésta y otras razones las bombas de desplazamiento no positivo se utilizan muy pocas veces en los sistemas hidráulicos modernos

### **3.2. Bombas hidrostáticas**

Como indica su nombre, las bombas hidrostáticas o de desplazamiento positivo suministran una cantidad determinada de fluido en cada carrera, revolución o ciclo.

Su desplazamiento, exceptuando las pérdidas por fugas, es independiente de la presión de salida, lo que las hace muy adecuadas para la transmisión de potencia.

### **3.3. De émbolo alternativo y de émbolo rotativo**

Operan sobre el principio de desplazamiento positivo, es decir, que bombean una determinada cantidad de fluido (sin tener en cuenta las fugas independientemente de la altura de bombeo).

### **3.4. Roto dinámicas.**

Debe su nombre a un elemento rotativo, llamado rodete, que comunica velocidad al líquido y genera presión. La carcasa exterior, el eje y el motor completan la unidad de bombeo.

En su forma usual, la bomba de émbolo alternativo consiste en un pistón que tiene un movimiento de vaivén dentro de un cilindro.

Un adecuado juego de válvulas permite que el líquido sea aspirado en una embolada y lanzado a la turbina de impulsión en la siguiente.

En consecuencia, el caudal será intermitente a menos que se instalen recipientes de aire o un número suficiente de cilindros para uniformar el flujo.

Aunque las bombas de émbolo alternativo han sido separadas en la mayoría de los campos de aplicación por la bomba roto dinámica, mucho más adaptable, todavía se emplean ventajosamente en muchas operaciones industriales especiales.

Las bombas de émbolo rotativo generan presión por medio de engranajes o rotores muy ajustados que impulsan periféricamente al líquido dentro de la carcasa cerrada.

El caudal es uniforme y no hay válvulas. Este tipo de bombas es eminentemente adecuado para pequeños caudales (menores de  $1 \text{ pie}^3/\text{s}$  y el líquido viscoso). Las variables posibles son muy numerosas.

La bomba roto dinámica es capaz de satisfacer la mayoría de las necesidades de la ingeniería y su uso está muy extendido.

Su campo de utilización abarca desde abastecimientos públicos de agua, drenajes y regadíos, hasta transporte de hormigón o pulpas.

### 3.5. BOMBA DE TORNILLO

Las bombas de tornillo son un tipo especial de bombas rotatorias de desplazamiento positivo, en el cual el flujo a través de los elementos de bombeo es verdaderamente axial. Foto 12

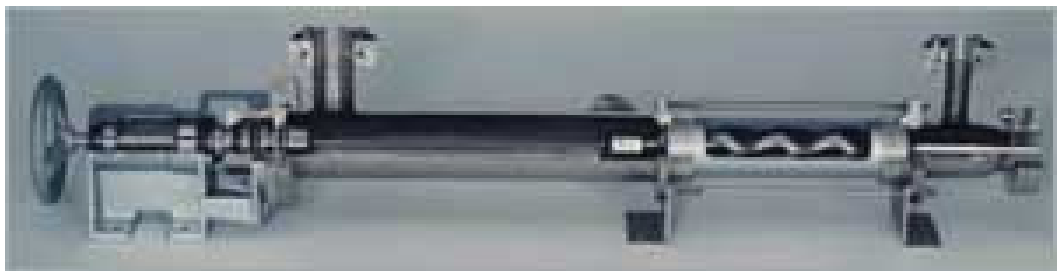


Foto 12

El líquido se transporta entre las cuerdas de tornillo de uno o más rotores y se desplaza axialmente a medida que giran engranados. Foto 13

La aplicación de las bombas de tornillo cubren una gama de mercados diferentes, tales como en la armada, en la marina y en el servicio de aceites combustibles, carga marítima, quemadores industriales de aceite, servicio de lubricación de aceite, procesos químicos, industria de petróleo y del aceite crudo, hidráulica de potencia para la armada y las máquinas - herramientas y muchos otros.



Foto 13.

La bomba de tornillo puede manejar líquidos en una gama de viscosidad como la melaza hasta la gasolina, así como los líquidos sintéticos en una gama de presiones de 50 a 5.000 lb/pulg<sup>2</sup> y los flujos hasta de 5.000 gpm.

Debido a la relativamente baja inercia de sus partes en rotación, las bombas de tornillo son capaces de operar a mayores velocidades que otras bombas rotatorias o alternativas de desplazamiento comparable.

Algunas bombas de lubricación de aceite de turbina adjunta operan a 10.000 rpm y aún mayores. Las bombas de tornillo, como otras bombas rotatorias de desplazamiento positivo son de auto cebado y tienen una característica de flujo que es esencialmente independiente de la presión.

La bomba de tornillo simple existe sólo en número limitado de configuraciones. La rosca es excéntrica con respecto al eje de rotación y engrana con las roscas internas del estator (alojamiento del rotor o cuerpo).



Alternativamente el estator está hecho para balancearse a lo largo de la línea de centros de la bomba.

Las bombas de tornillos múltiples se encuentran en una gran variedad de configuraciones y diseños. Todos emplean un rotor conducido engranado con uno o más rotores de sellado. Varios fabricantes cuentan con dos configuraciones básicas disponibles, la construcción de extremo simple o doble, de las cuales la última es la más conocida.

## 3.6. BOMBA DE PISTON

### 3.6.1. Axiales.

La bomba de pistón axial esta compuesta por pistones ubicados de forma axial y funciona en base al principio de disco oscilante y se ha previsto para su funcionamiento en circuito abierto en hidráulica industrial y móvil foto 11.



Foto. 11

Existe también una opción para eje de accionamiento pasante para montar bombas adicionales de caudal variable y fijo.

Estas bombas son adecuadas para una extensa gama de aplicaciones gracias al empleo de diferentes controladores de bomba y a su bajo ruido

### 3.6.2. Radiales

Las bombas de pistones radiales se componen de pistones dispuestos en forma radial maniobrados por un eje excéntrico, foto 8, 9 y 10 con una disposición paralela de hasta 6 estrellas de pistones pueden obtenerse caudales volumétricos elevados.



Foto 8

El accionamiento se realiza con un motor eléctrico o de combustión interna según la necesidad, el cual está unido a la bomba mediante brida y acoplamiento.

El cuerpo cerrado de la bomba permite, además de su montaje dentro de un depósito (central hidráulica), también la colocación fuera de un depósito.



Foto 9

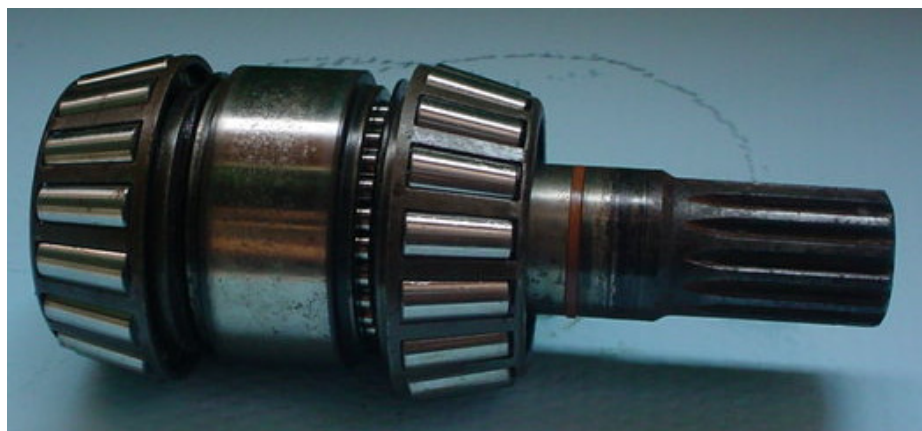
Es muy interesante la opción de una bomba de pistones radiales con varias salidas de presión (varios caudales volumétricos idénticos o distintos). Mediante el acoplamiento de diferentes bloques de conexiones y bloques de válvulas sobre la tapa de los bloques hidráulicos pueden realizarse mandos compactos de sistemas

En este grupo se encuentra la bomba que esta presentando el problema que estamos investigando y que posteriormente plantearemos una solución definitiva, aquí les mostraremos el despiece de la bomba:

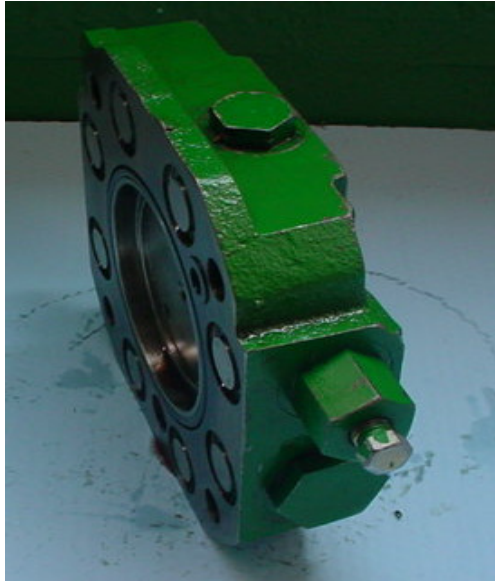
**3.6.2.1. La carcasa** de la bomba es el cuerpo de esta donde están ubicados todos sus elementos o componentes que cuando están ensamblados en esta se convierte en una pieza hermética.



**3.6.2.2.. El eje y rodamientos** es el encargado de imprimirle el movimiento a los pistones el cual convierte el movimiento rotatorio en lineal y esta acoplado al motor, este esta montado sobre rodamientos cónicos que son los que soportan las cargas y reducen la fricción entre las partes en movimientos.



**3.6.2.3. La culata** es la tapa trasera de la bomba, que a la vez sirve de soporte para los cheques de alta y ajusta el rodamiento trasero, esta tapa va sujeta a la carcasa de la bomba.



**3.6.2.4. Cheques de alta.** Estos son los encargados de mantener la cabeza de presión de la bomba estos son 8 y están ubicados en la parte trasera de la bomba.



**3.6.2.5. Cheques de baja.** Son los que controlan la entrada del aceite y evitan las fugas por la entrada de la bomba, son 8 y están ubicados en la parte frontal de la carcasa y los sujetan los tapones de estos.



**3.6.2.6. Resortes.** La función de estos es mantener los pistones en contacto permanente con el eje.

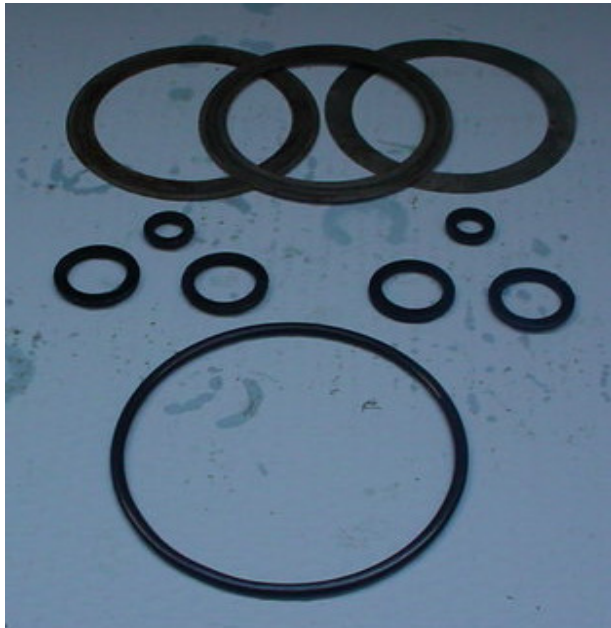


**3.6.2.7 Pistones.** Estos tienen la función de desplazar el aceite y elevar su presión para que este circule por los circuitos del sistema.





**3.6.2.8. Sellos.** Su función es cubrir las irregularidades de las superficies en contacto para evitar fugas entre ellas.



**3.6.2.9. Tapones de los pistones.** Estos cumplen varias funciones la primera es comprimir los resortes contra los pistones y la otra es cerrar el cilindro para que se pueda elevar la presión del aceite.



**3.6.2.10. Tapones de los cheque de baja.** Esto son los que retienen los cheques para que cierren herméticamente.



**3.6.2.11. Tornillos.** Son los que mantienen la culata unida a la carcasa.



#### **4. FUNDICIÓN GRIS**

La mayoría de las fundiciones grises son aleaciones hipoeutécticas que contienen entre 2,5 y 4% de carbono. El proceso de grafitización se realiza con mayor facilidad si el contenido de carbono es elevado, las temperaturas elevadas y si la cantidad de elementos grafitizantes presentes, especialmente el silicio, es la adecuada.

Para que grafiticen la cementita eutéctica y la proeutectoide, aunque no la eutectoide, y así obtener una estructura final perlítica hay que controlar cuidadosamente el contenido de silicio y la velocidad de enfriamiento.

El grafito adopta la forma de numerosas laminillas curvadas (Fig.1-4), que son las que proporcionan a la fundición gris su característica fractura grisácea o negruzca.

Fig.1, x100 pulida



Fig.2, x100



Si la composición y la velocidad de enfriamiento son tales que la cementita eutectoide también se grafitiza presentará entonces una estructura totalmente ferrítica (Fig. 1, x100 pulida). Por el contrario, si se impide la grafitización de la cementita eutectoide, la matriz será totalmente perlítica (Fig. 2, x400). La fundición gris constituida por mezcla de grafito y ferrita es la más blanda y la que menor resistencia mecánica presenta; la resistencia a la tracción y la dureza aumentan con la cantidad de carbono combinada que existe, alcanzando su valor máximo en la fundición gris perlítica.

Las figuras 3 y 4 muestran la micro estructura de una fundición gris cuya matriz es totalmente perlítica. Además, en la micrografía a 200 aumentos –igual que en la

Fig. 2- se observan como unos granos blancos, los cuales resueltos a mayores aumentos (Fig. 4, x400) son, en realidad, *esteadita*.

Fig.3, x200

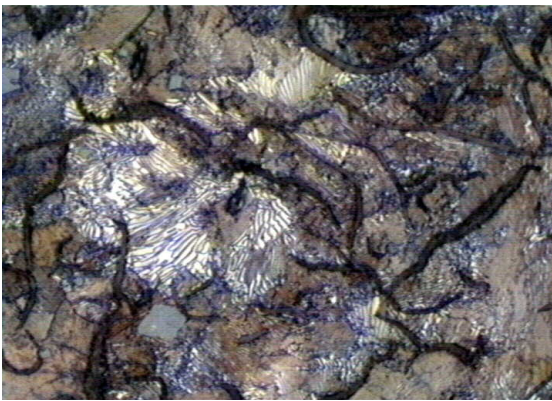


Fig.4, x400



La mayoría de las fundiciones contienen fósforo procedente del mineral de hierro en cantidades variables entre 0,10 y 0,90%, el cual se combina en su mayor parte con el hierro formando fosfuro de hierro ( $Fe_3P$ ). Este fosfuro forma un eutéctico ternario con la cementita y la austenita (perlita a temperatura ambiente) conocida como *esteadita* (Fig. 4), la cual es uno de los constituyentes normales de las fundiciones. La *esteadita*, por sus propiedades físicas, debe controlarse con todo cuidado para obtener unas características mecánicas óptimas.

## 5. ACERO 4140

Es un acero de buena penetración de temple y con buenas características de estabilidad en caliente hasta 400°C.

Sin fragilidad de revenido, muy versátil y apto para esfuerzos de fatiga y torsión.

Piezas templadas a inducción pueden dar una dureza de 57-69 Rockwell C.

Tiene amplia aplicación en construcción de vehículos por ejemplo para cigüeñales, brazos de ejes, bielas, pernos, ejes de contramarcha, ejes de bombas y engranajes.

Muy utilizado en piezas forjadas como herramientas, llaves de mano, destornilladores, etc.

Se usa también para espárragos y tornillos de la construcción de plantas que trabajen a temperatura entre 150°C y 300°C, como calderas, turbinas de vapor, plantas químicas, etc.

## 6. LUBRICANTES

El aceite hidráulico no tiene la misma vida útil en todos los equipos. Todo depende de las presiones, la temperatura operacional, y la contaminación. Aquí tenemos dos ejemplos del mismo aceite en la misma planta. Uno esta muy bien a las 2000 horas, mientras la otra ya no tiene reserva de aditivos antidesgaste (zinc y fósforo) a las 4000 horas. Anexo A.

Se ve por la calidad del aceite que todavía no tenía ningún aumento de viscosidad por oxidación a las 4000 horas.

El desgaste de la bomba hidráulica depende de la temperatura operacional, la contaminación, la cantidad y calidad de aditivos antidesgaste, y el nivel de degradación del aceite.

Un buen nivel de aditivos antidesgaste puede reducir el desgaste 97% a 121°C.

Bajar la temperatura de 121°C a 65° C reduce el desgaste 50% en aceite nuevo y 70% en aceite usado. Anexo B.

## 6.1. Aceite John Deere. HY-GARD

El aceite hidráulico de la transmisión proporciona la actuación mejor y protección de uso para John Deere hidráulico y sistemas de la transmisión.

-Recomendó para el equipo con cualquier depósito sistema común o transmisión separada y sistemas hidráulicos, mientras incluyendo aquéllos con los frenos mojados y los embragues mojados.

Formulado con modificadores de fricción que proporcionan la charla del mínimo al compromiso del embrague liso y a la capacidad frenando alta.

Formuló con un aditivo de mejorar de viscosidad para asegurar la viscosidad correcta en absoluto las temperaturas; este aditivo no se encuentra en muchos aceites competitivos, todavía es crítico a la actuación de equipo y protección del componente.





-El aceite de Hy-Gard tiene una viscosidad entre el ISO gradúa de 46 y 68 @ 40 °C.

-El aceite de Hy-Gard excede JDM la especificación de J20C. Un poco de aceites competitivos pueden encontrarse estas especificaciones de J20 mínimas, pero ninguno reúnen los requisitos de la actuación puestos en el aceite de Hy-Gard.

## 7. PRUEBAS DE LABORATORIO

Las pruebas fueron practicadas a las partes afectadas en el desgaste de la bomba modelo de las series **ROPVJF1003051** y **RP1065G0E0100**. Fotos 5 .



Foto 5.



Foto 6.

De los cuales la carcasa y los pistones son los involucrados en el problema ya que el desgaste se presenta en los cilindros de la carcasa donde trabajan los pistones, a los cuales se les practicaron las pruebas "pistones y carcasa".

En las instalaciones de la universidad tecnológica de bolívar en el laboratorio de metalografía se realizó una prueba de dureza a los pistones de prueba de la bomba, esta prueba se hizo en el durómetro digital, la dureza de estos pistones realizada en distintos puntos del pistón de prueba estuvo de 44.7 a 45.2 Rockwell C en las paredes del pistón en la cabeza del pistón que es donde el hace contacto con el eje que lo desplaza fue donde mas dureza tuvo la cual marco 47.8 Rockwell C, esta dureza en este punto se debe a la geometría del pistón.

La carcasa presento una dureza de 97.5 Rockwell B.

Se realizo un análisis metalográfico al pistón de prueba el cual se pulió y se ataco con un reactivo para determinar la composición de este y concluimos que esta fabricado en acero 4140 por la micro estructura que presento y que luego se le dio un tratamiento térmico pero no pudimos determinar el tipo de tratamiento, también se observo un recubrimiento el cual no fue posible determinar por el desgaste que presento.

A la carcasa luego de observarla en el microscopio se puede determinar con facilidad que está construida en fundición gris.

Se realizaron las mismas pruebas a un pistón de una bomba JHON DEERE de otra referencia cuyo desempeño es excelente y encontramos que tiene una dureza que oscilo entre 62.3 y 64.1 Rockwell C. y que esta construido en acero 4140 y

que se trato térmicamente con un templado en aceite a una temperatura de 830/850 °C y este pisto no presenta recubrimiento alguno ya que su superficie después de aproximadamente 32000 horas de trabajo no tiene ralladuras ni desgaste en las paredes de este solo presenta desgaste el la cabeza donde entra en contacto con el eje que le imprime el movimiento.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Realizada la investigación con la asesoría del director el ingeniero Benjamín Arango, hemos obtenidos resultados satisfactorios que nos muestran claramente que el la causa del problema un factor de diseño en el cual el material seleccionado por los fabricantes no tiene las características mínimas para la aplicación, las condiciones de trabajo son exigentes por la fricción que se genera entre las partes en contacto, fricción que da como origen al desprendimiento del recubrimiento del pistón dejando una superficie rugosa debido al material que lo recubre, esta superficie rugosa desgasta de forma acelerada la carcasa y es entonces cuando la presión del sistema se cae dejando la maquina fuera de servicio.

Para estos casos es recomendable fabricar los pistones en acero 4140 y hacerle un sementado para aumentar su dureza y evitar que la fricción dañe la superficie de este, produciendo el desgaste de la bomba que por ser de fundición gris se convierte en vulnerable ante las superficies rugosas.

## **BLIBIOGRAFIA**

D. SARKAR. Desgaste de materiales. Limusa

W. J. ELLIS. Ingeniería de materiales. Segunda edición

WILLIAMS F. SMITH. Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales. Mc Graw Hill.

JAMES. F. SHACKELFORD. Introducción a la ciencia de los materiales para ingenieros. Cuarta edición. Prentice Hall.

## **PAGINAS WEB**

[www.chevron.com](http://www.chevron.com)

[www.jhondeere.com](http://www.jhondeere.com)

[www.feher.com](http://www.feher.com)

[www.vikers.com](http://www.vikers.com)

[www.lesker.com](http://www.lesker.com)

[www.finishthompson.com](http://www.finishthompson.com)

# ***ANEXOS***

Anexo A.

**LabelWatch® DataManager**  
Maintenance Management System

Sample Data  
PO #103 2814  
PROCESS, 42 11/18/14  
JOB# 103 11/18/14 08:30-14:30

**Chevron**

**Hidráulico ISO 46**  
Dos equipos diferentes

Oil/Fluid:      46 ISO  
Oil Type:      Hydraulic  
Part Type:     Hydraulic

Customer No.: 216131  
Site No.: 0000  
Description: 01234567  
Units: 100

**LABOR DATA**

| LAB#    | LABOR DATE   | OPER  | EQS.  |
|---------|--------------|-------|-------|
| POSTURE | POSTURE DATE | TIME  | START |
| 1       | 11/18/14     | 08:30 | 14:30 |
| 2       | 11/18/14     | 08:30 | 14:30 |

**Horas de uso**

| LAB#    | LABOR DATE   | TIME  | START | TIME  | END   |
|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| POSTURE | POSTURE DATE | TIME  | START | TIME  | END   |
| 1       | 11/18/14     | 08:30 | 08:30 | 14:30 | 14:30 |
| 2       | 11/18/14     | 08:30 | 08:30 | 14:30 | 14:30 |

**El desgaste aumenta**

**OPERACIONES DE LOS EQUIPOS**

| OPERACION | LABOR DATE | OPER  | EQS.  |
|-----------|------------|-------|-------|
| 1         | 11/18/14   | 08:30 | 14:30 |
| 2         | 11/18/14   | 08:30 | 14:30 |

**CONDICIONES DE LOS EQUIPOS**

| CONDICION | LABOR DATE | OPER  | EQS.  |
|-----------|------------|-------|-------|
| 1         | 11/18/14   | 08:30 | 14:30 |
| 2         | 11/18/14   | 08:30 | 14:30 |

**Se ataraban los auditivos**

**Para el ojo y el dedo, el aceite parece bien**



Anexo B.

