

COMANDO DE EDUCACIÓN Y DOCTRINA DEL EJÉRCITO



"SGTO. 2º FERNANDO LORES TENAZOA"

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

CARRERA PROFESIONAL TÉCNICA: MECÁNICA DE EQUIPO PESADO

TEMA:

"MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL SISTEMA HIDRÁULICO DE IMPLEMENTOS PARA LA OPERATIVIDAD DEL TRACTOR A RUEDAS CAT 824C EN EL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO PÚBLICO DEL EJÉRCITO-ETE, 2016"

INTEGRANTES:

- ALO III T/MEP DE LA CRUZ OLVOS, Jhony Robert
- ALO III T/MEP SILVA DURAND, Keyvín Abel
- ALO III T/MEP MAMANI QUISPE, Hilton
- ALO III T/MEP AGAPITO GUZMAN, Jesús Abel
- ALO III T/MEP PAZ GUTIERREZ, José Vicente

ASESOR TÉCNICO:

- Tco. (r) ALLCA LUQUE, Camilo

ASESOR METODOLÓGICO:

- Mg. MENDOZA SAAVEDRA, Mario Bartolomé

Lima – Perú

2016

AGRADECIMIENTO:

Primeramente a Dios por darnos la vida y salud, a nuestros padres por ser nuestra motivación y enseñarnos a esforzarnos hasta alcanzar nuestros objetivos, a los profesores de la especialidad por brindarnos sus conocimientos durante los tres años de formación.

Al Instituto de Educación Superior Tecnológico Público del Ejército – ETE por abrirme las puertas y formarme mediante sus instructores y profesores como un soldado técnico.

DEDICATORIA:

A Dios que es nuestra fuente infinita de sabiduría, a nuestros padres por el apoyo económico y todas aquellas personas que nos brindaron su apoyo y facilidades para culminar con éxito nuestro proyecto de investigación.

RESUMEN

El presente trabajo indagado se enmarca en cuanto la operatividad y el mantenimiento correctivo, para ello se siguió los procesos tecnológicos basados en el análisis, diagnóstico y reparación de las fallas del Sistema Hidráulico que accionan los implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C. El Técnico Mecánico de Equipo Pesado (T/MEP) del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público del Ejército – ETE (IESTPE – ETE) debe de emplear los procedimientos tecnológicos para un eficiente mantenimiento correctivo, basándose en los manuales técnicos del fabricante, para recuperar la operatividad del mencionado tractor. El presente trabajo de investigación se inició a raíz del desarrollo del curso de Hidráulica, donde en las aplicaciones prácticas se establecieron las posibles fallas del Sistema Hidráulico de implementos, Partiendo del Análisis Técnico Sensorial (ATE 1), la inspección técnica mediante la observación detallada de la máquina, analizando las fallas detectadas y luego establecer el diagnóstico adecuado para corregir las fallas, utilizando materiales, herramientas e insumos establecidos por el fabricante del equipo.

De las conclusiones, se debe señalar que según el Objetivo general del trabajo de investigación aplicada del Mantenimiento Correctivo del Sistema Hidráulico de Implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT 824C se logró recuperar la operatividad total del Sistema Hidráulico de Implementos. Es importante remarcar que el objetivo general fue alcanzado satisfactoriamente y comprobado mediante pruebas estáticas y dinámicas del Sistema Hidráulico de implementos en el campo de trabajo.

De lo investigado queda claro la importancia de aplicar correctamente los procesos tecnológicos de mantenimiento siguiendo los pasos establecidos: Recolección de datos, indicadores de mantenimiento, inspección, análisis de fallas, diagnóstico y programación del mantenimiento respectivo, finalmente la comprobación de la operatividad mediante pruebas estáticas y dinámicas.

Todo el trabajo de investigación ha sido ejecutado siguiendo los procesos tecnológicos especificados por el fabricante del equipo, lo cual ha sido detallado y plasmado en este trabajo de investigación ejecutado, esperando que sea de aporte para futuras promociones y se convierta en parámetro primario para mejoras en el futuro en cuanto a la operatividad y el mantenimiento de los vehículos pesados.

ÍNDICE

	Página
Agradecimiento	II
Dedicatoria	III
Resumen	IV
Índice	V
Lista de tablas	VIII
Lista de figuras	IX
Introducción	XI

CAPITULO I

MARCO REFERENCIAL

1 Planteamiento del problema	1
1.1 Descripción de la realidad problemática:	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Marco teórico	2
1.3.1 Antecedentes	2
1.3.2 Bases teóricas	4
1.3.2.1 Conceptos de hidráulica	4
1.3.2.2 Principios de hidráulica	6
1.3.2.2.1 Uso de líquidos en los sistemas hidráulicos	6
1.3.2.2.2 Los líquidos toman la forma de cualquier recipiente.	7
1.3.2.2.3 Un líquido es prácticamente incompresible	7
1.3.2.2.4 Un gas puede comprimirse	8
1.3.2.3 Efecto del orificio	8
1.3.2.4 Un orificio restringe el flujo	9
1.3.2.5 Bloqueo del flujo de aceite al tanque	9
1.3.2.6 Sistemas Hidráulicos de Implementos	10
1.3.2.6.1 Ventajas de un Sistema Hidráulico	11
1.3.2.6.2 Componentes de los sistemas hidráulicos de implementos	11
1.3.2.6.2.1 Tanque hidráulico	12
1.3.2.6.2.2 Bomba hidráulica	15
1.3.2.6.2.3 Tipos de bombas hidráulicas	16

1.3.2.6.2.4 Válvulas hidráulicas	20
1.3.2.6.2.5 Cilindros hidráulicos	21
1.3.2.6.2.6 Fluidos hidráulicos	24
1.3.2.6.2.7 Funciones de los fluidos hidráulicos	24
1.3.2.7 Ventajas de la hidráulica	26
1.3.2.8 Desventajas de la hidráulica	26
1.3.2.9 Sistema Hidráulico de implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C	27
1.3.2.10 El mantenimiento	28
1.3.2.11 Los tipos de mantenimiento son:	29
1.3.2.12 Organización del mantenimiento	30
1.3.2.13 El mantenimiento correctivo	30
1.3.2.13.1 Mantenimiento correctivo de emergencia	30
1.3.2.13.2 Mantenimiento correctivo programado	31
1.3.2.14 Procesos tecnológicos de mantenimiento correctivo	32
1.3.2.14.1 Inspección técnica ATE1:	32
1.3.2.14.2 Diagnostico:	38
1.3.2.14.3 Desmontaje y análisis AT 2:	39
1.3.2.14.4 Pruebas y ajustes	40
1.3.3 Definición de términos	42
1.3.4 Marco legal	41
1.4 Justificación e importancia	42
1.5 Objetivos de la investigación	43
1.5.1 Objetivo general	43
1.5.2 Objetivos específicos	44
1.6 Hipótesis y variables	44
1.6.1 Hipótesis	44
1.6.1.1 Hipótesis general	44
1.6.1.2 Hipótesis específica	44
1.6.2 Variables	45
1.6.2.1 Variable Independiente X.	45
1.6.2.2 Variable Dependiente Y.	45
1.6.3 Operacionalización de variables	45

CAPITULO II

DISEÑO METODOLÓGICO

2 Aspectos metodológicos	46
2.1 Tipo de investigación	46
2.2 Nivel de investigación:	46
2.3 Diseño de investigación:	46
2.4 Población y muestra:	47
2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	47
2.6 Análisis e interpretación de resultados:	48

CAPITULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3 Conclusiones	52
4 Recomendaciones	53
5 Referencias	54
5.1 Bibliográficas	54
5.2 Electrónicas	55
6 Anexos	56
6.1 Anexo 1: matriz de consistencia	56
6.2 Anexo 2: fotografías	58
6.3 Anexo 3: antecedentes	61
6.4 Anexo 4: parámetros de operación	63
6.5 Anexo 5: cuadros estadísticos	66
6.6 Anexo 6: abreviaturas	67
6.7 Anexo 7: ficha historial del sistema hidráulico.	68
6.7 Anexo 8: especificaciones del equipo	70
6.8 Anexo 9: Cartilla de Mantenimiento	71

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
1	Diagnóstico de la inspección sensorial de los componentes del sistema hidráulico de implementos.	34
2	Mantenimiento realizado en el sistema hidráulico de implementos.	35
3	Condiciones antes y después del Mantenimiento del sistema.	43
4	Organización de personal para el desarrollo del trabajo.	45

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Principio o ley de Pascal.	6
2	Representacion de las direcciones de la fuerzas en un líquido.	7
3	Representacion de las direcciones de la fuerzas en un líquido.	7
4	Representacion de las direcciones de la fuerzas en un gas.	8
5	Generación de presión mediante la restricción del flujo.	8
6	Diferencia de presiones por la restricción del flujo.	9
7	Diferencia de presiones en el flujo hidráulico.	10
8	Esquema del Sistema Hidráulico de Implementos	10
9	Esquema interno del tanque hidráulico.	12
10	Partes del tanque hidráulico.	12
11	Símbolos ISO del tanque hidráulico.	13
12	Partes del tanque hidráulico presurizado	14
13	Partes del tanque hidráulico no presurizado.	15
14	Tanque hidráulico no presurizado del Tractor a Ruedas CAT MODELO 824C.	15
15	Ubicación de la bomba en el sistema hidráulico	16
16	Interior de la bomba hidráulica de engranajes	16
17	Bomba hidráulica de engranajes desmontada. 1: Sellos, 2: Plancha de presión, 3: Engranaje loco, 4: Engranaje de impresión, 5: Caja.	17
18	Interior de la bomba hidráulica de Paletas.	18
19	Bomba hidráulica de Paletas desmontada.1: caja de extremo, 2: plancha flexible, 3: anillo excéntrico, 4: rotor, 5: paletas, 6: sello, 7: caja de extremo.	18
20	Interior de la bomba hidráulica de Pistones.	19
21	Ubicacion de una válvula hidráulica en un sistema hidráulico.	20
22	Partes de un cilindro hidráulico de doble efecto.1: varilla, 2: tubo del cilindro, 3: cáncamo de la tapa, 4: cáncamo de la varilla, 5: cabeza de cilindro, 6: puntos de conexión, 7: pistón, 8: tureca de pistón	21
23	Ubicacion de un cilindro hidráulico en un sistema hidráulico.	22
24	Cilindros del lampón del Tractor a Ruedas CAT modelo 824C.	23
25	Sistema Hidráulico que acciona el lampón	27
26	Partes del Sistema Hidráulico de Implementos del Tractor a Ruedas CAT modelo 824C.	28

27	Lampon del Tractor a Ruedas CAT modelo 824C.	28
28	Lampón: estructura del lampón con desgaste corrosivo, soportes de los pines del bastidor debilitados por excesivo desgaste.	34
29	Cilindro de inclinación: fuga por sellos de hermetizarían.	34
30	Tanque hidráulico: acumulación de partículas sólidas y suciedad en el interior del tanque, filtro en mal estado, aceite contaminado	35
31	Válvula prioritaria: atascada por partículas extrañas, fugas por sellos	35
32	Bomba Hidráulica: fuga de aceite por sellos de hermetizacion.	36
33	Cable de la palanca de mando: rota	36
34	Mangueras ½" de alta presión Rotas.	37
35	Cilindro de levante.	37
36	Tanque hidráulico del sistema de implementos	53
37	Fotografía del cilindro izquierdo de inclinación	53
38	Fotografía del lampón antes del mantenimiento	54
39	Fotografía de la bomba prioritaria	54
40	Lampón durante la inspección sensorial	55
41	Cilindro de levante con fugas en los sellos	55

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación aplicada ha logrado indagar las técnicas con las que se lleva a cabo el proceso tecnológico de mantenimiento correctivo, con el fin de recuperar la operatividad del Sistema Hidráulico de Implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C.

Los Sistemas Hidráulicos que activan los Implementos de la máquina tienen un diseño muy complejo de sistemas de alta presión y gran caudal necesarios para una mayor productividad y eficiencia de la máquina, para ello fue necesario adentrarse en el campo de la hidráulica y explorar los tipos de mantenimiento de acuerdo a la ficha técnica del fabricante.

Este trabajo de investigación aplicada se estructuró en tres capítulos principales, sin mencionar referencias bibliográficas y anexos importantes al estudio de investigación.

En el CAPITULO I: Planteamiento del Problema, se expone: el problema que hemos desarrollado para alcanzar el Objetivo General, los fundamentos teóricos que han sido útiles para el desarrollo de la investigación tecnológica aplicada, las interrogantes de investigación, la justificación del problema, los objetivos específicos

En el CAPITULO II: Diseño Metodológico, se describe cada una de las etapas del trabajo realizado, los métodos, procedimientos e instrumentos utilizados en la ejecución del proyecto de investigación para poner a prueba nuestras hipótesis de las fallas, alcanzar nuestros objetivos y dar así una solución al problema de investigación y lograr la operatividad del Sistema Hidráulico que ejecutan los Implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C.

En el CAPITULO III: Conclusiones y recomendaciones, en esta etapa del trabajo se describen los resultados obtenidos del desarrollo del objetivo general. Además se puntualizan una serie de recomendaciones que son vitales para la conservación de la operatividad del Sistema Hidráulico que accionan los implementos de trabajo del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C y para la ejecución de un adecuado mantenimiento preventivo.

CAPITULO I

MARCO REFERENCIAL

1 Planteamiento del problema

1.1 Descripción de la realidad problemática:

En el año 1987 fue entregado al IESTPE-ETE un TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C como material de instrucción. Luego de haberse utilizado durante un lapso de 13 años aproximadamente desde el año 2000, dejó de funcionar por problemas técnicos especialmente por desgaste mecánico de sus componentes lo que originó la parada de la maquina por un periodo aproximado de 16 años, lo que ocasiono la corrosión y atascamiento de sus componentes.

En el presente año los alumnos de la especialidad T/MEP tienen el propósito de realizar este proyecto y recuperar la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C, Al realizar nuestro grupo de trabajo, el diagnóstico y detección de fallas en el sistema hidráulico que activan los implementos, encontramos que en los componentes de dicho sistema algunas piezas estaban en mal estado, debido a la corrosión y al tiempo que el equipo pesado estuvo “Parado por Averías” (PANNE) y sin ser operado. Nuestro grupo de trabajo, haciendo uso del manual técnico del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C y aplicando nuestros conocimientos tecnológicos del curso de Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Maquinaria Pesada hemos dado solución a las fallas del Sistema Hidráulico que activan los implementos. Esta reparación permitirá obtener la operatividad de la máquina que servirá como un módulo aplicativo para futuras promociones de la especialidad de T/MEP.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

Pg. ¿De qué manera influye el Mantenimiento correctivo del Sistema Hidráulico de Implementos en la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público del Ejército - ETE en el año 2016?

1.2.2 Problemas específicos

Pe1. ¿De qué manera el establecimiento del diagnóstico y análisis de fallas del Sistema Hidráulico de implementos determina la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C?

Pe2. ¿De qué manera la ejecución del mantenimiento correctivo del sistema hidráulico de implementos se relaciona con la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C?

Pe3. ¿De qué manera la comprobación de la reparación del Sistema Hidráulico de implementos afecta la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el taller del IESTPE-ETE?

1.3 Marco teórico

1.3.1 Antecedentes

En el proceso indagatorio existe evidencia en ordenes de trabajo del año 1990 en la CIA "B" del Batallón de Ingenieros N°211 Tumbes se procedió a la reparación de Sistema de Implementos del Tractor a Ruedas CAT MODELO 824C EP-128, por presentar fugas en los sistemas Hidráulicos del lampón específicamente en los cilindros de inclinación y levante y desperfectos en la bomba hidráulica. Trabajos Realizados:

- Reparación general del cilindro hidráulico de inclinación
- Reparación general del cilindro de levante
- Reparación de la bomba hidráulica
- Mantenimiento preventivo de las válvulas de control de presión
- Mantenimiento preventivo del tanque hidráulico
- Cambios de aceite y filtros hidráulicos

Equipo de trabajo: Este trabajo de mantenimiento fue realizado por el equipo de mantenimiento de la unidad conformada por los técnicos especializados en la materia y con una orden de trabajo Anexo 3.

Un trabajo de (Hernández, 2010), lleva por título: “PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA EN FUNCIONAMIENTO DE LA ZONA VIAL No. 14, DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS, SALAMÁ, BAJA VERAPAZ”. Se trata de un proyecto para diseñar un plan de mantenimiento para los diferentes tipos de maquinaria y equipos de construcción de carreteras. Entre el contenido se puede encontrar descripción de la maquinaria, los distintos tipos de mantenimiento y plan de mantenimiento a todos los sistemas de la maquinaria.

Este trabajo llego a la conclusión que a través de los procedimientos apropiados de mantenimiento preventivo esenciales como lubricación y engrase, los operadores contribuyeron a prolongar la vida de la maquinaria y minimizar así los costos de mantenimiento. Además que la operación de mantenimiento juega un papel importante para que la maquinaria o equipo preste el servicio para el cual fue diseñado. Se debe tener en cuenta que el cuidado y mantenimiento son de igual importancia, ya que si no hay un buen mantenimiento preventivo y sin una buena operación, la maquinaria se dañará y no cumplirá con su función. Es de gran importancia contar con fichas de control de la maquinaria para el plan de mantenimiento, el cual denotará si se ha realizado el mantenimiento establecido.

1.3.2 Bases teóricas

El TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C es una máquina autopropulsada que contiene un lampón ajustable de 4.05 metros de ancho que es muy adecuado para nivelar terrenos a gran escala en la construcción de carreteras, trochas carrózales y campos. Así mismo, puede usarse para la construcción de diques, pendientes, aplanado de suelo, eliminación de nieve, escarificado de terrenos vírgenes, etc. Según sean las necesidades del usuario, es posible ajustar la altura e inclinación del lampón. Esta máquina también constituye una máquina indispensable en la ingeniería de defensa nacional, la construcción de minas, las construcciones de caminos en ciudades y pueblos, los proyectos de conservación de aguas naturales y la mejora de campos de cultivo.(Manual del Fabricante FERREYROS CATERPILLAR, 2009).

Por más de 85 años, Caterpillar Inc. ha facilitado el progreso e impulsado cambios positivos y sostenibles en todos los continentes. En 2011, con ventas e ingresos por un valor de US\$60 138 mil millones, Caterpillar es el mayor fabricante del mundo de equipos de construcción y de minería, de motores diésel y de gas natural, de turbinas de gas industriales y de locomotoras Diésel-eléctricas. La empresa también es un proveedor líder de servicios a través de Caterpillar Financial Services, Caterpillar Remanufacturing Services y Progress Rail Service. (Caterpillar Inc., 2013)

1.3.2.1 Conceptos de hidráulica

Hoy en día, las máquinas usan la hidráulica para activar implementos, sistema de dirección, transmisiones, controles pilotos, etc. La necesidad de aumentar la productividad de la máquina ha traído como resultado el diseño y uso de sistemas de alta presión y mayor caudal con sistemas automáticos de control y de mando que requieren un mínimo esfuerzo de operación, resultando máquinas de alta confiabilidad y eficiencia.(FUNNIG – CAT FINSA, 2011)

La hidráulica es una de las formas más versátiles y flexibles que ha inventado el hombre para transmitir energía. Los sistemas hidráulicos sencillamente, convierten la energía de una forma a otra para desempeñar labores útiles. En las máquinas este se traduce en el uso de la energía de un motor diésel o gasolina en potencia hidráulica. Por ejemplo: se usa la energía hidráulica para elevar y descender el cucharón de un cargador o la hoja topadora de un tractor, también se usa para inclinar hacia el frente o atrás y para accionar implementos que rotan, agarran, empujan, jalan y desplazan cargas de un lugar a otro. Otra aplicación importante es accionar los cilindros de la dirección y el sistema de frenos. (FUNNIG – CAT FINSA, 2011)

1.3.2.2 Principio de Pascal

El principio de pascal es una ley postulada por Pascal, un físico y matemático francés la cual consiste en que la presión que se ejerce desde un fluido que no se puede comprimir mientras que este se encuentre en equilibrio en un sitio con paredes que no se modifican se propaga con la misma intensidad hacia todos lados y en todos los puntos de dicho fluido.

La aplicación de este principio en la hidráulica, es el de la prensa hidráulica, consiste en dos cilindros cuya sección es distinta y que están comunicados entre sí con un líquido en su interior, el cual, variará en función de las necesidades de ese momento. La inserción de un émbolo en cada cilindro hace que al estar en contacto con el líquido, el movimiento de uno de ellos, produce una fuerza y una presión que se transmite, a través del líquido hacia el otro cilindro.

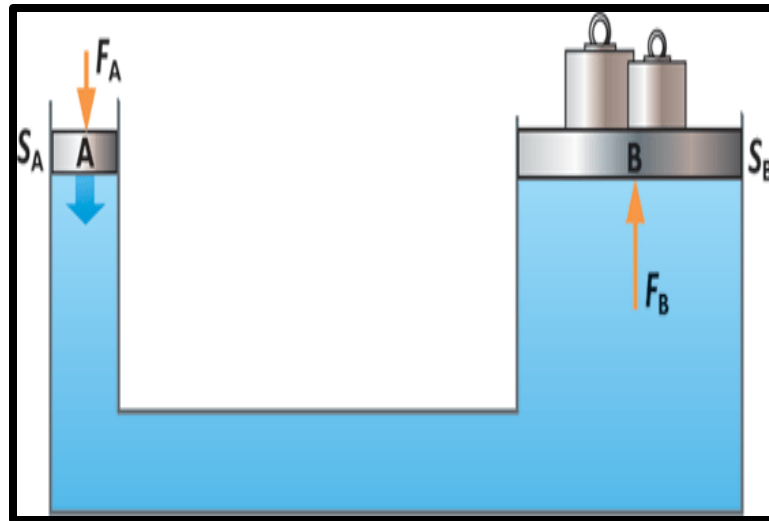


Figura 1. Principio o ley de Pascal.

1.3.2.3 Principios de hidráulica

Los sistemas hidráulicos son indispensables en la operación del equipo. Los principios de hidráulica básica se aplican en el diseño de los sistemas hidráulicos de los implementos, sistemas de dirección, sistemas de frenos y sistemas del tren de fuerza. Se deben conocer los principios de hidráulica básica antes de estudiar los sistemas hidráulicos de la máquina. (FUNNIG – CAT FINSA, 2011)

1.3.2.3.1 Uso de líquidos en los sistemas hidráulicos

Se usan líquidos en los sistemas hidráulicos porque tienen, entre otras, las siguientes ventajas:

- Los líquidos toman la forma del recipiente que los contiene.
- Los líquidos son prácticamente incompresibles.
- Los líquidos ejercen igual presión en todas las direcciones

1.3.2.3.2 Los líquidos toman la forma de cualquier recipiente que los contiene.

Los líquidos también fluyen en cualquier dirección al pasar a través de tuberías y mangueras de cualquier forma y tamaño.

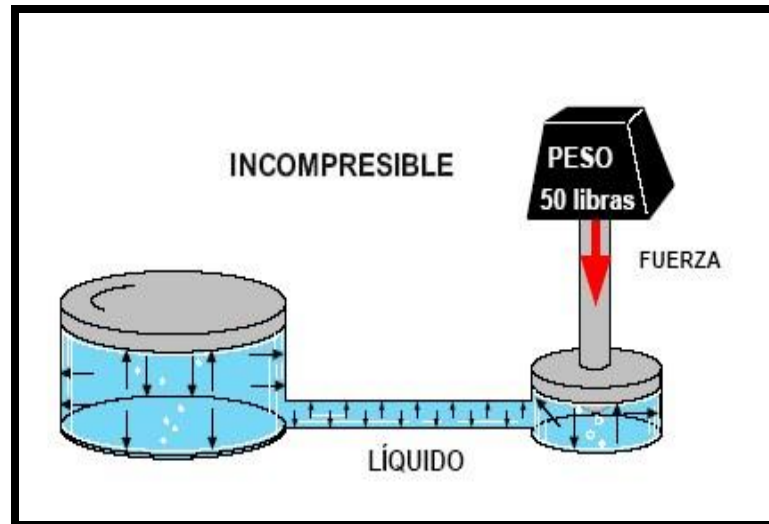


Figura 2. Representación de las direcciones de las fuerzas en un líquido.

1.3.2.3.3 Un líquido es prácticamente incompresible

Cuando una sustancia se comprime, ocupa menos espacio. Un líquido ocupa el mismo espacio o volumen, aun si se aplica presión. El espacio o el volumen ocupado por una sustancia se llaman "desplazamiento".

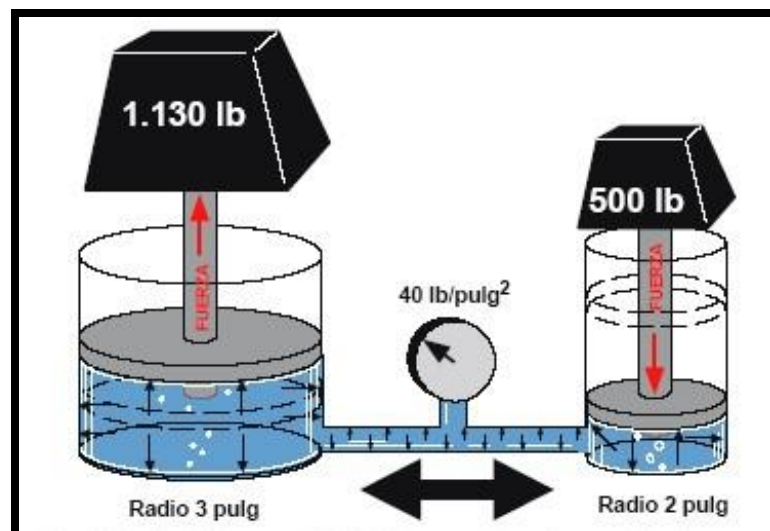


Figura 3. Representación de las direcciones de las fuerzas en un líquido.

1.3.2.3.4 Un gas puede comprimirse

Cuando un gas se comprime ocupa menos espacio y su desplazamiento es menor. El espacio que deja el gas al comprimirse puede ser ocupado por otro objeto. Un líquido se ajusta mejor en un sistema hidráulico, puesto que todo el tiempo ocupa el mismo volumen o tiene el mismo desplazamiento.

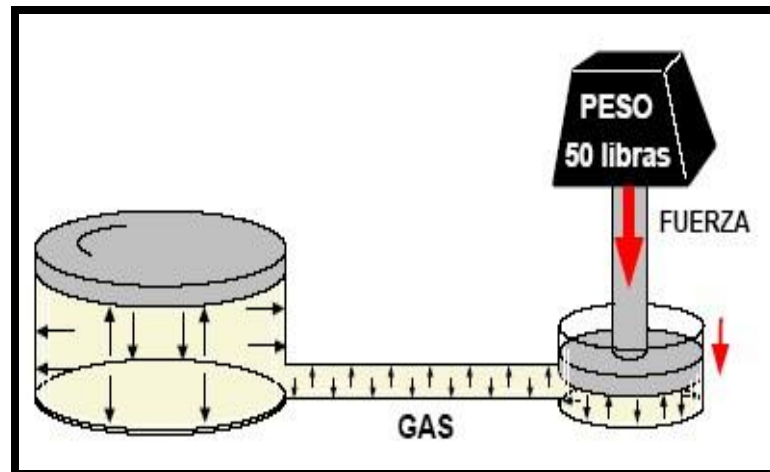


Figura 4. Representación de las direcciones de las fuerzas en un gas.

1.3.2.4 Efecto del orificio

Cuando hablamos en términos hidráulicos, es común usar los términos "presión de la bomba". Sin embargo, en la práctica, la bomba no produce presión. La bomba produce flujo. Cuando se restringe el flujo, se produce la presión.

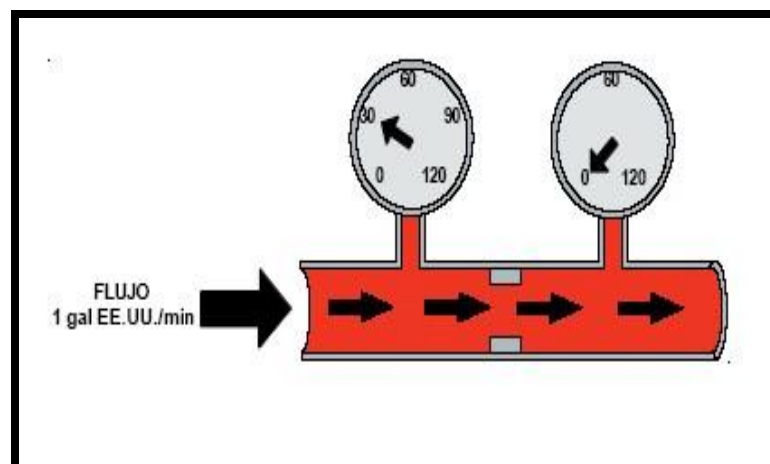


Figura 5. Generación de presión mediante la restricción del flujo.

1.3.2.5 Un orificio restringe el flujo

Un orificio restringe el flujo de la bomba. Cuando un aceite fluye a través de un orificio, se produce presión corriente arriba del orificio. En la *Figura 6* hay un orificio en la tubería entre los dos manómetros. El manómetro corriente arriba del orificio indica que se necesita una presión de 207 Kpa (30 lb/pulg²), para enviar un flujo de 1 gal EE.UU./min a través del orificio. No hay restricción de flujo después del orificio. El manómetro ubicado corriente abajo del orificio indica presión de cero. (FUNNIG – CAT FINSA, 2011)

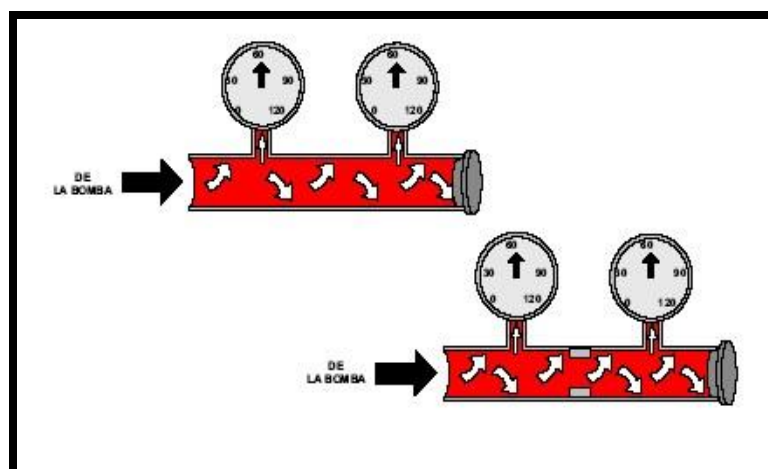


Figura 6. Diferencia de presiones por la restricción del flujo.

1.3.2.6 Bloqueo del flujo de aceite al tanque

Cuando se tapa un extremo de la tubería, se bloquea el flujo de aceite al tanque. La bomba regulable continúa suministrando flujo de 1 gal EE.UU./min y llena la tubería. Una vez llena la tubería, la resistencia a cualquier flujo adicional que entre a la tubería produce una presión. Esta presión se comporta de acuerdo con la Ley de Pascal, definida como “la presión ejercida en un líquido que está en un recipiente cerrado se transmite íntegramente en todas las direcciones y actúa con igual fuerza en todas las áreas”. La presión será la misma en los dos manómetros.

La presión continúa aumentando hasta que el flujo de la bomba se desvíe desde la tubería a otro circuito o al tanque. Esto se hace, generalmente, con una válvula de alivio para proteger el sistema

hidráulico. Si el flujo total de la bomba continúa entrando a la tubería, la presión seguiría aumentando hasta el punto de causar la explosión del circuito. (FUNNIG – CAT FINSA, 2011)

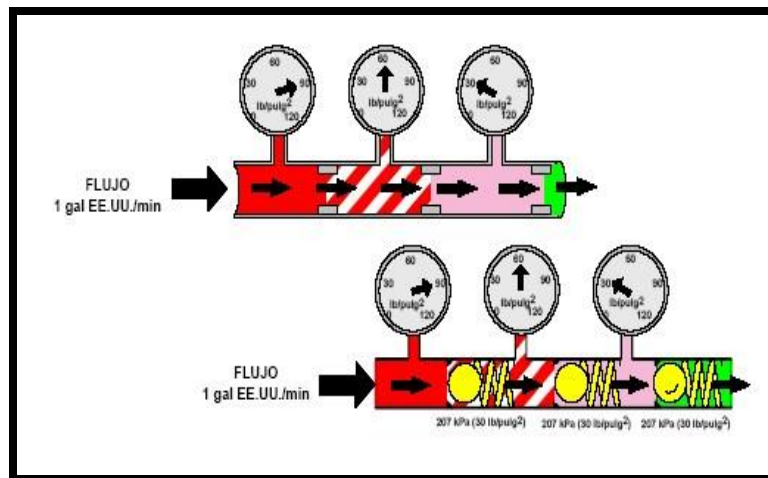


Figura 7. Diferencia de presiones en el flujo hidráulico.

1.3.2.7 Sistemas Hidráulicos de Implementos



Figura 8. Esquema del Sistema Hidráulico de Implementos.

Los sistemas hidráulicos crean fuerza y movimiento mediante fluidos sometidos a presión. Los fluidos sometidos a presión son el medio para la transmisión de energía.

Los sistemas hidráulicos sencillamente, convierten la energía de una forma a otra para desempeñar labores útiles. En las máquinas

este se traduce en el uso de la energía de un motor diésel o gasolina en potencia hidráulica. Por ejemplo: se usa la energía hidráulica para elevar y descender el cucharón de un cargador o la hoja topadora de un tractor, también se usa para inclinar hacia el frente o atrás y para accionar implementos que rotan, agarran, empujan, jalan y desplazan cargas de un lugar a otro. Otra aplicación importante es accionar los cilindros de la dirección y el sistema de frenos.

1.3.2.7.1 Ventajas de un Sistema Hidráulico

- Menos complicados: Eliminan la necesidad de sistemas complicados de engranajes y palancas
- Menos fallas: Los líquidos no están sometidos a fallas y los componentes del sistema no tienen gran desgaste
- Controlan fuerzas grandes: Controlan fácilmente.
- Componentes pueden colocarse en forma remota: Pueden transmitirse a distancias considerables con pequeñas pérdidas.

1.3.2.7.2 Componentes de los sistemas hidráulicos de implementos

Los equipos móviles de construcción se diseñan usando diferentes componentes hidráulicos (tanques, acumuladores, filtros, tuberías, fluidos, actuadores, acondicionadores, bombas y motores, válvulas y cilindros). Los mismos componentes usados en diferentes partes de un circuito pueden realizar funciones diversas y están unidos o conectados entre sí por medio de tubos y mangueras.

A. Tanque hidráulico

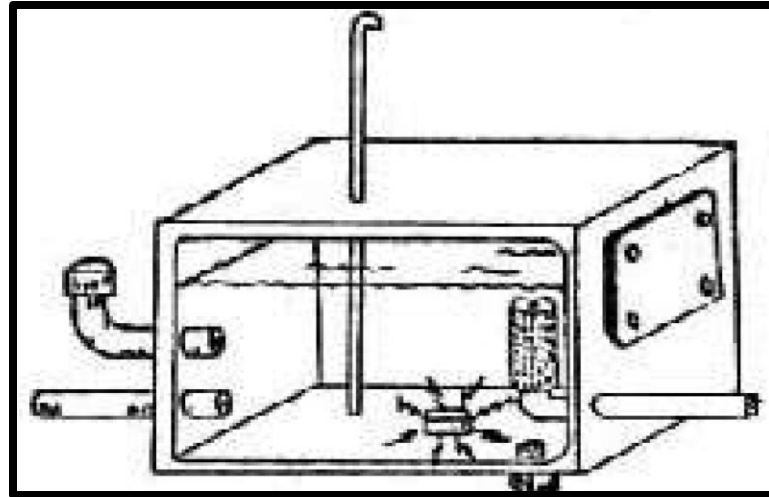


Figura 9. Esquema interno del tanque hidráulico.

Depósito de aceite para suministro del sistema hidráulico. La principal función del tanque hidráulico es almacenar aceite.

El tanque también debe eliminar calor y aire al aceite. Los tanques deben tener resistencia y capacidad adecuadas, y no dejar entrar la suciedad externa. Los tanques hidráulicos generalmente son herméticos.

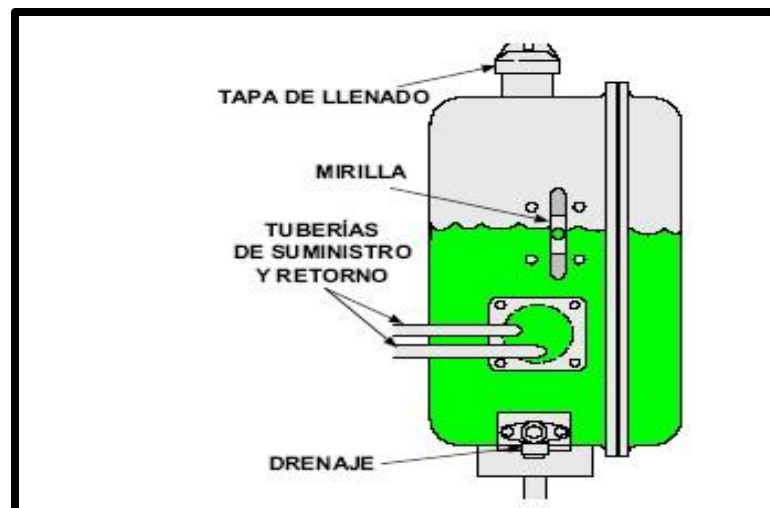


Figura 10. Partes del tanque hidráulico.

- TAPA DE LLENADO: Mantiene los contaminantes fuera de la abertura que se usa para llenar y añadir aceite al tanque y sella los tanques presurizados.
- MIRILLA: Permite revisar el nivel de aceite del tanque hidráulico. El nivel de aceite debe revisarse cuando el aceite está frío. Si el aceite está en un nivel a mitad de la mirilla, indica que el nivel es correcto.
- TUBERÍAS DE SUMINISTRO Y DE RETORNO: La tubería de suministro hace que el aceite fluya del tanque al sistema. La tubería de retorno hace que el aceite fluya del sistema al tanque.
- DRENAJE: Ubicado en el punto más bajo del tanque, el drenaje permite sacar el aceite en la operación de cambio de aceite. El drenaje también permite retirar aceite contaminante como el agua y los sedimentos.

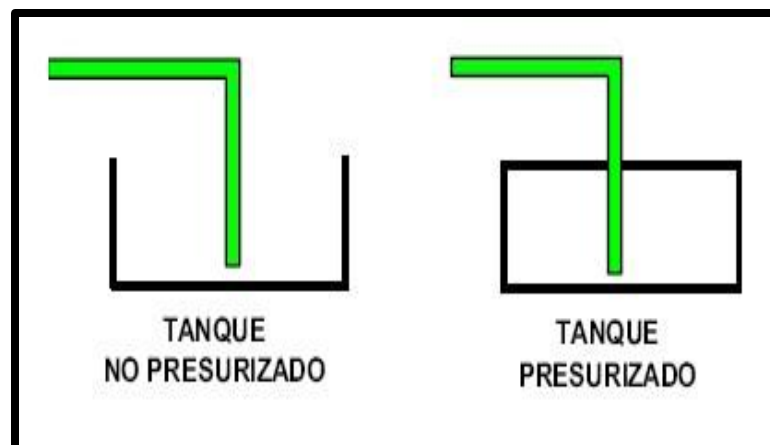


Figura 11. Símbolos ISO del tanque hidráulico.

a) Tanque presurizado

Los dos tipos principales de tanques hidráulicos son: tanque presurizado y tanque no presurizado.

El tanque presurizado está completamente sellado. La presión atmosférica no afecta la presión del tanque. Sin embargo, a medida que el aceite fluye por el sistema, absorbe calor y se expande. La expansión del aceite

comprime el aire del tanque. El aire comprimido obliga que el aceite fluya del tanque al sistema.

La válvula de alivio de vacío tiene dos propósitos: evitar el vacío y limitar la presión máxima del tanque

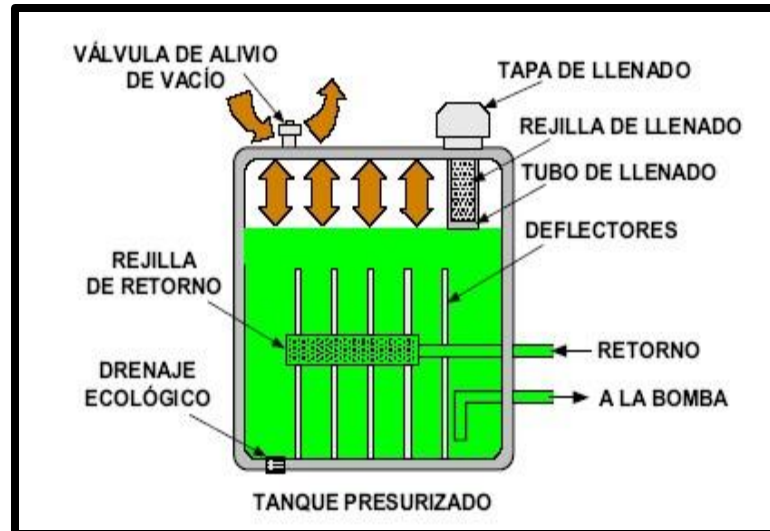


Figura 12. Partes del tanque hidráulico presurizado.

b) Tanque no presurizado

El tanque no presurizado tiene un respiradero que lo diferencia del tanque presurizado. El respiradero hace que el aire entre y salga libremente. La presión atmosférica que actúa en la superficie del aceite obliga al aceite a fluir del tanque al sistema. El respiradero tiene una rejilla que impide que la suciedad entre al tanque.

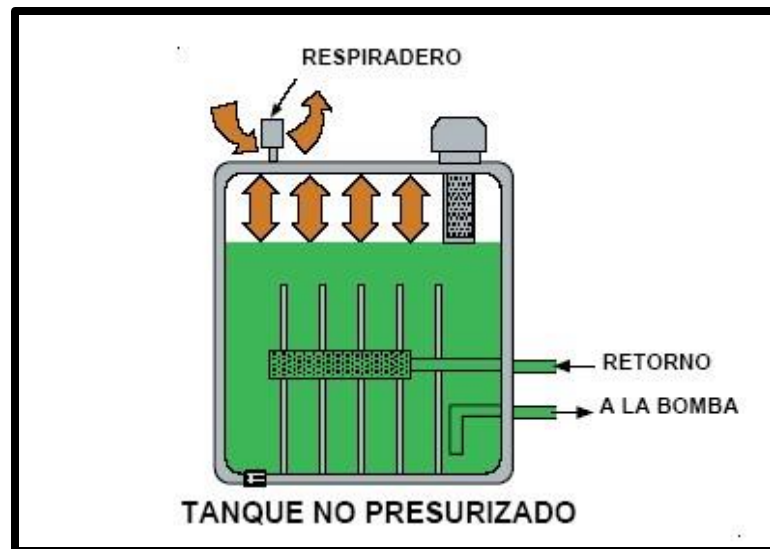


Figura 13. Partes del tanque hidráulico no presurizado.



Figura 14. Tanque hidráulico no presurizado del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C.

B. Bomba hidráulica

Es el corazón del sistema hidráulico. Las bombas hidráulicas convierten la energía hidráulica en forma de flujo de fluido. Cuando el fluido hidráulico encuentra alguna resistencia, se crea presión. (FUNNIG – CAT FINSA, 2011)

Aunque las bombas no generan directamente presión hidráulica, deben diseñarse para aguantar los requisitos de presión del sistema.

Por lo general, cuanto mayor sea la presión de operación, más fuerte será la bomba.

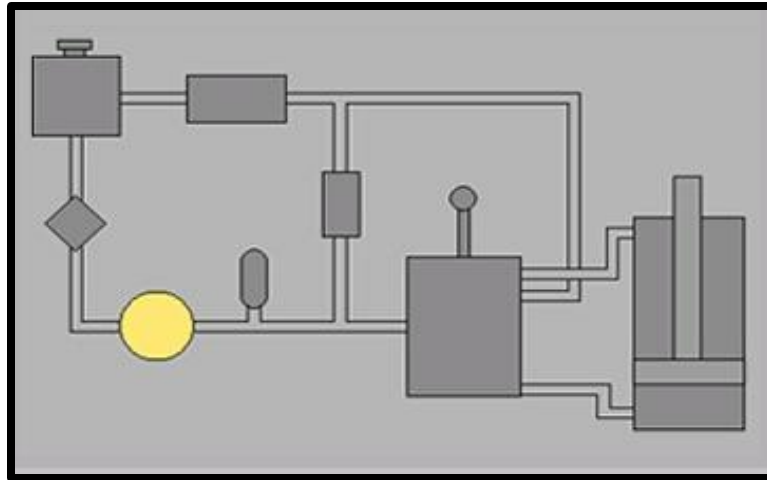


Figura 15. Ubicación de la bomba en el sistema hidráulico.

C. Tipos de bombas hidráulicas

a) Bomba de engranajes

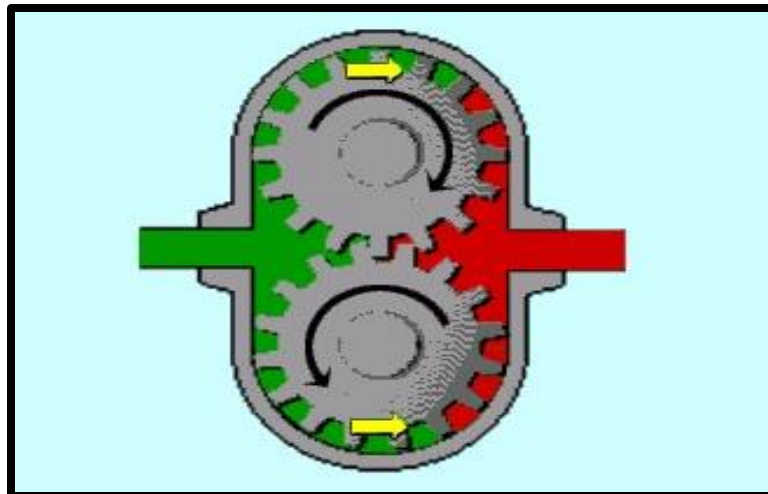


Figura 16. Interior de la bomba hidráulica de engranajes.

Es de desplazamiento positivo, es decir una bomba en el cual el desplazamiento (caudal) por revolución no puede variarse.



Figura 17. Bomba hidráulica de engranajes desmontada. 1: Sellos, 2: Plancha de presión, 3: Engranaje loco, 4: Engranaje de impresión, 5: Caja.

- VENTAJAS:

De desplazamiento positivo: El caudal es constante dentro de una manera razonable sin importar la resistencia al flujo.

Filtraciones pequeñas: La disminución en la cantidad de descarga debida a filtraciones que vuelve a la admisión es pequeña.

Compacta. La unidad es compacta.

- DESVENTAJAS:

Limitada a aplicaciones de baja presión, debido al desequilibrio hidráulica (Cualquier presión excesiva que exista en la salida aplica una fuerza en los engranajes, produciendo la deflexión del eje).

b) Bomba de paletas

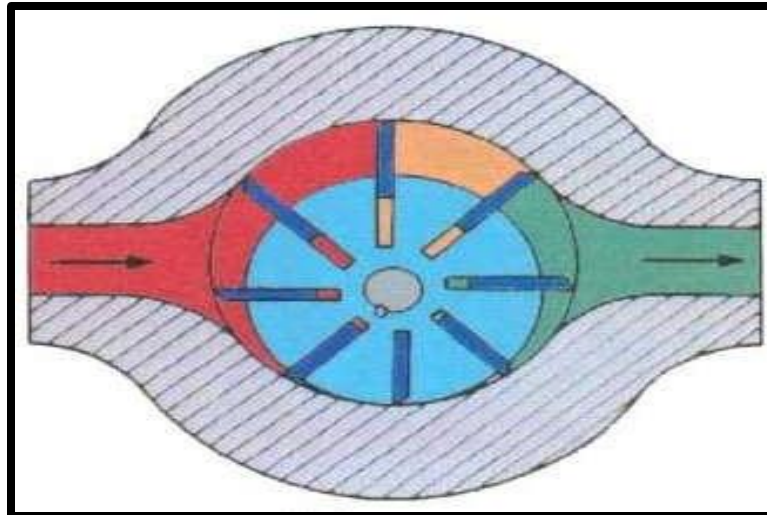


Figura 18. Interior de la bomba hidráulica de Paletas.

La mayoría de las bombas de paleta Caterpillar son bombas balanceadas con un par de lumbreras de entrada y un par de salida. Las lumbreras de cada par están ubicadas en lados opuestos. La fuerza centrífuga del resorte o la alta presión de aceite empujan las paletas contra la superficie interior del anillo. Esto permite que las paletas se ajusten automáticamente según el desgaste.

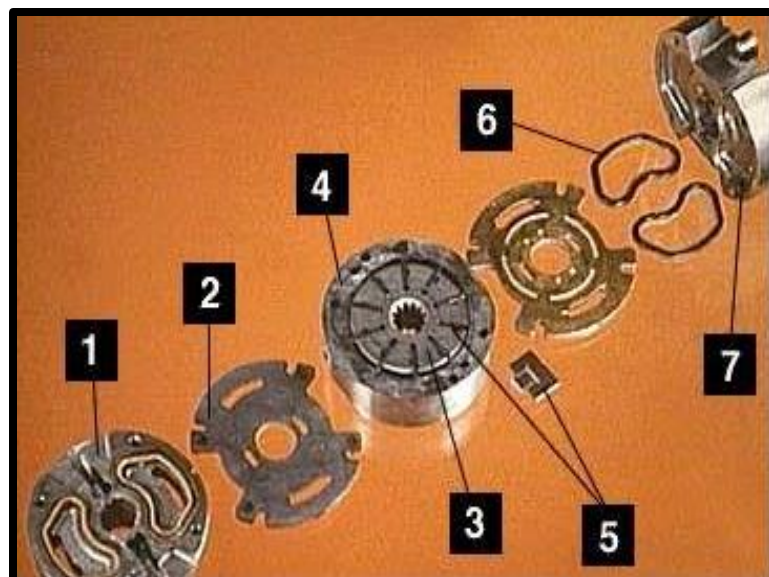


Figura 19. Bomba hidráulica de Paletas desmontada. 1: caja de extremo, 2: plancha flexible, 3: anillo excéntrico, 4: rotor, 5: paletas, 6: sello, 7: caja de extremo.

- **VENTAJAS:**

Mayor caudal: El ajuste preciso entre las paletas y el anillo aumenta el caudal de estas bombas con respecto a las bombas de engranajes

Desplazamiento Positivo: El caudal disminuye poco a medida que la resistencia al flujo aumenta.

Equilibrio hidráulico: La mayor parte de las bombas de paletas son equilibradas hidráulicamente (Anote que las salidas están en lados opuestos, al igual que las entradas. Las fuerzas que se oponen se equilibran entre ellas y reducen las cargas en los cojinetes y la deflexión en eje)

- **DESVENTAJAS:**

Gran cantidad de partes: muchas partes mecánicas, costo elevado. Más difícil de mantener que las bombas de engranajes: Pequeñas cantidades de materias extrañas causan desgaste rápido, debido al roce de las paletas.

c) Bomba de pistones

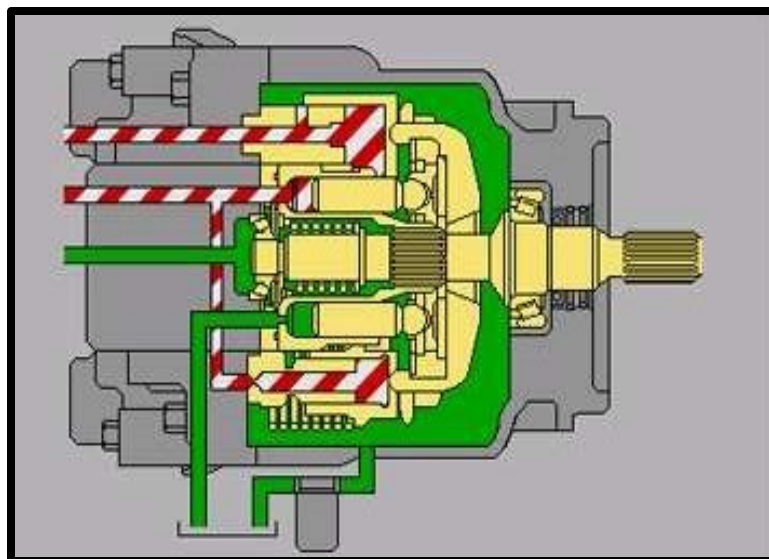


Figura 20. Interior de la bomba hidráulica de Pistones.

Las bombas de pistones pueden ser de caudal fijo o variable, según su diseño. Estas bombas versátiles y eficientes se utilizan frecuentemente en los sistemas hidráulicos de detención de carga y presión compensada.

Las bombas de pistones también pueden ser de caudal fijo. Esta bomba de eje tiene caja que coloca el conjunto de tambor y pistones en un ángulo fijo con respecto al eje de impulsión está conectado al plato basculante, haciendo que el tambor de cilindros gire y que los pistones suban y bajen (en los cilindros).

D. Válvulas hidráulicas

Todos los sistemas hidráulicos utilizan válvulas para accionar los cilindros y los motores y para controlar otros requisitos de caudal de fluido y presión del sistema. Estas válvulas pueden ser componentes individuales, agrupados dentro de una sola caja o acoplados en bancos de válvulas.

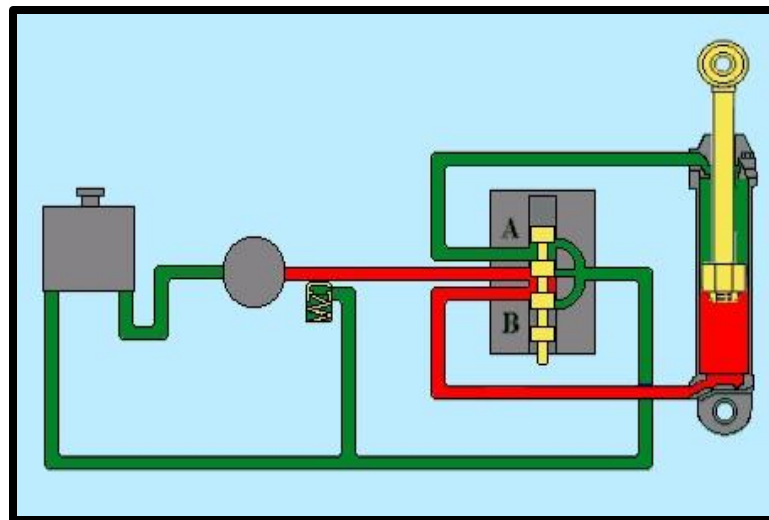


Figura 21. Ubicacion de una válvula hidráulica en un sistema hidráulico.

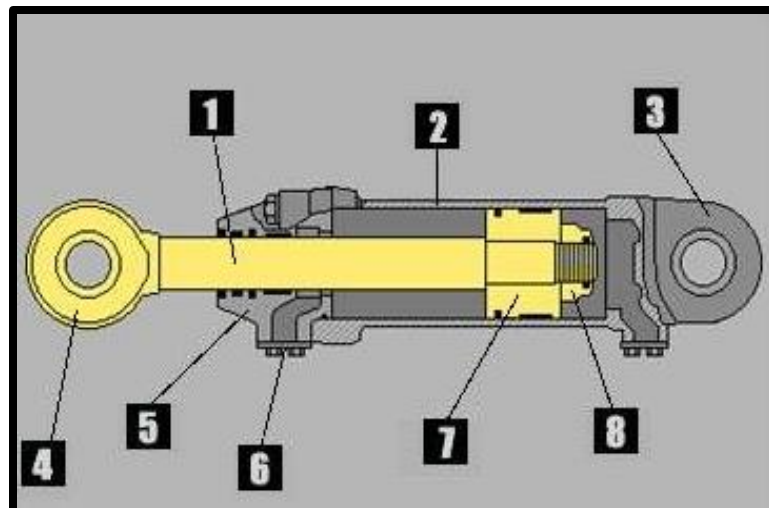
Las válvulas hidráulicas por lo general pueden agruparse en tres categorías:

- Las válvulas de control de dirección, controlan el recorrido del fluido por el sistema. Ej. De esto son las válvulas selectoras que

controlan la operación de los accionadores, las válvulas de retención y las válvulas compensadoras.

- Las válvulas de control de flujo son válvulas especiales que controlan la velocidad del líquido por un circuito.
- Las válvulas de control de presión, limitan la presión máxima dentro de un circuito o mantienen una diferencia de presión deseada entre dos circuitos. Ej. De esto son los diferentes tipos de válvulas de alivio, válvulas reductoras de presión y válvulas diferenciales de presión.

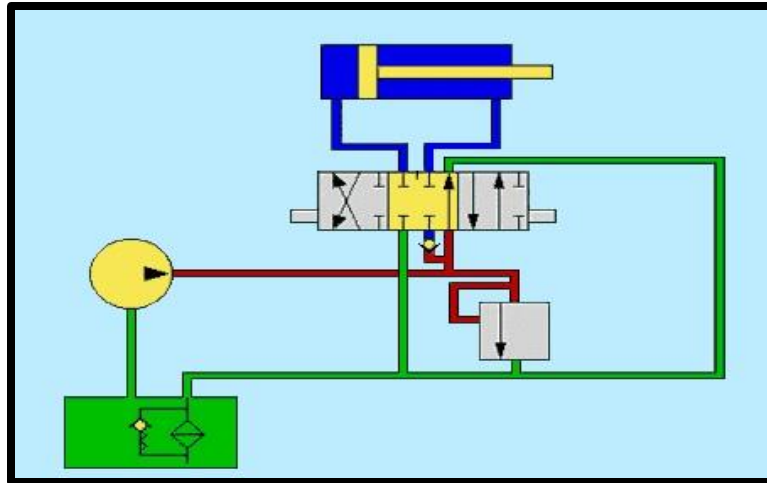
E. Cilindros hidráulicos



*Figura 22.*Partes de un cilindro hidráulico de doble efecto.1: varilla, 2: tubo del cilindro, 3: cáncamo de la tapa, 4: cáncamo de la varilla, 5: cabeza de cilindro, 6: puntos de conexión, 7: pistón, 8: tureca de pistón.

El objetivo principal de los sistemas hidráulicos de las maquinas Caterpillar es impulsar implementos tales como las hojas topadoras, lampones, cucharones, etc.

Esto normalmente se realiza con cilindros, que son accionadores lineales que convierten la energía hidráulica en energía mecánica.



*Figura 23.*Ubicacion de un cilindro hidráulico en un sistema hidráulico.

d) Cilindro hidráulico con amortiguación

A medida que el pistón se desplaza, el vástago de la punta del pistón aprisionará el aceite, bloqueando parcialmente el retorno lo que ocasionará, que el avance del pistón se empiece a frenar evitando golpes que pueden dañar seriamente al cilindro.

e) Cilindro hidráulico de simple efecto

Cilindros que entregan su fuerza a tensión o a compresión según sea su aplicación y se retro-posicionan por fuerzas externas por resorte o por el propio peso del pistón.

f) Cilindro hidráulico de doble efecto

Cilindros que entregan su fuerza a tensión y a compresión en ambos sentidos de su carrera.

g) Cilindros diferenciales

Son los más comunes y se llaman diferenciales por la diferencia de áreas entre las dos cámaras (área del pistón y área anular (diferencia entre el área del vástago y área del pistón)). Ejemplos: Presas y aplicaciones generales de tipo industrial y de equipo móvil (Excavadoras, Buldózer, Cargadores, Etc.)

h) Cilindros telescópicos de simple efecto

Elevación de volcos de camiones, elevadores y en general aplicaciones donde se requiera elevar cargas a grandes alturas pero cuando este retraído ocupe un espacio muy reducido y que además este descienda por peso.

i) Cilindros telescópicos de doble efecto

Elevación de torres perforadoras de petróleo, compactación de desperdicios en carros de recolección de basuras y en general aplicaciones donde se requiera desplazamientos de longitudes grandes pero cuando este retraído ocupe un espacio muy reducido.

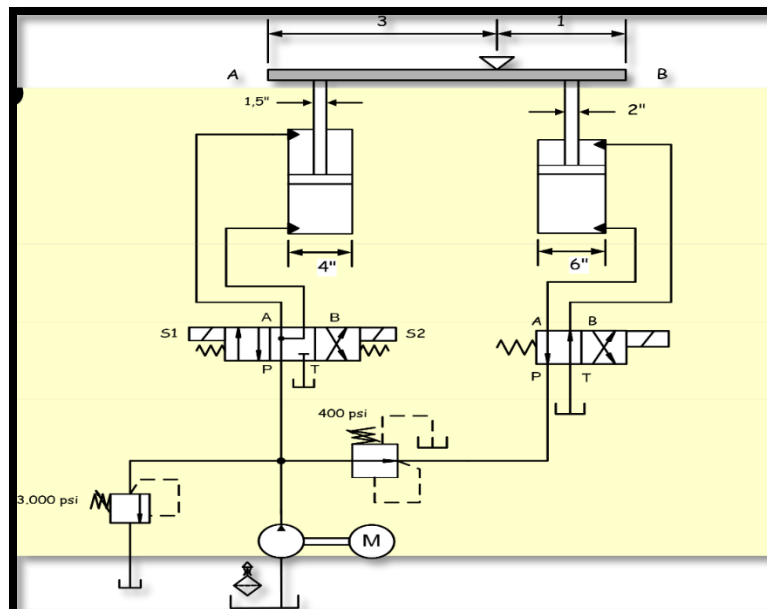


Figura 24. Cilindros del lampón del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C.

F. Fluidos hidráulicos

El fluido hidráulico es el Componente clave de Cualquier Sistema Hidráulico. Es el medio por el cual se Transmite la energía en Todo el sistema. Ciertas Propiedades del fluido determinan cómo cumple su función. Esta lección trata sobre las propiedades críticas y de aditivos utilizados para mejorarlas.



Figura 25. La imagen muestra la comparación del aceite nuevo y el aceite quemado.

G. Funciones de los fluidos hidráulicos

Las funciones básicas de los fluidos hidráulicos son:

- Transmisión de potencia.
- Lubricación.
- Sellado.
- Enfriamiento.

a) Transmisión de potencia

Puesto que un fluido prácticamente es incompresible, un sistema hidráulico lleno de fluido puede producir potencia hidráulica instantánea de un área a otra. Sin embargo, esto no significa que todos los fluidos hidráulicos sean iguales y transmitan potencia con la misma eficiencia.

Para escoger el fluido hidráulico correcto, se deben tener en cuenta el tipo de aplicación y las condiciones de operación en las que funcionará el sistema hidráulico.

b) Lubricación

Los fluidos hidráulicos deben lubricar las piezas en movimiento del sistema hidráulico. Los componentes que rotan o se deslizan deben poder trabajar sin entrar en contacto con otras superficies. El fluido hidráulico debe mantener una película delgada entre las dos superficies para evitar el calor, la fricción y el desgaste.

c) Sellado

Algunos componentes hidráulicos están diseñados para usar fluidos hidráulicos en lugar de sellos mecánicos entre los componentes. La propiedad del fluido de tener acción sellante depende de su viscosidad.

d) Enfriamiento

El funcionamiento del sistema hidráulico produce calor a medida que se transfiere energía mecánica a energía hidráulica y viceversa. La transferencia de calor al sistema se realiza entre los componentes calientes y el fluido que circula a menor temperatura. El fluido a su vez transfiere el calor al tanque o a los enfriadores, diseñados para mantener la temperatura del fluido dentro de límites definidos.

Otras propiedades que debe tener un fluido hidráulico son: evitar la oxidación y la corrosión de las piezas metálicas; impedir la formación de espuma y de oxidación; mantener separado el aire, el agua y otros contaminantes; y mantener su estabilidad en una amplia gama de temperaturas. (FUNNIG – CAT FINSA, 2011)

e) Viscosidad

Es la medida de la resistencia de los líquidos a fluir a una determinada temperatura. Un líquido que fluye fácilmente

tiene baja viscosidad, mientras que un líquido que no fluye fácilmente tiene alta viscosidad.

Cuando aumenta la temperatura de un líquido, baja su viscosidad. Cuando

Disminuye la temperatura de un líquido, se incrementa su viscosidad.

1.3.2.8 Ventajas de la hidráulica

- Menos complicados: Eliminan la necesidad de sistemas complicados de engranajes y palancas.
- Menos fallas: Los líquidos no están sometidos a fallas y los componentes del sistema no tienen gran desgaste.
- Controlan fuerzas grandes: Controlan fácilmente.
- Componentes pueden colocarse en forma remota: Pueden transmitirse a distancias considerables con pequeñas pérdidas.

1.3.2.9 Desventajas de la hidráulica

- Altas pérdidas en forma de energía calorífica debido a la viscosidad del fluido y de la fricción con tuberías, mangueras y accesorios.
- Peligros de explosión y accidentes al trabajar con elevadas presiones.
- El fluido es más caro
- Pérdidas de carga
- Fluido muy sensible a la contaminación.

1.3.2.10 Sistema Hidráulico de implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C

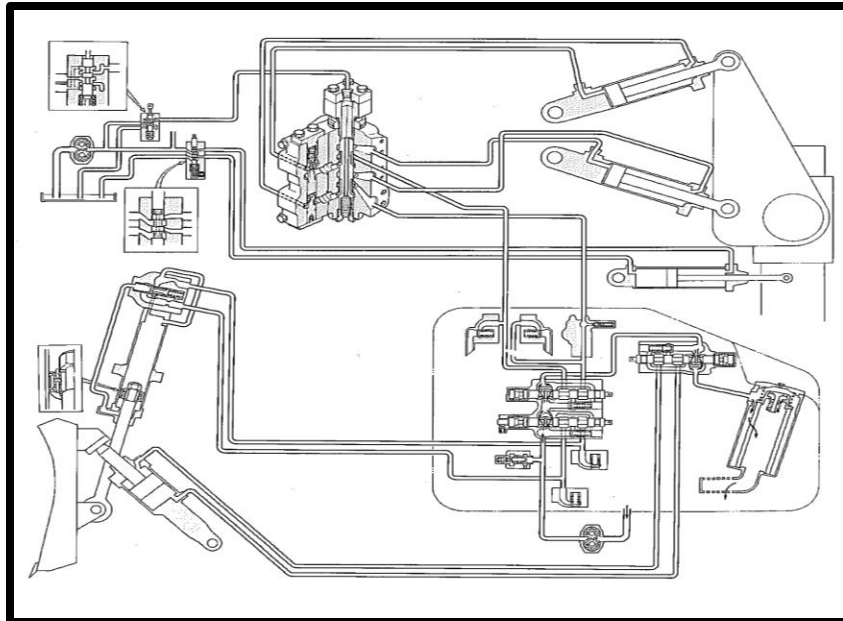


Figura 26. Sistema Hidráulico que acciona el lampón.

El TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C es especial para trabajar sobre superficies de grava o tierra común y de roca que ya se encuentran niveladas. Por sus ruedas neumáticas no malogra el acabado de las superficies y presentan una mayor rapidez en su traslado. El implemento de esta máquina es un lampón que va adosada en la parte delantera del tractor con una serie de sistemas hidráulicos operados desde cabinas por el operador que permiten tanto el movimiento lateral como el vertical.

Este lampón en posición recta paralela al eje transversal puede bajar a una altura inferior del tractor para permitir así las labores de corte. Es utilizado para empujar materiales en línea recta y acumularlos con el lampón lleno. Al girar el lampón 30° con respecto al eje transversal la máquina se puede utilizar en excavaciones a media ladera, en rellenos de zanjas y para extender las tierras. Variando la hoja de posición se pueden verter los materiales a uno y otro lado del tractor sin cambiarlo de dirección.

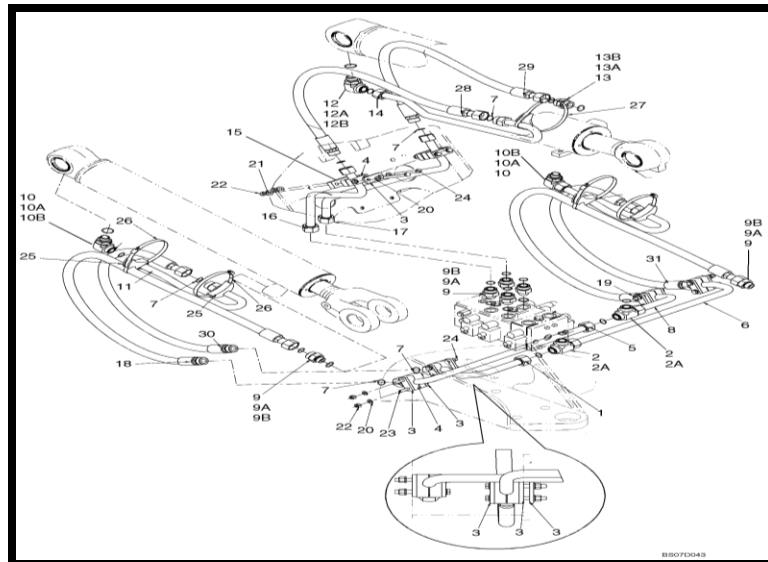


Figura 27. Partes del Sistema Hidráulico de Implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C.



Figura 28. Lampon del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C.

1.3.2.11 El mantenimiento

“Conjunto de actividades destinadas a mantener o a restablecer un bien a un estado o a unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento para cumplir con una función requerida. Estas actividades suponen una combinación de prácticas técnicas, administrativas y de gestión.” (BOUCLY, 1999).

“El mantenimiento es un conjunto de acciones que llevan a conseguir prolongar el funcionamiento continuo de los equipos, reducir los costes en la producción, alargar la vida útil de los equipos, evitar pérdidas por paros inesperados en los equipos, producción con mayor calidad”. (PASTOR, 1997).

Los sistemas de mantenimiento han ido evolucionando con el tiempo y hoy no pueden dejarse de lado en ninguna de sus variadas formas y versiones, si pretendemos una manufactura de clase mundial.

Probablemente, en los primeros tiempos del desarrollo de las industrias, las tareas de mantenimiento se hayan limitado a efectuar reparaciones o cambios de piezas luego de que éstas fallaran o, en algunos casos, a realizarlas poco antes de arribar a las mismas.

Actualmente existen variados sistemas para encarar el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación, algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir las fallas, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de las mismas haciéndolo tanto sobre los bienes, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño, diseño robusto, análisis de su conservación, diseño sin mantenimiento, etc.

1.3.2.12 Los tipos de mantenimiento son

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo: De emergencia y programado
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento productivo total (TPM).

1.3.2.13 Organización del mantenimiento

A continuación se dan las pautas necesarias para el desarrollo de un sistema de Mantenimiento de máquinas y/o Equipos. En general, se deben considerar:

- El Ciclo de Mantenimiento (acciones)
- La Organización del Personal (funciones)
- Sistema de Planificación / Control (Flujo de Información y Documentación)

1.3.2.14 El mantenimiento correctivo

“Es el conjunto de actividades realizadas tras el fallo de un bien o el deterioro de su función, para permitirle cumplir con una función requerida, al menos de manera provisional”. (BOUCLY, 1999).

1.3.2.14.1 Mantenimiento correctivo de emergencia

Tanto este tipo de servicio, cuanto el correctivo programado, actúan sobre hechos ciertos y el mantenimiento consistirá en reparar la falla.

El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

Actúan ante una emergencia (generalmente la detección de un gas combustible, implica la existencia de una concentración peligrosa en el aire ambiente, la cual es explosiva).

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

Tiene como inconvenientes, que la falla puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno,

debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Asimismo, fallas no detectadas a tiempo, ocurridas en partes cuyo cambio hubiera resultado de escaso monto, pueden causar daños importantes en otros elementos o piezas conexos que se encontraban en buen estado de uso y conservación.

Otro inconveniente de este sistema, es que debería disponerse inmovilizado un capital importante invertido en piezas de repuesto visto que la adquisición de muchos elementos que pueden fallar, suele requerir una gestión de compra y entrega no compatible en tiempo con la necesidad de contar con el bien en operación (por ejemplo: caso de equipos discontinuados de fabricación, partes importadas, desaparición del fabricante).

Por último, con referencia al personal que ejecuta el servicio, no le quedan dudas que debe ser altamente calificado y sobredimensionado en cantidad pues las fallas deben ser corregidas de inmediato. Generalmente se agrupa al personal en forma de cuadrillas.

1.3.2.14.2 Mantenimiento correctivo programado

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa muchas veces ante un hecho cierto. La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción.

En general, programamos la detención del equipo, pero antes de hacerlo, vamos acumulando tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando a ejecutar toda tarea que no podríamos hacer con el equipo en funcionamiento.

Lógicamente, aprovecharemos para las paradas, horas en contra turno, períodos de baja demanda, fines de semana, períodos de vacaciones, etc.

Si bien muchas de las paradas son programadas, otras, son obligadas por la aparición de las fallas. Por ello, este sistema comparte casi las mismas desventajas o inconvenientes que el método anterior. (Galiana, 1993).

La desventaja del mantenimiento correctivo es que las averías se presentan de manera imprevista y afectan a la producción. Se corre el riesgo de que los fallos de elementos sean difíciles de adquirir y que el mantenimiento sea de baja calidad por el poco tiempo disponible para la reparación.

1.3.2.15 Procesos tecnológicos de mantenimiento correctivo del Sistema Hidráulico de Implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C.

1.3.2.15.1 Inspección técnica ATE1:

Es la inspección que se realiza mediante el uso de los sentidos, Un ejemplo de inspección sensorial consiste en controlar con el oído el ruido que hace una máquina en funcionamiento para poder extraer a menudo conclusiones sobre su estado. Lo mismo puede hacerse palpándola para ver qué temperatura tiene. La percepción de un olor extraño que expide una máquina también puede tenerse en cuenta para detectar el estado real. Cada sentido nos ayudará a detectar fallas, por ejemplo:

- Con la Vista se puede detectar: Suciedad, corrosión, falta de lubricación, bajo nivel de aceite, piezas rotas, faltantes o gastadas, piezas y sujetadores sueltos, mala alineación, inservibles o faltantes (como por ejemplo, protectores), pérdidas hidráulicas, cables, correas o tendido eléctrico deshilachados, acumulación de virutas o fibras metálicas, indicadores o medidores descompuestos, lectura anormal de indicadores o medidores, lámparas indicadoras faltantes o rotas, acumulación de restos de piezas o productos en el equipo, piso resbaladizo u otros peligros para los operadores, problemas en la calidad del producto y muchas otras cosas más.
- Con el Oído se puede detectar: Exceso de ruido, chirridos y golpeteos, pérdidas neumáticas (aire), sonidos extraños, sonidos adicionales (que indican que algo cambió), funcionamiento lento (tiempo de ciclo, rpm) y muchas otras cosas más.
- Con el Olfato se puede detectar: Fricción (componente funcionado en seco), excesivo calor (lubricación, aislamiento eléctrico), rotura de productos (líquidos) y otros.
- Con el Tacto se puede detectar: Exceso de vibración (en cojinetes, motores, fajas en V, ventiladores, cajas de engranajes, componentes giratorios, etcétera), piezas sueltas o rotas no visibles, calor excesivo, acabado superficial y más.



*Figura 29.*Lampón: estructura del lampón con desgaste corrosivo, soportes de los pines del bastidor debilitados por excesivo desgaste.



*Figura 30.*Cilindro de inclinación: fuga por sellos de hermetizarían, desgaste excesivo de los orificios de pasadores del bastidor.



Figura 31. Tanque hidráulico: acumulación de partículas sólidas y suciedad en el interior del tanque, filtro en mal estado, aceite contaminado.



Figura 32. Válvula prioritaria: atascada por partículas extrañas, fugas por sellos



*Figura 33.*Bomba Hidráulica: fuga de aceite por sellos de hermetización, ruidos extraños.



*Figura 34.*Cable de la palanca de mando rota



Figura 35. Mangueras 1/2" de alta presión Rotas.



Figura 36. Articulaciones del bastidor del lampón desgastadas.

1.3.2.15.2 Análisis de fallas:

El sistema hidráulico de implementos se encuentra inoperativo por las siguientes fallas:

Tabla 1

Fallas de los componentes del sistema hidráulico de implementos

ELEMENTO	CONDICIÓN
Tanque hidráulico no presurizado de 30 galones de aceite ISO 68	Contaminación interna: presencia de partículas sólidas y corrosión.
Enfriador de aceite hidráulico.	Conductos del enfriador obstruidos.
Mangueras 1/2" flexibles: del conjunto de inclinación hidráulico	Mangueras rotas y picadas.
Cilindros hidráulicos de levante	Fugas de aceite por sellos ocasionando pérdida de presión.
Cilindros hidráulicos de inclinación	Fugas de aceite por sellos ocasionando pérdida de presión.
Bomba hidráulica: Tipo engranajes	Fugas por los sellos ocasionando pérdida de presión.
Lampón recto de empuje	Estructura picada y desgaste de alojamiento de los pines.
Cañerías de alta presión	Picadas y oxidadas ocasionando fugas de fluido hidráulico.
Válvulas de control	Presente fugas por orrings ocasionando fallas en los comando.
Aceite ISO grado 68	Aceite contaminado que ocasiona fallas de Sistema Hidráulico.
Filtros	Filtros obstruidos por tiempo de trabajo.

Fuente: Diagnóstico realizado por el grupo de trabajo - 2016

1.3.2.15.3 Trabajos realizados AT 2:

Tabla 2

Mantenimiento realizado en el sistema hidráulico de implementos

ELEMENTO	TRABAJOS REALIZADOS
Tanque hidráulico no presurizado: Capacidad de 30 galones de aceite ISO 68	Se realizó el mantenimiento preventivo: desmontaje del tanque, filtros y otros accesorios como sellos y empaquetaduras. Limpieza: se realizó la limpieza utilizando disolvente y detergente para remover partículas y suciedad.
Enfriador de aceite hidráulico.	Mantenimiento preventivo: Se realizó el sondeo del enfriador.
Mangueras flexibles: del conjunto de inclinación hidráulico 360 bar de 1/2"	Mantenimiento correctivo: Sustitución de mangueras picadas y sellos de hermetización.
Cilindros hidráulicos de levante	Mantenimiento correctivo: Se realizó el cambio de sellos, retenes y guías.
Cilindros hidráulicos de inclinación	Mantenimiento correctivo: Se realizó el cambio de sellos, retenes y guías.
Bomba hidráulica: Tipo engranajes	Mantenimiento Correctivo: Se realizó el cambio de sellos y limpieza interior.
Lampón recto de empuje	Se reforzó la estructura, cuchillas y cantonera. Se reforzó los oricios de los pasadores del bastidor
Cañerías de alta presión	Cambio de cañerías.
Válvulas de control	Mantenimiento preventivo: limpieza de los conductos internos de las válvulas y cambio de sellos de hermetización.
Aceite ISO 68	Cambio de aceite.
Filtros	Cambio de filtros nuevos.

Fuente: Tabla elaborada por el grupo de trabajo

1.3.2.15.4 Pruebas y ajustes

Test de comprobación según parámetros de operación en el anexo 4.

Prueba 1: usando el termómetro se comprobó la eficiencia del enfriador de aceite ya que se obtuvo una medida de 47°C, valor que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el fabricante. La medida fue tomada colocando el termómetro en la carcasa del cilindro de levante, que es donde el aceite alcanza su máxima temperatura en todo el sistema.

Prueba 2: Presión piloto, se realizó con el motor encendido y operando el sistema hidráulico

Con el uso del tetragauge se midió la presión del sistema hidráulico, con el tetragauge se obtuvo la medida de 340 psi acercándose a los 350 psi establecidos por el fabricante.

Prueba 3: Presión de válvulas de alivio, se realizaron con el motor encendido y operando el sistema hidráulico.

Usando el tetragauge se procedió a medir la presión que reciben las válvulas de alivio del sistema comparando los valores tomados con los especificados.

Prueba 4: Ciclo de los cilindros, estas pruebas fueron realizadas con el motor encendido y accionando los cilindros.

Cilindro de levante: se midió el tiempo en que el cilindro levanta el lampón desde el punto más bajo hasta el punto más alto del cilindro, el tiempo obtenido fue de 5.5 segundos el cual está dentro de los parámetros de operación.

Cilindros de inclinación: se midió el tiempo en que los cilindros inclinan el lampón desde los puntos extremos de los cilindros, el valor tomado de esta prueba fue de 2.9 segundos el cual también se encuentra dentro del tiempo establecido por el fabricante.

1.3.3 Marco legal

SIME RE747-20 (sistema de mantenimiento del Ejército)

Según el ministerio de defensa (1999) manual de mantenimiento técnico RE-747-2 el mantenimiento es un proceso que consiste en recuperar las características operativas perdidas del sistema, después de un periodo de funcionamiento.

LA DIRECTIVA O PLAN DE INVESTIGACION N° 01 u9.b.3/22.00 dispone para el planteamiento, ejecución, presentación y sustentación de los trabajos de investigación o de innovación tecnológica que formulan los alumnos de 3er año del IESTPE-ETE.

El presente trabajo se basa en el manual técnico (MMTT), fabricante original del equipo (OEM) y reglamento del Sistema de Mantenimiento del ejército (SIME) regulado por los reglamentos RE-747-2 que se estipulan en la organización, normas y responsabilidades en operaciones de mantenimiento RE-747-20, establece los principios y responsabilidades sobre el sistema de mantenimiento que debe seguir en las UU, servicios y reparaciones del ejército a fin de uniformar la doctrina de mantenimiento.

- RE-747-20
- OEM
- REGLAMENTOS
- RE-747-2
- MMTT CAT
- SIME
- MMTT Caterpillar

1.3.4 Definición de términos

Componentes	Es la reunión de partes o piezas que tienen una función determinada dentro de un conjunto o equipo, Ej. : motor de un vehículo, caja de cambios, orugas, etc.
Conjunto	Es la combinación de varios componentes que tienen una función determinada dentro de un sistema del equipo
Operador	Individuo especialmente instruido y entrenado para la explotación de un medio de transmisión, o para el manejo de alguna máquina o artefacto
Panne	Artículo fuera de operación temporal, cualquiera que sea su causa
Iso	Sigla de la expresión inglesa <i>International Organization for Standardization</i> , 'Organización Internacional de Estandarización', sistema de normalización internacional para productos de áreas diversas
Diagnostico:	Establece el estado técnico de una pieza o componente.
Equipo	Materiales y artículos de que están dotadas las unidades
OEM	Fabricante original del equipo.
MMTT:	Manual técnico.
Operatividad:	f. Capacidad para realizar una función. RAE vigesimotercera edición
Inspección	Comprobación eventual o periódica que realiza la autoridad responsable del mantenimiento del material y/o equipo a fin de que éstos se encuentren en condiciones óptimas de operatividad.
Conservación	Mantener permanentemente el equipo y/o material en condiciones operativas
SIME	Sistema de Mantenimiento del Ejército.
Indicador de mantenimiento	Indica síntomas de fallas.

1.4 Justificación e importancia

Esta investigación servirá para realizar una adecuada y eficiente ejecución del mantenimiento correctivo del sistema hidráulico de implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C, de acuerdo a los datos y especificaciones técnicas del fabricante, nos permitirá diagnosticar el estado del Sistema hidráulico de Implementos, detectar las fallas para el cambio de componentes. En ese sentido es de suma relevancia la lectura del plano hidráulico del TRACTOR A RUEDAS CAT 824C para su respectivo mantenimiento.

Esta investigación a realizar, beneficiará principalmente al IESTPE - ETE y a todos los alumnos de la especialidad de T/MEP realizando prácticas de funcionamiento del Sistema Hidráulico de implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C.

Como aporte al Ejército y al país, mejorar la enseñanza y aprendizaje de los alumnos y así contribuir con el desarrollo de la comunidad nacional, realizando mejores técnicas de reparación. De esta manera los alumnos podrán desarrollar más sus Habilidades y desenvolverse mejor en el campo laboral de la especialidad.

Esta máquina cuenta con un mantenimiento correctivo parcial por lo que su operatividad es limitada, en ese sentido se planifica a realizar un adecuado mantenimiento correctivo general en dichos sistemas hidráulico de dirección.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

OG. La operatividad del sistema hidráulico de implementos para la operatividad del TRACTOR A RUEDAS MODELO 824C en el Instituto de Educación Superior Tecnológico público del Ejército - ETE en el año 2016.

1.5.2 Objetivos específicos

Oe1. Análisis del sistema para identificar las fallas en el Sistema Hidráulico de Implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el IESTPE-ETE.

Oe2. Ejecutar el mantenimiento correctivo del sistema hidráulico para la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el IESTPE-ETE.

Oe3. Comprobar los resultados de la reparación del Sistema Hidráulico de implementos para la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el IESTPE-ETE.

1.6 Hipótesis y variables

1.6.1 Hipótesis

1.6.1.1 Hipótesis general

El Mantenimiento correctivo del Sistema Hidráulico influirá en la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C del Instituto de Educación Superior Tecnológico público del Ejército - ETE en el año 2016.

1.6.1.2 Hipótesis específicas

He1. El diagnóstico y el análisis de fallas mediante las normas OEM determinara la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C.

He2. La reparación del Sistema hidráulico de implementos se relacionara con la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el IESTPE-ETE.

He3. La comprobación del mantenimiento del Sistema hidráulico de implementos afectara la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el IESTPE-ETE.

1.6.2 Variables

1.6.2.1 Variable Independiente X

Mantenimiento correctivo del Sistema Hidráulico de Implementos.

1.6.2.2 Variable Dependiente Y

Operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C.

1.6.3 Operacionalización de variables

Indicadores de la variable independiente

X1 Utilizando herramientas variadas Diagnostico y análisis de fallas

X2 Inspección sensorial e instrumental de presión hidráulica.

Indicadores de las variables dependientes

Y1 Prueba estática (Empleo del tetragauge).

Y2 Prueba dinámica (desplazamiento y potencia en el trabajo).

CAPITULO II

DISEÑO METODOLÓGICO

2 Aspectos Metodológicos

2.1 Tipo de investigación

INVESTIGACIÓN APLICADA: Está orientada a resolver problemas y en este contexto en el campo de la educación tecnológica que permite resolver problemas relevantes desde el entorno y el contexto social (Vargas, 2009). De esta manera la investigación realizada se enmarco en diagnosticar y solucionar las fallas en el Sistema Hidráulico de Implementos para la eficiente operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el IESTPE – ETE.

2.2 Nivel de investigación:

EXPLICATIVA: “Se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto” (Tamayo, 2004). Se origina el haber realizado el mantenimiento correctivo del Sistema Hidráulico de Implementos obteniendo como efecto la operatividad total del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el IESTPE – ETE.

2.3 Diseño de investigación:

EXPERIMENTAL: “Es un diseño experimental porque permite manipular una de las variables, ya sea en la variable dependiente (efectos) al estimular cambios en la variable independiente (causa) al introducir determinadas manipulaciones”(Deza, Muñoz, 2008). Aprovechando los datos obtenidos mediante la inspección de la máquina, se logró identificar las fallas del Sistema Hidráulico de Implementos y se puso en marcha su respectivo mantenimiento correctivo.

“El término experimento tiene al menos dos acepciones, una general y otra particular. La general se refiere a elegir o realizar una acción” y después observar las consecuencias “(Babbie, 2009)

2.4 Población y muestra:

Población:

Un TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C de origen americano. Ubicado en las instalaciones del IESTPE-ETE Lima-Perú 2016

Muestra:

Sistema Hidráulico de Implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C.

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Observación directa, en esta investigación todas las informaciones fueron recolectadas por los integrantes del grupo de investigación puesto que han sido directamente los ejecutores.

“Como sistema de obtención de datos, la observación directa aportaría notable contribución a la investigación. Ciertos tipos de información pueden ser obtenidos mejor mediante el examen directo por el investigador. Cuando la información se refiere a ciertos aspectos de los objetos materiales, el proceso es relativamente sencillo y puede consistir en clasificar, medir o contar.”(BEST, 2012)

Instrumentos: Se utilizó el Análisis Técnico 1.

Los datos recolectados obtenidos en la inspección sensorial fueron registrados en cuadros Anexo 4 para determinar las fallas del elemento y poder comparar los valores tomados con los especificados por el fabricante.

2.6 Análisis e interpretación de resultados:

Tabla 3

Condiciones antes y después del Mantenimiento del sistema.

ELEMENTO	ANTES	MANTENIMIENTO REALIZADO	DESPUES
	CONDICIÓN		CONDICIÓN
Tanque hidráulico no presurizado: Capacidad de 30 galones de aceite ISO 68	Contaminación interna por partículas sólidas y oxido de las cañerías del sistema.	Se realizó la limpieza interna del tanque con disolvente y pintado externo.	Parte interna del tanque limpia de residuos sólidos.
Enfriador de aceite hidráulico.	Conductos del enfriador obstruidos que evitan la libre circulación del aceite para la regulación de temperatura.	Se realizó el sondeo del enfriador.	Se recupera la capacidad del enfriador de refrigerar el aceite del sistema hidráulico y mantenerlo a una temperatura no mayor a 65 °C.
Mangueras flexibles de alta presión 360 bar de 1/2"	Mangueras rotas y picadas.	Sustitución de mangueras picadas.	Se solucionó la pérdida presión por fugas en las mangueras.
Cilindros hidráulicos de levante	Fugas de aceite por sellos de hermetizarían ocasionando pérdida de presión.	Se realizó el cambio de sellos, retenes y guías.	Al solucionar la pérdida de presión se recuperó la fuerza del cilindro y la velocidad al levantar el lampón.

Cilindros hidráulicos de inclinación	Fugas de aceite por sellos de hermetización ocasionando pérdida de presión.	Se realizó el cambio de sellos, retenes y guías.	Se recupera la velocidad y fuerza necesaria para inclinar eficientemente el lampón.
Bomba hidráulica Tipo engranajes	Fugas por los sellos ocasionando pérdida de presión.	Se realizó el cambio de sellos.	Se solucionó la pérdida de presión y se recuperó la operatividad de la bomba.
Lampón recto de empuje	Estructura picada y desgaste de alojamiento de los pines.	Se reforzó la estructura, cuchillas y cantonera.	Se recuperó el lampón.
Cañerías de alta presión	Picadas y oxidadas ocasionando fugas de fluido hidráulico.	Cambio de cañerías.	Se recuperó el flujo hidráulico y perdido de aceite.
Válvulas de control	Presente fugas por orrings ocasionando fallas en los comando.	Mantenimiento correctivo de las válvulas.	Se recuperó el eficiente control del lampón.
Aceite ISO 68	Aceite contaminado que ocasiona fallas de Sistema Hidráulico.	Cambio de aceite.	Se renovó el aceite para evitar daños por residuos sólidos
Filtros	Filtros deteriorados por el tiempo de uso.	Cambio de filtros	Los filtros evitaran que partículas sólidas circulen el Sistema hidráulico.

Fuente: Tabla elaborada por el grupo de trabajo.

Los resultados del mantenimiento fueron comprobados con los parámetros establecidos por el fabricante y las mediciones tomadas de los elementos del sistema reparados usando los instrumentos de medición correspondientes.

Recursos

Humanos, organización, descripciones funciones, personal.

El presente proyecto de investigación está conformado por un grupo de cinco alumnos de la especialidad de mecánica de equipo pesado, un asesor técnico, y un asesor metodológico, ambos especialistas en el tema a tratar.

Organización de personal:

Tabla 4

Organización de personal para el desarrollo del trabajo

N°	NOMBRE	RESPONSABILIDAD
1	MG. MENDOZA SAAVEDRA MARIO	ASESOR METODOLOGICO
2	TCO ® ALLCA LUQUE CAMILO	ASESOR TECNICO
3	ALO III DE LA CRUZ OLIVOS JHONY	MIEMBRO
4	ALO III SILVA DURAND KEYVIN	MIEMBRO
5	ALO III MAMANI QUISPE HILTON	MIEMBRO
6	ALO III AGAPITO GUZMAN JESUS	MIEMBRO
7	ALO III PAZ GUTIERREZ JOSE	MIEMBRO

Fuete: Tabla elaborada por el grupo de trabajo.

Materiales, equipos y otros recursos

En este proyecto de investigación se utilizara las siguientes herramientas que se obtuvo mediante un concurso realizado por el programa de acreditación de PRO CALIDAD realizado por el Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la calidad educativa; (SINEACE), en la cual participo el IESTPE-ETE adquiriendo diversos tipos de herramientas.

- Juego de llaves Urrea
- Juegos de dados de diversas dimensiones Urrea
- Juegos de pinzas extractoras de seguros
- Alicates hidráulico
- Torqui metro de 350 psi entre otros
- Pie de rey de todo tipo de diámetro
- Compresor de anillos
- Manómetro
- Grasas de todo tipo
- Tetragauge
- Sellos para mangueras de alta presión

CAPITULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3 Conclusiones

El objetivo establecido al inicio del proyecto se cumplió, puesto que el Sistema Hidráulico que acciona los Implementos tendrá la capacidad de desarrollar los trabajos para lo cual fue diseñado, sin fallas y con un mínimo de mantenimiento. Además se establecieron los mantenimientos por horas de trabajo que se deben realizar en el Sistema Hidráulico de Implementos para la conservación de su vida útil. Después de realizar el análisis AFA se estableció que los porcentajes de operatividad del sistema hidráulico de implementos se encontraban en el siguiente estado técnico:

• Mangueras de alta presión	operatividad	00 %
• Bomba hidráulica	operatividad	78 %
• Cilindros hidráulicos de inclinación	operatividad	00 %
• Cilindro hidráulico de levante	operatividad	00%

Además se encontraron inoperativos los siguientes elementos:

- Lubricante y filtro contaminado
- Válvulas con fugas
- Tanque hidráulico sucio y superficie corroída
- Enfriador de aceite atascado
- Lampón su estructura picada y debilitada

Al realizar el mantenimiento correctivo del sistema hidráulico de implementos de acuerdo a los parámetros establecidos por el fabricante del equipo, se garantiza la confiabilidad y operatividad del sistema.

Se estableció un Cuadro de parámetros de operación Anexo 4 que nos permita establecer los estándares de calidad y confiabilidad para extender el ciclo de vida del Sistema hidráulico de implementos.

Se comprobó la eficiencia del mantenimiento al realizar pruebas estáticas y dinámicas del sistema hidráulico de implementos.

4 Recomendaciones

Las recomendaciones de este proyecto de investigación tecnológico están dirigidas a los alumnos de la especialidad de T/MEP y orientadas a la conservación del Sistema Hidráulico de Implementos para la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C, mediante la aplicación del mantenimiento correctivo de acuerdo a los parámetros de reparación establecidos por el fabricante del equipo e incentivando a los futuros alumnos de la especialidad de T/MEP del IESTPE – ETE a la ejecución de un mantenimiento preventivo planificado según el manual técnico, para extender el ciclo de vida del Sistema Hidráulico de Implementos.

Se recomienda a los alumnos de la especialidad de T/MEP: El fiel cumplimiento de los intervalos de mantenimiento preventivo establecidos por el fabricante del equipo. Planificar los cambios de aceite hidráulico del Sistema Hidráulico de Implementos de acuerdo a los intervalos de mantenimiento preventivo establecidos por el fabricante del equipo de acuerdo al siguiente detalle:

- Cada 250 horas de trabajo del motor: se debe realizar la inspección AT1 verificando fugas y ruidos extraños, engrasar los tirantes de inclinación del lampón realizar una inspección visual de todos los componentes del Sistema Hidráulico de Implementos.
- Cada 500 horas de trabajo del motor: limpieza filtros de aceite, completar el nivel de aceite del Sistema Hidráulico y tomar muestras de aceite para su análisis. Ejecutar el mantenimiento del enfriador de aceite.
- Cada 2000 horas de trabajo del motor: se debe efectuar el cambio total de aceite del Sistema Hidráulico y reemplazar los filtros usados por nuevos.

El TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C por ser una máquina que ha sido reparada requiere ser estacionada en un lugar adecuado bajo techo que evite que sus implementos se oxiden por acción de las inclemencias climáticas como la humedad que causa corrosión en su estructura, ya que el IESTPE – ETE se encuentra en un área costera de Lima con un clima nublado la mayor parte del año y una humedad de hasta 99 % .Se recomienda la construcción de un galpón para estacionar la máquina y evitar su deterioro. (Rawinovi, 2016).

5 Referencias

5.1 Bibliográficas:

- Ander, Ezequiel y Aguilar M. (1996). *Elaboración de un proyecto*. (1°Ed). Buenos Aires.: LUMEN.
- Boucly Francis. (1999). *Gestión de Mantenimiento*. (1° Ed.). Madrid.: AENOR.
- Deza Rivasplata Jaime, Muñoz. (2008). *La Metodología de la Investigación Científica*. La victoria, Perú.: Talleres Gráficos de la UAP.
- Dr. Hernández Torres, Alex Miguel. (2011). *Investigación Tecnológica. (Modulo Académico)*. Cajamarca, Perú.: Universidad Alas Peruanas.
- Ferreyros CAT (2004). *Manual de Tractores a Rueda 824C 85X*.
- FERREYROS CATERPILLAR (2009). *Manual de reparación del Tractor a Rueda CAT 824C del sistema hidráulico de implementos*.
- FUNNIG CAT (2012). *Modulo del estudiante FINSA Hidráulica 1*.
- Gorriti Rey, Jorge (2005). *Manual de Cargadores Mediados G – Modulo II*. Ferreyros S.A.A.
- Hernandez Cruz, Victor A. (2010). *Plan de Mantenimiento Preventivo para La Maquinaria Pesada de la zona vial N° 14, Dirección General de Caminos, Salamá, Baja Verapaz*. Tesis de graduación no publicada, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.: Escuela de Ingeniería Mecánica.
- Mario Tamayo y Tamayo. (2004). *El proceso de la Investigación Científica*. (4°Ed). Mexico D.F.: Limusa S.A.
- Mataix, Claudio (1982). *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. (2° Ed.). México D.F.: Oxford University Press.
- Pastor Tejedo Ana. (1997). *Gestión integral de mantenimiento*. (1° Ed.). Marcombo.: Boixareu Editores.

- Sotelo Ávila, Gilberto (1991). *Hidráulica General, Fundamentos*. (1° Ed). México D.F.: Limusa.
- Tomas de Galiana Mingot. (1993). *Diccionario ilustrado de las ciencias y técnicas (Tomo II)*. Indiana, USA.: Larousse.

5.2 Electrónicas:

- ACCUWATHER (2016). Clima y Humedad de Chorrillos. Recuperado de: <http://www.accuweather.com/es/pe/chorrillos/1839938/current-weather/1839938>
- FUNNIG – CAT FINSA (2011). Manual del estudiante de Principios de la Hidráulica. Recuperado el 15 de Julio del 2016 de: <http://www.maquinariaspesadas.org/manualdelestudiante/hidraulica.html>
- FERREYROS CATERPILLAR. (2005) La Hidráulica en Maquinaria Pesada. Recuperado el 15 de Julio del 2016 de: <http://www.maquinariaspesadas.org/Cursosdehidraulica/hidraulicaenmaquinarias.html>
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2014). Diccionario de la Lengua Española, edición 23. Recuperado de: <http://www.RAE/dle/diccionariovirtual.html>
- ANDERSON MC (2012). Manual de Mantenimiento. Recuperado de : <https://es.scribd.com/doc/104543229/Manual-de-Mantenimiento>
- SISTEMA INTEGRAL DE MANTENIMIENTO (1999). Organización, normas y responsabilidades en operaciones de mantenimiento. Recuperado de: www.sime.com.gob/ministeriodeguerra/reglamentos.pdf
- VICMEX VICKERS (2002). Manual de Hidráulica Industrial. Recuperado el 14 de Septiembre del 2016 de: <http://www.campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica-general/CURSODEHIDRAULICA.pdf>
- Ing. Anden, Raul (1944). La investigación tecnológica en las ciencias de la ingeniería. Recuperado de: <http://www.unrc.edu.ar/publicar/23/dossidos.html>

6 Anexos

6.1 Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	POBLACION Y MUESTRA	METODOLOGÍA
<p>General ¿De qué manera influye el mantenimiento correctivo del Sistema Hidráulico de implementos para la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el Instituto de Educación Superior Tecnológico público del Ejército - ETE en el año 2016?</p> <p>Específicos Pe1. ¿De qué manera se estableció el diagnóstico y el análisis de fallas del Sistema Hidráulico de implementos para la operatividad</p>	<p>General La operatividad del sistema hidráulico de implementos para la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el Instituto de Educación Superior Tecnológico público del Ejército - ETE en el año 2016.</p> <p>Específicos Oe1. Análisis del sistema para identificar las fallas en el Sistema Hidráulico de Implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el IESTPE-ETE.</p>	<p>General El Mantenimiento correctivo del sistema hidráulico influye para la operatividad del TRACTORA RUEDAS CAT MODELO 824C Instituto de Educación Superior Tecnológico público del Ejército - ETE en el año 2016.</p> <p>Específicas He1. El diagnóstico y el análisis de fallas mediante las normas OEM es adecuado para determinar la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C.</p>	<p>Variable Independiente X Mantenimiento correctivo del sistema hidráulico de implementos.</p> <p>Variable Dependiente Y Operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C.</p> <p>Indicadores de la Variable Independiente. X1 utilizando herramientas variadas Diagnostico y análisis de fallas X2 Inspección sensorial e</p>	<p>Población Sistema Hidráulico de Implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C</p> <p>Muestra TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C.</p>	<p>Tipo de investigación Investigación aplicada.</p> <p>Nivel de Investigación Explicativa</p> <p>Diseño Experimental</p> <p>Diagrama:</p> <pre> graph LR Og[Og] --- Oe1[Oe1 = He1] Og --- Oe2[Oe2 = He2] Og --- Oe3[Oe3 = He3] </pre> <p>cf = hg cf = conclusión final Og = objetivo general Oe = objetivo específico</p>

<p>del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C?</p> <p>Pe2. ¿De qué manera se ejecutó el mantenimiento correctivo del sistema hidráulico de implementos para la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C?</p> <p>Pe3. ¿De qué manera se comprobó la reparación del Sistema Hidráulico de implementos para la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el taller del IESTPE-ETE?</p>	<p>Oe2. Ejecutar el mantenimiento correctivo del sistema hidráulico para la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el IESTPE-ETE.</p> <p>Oe3. Comprobar los resultados de la reparación del Sistema Hidráulico de implementos para la operatividad del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el IESTPE-ETE.</p>	<p>He2. Establecer la influencia de la reparación del Sistema hidráulico de implementos en la operatividad del TRASTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el IESTPE-ETE.</p> <p>He3. La comprobación del mantenimiento del Sistema hidráulico de implementos influye en la operatividad del TRASTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C en el IESTPE-ETE.</p>	<p>instrumental de presión hidráulica.</p> <p>Indicadores de la Variable Dependiente. Y1 Prueba estática (Empleo del tetragauge).</p> <p>Y2. Prueba dinámica (desplazamiento y potencia en el trabajo).</p>		<p>H = hipótesis Hg = hipótesis general</p> <p>Por su temporalidad: Longitudinal</p> <p>Métodos: Metodología de la investigación tecnológica: Método general -Métodos auxiliares -Deductivo -Inductivo -Análisis -Síntesis -Estadística</p>
---	---	---	---	--	---

6.2 Anexo 2: Figuras tomadas durante la inspección del Sistema Hidráulico.



Figura 36: Tanque hidráulico del Sistema de Implementos durante la inspección sensorial.



Figura 37: Fotografía del cilindro izquierdo de inclinación del lampón durante la inspección sensorial, el cilindro derecho no se encontraba instalado en el conjunto del lampón.



Figura 38: Fotografía del lampón antes de la ejecución del mantenimiento, Brazo derecho desinstalado por completo y sin mangueras de alta presión.



Figura 39: Bomba prioritaria donde se muestra la corrosión de sus componentes.



Figura 40: Lampón durante la inspección sensorial. Estructura oxidada, cantoneiras laterales corroídas.



Figura 41: Cilindro de levante con fugas en los sellos.

6.3 Anexo 3: Antecedentes

Fotografía escaneada de la orden de trabajo para la ejecución del mantenimiento correctivo del Sistema Hidráulico de Implementos del TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C de la Compañía B del Batallón de ingeniería N°211 de Tumbes – Perú.

SERVICIO DE INGENIERIA DEL EJERCITO

ORDEN DE TRABAJO N° 0322

UNIDAD: BING 211 Fecha: 3/3/1990 FACT. Bulldozer 2070
 Camión Omnibus A Ruedas

Cliente <u>CIA "B"</u>		Remite factura <u>Reparación del sistema</u>	
Dirección <u>FUENTE "24 DE JULIO" CORRALES</u>		<u>Hidráulico de Implementos</u>	
TUMBES		Telf. <u>3421520</u>	
Chasis Tipo <u>REGULADO</u>	Chasis No. <u>102040F38898</u>	Fecha de venta	Precio estimado <u>11,210.00</u>
Motor tipo <u>CAT-LINEA</u>	Motor No. <u>6D121475</u>	Matricula <u>EP-125</u>	Area No. <u>—</u>
Observaciones <u>Reparación General de 4º Escalon SIST. Hidráulico.</u>		Hrs. <u>8,340 Hrs</u>	Fecha recepción <u>10/11/1990</u>
Fecha reparación			

Op. No	Descripción	Mecánico	Tiempo	Cuenta	Precio
1	<input checked="" type="checkbox"/> 8340 Horas en servicio	<input checked="" type="checkbox"/> Lubricación			11,210.00
2	<input checked="" type="checkbox"/> Cambio de aceite Motor	<input checked="" type="checkbox"/> Caja de Cambios	<input checked="" type="checkbox"/> Diferencial	Tco 2a	90
3	<input checked="" type="checkbox"/> Filtro aire	<input checked="" type="checkbox"/> Filtro aceite	<input checked="" type="checkbox"/> Filtro combust	C. Alca	2 días
4					11,210.00
5	- Mantenimiento del Tº Hidráulico.				
6	- Cambio de Manómetros de alta presión.				
7	- Mantenimiento de válvulas de control de presión y caudal.				
8	- Mantenimiento de válvula de control direccional.				
9	- Sustitución de la Bomba Hidráulica.				
10	- Reparación del cilindro de control.				
11	- Reparación del cilindro de avance.				
12	- Soldadura reconstructiva del tanque.				
13	- Regulación de válvulas de mando.				
14	- Sustitución de válvulas de mando.				
15	- Cambio de lubricantes.				

Cuenta	RESUMEN
Horas	8,340 Horas de trabajo
Mapa de Obra	TERCERIZADA
Repuestos netos	Kit de Mantenimiento
Repuestos	Kit de Reparación
Materiales	CONSUMOS
Lubricantes, otros	Cambio de aceite Hidráulico SAE 10
Otros trabajos	Reforzado del tanque
Otros	Trabajo de obra Tercerizada
Subtotal	11,210.00
Descuento	
Total a pagar	11,210.00

Rptm:

Op. No.	Mecánico	Tiempo	Cuenta	Precio		
19						
20				1200.00		
21				}		
22						
23						
24						
25						
26				}		
27						
28						
29						
30						
31				650.00		
32				}		
33						
34						
35						
36						
37				}		
38						
39						
40						
41						
42				650.00		
43	Pedido No	Material	Lubricantes	Otros trabajos	Otros	Firma
44	01/410	30 Galones de aceite Hidraulico				1650
45		para Implementos Ape-10				}
46	02/411	05 galones de disolvente				
47		Casolina/Timmer				
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
Observaciones						
Reparacion General del sistema de						
Implementos.						

6.4 Anexo 4: Parámetros de operación

Parámetros de operación del sistema hidráulico establecido por el fabricante del equipo que sirvieron para comprobar la operatividad del sistema después de ejecutar el mantenimiento correctivo.

Pruebas realizadas en la inspección del equipo antes del mantenimiento

PARAMETROS DE OPERACION				
Prueba de presión del sistema piloto				
	Valor tomado	Valor especificado	observaciones	
Presión piloto del sistema del implemento	295 psi	350 +/- 20 psi	Presión baja en el sistema.	
Prueba de presión de la válvulas de alivio				
	Valor tomado	Valor especificado	observaciones	
Presión sistema válvula de alivio	2700 psi	2750 +/- 50 psi		
Presión para el implemento lampón Tilt Dump	1500 psi	1850 +/- 50 psi		
Presión para el implemento lampón Tilt Back	2100 psi	2950 +/- 50 psi		
Presión de alivio para el levante	4000 psi	4500 +/- 50 psi		
Prueba de velocidades de cilindros hidráulicos				
	Valor tomado	Valor especificado	observaciones	
Tiempo para el cilindro de levante extendido	-	5.0 +/- 0.9 seg	No se pudo comprobar ya que las mangueras estaban rotas y no conducían aceite a los cilindros.	
Tiempo para el cilindro de inclinación Tilt Dump	-	2.0 +/- 0.5 seg		
Prueba de la caída de los cilindros hidráulicos (OPEN DOOR)				
	Valor tomado	Valor especificado	temperatura 65°C a mas	Tiempo en minutos
Cilindros de levante	-	Max. 20 mm	-	-
Cilindros de inclinación	-	Max. 21 mm	-	-
Esta prueba no se pudo realizar ya que las mangueras estaban rotas y no conducían aceite a los cilindros .				

Pruebas realizadas para comprobar el mantenimiento

PARAMETROS DE OPERACION

Prueba de presión del sistema piloto

	Valor tomado	Valor especificado	observaciones
Presión piloto del sistema del implemento	340 psi	350 +/- 20 psi	Se recuperó la presión en sistemas

Prueba de presión de las válvulas de alivio

	Valor tomado	Valor especificado	observaciones
Presión sistema válvula de alivio	2700 psi	2750 +/- 50 psi	
Presión para el implemento lampón Tilt Dump	1800 psi	1850 +/- 50 psi	
Presión para el implemento lampón Tilt Back	2900 psi	2950 +/- 50 psi	
Presión de alivio para el levante	4500 psi	4500 +/- 50 psi	

Prueba de velocidades de cilindros hidráulicos

	Valor tomado	Valor especificado	observaciones
Tiempo para el cilindro de levante extendido	5.5 seg	5.0 +/- 0.9 seg	La velocidad está dentro del parámetro
Tiempo para el cilindro de inclinación Tilt Dump	2.9 seg	2.0 +/- 0.5 seg	La velocidad está dentro del parámetro

Prueba de la caída de los cilindros hidráulicos (OPEN DOOR)

	Valor tomado	Valor especificado	temperatura 65°C a mas	Tiempo en minutos
Cilindros de levante	18 mm	Max. 20 mm	70°C	3 min
Cilindros de inclinación	20 mm	Max. 21 mm	75°C	3 min

Cuadro establecido por FERREYROS S.A. concesionario CATERPILLAR en el Perú.

OPERATIVIDAD EN PORCENTAJE

ELEMENTO	Velocidad especificado por el fabricante	Velocidad antes del mantenimiento	Velocidad después del mantenimiento
Cilindro de levante	5.0 +/- 0.9 seg	No se probó	5.5 seg
Conclusión	100%	00%	95%

OPERATIVIDAD EN PORCENTAJE

ELEMENTO	Especificado por el fabricante	Antes del mantenimiento	Después del mantenimiento
Cilindros de inclinación	2.0 +/- 0.5 seg	No se probó	2.9 seg
Conclusión	100%	00%	95%

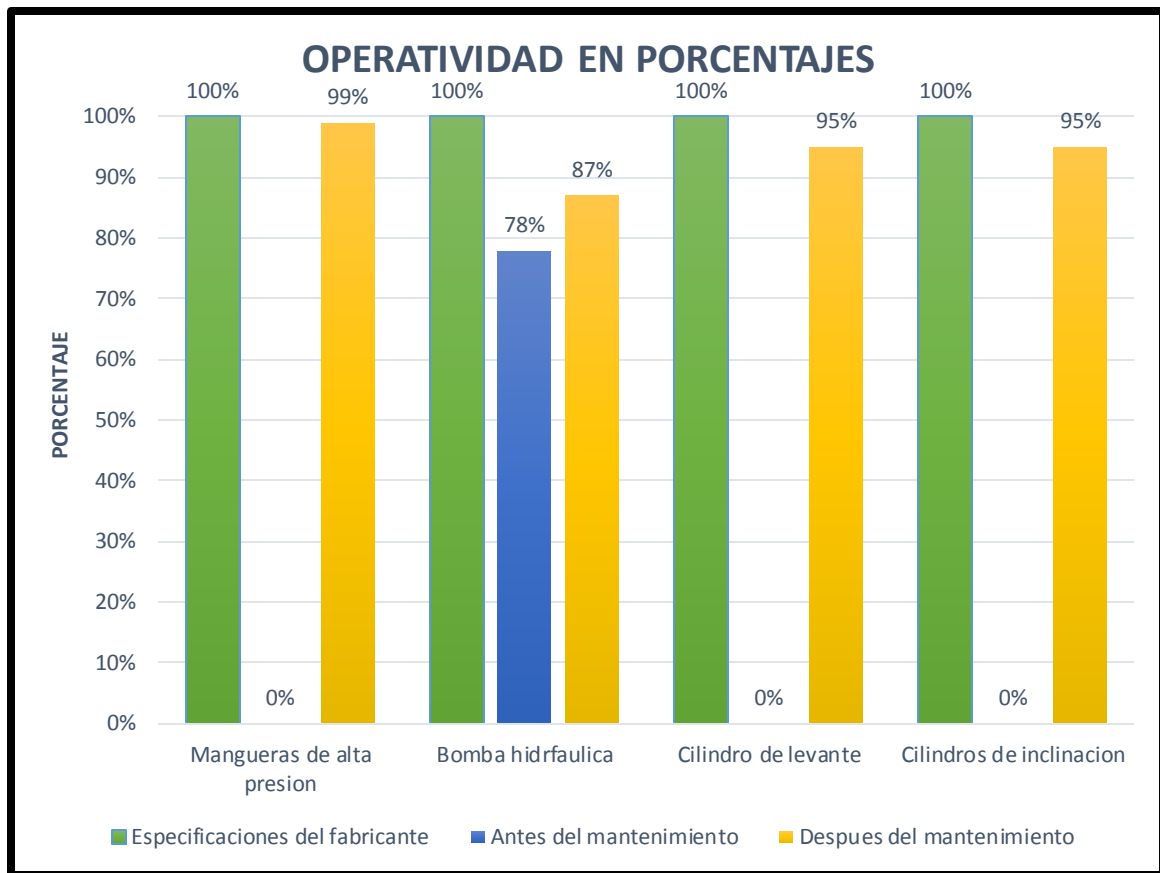
PARÁMETROS DE LA OPERATIVIDAD DE LA BOMBA HIDRÁULICA

Elemento	CAUDAL DE TRABAJO		OPERATIVIDAD EN PORCENTAJE			
	Especificado por el fabricante	Estado de acuerdo al		Especificado por el fabricante	Diferencia entre	
		Antes	Después		Antes	Después
Bomba hidráulica	160 litros x minuto	125 litros x	140 litros x minuto	100 %	78 %	87 %
Observaciones	El bajo nivel de caudal era ocasionado, por fugas internas en los sellos de la bomba hidráulica.					
Acción correctiva	Se cambiaron los sellos de los accesorios internos de la bomba para evitar fugas de aceite.					

PARÁMETROS DE OPERATIVIDAD				
ELEMENTO	Presión en vacío para entrada		Presión de salida	
	Valor tomado	Valor especificado	Valor tomado	Valor especificado
Bomba hidráulica	-35 bares	-20 a -40 bares	4500 bares	3500 a 5000 bares
Los datos de obtuvieron en un banco de pruebas y la utilización de un tetragauge				

6.5 Anexo 5: Cuadros estadísticos

En la siguiente grafica estadística se muestra el porcentaje de operatividad de los componentes del Sistema Hidráulico de Implementos antes y después de haber ejecutado el mantenimiento, además el porcentaje de operatividad especificado por el fabricante.



Fuente: elaborada por el equipo de trabajo

6.6 Anexo 6: Abreviaturas

CAT	Caterpillar S.A.A. Fabricante de maquinaria para la construcción y equipos de minería, motores diésel y turbinas industriales de gas
°C	Grados centígrados
AFA	Análisis de fallas
AT1	Análisis técnico N° 1, inspección sensorial de la máquina
AT2	Análisis técnico N° 2, inspección instrumental de la máquina.
H	Hipótesis
He	Hipótesis específica
IESTPE	Instituto de educación tecnológico público del ejército
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> , 'Organización Internacional de Estandarización'
Lb	Libras
mm	milímetros
Oe	Objetivo específico
OEM	Fabricante original del equipo
Og	Objetivo general
PSI	(Pounds per Square Inch), una unidad de presión cuyo valor equivale a 1 libra por pulgada cuadrada.
Pulg.	pulgada
RE	Reglamento del ejército
Rpm	Revoluciones por minuto
SIME	Sistema de mantenimiento del ejército
SINEACE	Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la calidad educativa
T/MEP	Técnico mecánico de equipo pesado
TPM	Traducido del inglés (mantenimiento productivo total)

6.8 Anexo 8: Especificaciones del equipo

ENGINE		
Make	Caterpillar	
Model	3406	
Gross Power	315 hp	234.9 kw
Displacement	890.9 cu in	14.6 L
Operational		
Operating Weight	66976.4 lb	30380 kg
Fuel Capacity	155.6 gal	589 L
Tire Size	29.5-25 16PR (L-3)	
TRANSMISSION		
Number of Forward Gears	4	
Number of Reverse Gears	4	
Max Speed - Forward	20.6 mph	33.2 km/h
Max Speed - Reverse	23.5 mph	37.8 km/h
BLADE		
Blade Capacity	6.1 yd ³	4.7 m ³
Blade Width	ft in	4192 mm
Blade Height	ft in	1220 mm
DIMENSIONS		
Length with Blade on Ground	25.2 ft in	7690 mm
Width Over Tires	10.4 ft in	3170 mm
Height to Top of Cab	13 ft in	3959 mm
Wheelbase	11.6 ft in	3530 mm
Ground Clearance	1.6 ft in	477 mm

Cuadro de especificaciones publicado por la empresa concesionaria RITCHIESPECS S.A en:
<http://www.ritchiespecs.com/especificacionesdeequipos>

6.9 Anexo 9: Cartilla de mantenimiento

SISTEMA HIDRAULICO DE IMPLEMENTOS						
Maquina: TRACTOR A RUEDAS CAT MODELO 824C						
MEDIDA DE PRESION						
ELEMENTO	Valor tomado	Valor estándar	Diagnostico	Cumple		Observaciones
				SI	NO	
Presión piloto (presión general del sistema)		350 +/- 20 psi				
válvula de alivio del sistema		2750 +/- 50 psi				
Cilindro de levante		4500 +/- 50 psi				
Cilindro de inclinación derecho		1850 +/- 50 psi				
Cilindro de inclinación izquierdo		1850 +/- 50 psi				
Bomba hidráulica entrada		-20 a -40 bares				
Bomba hidráulica salida		3500 a 5000 bares				
MEDIDA DEL CAUDAL						
Bomba Hidráulica		160 litros x minuto				
MEDIDA DE TIEMPO DE TRABAJO						
Cilindro de levante						
Cilindros de inclinación						
MEDIDA DE TEMPERATURA						
Cilindros hidráulicos		70°C - 80°C				
Tanque hidráulico		60°C - 68°C				

Fuente: Elaborada por el grupo de trabajo