



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TEMA:

**ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DEL MOTOR EN BASE DEL
ESTUDIO DEL LUBRICANTE, PARA UNA GALLINETA CATERPILLAR
416E**

**Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en
Mantenimiento Automotriz.**

Autor: Mejía Chiriboga Cristian Andrés.

Director: Ing. Carlos Mafla

IBARRA, Febrero de 2015.

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del plan de trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es **"ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DEL MOTOR EN BASE DEL ESTUDIO DEL LUBRICANTE, PARA UNA GALLINETA CATERPILLAR 416E"** presentado por el señor: Mejía Chiriboga Cristian Andrés con el número de cédula 1003707807, doy fe de que dicho trabajo, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinado que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 04 días del mes de julio del 2015.

Director:



Ing. Carlos Mafla

DEDICATORIA

En primer lugar agradezco a Dios por darme paciencia, salud por que a diario se necesita, paz para obtener grandes logros, a mis padres quienes son mi guía mi ayuda ellos que con sus palabras me dan el aliento para seguir adelante, mis hermanos, amigos todos ellos son los que dan alegría para realizar este trabajo tan importante para el futuro de mi camino.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la oportunidad de existir, a mis padres por el esfuerzo que han hecho para terminar mis estudios, a la Universidad Técnica del Norte por permitirme formarme como un profesional de bien, a sus profesores que por ellos nos guiamos por un camino correcto, al Ingeniero Carlos Mafla por haber aceptado la tutoría de mi trabajo de grado.

ÍNDICE GENERAL

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I	1
1. Planteamiento del Problema.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	1
1.3. Formulación del Problema	2
1.4. Delimitación:.....	2
1.4.1. Temporal.	2
1.4.2. Espacial.	2
1.5. Objetivos	2
1.5.1. Objetivo General.	2
1.5.2. Objetivos Específicos.....	2
1.6. Justificación.	3
CAPÍTULO II	4
2. Marco Teórico.....	4
2.1. Aceites lubricantes.	4
2.1.1 Origen lubricantes.	4
2.1.2 Lubricante mineral.	4
2.1.3. Lubricante semisintético.	5
2.1.4 Lubricante sintético.....	5
2.2 Lubricación.	5
2.2.1. Teoría de lubricación.	5
2.2.2. Tipos de lubricación.....	6
2.3. Clasificación de lubricantes.	7
2.3.1. Clasificación API para motores.	7
2.3.2. Clasificación SAE para motores.	10
2.4. Composición de un aceite de motor.	11
2.4.1. Detergentes y dispersantes.	11
2.4.2. Antidesgaste.....	12
2.5. Características generales de un aceite de motor.....	12

2.5.1. Viscosidad.....	12
2.5.2. Índice de viscosidad.....	13
2.5.3 Adherencia.....	14
2.5.4. Punto de congelación.....	14
2.5.5. Punto de inflamación.....	14
2.5.6. Estabilidad química.....	15
2.6. Áreas de trabajo del aceite de motor.....	15
2.7. Funciones de los lubricantes de Motor.....	15
2.7.1. Refrigerante.....	15
2.7.2. Sellante.....	16
2.7.3. Antidesgaste.....	16
2.8. Mantenimiento.....	16
2.9. Elementos para la correcta administración de motores.....	16
2.9.1. Mantenimiento preventivo.....	16
2.9.2. Análisis de aceite.....	17
2.9.3. Inspecciones.....	17
2.9.4. Administración de reparaciones.....	17
2.9.5. Programación.....	17
2.9.6. Registro de datos.....	17
2.9.7. Cambio de aceite del motor.....	18
2.9.8. Cambio de filtros.....	18
2.9.9. Sistema de enfriamiento.....	18
2.10. Toma de la muestra del aceite del motor.....	19
2.10.1. Muestreo mediante sonda.....	19
2.10.2. Muestreo mediante extracción por vacío.....	19
2.11. Etiqueta de muestreo.....	20
2.12. Análisis realizados en una muestra de aceite.....	20
2.13. Régimen de desgaste.....	20
2.14. Metales de desgaste.....	21
2.15. Contaminantes en una muestra de aceite.....	21
2.15.1. Hollín.....	21
2.15.2. Oxidación.....	21
2.15.3. Productos de nitración.....	22
2.16. Contaminantes líquidos.....	22
2.16.1. Glicol (refrigerante).....	22
2.16.2. Agua.....	22
2.16.3. Combustible.....	22

2.17. Pruebas.....	23
2.18. Metales de desgaste.....	23
2.19. Aditivos del Aceite.....	23
2.20. Relación: Estado del aceite – Estado del motor.....	23
2.21. Glosario de términos.....	24
CAPÍTULO III.....	26
3. Metodología de la Investigación.....	26
3.1. Tipos de investigación.....	26
3.1.1. Investigación Bibliográfica.....	26
3.1.2. Investigación Tecnológica.....	26
3.2. Métodos.....	26
3.2.1. Toma de muestras.....	26
3.2.2. Sintético.....	26
3.2.3. Analítico.....	27
3.2.4. Inductivo – Deductivo.....	27
3.3. Técnicas e instrumentos.....	27
CAPÍTULO IV.....	28
4. Propuesta.....	28
4.1 Introducción.....	28
4.2. Características de la Retroexcavadora 420E de la UTN.....	28
4.3. Análisis general de la máquina.....	28
4.4. Toma de muestras de aceite.....	29
4.5. Procedimiento de tomas de muestras de aceite.....	29
4.5.1. Tiempo recomendado de toma de muestra.....	29
4.5.2 Preparación.....	29
4.5.3 Forma de extracción.....	29
4.5.4 Transporte de la muestra.....	32
4.6 Análisis de muestra.....	32
4.6.1 Prueba denominada Cracking Test.....	33
4.6.2 Prueba para determinar la Viscosidad Cinemática.....	33
4.6.3. Prueba de la Cromatografía de Gases.....	34
4.6.4. Prueba denominada FT – IR.....	34
4.6.5. Prueba para el Análisis Espectrométrico.....	35
4.6.6. Prueba denominada Conteo de Partículas.....	35
4.6.7. Prueba denominada Ferrografía Analítica.....	36
4.6.8. Prueba para encontrar Glycol en Aceite Usado.....	37

4.7 Contaminantes de la muestra de aceite de la maquinaria de la Universidad Técnica del Norte.	37
4.7.1. Hollín.	37
4.7.2. Oxidación.	38
4.7.3. Productos de nitración.	38
4.7.4. Ácidos y derivados de azufre.	38
4.8. Contaminantes líquidos.	38
4.8.1. Glicol (refrigerante).	38
4.8.2. Agua.	39
4.8.3. Combustible.	39
4.9 Resultados de las muestras del aceite de la retroexcavadora de la UTN.	39
4.10. Informe del estado del motor de la retroexcavadora 420E de la Universidad Técnica del Norte.	45
4.11.1 Estado del motor deteriorado.	51
CAPÍTULO V	54
5. Conclusiones y Recomendaciones	54
5.1. Conclusiones.	54
6.2. Recomendaciones.	54
Bibliografía	56
ANEXOS	58

Índice de Figuras

Figura 1. Muestra de viscosidad.....	14
Figura 2. Medición de la bayoneta.	30
Figura 3. Acoplado la manguera a la bomba de vacío.	30
Figura 4. Acoplado el frasco estéril a la bomba de vacío.	31
Figura 5. Extrayendo el aceite lubricante.....	31
Figura 6. Sellando la muestra para evitar contaminación.	32
Figura 7. Cracking test.	33
Figura 8. Prueba de viscosidad del lubricante.....	33
Figura 9. Separación de gases del aceite.	34
Figura 10. Establecer las condiciones del lubricante.	34
Figura 11. Análisis espectrométrico.....	35
Figura 12. Conteo de partículas del aceite.	36
Figura 13. Ferrograma.....	36

Figura 14. Presencia de refrigerante en el aceite.....	37
Figura 15. Resultado N° 1 de la máquina de la Universidad Técnica del Norte.....	40
Figura 16. Resultado N° 2 de la máquina de la Universidad Técnica del Norte.....	42
Figura 17. Resultado N° 3 de la máquina de la Universidad Técnica del Norte.....	44
Figura 18. Revisando los filtros de aire.	46
Figura 19. Verificando las entradas de aire.....	46
Figura 20. Resultado N° 1 de una máquina deteriorada.	48
Figura 21. Resultado N° 2 de una máquina deteriorada.	50
Figura 22. Resultado N° 3 de una máquina deteriorada.	52

Índice Tablas

Tabla 1. Designación API “C” comprensión (Diésel)	8
Tabla 2. Designación API “S” Spark Plug.....	9
Tabla 3. Intervalos de viscosidad.....	13
Tabla 4. Retroexcavadora perteneciente a la Universidad Técnica del Norte.	53
Tabla 5. Maquinaria perteneciente a la Constructora Herdoiza Crespo.....	53

RESUMEN

La presente investigación trata sobre el “Análisis de los parámetros del motor en base del estudio del lubricante, para una gallineta CATERPILLAR 416 E”. La metodología de la investigación empleada, fue de carácter investigativo, descriptivo, con el sustento de análisis bibliográfico, apoyándose en la utilización de estudios de laboratorio, para el análisis de toma de muestras, que se enmarcó en un proceso analítico, inductivo y deductivo, siendo la guía del trabajo la observación directa las causas y efectos que generan el problema de análisis, para lo cual se establecieron dos motores de observaciones a fin de realizar una comparación descriptiva y técnica, en relación a las pruebas con lubricantes, cuyo propósito fundamental es ayudar a minimizar, prevenir y eliminar las posibles causas de avería dentro del motor. Los resultados de las muestras de aceite dependen en su mayor parte de la manera en la cual fueron extraídas ya que la contaminación con partículas exteriores afectan a un buen análisis. Los estudios de aceite se realizan en una cadena de pruebas de laboratorio para que los resultados sean efectivos sin errores, estos resultados acatan para que el operador se base donde se encuentra la avería y dar solución a la posible causa del problema antes que se convierta en una complicada reparación. Para sustentar todos los planteamientos a lo largo del presente trabajo de grado, se consideró de vital importancia estructurar las bases teóricas – científicas que permitan dar a conocer la definición, clasificación, características y funciones de los lubricantes. Con toda la información obtenida mediante pruebas de laboratorio y trabajo de campo. Luego de realizar la toma de muestras respectivas se diseñó una guía para la interpretación de los resultados enviados desde laboratorio. Finalmente se determina que esta investigación aporta al mantenimiento proactivo, teniendo en cuenta que este es una técnica orientada a la detección temprana de desgastes prematuros de componentes internos del motor evitando paradas anticipadas y prolongadas de máquinas y equipos, reduciendo gastos económicos y minimizando el tiempo de mantenimiento correctivo.

ABSTRACT

The present investigation is about of “Analysis of the engine parameters based on the study of lubricant in a excavator Caterpillar 4-16”. The research methodology used was investigative , descriptive, with the support of literature review , based on studies using laboratory for analysis sampling , which was part of an analytical , inductive and deductive process , guide the work being direct observation the causes and effects generated by the problem analysis , for which two motors with observations on the evidence were established to perform a descriptive and technical comparison , in relation to lubricants, the fundamental purpose is to help, minimize, prevent, and eliminate the possible causes of breakdown in the engine. The results of oil samples depend mostly how they were extracted as contamination of out particles affect a good analysis. The oil studies are performed in a string of lab test so that. The results are effective whit out error. These results are, for the operator to know where the damage and solution is. To the possible cause of the problem before it becomes a complicated repair. By to support all approaches along the present degree work. It was considered vital to structure. The scientific theoretical basis. That to publicize. The definition, classification, characteristics and functions obtained by laboratory and field work. After making the respective samples to made a guide for the interpretation of the results send from the laboratory. Finally it is determined that this research contributes to proactive maintenance, considering that this is a strategy for early detection of premature wear of internal components of engine. Avoiding early and prolonged stops of machines and equipment; reducing costs, minimizing time of technique corrective maintenance.

INTRODUCCIÓN

La investigación realizada referente al ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DEL MOTOR EN BASE DEL ESTUDIO DEL LUBRICANTE, EN UNA GALLINETA CATERPILLAR 416E, se enmarcó en el estudio del uso del lubricante para el funcionamiento del motor, teniendo como pregunta de investigación: ¿Se puede conocer el estado del motor a base de un análisis de lubricantes?, lo cual determinó como objetivo de trabajo, analizar los parámetros del motor a base del estudio del lubricante, en una Gallineta CATERPILLAR 416E, siendo el espacio temporal establecido enero a agosto 2015, a realizarse en los laboratorios de IIASA CATERPILLAR, de la ciudad de Guayaquil.

El marco teórico se orientó al estudio de investigaciones referente al tema y a la investigación bibliográfica de los conceptos y teorías que sustenta la clasificación, composición y funciones de los lubricantes, como también a las técnicas empleadas para la toma de muestras de aceite de motor, lo que permitió una comprensión de términos y técnicas.

La metodología de la investigación empleada, fue de carácter investigativo, descriptivo, con el sustento de análisis bibliográfico, apoyándose en la utilización de estudios de laboratorio, para el análisis de toma de muestras, que se enmarcó en un proceso analítico, inductivo y deductivo, siendo la guía del trabajo la observación directa las causas y efectos que generan el problema de análisis, para lo cual se establecieron dos motores de observaciones a fin de realizar una comparación descriptiva y técnica, en relación a las pruebas con lubricantes.

Los resultados encontrados, determinaron que existe un desgaste de camisas, cojinetes y anillos del pistón, encontrándose la presencia de combustible, niveles altos de silicio y hollín, en la toma de muestras del aceite de motor; lo cual permitió determinar la existencia del desgaste en el mismo, en relación al análisis del estudio de aceites, de conformidad a la pregunta y objetivo planteado en la investigación.

Se recomienda que el presente trabajo sirva como una guía y herramienta de consulta, en relación al análisis del aceite, a fin de alcanzar un mejor uso y prevención del motor, para disminuir los costos mantenimiento y reparación.

CAPÍTULO I

1. Planteamiento del Problema

1.1. Antecedentes

Los motores para su correcto funcionamiento necesitan la ayuda de un líquido lubricante el cual hace que evite la fricción entre elementos móviles y fijos del motor. Tomando en cuenta que la fricción no se reduce totalmente produciendo un desgaste mínimo en las partes del motor.

Al analizar un lubricante se puede encontrar partículas extrañas a la composición normal del aceite, logrando determinar de dónde provienen las sustancias encontradas. Detectando un supuesto desgaste a tiempo, que en este caso se denominaría mantenimiento predictivo.

Se puede llamar mantenimiento predictivo, a las señales de falla que permite detectar síntomas de avería, antes de tiempo, o se logra un aviso anticipado para lograr una parada planificada de la máquina, para así corregir el, o los problemas evitando errores catastróficos.

Los análisis del líquido lubricante se consideran una técnica sencilla, efectuando medidas de las propiedades químicas y físicas. Se puede proporcionar cierta información con respecto a la fortaleza, contaminación del lubricante, y desgaste del motor de la maquinaria.

1.2. Planteamiento del Problema

El análisis de aceite consiste en una cadena de pruebas de laboratorio que sirven para determinar el estado de los líquidos lubricantes usados, también se obtiene suficiente información que permite adquirir decisiones en cuanto a la necesidad de reemplazar el lubricante o de intervenirlo a un proceso de filtración.

La falta de conocimientos de este análisis puede llevar a un mal diagnóstico acerca del desgaste de los equipos y los componentes del motor. Realizando este

mantenimiento predictivo se puede conocer cuál es el estado del motor o cuales son los desgastes sin necesidad de desarmar o para la máquina térmica.

1.3. Formulación del Problema

¿Se puede conocer el estado del motor a base de un análisis de lubricantes?

1.4. Delimitación:

1.4.1. Temporal.

Este proyecto se llevará a cabo desde el mes de enero de 2014 a agosto de 2015

1.4.2. Espacial.

El mencionado proyecto se llevará a cabo en el laboratorio de lubricantes de IIASA CATERPILLAR en la ciudad de Guayaquil.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General.

Analizar los parámetros del motor en base del estudio del lubricante, para una gallineta Caterpillar 416E.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Investigar bibliográficamente acerca de lubricantes Caterpillar con un grado SAE 15w40 y con un especificación API CI-4/SL.
- Interpretar y conocer el estado de las muestras del lubricante de motor, a través de análisis de laboratorio.

- Elaborar una cartilla práctica para identificar el desgaste de los componentes del motor a base del estado del lubricante.

1.6. Justificación.

Realizar un análisis de los parámetros del motor de la gallineta 416E Caterpillar que existe en la Universidad Técnica del Norte, para luego, a base de un estudio de lubricantes crear una guía teórica-práctica que sea de ayuda para un correcto mantenimiento predictivo, con esto se logrará prolongar la vida útil del líquido lubricante y detectar con tiempo algún desgaste de las partes fijas o móviles del motor.

Con esta guía se puede evitar daños catastróficos y extender el uso de la maquinaria, al mismo tiempo se aprenderá a pronosticar las circunstancias que son la puerta de fallas, con un buen seguimiento del lubricante como monitoreo y un análisis de partículas extrañas a la composición química del lubricante.

El análisis del lubricante del motor de una gallineta Caterpillar 416E, permitirá que los estudiantes de la Universidad Técnica del Norte de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz conozcan e interpreten acerca de los pasos que se deberá realizar para un correcto mantenimiento predictivo, ya que este análisis contará con diferentes muestras de aceite dependiendo el estado del motor, ayudando a economizar, y prolongar la vida útil del lubricante.

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico

2.1. Aceites lubricantes.

Es todo tipo de sustancia líquida que ayuda a reducir la fricción, formando una película entre una parte fija y móvil, o entre varias partes móviles, los lubricantes pueden ser de origen sintético, semisintético y mineral, la lubricación es parte de un mantenimiento siempre y cuando tenga un programa adecuado y planificado.

Un aceite no solo sirve para reducir la fricción, tiene funciones como la de mantener limpio al motor, debe enfriar, sellar fugas existentes, el aceite lubricante puede trabajar entre límites de temperaturas y en medio de impurezas, hollín, agua, y presencia de partículas extrañas a la composición del aceite además debe tener una resistencia a la oxidación y formación de lodos.

2.1.1 Origen lubricantes.

Los lubricantes se pueden encontrar en estado sólido, semisólido, líquidos y semilíquidos, todos estos son de origen mineral, semisintético y sintético. Los lubricantes sólidos son el grafito, el bisulfuro de molibdeno y son utilizados en lugares donde un lubricante líquido es de difícil aplicación esos lubricantes tienen baja resistencia interior molecular.

Los lubricantes semisólidos son las grasas son de origen vegetal y mineral son combinadas con lubricantes sólidos como son el litio, grafito y molibdeno. Los lubricantes líquidos son de origen mineral, semisintético y sintético, son más usados en la industria, en motores y en lugares de perforación.

2.1.2 Lubricante mineral.

El aceite mineral son los más usados y su precio es reducido, se obtiene tras la destilación del petróleo después de los combustibles, los aceites minerales son de una viscosidad baja y por eso necesitan de un mayor número de aditivos para brindar una lubricación adecuada.

Los aceites lubricantes minerales con un número correcto de aditivos pueden trabajar: A altas temperaturas, diferentes condiciones de trabajo, su viscosidad es alta

y en altas temperaturas permanece intacto. Son todos los aceites que están compuestos principalmente de petróleo y están unidos por cadenas de hidrocarburos.

2.1.3. Lubricante semisintético.

Los lubricantes semisintéticos son productos que se encuentran entre los lubricantes minerales y sintéticos, los aceites semisintéticos tienen una base de aceite mineral y sus aditivos son sintéticos, estos hacen que tengan puntos de fluidez más bajos, mayor índice de viscosidad, no es volátil y resiste a la oxidación.

2.1.4 Lubricante sintético.

Es todo tipo de aceite que tiene una base sintética, estos aceites pueden o no venir del petróleo, preparado en los laboratorios para al final tener un peso molecular mayor con propiedades predecibles, los aceites sintéticos son elaborados mediante reacciones químicas, los componentes que contiene el aceite sintético son: hidrocarburos sintetizados, poli glicoles poli butenos, polialfaolefinas.

Los aceites de origen sintético son estables ante la temperatura, tienen una resistencia ante la oxidación y son muy usados en lugares especiales en donde los componentes y propiedades de los lubricantes minerales no son adecuados para ese tipo de lubricación.

Estos aceites dan un mejor arranque en frío ya que no tienen ceras que no permiten la fluidez, eso retrasa que el aceite llegue a algunos puntos altos del motor, al no tener tanta fluidez el motor al momento de arrancar las piezas sufren desgaste, los aceites sintéticos cumplen estas acciones ya que no contienen ceras que los lubricantes anteriormente mencionados si las tienen.

2.2 Lubricación.

2.2.1. Teoría de lubricación.

Los aceites son los que hacen que eviten el rozamiento de metal con metal protegiendo al motor de sobrecalentamientos, fricción, fugas, desgastes prematuros, gracias a las bondadosas funciones que cada uno de los lubricantes adquiere mediante los diferentes paquetes de aditivos.

2.2.2. Tipos de lubricación.

Los tipos de lubricación varían de acuerdo a algunas especificaciones de motores como es la presión, la velocidad a la que debe circular y la viscosidad del lubricante.

Existen varios tipos de lubricación como son:

- Lubricación límite
- Lubricación hidrodinámica
- Lubricación mixta
- Lubricación elasto-hidrodinámica.

Lubricación límite

(Ramón, 2013) La cantidad de desgaste y fricción entre las superficies depende de un número de variables: La calidad de las superficies en contacto, la distancia entre las superficies, la viscosidad del lubricante, la cantidad de lubricante presente, la presión, el esfuerzo impartido a las superficies, y la velocidad de movimiento.

Es causada por una velocidad baja, la lubricación limítrofe es la causante de un mayor desgaste porque existe un contacto físico entre piezas ocurriendo una fricción al momento de vencer la inercia en el cigüeñal.

Lubricación hidrodinámica.

Este tipo de lubricación es la idónea porque al girar un eje rápidamente lleva el aceite sin necesidad de una presión extra, y brinda un menor coeficiente de rozamiento, la lubricación hidrodinámica principalmente depende de la viscosidad de un fluido lubricante.

Lubricación mixta

La lubricación mezclada es la unión de engrase limítrofe y engrase hidrodinámico, haciendo que la velocidad y el esfuerzo varíen, y la temperatura hace que el lubricante se deteriore más rápido, haciendo que la lubricación hidrodinámica se convierta en no adquirible porque algunos aditivos se deterioraron con la temperatura.

Lubricación elasto- hidrodinámica.

(Ramón, 2013) La lubricación EHL se presenta en mecanismos en los cuales las rugosidades de las superficies en movimiento relativo trabajan siempre entrelazadas y las crestas permanentemente se están deformando elásticamente.

La lubricación elasto-hidrodinámica está asociada con la elasticidad, que esta conlleva a la producción de deformaciones elásticas, estas deformaciones van desde duras hasta suaves, las duras son hierro, y las suaves son caucho.

2.3. Clasificación de lubricantes.

Debido a que existen muchos tipos de lubricantes se han desarrollado clasificaciones que determinan las aplicaciones de estos, los fabricantes de lubricantes, los constructores vehiculares, las organizaciones civiles han creado estas normas.

2.3.1. Clasificación API para motores.

La calidad de los aceites esta medido bajo normas API, estas normas han sido creadas por el Instituto Americano del Petróleo, este instituto es el más grande de las industrias del petróleo, está dedicado a la producción, extracción y distribución.

El Instituto Americano del Petróleo fue creado en el año de 1919 para ayudar al gobierno en asuntos de interés nacional, para fomentar el comercio interno y externo de lo que tiene que ver con derivados del petróleo, y para tener mejoras en las ciencias que se relacionan con la industria del petróleo.

Se puede decir que el API es una unidad de medida que es la encargada de ver la calidad del petróleo, pero esto va más allá ya que el Instituto Americano del Petróleo tiene un diseño que clasifica a los lubricantes de acuerdo a su trabajo, bajo pruebas que establece dicho instituto. Es así como se clasifican los lubricantes de acuerdo a las normas API.

Clasificación API para motores a Diésel

Tabla 1. Designación API “C” comprensión (Diésel)

DESIGNACIÓN	EXPEDICIÓN
CC	1961
CD	1955
CE	1989
CF	1991
CF-4	1994
CG-4	1995
CH-4	1999
CI-4 (ECF – 2)	2002
CJ-4 (ECF – 3)	2007

Fuente. (IIASA, CATERPILLAR, 2014)

CC.- Fueron creados para los motores a gasolina y gas oíl de trabajo moderado, los aceites fueron elaborados con un diseño para que brinden un servicio que protejan a los motores de la oxidación y la corrosión.

CD.- Son especialmente creados para los motores diésel que están expuestos a trabajos severos, el diseño fue ideal para combatir la herrumbre, la temperatura para los motores con turbo y que utilizan una alta variedad de calidades de combustibles.

CD II.- De uso para motores de dos tiempos que cumplan con los requerimientos de la empresa Detroit diésel y usado en motores de cuatro tiempos de la marca Caterpillar.

CE.- Usado en motores turbo cargados que trabajan a una alta diferencia de velocidades de carga.

F.- Son utilizados para motores que utilizan combustibles con un alto contenido de azufre, estos son el gas oíl o más conocido como diésel, también usado en motores con pre cámara de combustión.

CF-4.- Creados para motores a inyección que utilizan inyección directa y un combustible con un alto contenido de azufre.

CG-4.- Tiene requerimientos para motores de maquinaria pesada que trabajen a altas velocidades que se operen dentro y fuera de una carretera, los motores de cuatro

tiempos deben trabajar con un combustible con bajos niveles de azufre, los diseños deben ser posteriores al año 1994.

CH-4.- Con los requerimientos del CG-4 pero añadiendo que se necesita tener una gran cantidad de peso o una carga extra, proporciona un alto control de contenido de hollín, altas temperaturas, mantiene limpio al motor sin espuma, sin corrosión, y la oxidación. Se debe tener en cuenta que estos son utilizados en motores creados desde el año 1999.

Clasificación API para motores a gasolina.

Tabla 2. Designación API “S” Spark Plug

DESIGNACIÓN	AUTOS MODELO
SC	1964
SD	1968
SE	1972
SF	1981
SG	1989
SH	1993
SJ	1994
SL	1995
SM	2007

Fuente. (IIASA, CATERPILLAR, 2014)

SE.- Fue usado en motores fabricados en los años 1972, el aceite tiene una fórmula para proteger al motor de herrumbre y corrosión, igualmente elimina la oxidación del aceite lubricante.

SF.- Utilizados en los motores de autos para pasajeros y en livianos camiones creados a partir del año 1980, dan una alta protección contra la oxidación y el desgaste más que los de la clasificación API “SE”, combaten a la corrosión y herrumbre.

SG.- Suelen ser usados en los vehículos y camiones con motor a gasolina fabricados desde el año 1988, tienen una protección contra el desgaste, oxidación, tiene acción detergente, limpia lodos y corrosión.

SH.- Se utilizan en los motores a gasolina fabricados desde el año 1994, los lubricantes con una clasificación API “SH” son usados en motores donde la categoría API recomiende.

SJ.- Usados en los motores a gasolina desde el año 1996, se puede usar en reemplazo de las clasificaciones API “SH Y SG”, la función es lubricar motores de cuatro tiempos a gasolina de años anteriores, mejora las emisiones y tiene una volatilidad menor.

SK.- Motores a gasolina de cuatro tiempos fabricado desde el año 2000, tiene mejor control en los niveles de desempeño, un número bajo de emisiones, volatilidad menor y economía en los combustibles.

2.3.2. Clasificación SAE para motores.

Sus siglas en ingles significan Sociedad de Ingenieros Automotrices, esta sociedad se encarga de clasificar a los aceites dependiendo de la viscosidad, la viscosidad es una propiedad que se da a la resistencia a la fluencia, lo cual existe una relación con la necesidad de lubricación estableciendo capas de protección para separar dos o más áreas que están en contacto ya sean piezas fijas o móviles. El índice de viscosidad indica la variación de la temperatura con respecto a la viscosidad, dividiéndose en dos la clasificación SAE.

Monógrados

El aceite monógrado cumple con un grado SAE únicamente y dependiendo en donde va a trabajar, el número SAE va acompañado por una letra W que significa invierno en inglés o Winter, las propiedades que brindan los aceites monógrados son una mayor protección de desgaste, controla y limpia el hollín, protege a la zona de trabajo de la corrosión.

Se puede aplicar en motores de natural aspiración y los que contienen un turbo cargador, en maquinaria pesada, motores estacionarios, motores diésel y gasolina.

Multígrado.

Los aceites multígrados tienen una aplicación mayor que los monógrados, ya que el arranque en frío es rápido porque los aceites multígrados se quedan en las piezas del motor, no cae todo el aceite al cárter, tienen un comportamiento efectivo a altas

temperaturas porque la película de aceite es resistente esto reduce el desgaste del motor, una vida útil más extensa, y un ahorro de aceite al ser sellantes a diferentes temperaturas.

2.4. Composición de un aceite de motor.

Todo lubricante se compone de un aceite base y aditivos, los aceites base minerales se encuentran luego de un proceso de refinamiento de petróleo, el aceite base sintético se lo encuentra después de exponer al petróleo a reacciones químicas. Los aceites base minerales están compuestos de naftalenos, parafínicos y aromáticos, estos hacen que el aceite tenga mejores propiedades lubricantes.

Un aceite base sea cual sea su origen no puede cumplir las funciones de tener menos volatilidad, mayor viscosidad, estabilidad térmica y estabilidad a la oxidación, los aceites deben tener aditivos de acuerdo a su lugar de trabajo como puede ser el motor, sistemas hidráulicos, y engranajes, esto ayuda a determinar si son aceites monógrados o multígrados o si son motores a diésel o gasolina.

Los aditivos se pueden clasificar según:

- **Propiedades físicas.-** Son las que determinan el grado de viscosidad y el punto de congelación.
- **Propiedades químicas.-** Aquí se encuentran los antioxidantes y anticorrosivos.
- **Propiedades físico químicas.-** Son los aditivos que tienen acción detergente, combate el desgaste, la herrumbre, no crea espuma y ayudan a disipar el calor.

La función de un aceite no es solo lubricar sino al mismo tiempo brindar las siguientes funciones de acuerdo a su lugar de trabajo.

2.4.1. Detergentes y dispersantes.

Son los encargados de neutralizar los ácidos formados por presencia del agua, limpiar el hollín, los lodos y contaminantes permanecen suspendidos en el aceite para que sean depositados en el filtro sin que se queden en las superficies metálicas, esto

gracias al calcio y magnesio que son aditivos encargados de mantener al motor en buenas condiciones.

2.4.2. Antidesgaste.

Cuando la lubricación no se abastece con la presión y fricción, el zinc y el fósforo proveen una lubricación límite, existe una sal que está compuesto de azufre, sodio y zinc para abastecer la necesidad de crear una capa de sulfato de hierro entre las piezas, esto actúa para evitar el desgaste, el diaquil ditiofosfato de zinc le da la propiedad anti desgaste tan importante al aceite para la protección del motor.

El disulfuro de molibdeno ayuda para evitar el desgaste con altas presiones y temperaturas esto permite una protección máxima al motor, en los aceites sintéticos el boro también es utilizado para evitar el desgaste y modificar a la fricción, el boro es utilizado frecuentemente para cumplir con normas de un aceite básico.

2.5. Características generales de un aceite de motor.

Los aceites de motor deben cumplir con una serie de características ya sean químicas o físicas entre algunas están:

2.5.1. Viscosidad.

Se le da el nombre de viscosidad a la resistencia de un líquido a fluir o a la corpulencia de un aceite, un lubricante mientras más viscoso o espeso tiene más resistencia que uno de menor número de viscosidad, la viscosidad absoluta tiene como medida métrica al Poise, que es denominado en otras palabras como la fuerza necesaria.

La importancia de la viscosidad correcta son las características más importantes de la lubricación de cualquier máquina. Un aceite espeso es más resistente a fluir y por eso tiene una viscosidad más alta. Frecuentemente se habla de esta viscosidad como viscosidad dinámica o viscosidad cinemática. Esto es la viscosidad absoluta dividida por la densidad del aceite. Normalmente se habla de viscosidad ISO para aceites industriales y viscosidad SAE para aceites automotrices.

Tabla 3. Intervalos de viscosidad

VISCOSIDAD DE LUBRICANTES PARA TEMPERATURA AMBIENTE				
COMPORTAMIENTO SISTEMA	TIPO Y CLASIFICACIÓN DEL LUBRICANTE	VISCOSIDAD DEL ACEITE	GRADOS C	
			MIN	MÁX
Cárter del motor	Aceite multigrado	SAE 0W20	40	10
		SAE 0W30	-40	30
		SAE 0W40	-40	40
		SAE 5W30	-30	30
		SAE 5W40	-30	50
		SAE 10W30	-18	40
		SAE 10W40	-18	50
		SAE 15W40	-9,5	50
Sistema hidráulico	Aceite hidráulico	SAE 10W	-20	40
Transmisiones	Aceite para engranajes api gl-5	SAE 80W90	-20	40
		SAE 85W140	-10	50
Puntos externos de lubricación	Advancet 3 moly	NILGI GRADO 2	-20	40
Puntos de lubricación	Grasa de uso múltiple	NILGI GRADO 2	-30	40

Fuente. (IIASA, 2014)

2.5.2. Índice de viscosidad.

(Palate, 2009) Manifiesta: “Los cambios de temperatura que afectan a la viscosidad del lubricante generando así mismo cambios en ésta, lo que implica que a altas temperaturas la viscosidad decrece y a bajas temperaturas aumenta”. (p. 6).

El índice de viscosidad esta dado como una norma SAE (Society of Automotive Engineer) o en español Sociedad de Ingenieros Automotrices. Según el índice de viscosidad un lubricante es capaz de aguantar un rango de temperatura, teniendo en cuenta que la temperatura afecta considerablemente en la viscosidad, entre mayor temperatura, menor resistencia y viceversa.

La viscosidad ayuda considerablemente para proteger al motor de desgastes prematuros, la viscosidad es la resistencia a fluir del aceite, se forman películas entre piezas, cuando la temperatura aumenta la viscosidad disminuye y la fluidez del lubricante se amplía pero si la película es muy delgada puede romperse haciendo que exista el contacto metal con metal, si la viscosidad es demasiada alta el lubricante se

hace muy espeso haciendo que no alcance a recorrer por todo el motor teniendo desgaste, entonces se puede decir que la viscosidad viene dada de acuerdo al trabajo y a lugar donde va estar expuesto por la normas SAE.

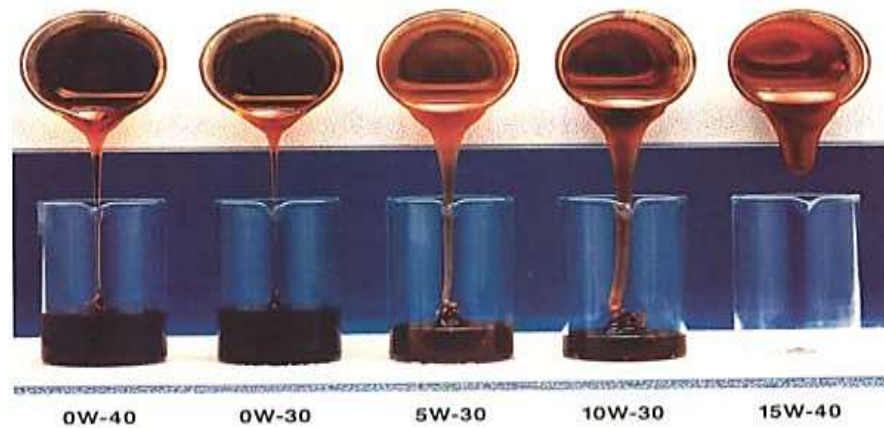


Figura 1. Muestra de viscosidad
Fuente. (IIASA, CATERPILLAR, 2014).

2.5.3 Adherencia.

Esta propiedad permite tener el lubricante en cada una de las superficies de las piezas ya sean fijas o móviles por que evitan el goteo y las salpicaduras al momento del funcionamiento para formar una película de aceite más rápidamente para evitar un desgaste prematuro.

2.5.4. Punto de congelación.

El punto de congelación sucede con la energía cinética mediante la temperatura, las fuerzas intermoleculares y el deceso de energía son las causas de este efecto que es muy importante ya que en lugares bajo cero un lubricante no debe perder su fluidez, en los aceites de motor debe ser lo más bajo posible.

2.5.5. Punto de inflamación.

Cuando un lubricante es expuesto a temperaturas externas se calienta produciendo una oxidación, haciendo que el aceite empiece a deformarse a una alta temperatura y los gases que producen se vuelven inflamables, por eso un aceite debe tener el punto de inflamación en grados muy arriba más o menos en 240 grados centígrados.

2.5.6. Estabilidad química.

Es la capacidad para que un aceite no pierda los componentes ni aditivos luego de estar sometido a oxidación, altas y bajas temperaturas y a largos tiempos de trabajo.

2.6. Áreas de trabajo del aceite de motor.

El lubricante cumple un gran trabajo cuando se encuentra en perfecto estado, este aceite trabaja por todo el motor, reduciendo el calor, pero la principal función que cumple es reducir la fricción entre partes fijas y móviles. El lubricante cuando el motor no se encuentra en funcionamiento se estanca en la parte inferior en el cárter.

El aceite circulante alrededor del motor diésel ayuda a remover algo del calor de la combustión, mediante una bomba que es la encargada de llevar el aceite hacia los cojinetes que soportan el cigüeñal, los balancines que operan las válvulas, la biela que es la encargada de unir el pistón o émbolo al cigüeñal, cilindros, rines de engrase y todo el tren de válvulas, todo el aceite pasa por un filtro el cual evita que pasen impurezas haciendo que exista ralladuras, desgaste en las partes anteriormente nombradas, se debe tener en cuenta que el aceite una vez que cumple la función de lubricar baja nuevamente al cárter para ser recirculado.

Pero su principal función es reducir la fricción entre las partes móviles. Es bombeado desde el cárter, a través de filtros y conductos hacia los cojinetes principales, los balancines en la cabeza del cilindro, las cabezas de biela y el tren de válvulas.

2.7. Funciones de los lubricantes de Motor.

La principal función de los aceites es la de reducir la fricción, añadiendo otras funciones como son:

- Refrigerante
- Sellante
- Antidesgaste

2.7.1. Refrigerante.

Esta función es sustancial porque ayuda a mantener el motor en una temperatura equilibrada, es importante recalcar que el aceite forma películas entre los espacios de rozamiento y circula por todo el motor, haciendo que se disipe el calor que es

resultado de la expansión, roce de piezas y con esto reduciendo la temperatura generada por el trabajo del motor.

2.7.2. Sellante.

Esta función de sellado ayuda a que no exista un mayor consumo de combustible y de lubricante, de acuerdo a la viscosidad y a la condición del motor depende del nivel de sellado que tiene un aceite. Si un motor tiene desgaste necesita un lubricante con una viscosidad mayor.

2.7.3. Antidesgaste.

Uno de los aditivos que contiene un lubricante es tener anticorrosivos, evitando que la corrosión y óxidos contribuyan a un desgaste anormal y precipitado en el motor.

De igual manera las funciones antidesgaste son las que se interponen entre pieza fija o móvil o viceversa haciendo que el desgaste sea normal y con retraso para dar una mejor optimización al motor.

2.8. Mantenimiento.

El mantenimiento tiene un impacto mayor sobre las ganancias a un largo plazo, un mantenimiento programado extiende efectivamente la vida de la máquina, el mantenimiento hace que la máquina trabaje en una forma productiva y permite programar una reparación.

Un mantenimiento completo y a tiempo lleva a aumentar al máximo la disponibilidad y el tiempo de trabajo de la máquina.

2.9. Elementos para la correcta administración de motores.

2.9.1. Mantenimiento preventivo.

Un mantenimiento preventivo tiene técnicas que ayuda a evitar que los problemas reducidos con el tiempo lleguen a una reparación haciendo que la máquina llegue a una pérdida de tiempo y dinero.

El manual de operación y mantenimiento indica el tiempo adecuado para realizar un mantenimiento al motor y a la máquina en general.

2.9.2. Análisis de aceite.

El Análisis de aceites consiste en la realización de un test físico-químico en el aceite con el fin de determinar si el lubricante se encuentra en condiciones de ser empleado, o si debe ser cambiado, se le conoce también como mantenimiento predictivo, es la mejor manera de predecir en qué estado se encuentra el motor y el estado en que se encuentra el aceite, en sí muestra todos los problemas que tienen que ver con desgaste, partículas y sustancias extrañas a los componentes del aceite. En muchos de los casos los resultados del análisis, después de la toma de la muestra la información se vuelve irrelevante, ya que para ese momento, las condiciones del equipo ya son diferentes, en muchos casos el aceite ya fue cambiado y en otros el equipo ya falló y fue reparado.

2.9.3. Inspecciones.

Permite encontrar posibles problemas y averías realizando inspecciones visuales a diario y análisis técnicos en un tiempo periódico. Las inspecciones son una gran forma de crear un programa de mantenimiento y reparación.

2.9.4. Administración de reparaciones.

Ayuda a seleccionar opciones para el antes y después de un daño y no sobrepasarse de los costos de reparación, también permite elaborar y planificar un programa de reparaciones, dejando a las máquinas más efectivas y logrando que trabajen con rapidez y gran fiabilidad.

2.9.5. Programación.

Al hablar de planeación se puede definir como ese proceso mediante el cual se establecen y se definen todos los elementos necesarios para realizar una tarea específica. Así mismo, debe existir una retroalimentación de la programación para corregir los errores que se evidencien en la planeación.

2.9.6. Registro de datos.

Es el historial basado en la máquina, contiene datos importantes de mantenimientos anteriores, componentes, información y costos. Un registro correctamente llevado ayuda a tener en cuenta la cantidad de trabajo, el costo de reparaciones y las averías anteriores.

2.9.7. Cambio de aceite del motor.

(CATERPILLAR, 2009) Cuando se sobrepasan los límites recomendados para el cambio de fluidos, se producen sustancias contaminantes que deterioran el aceite y se incrustan en las superficies de los cojinetes y demás componentes giratorios, ocasionando así su desgaste.

Un lubricante para ser perfectamente reemplazado y evitar la contaminación es necesario realizar un análisis de aceite, ya que la vida real del aceite depende hasta de la manera de operación.

Si un lubricante es cambiado prematuramente se está ayudando a la contaminación, pero al contrario si se lo deja más tiempo de lo normal puede existir gastos y daños en los componentes del motor.

2.9.8. Cambio de filtros.

(CATERPILLAR, 2009) Los filtros de aire, aceite y combustible están diseñados para controlar la contaminación dentro del motor. Los filtros de aire deben cambiarse 1 vez por año, aunque existen condiciones de trabajo bruscas donde se los debe reemplazar con más frecuencia, los filtros de aceite y combustible se los debe cambiar cada 250 horas o cada cambio de aceite.

Los filtros deben ser cambiados cuidadosamente ya que contienen impurezas, al retirarlos con cautela se garantiza que los contaminantes no vuelvan a ingresar en el motor.

2.9.9. Sistema de enfriamiento.

(CATERPILLAR, 2009) Más del 40% de las averías de motor se deben o se ven afectadas por problemas del sistema de enfriamiento, por lo que el mantenimiento adecuado de su sistema de enfriamiento y la selección acertada del refrigerante pueden reducir considerablemente la posibilidad de problemas en el motor.

Un recalentamiento o un sobre enfriamiento son los que originan un desgaste excesivo y averías del motor, para evitar los sobre enfriamientos y recalentamientos siempre se debe empezar a trabajar con la máquina a la temperatura indicada por cada fabricante, otra manera puede ser revisar la tapa, retirar las basuras que impidan

el paso de aire y el ventilador del radiador, se debe revisar si existe fugas en la bomba de agua

2.10. Toma de la muestra del aceite del motor.

2.10.1. Muestreo mediante sonda.

(CATERPILLAR, 2009) Este método de tomar muestras requiere una Sonda de Latón 8T9208 y un tubo de aproximadamente 15 cm. Si se va a tomar muestras de varios compartimientos, se debe comenzar por el sistema más limpio.

Para tomar una buena muestra de aceite lubricante, se necesita una sonda de válvulas y se debe comenzar en un lugar limpio y sin humedad, se debe reemplazar la manguera de la sonda por cada muestra que se vaya a tomar todo esto para evitar la contaminación.

No se debe tomar las muestras en recipientes desechos de aceites ni en ningún frasco que no sea el apropiado para que en los análisis de las muestras se obtengan los resultados más precisos de la máquina.

Para una recolección de las muestras se siguen los pasos nombrados a continuación, se debe poner en funcionamiento en bajas velocidades al motor, dejar libre la válvula de compartimiento, se debe recoger aproximadamente 100 mililitros o 4 onzas de lubricante, este aceite se debe desechar para limpiar la válvula, luego se toma una muestra de no más de tres cuartas del frasco apropiado de las muestras.

2.10.2. Muestreo mediante extracción por vacío.

(CATERPILLAR, 2009) Este método para tomar muestras requiere una Bomba de Vacío IU5718 (o una similar). Se utiliza este método para los sistemas bajo presión que no están equipados con válvulas para tomar muestras.

Este muestreo se debe realizar con el motor apagado, se debe cortar una manguera del porte de la bayoneta medidora de aceite, la manguera se debe acoplar a la bomba de vacío, se conecta el frasco recomendado por la empresa, al momento de empezar a recolectar la muestra de aceite se debe tener en cuenta que la manguera no tope el fondo del cárter, se acciona la bomba y se toma tres cuartas partes del frasco

de muestreo o hasta donde se indica en el mismo, por último se llena la etiqueta para que no existan equivocaciones.

2.11. Etiqueta de muestreo.

(CATERPILLAR, 2009) Manifiesta: “Para asegurar resultados precisos de la muestra, anote toda la información solicitada para cada compartimiento de la máquina, El modelo, número de serie y las unidades del medidor de servicio tanto del equipo como del aceite son muy importantes”.

Para terminar todas las muestras obtenidas deben ser etiquetadas con el número de serie, el aceite que ha estado utilizando, el modelo de la máquina, el nombre del propietario, todo esto para evitar que las muestras se confundan con las de otros clientes, y que sean entregadas con exactitud y precisión.

2.12. Análisis realizados en una muestra de aceite.

En el proceso de análisis de aceite se realizan cuatro tipos de análisis entre ellos se tiene:

- El análisis del régimen de desgaste es el encargado de observar la presencia de partículas metálicas, contaminantes, y el estado de los aditivos.
- El análisis del estado del aceite compara el aceite usado con aceite nuevo para ver si está dando una buena lubricación y protección adecuada.
- El análisis de limpieza del aceite determina si existen contaminantes abrasivos que están causando un desgaste acelerado.
- Realización de pruebas adicionales se puede detectar presencia de agua, glicol, o combustible en el aceite.

2.13. Régimen de desgaste.

Es un componente integral que ayuda a mantener el rendimiento del motor, por medio de pruebas realizadas a base de la muestra de aceite, el régimen de desgaste detecta pequeñas partículas de metal causadas por el desgaste de los componentes vigilando así el tipo y cantidades de partículas para obtener una advertencia temprana de algún posible problema antes de que ocurran graves daños.

Los análisis del régimen de desgaste se realiza con un espectrofotómetro de emisión, este determina la cantidad de elementos de desgaste y silicio en una muestra de aceite calentándola a temperaturas muy altas, a estas temperaturas los elementos se atomizan generando energía luminosa de diferente longitud de onda, un sistema óptico mide y registra la energía luminosa calculando los resultados en partes por millón.

2.14. Metales de desgaste.

Todos los sistemas que están en funcionamiento en el motor producen metales de desgaste durante todo el tiempo de trabajo, si el desgaste se acelera, aumenta la concentración de las partículas metálicas indicando la presencia de algún problema.

Los análisis del régimen de desgaste puede detectar partículas de hasta 10 micrones de tamaño, la concentración de los metales de desgaste se expresa en partes por millón o PPM, este análisis ayuda a detectar por lo menos nueve sustancias distintas como son: Cobre, hierro, cromo, plomo, estaño, aluminio, molibdeno, silicio y sodio. Todos los anteriores son metales de desgaste que se encuentran en los motores, el silicio indica generalmente la presencia de tierra en el aceite, mientras que el sodio indica la presencia de agua o de refrigerante.

2.15. Contaminantes en una muestra de aceite.

2.15.1. Hollín.

Se llama hollín a partículas con tamaño diminuto, que son formados de carbono y generalmente tienen colores oscuros, estas partículas se forman a partir de una combustión incompleta.

En los motores diésel el hollín está compuesto principalmente por combustible y lubricantes sin combustión, esto da la aparición de otros sólidos tales como la oxidación.

2.15.2. Oxidación.

Existe presencia de oxidación cuando un elemento entra en contacto con el oxígeno, ocurre generalmente en elementos metálicos, la oxidación ocurre cuando las moléculas de oxígeno se unen químicamente con moléculas de aceite, esta reacción química se acelera cuando la temperatura del aceite es muy alta.

2.15.3. Productos de nitración.

En los aceites lubricantes la nitración no es más que un factor importante que se encarga de limitar la vida útil de los aceites, en grandes motores a gas esto debido a las altas temperaturas que alcanzan debido a la combustión. Los productos de nitración hace que el aceite se vuelva más viscoso y la capacidad lubricante disminuye.

Ácidos y derivados de azufre.

Los ácidos se forman luego de que el azufre del combustible se oxida y se une con el agua, esto afecta a los motores durante la combustión, los ácidos son peligrosos porque son los encargados de corroer las piezas del motor.

2.16. Contaminantes líquidos.

Los contaminantes líquidos se encuentran en funcionamiento en una máquina, por daños de sellos o empaques, el refrigerante, combustible o agua se pueden filtrar y llegar al depósito del aceite ocasionando serios problemas.

2.16.1. Glicol (refrigerante).

El glicol forma parte de un contaminante líquido, cumple una función importante en el motor, la cual es la de evitar que el motor se sobrecaliente. La mezcla de glicol, refrigerante con el aceite de motor causa oxidación del lubricante haciendo que este se vuelva pegajoso y forme lodos.

2.16.2. Agua.

El agua es otro de los contaminantes líquidos, puede penetrar o filtrar por empaques desgastados haciendo que el aceite pierda la propiedad principal que es lubricar, ocasiona que el aceite se espese tapando así filtros.

2.16.3. Combustible.

Sigue dentro de los líquidos contaminantes, ya sea por roturas de cauchos que sirven de empaques o desgaste de cañerías la contaminación con el aceite ocasiona que el lubricante pierda propiedades haciéndolo menos viscoso y aumentando desgaste.

2.17. Pruebas.

Las pruebas que se deben realizar es a partir de los resultados del análisis del aceite mirando cual es el problema y luego asegurarse de cambiar la parte desgastada y cuál es la causa del desgaste.

2.18. Metales de desgaste.

La concentración de los elementos en el aceite usado también depende de la calidad y la composición del combustible. Los metales de desgaste más comunes en el aceite son:

Hierro (Fe), Cromo (Cr), Plomo (Pb), Cobre (Cu) y Estaño (Sn). También hay pequeñas cantidades de Aluminio (Al), Molibdeno (Mo), Níquel (Ni) y Antimonio (Sb) presentes en el motor.

2.19. Aditivos del Aceite.

Calcio (Ca), Fósforo (P) y Zinc (Zn).

Se utilizan como aditivos del aceite. La cantidad de Ca es dependiente del TBN, es directamente proporcional. En la mayoría de los aceites lubricantes utilizados en motores diésel de velocidad media el contenido de Fósforo es de 200 a 1000 PPM y el contenido de Zinc es de 200 a 1100 PPM.

El Zinc ayuda a inhibir la oxidación, la nitración y a neutralizar los ácidos. Este está unido metalúrgicamente a las paredes de la camisa formando así una capa entre los anillos y la camisa, manteniéndolos separados.

2.20. Relación: Estado del aceite – Estado del motor.

Esta relación se da al someter al aceite en un proceso infrarrojo el cual determina y calcula los contaminantes extraños a los componentes del motor, para saber el estado del motor se realiza pruebas que van a diagnosticar la relación estado de aceite con el estado del motor, las pruebas consisten en un análisis de desgaste y pruebas físicas y químicas.

De acuerdo con los resultados del análisis del aceite se puede dar un pronóstico del estado de la máquina de acuerdo con los parámetros generales y comparando el desgaste y niveles de trabajo con el estado del aceite usado del motor.

2.21. Glosario de términos.

ACEA.- Asociación de Constructores Europeos de Automóviles. Establece los más modernos niveles de calidad para los lubricantes de automoción, enfocados fundamentalmente a vehículos europeos.

ADITIVO.- Compuestos que se incorporan en pequeñas cantidades, a los aceites base para obtener un lubricante terminado con las características y prestaciones deseadas.

API.- American Petroleum Institute o Instituto Americano del Petróleo.

BERLINA MEDIA.- Vehículos que incorporan frecuentemente sistemas multiválvulas y turbo, con cilindrada comprendida entre 1.8-2.2 litros y potencia entre 90-150 CV.

DEPRESOR DE LA CONGELACIÓN.- Aditivo que evita la solidificación o falta de fluidez del lubricante a temperaturas extremadamente bajas.

DESEMULSIÓN.- Mide la capacidad de un aceite para separarse de un volumen igual de agua, después de ser mezcladas.

EHL.- Lubricación Elasto Hidrodinámico.

GRAN BERLINA.- Vehículos de altas prestaciones, generalmente de más de 4 cilindros, multiválvulas, con cilindrada superior a los 2.5 litros y potencia superior a los 150 CV.

GLICOL.- Llamado también líquido refrigerante. Tiene la función de evitar que el motor se sobrecaliente.

ISO.- International Standard Organization, aplica para lubricantes industriales hidráulicos, turbinas, compresores, herramientas neumáticas, engranajes industriales, transmisión de calor, dieléctricos.

NITRACIÓN.- Es un factor que se encarga de limitar la vida útil de los aceites debido a altas temperaturas.

NORMAS API.- Establece los niveles de calidad para los lubricantes de automoción, orientados fundamentalmente a fabricantes norteamericanos.

PARTÍCULA.- Fragmento más pequeño de materia que mantiene las propiedades químicas de un cuerpo.

PELÍCULA DE ACEITE.- Espacio estrecho que existe entre dos superficies en movimiento relativo, ocupado por el fluido lubricante.

PPM.- Partes por millón.

SAE.- Es una referencia de una escala de viscosidades seguida en todo el mundo, que estableció la Sociedad de Ingenieros Automotrices Americana, para todos los aceites de uso en automoción.

STOU.- Super Tractor Oil Universal. Concepto que se maneja entre los constructores y usuarios de maquinaria agrícola.

TRAZA.- Elemento presente en una muestra que posee una media de concentración menor de 100 partes por millón.

T.B.N.- Abreviatura de Total Basic Number (Nº Total de Basicidad).

TDI.- Son los modernos vehículos diésel de alta gama, turboalimentados de inyección directa.

UTTO.- Universal Transmission Tractor Oil. Concepto que se maneja entre los constructores y usuarios de maquinaria agrícola, que se aplica para aquellos lubricantes formulados para la lubricación en la maquinaria agrícola.

VOLATILIDAD.- Es una medida de la tendencia de una sustancia para pasar a la fase de vapor.

CAPÍTULO III

3. Metodología de la Investigación

3.1. Tipos de investigación.

La investigación que se llevará a cabo es de naturaleza:

3.1.1. Investigación Bibliográfica.

La investigación bibliográfica será utilizada en la elaboración del marco teórico, los libros y sitios web serán utilizados como fuentes de información, para la obtención de conceptos básicos, que sustenten la investigación del proyecto a desarrollarse.

3.1.2. Investigación Tecnológica.

La tecnología que se encuentra a su alcance, permitirá realizar un estudio, además de la utilización de instrumentos de laboratorio modernos que ayudarán a obtener resultados que sean de gran utilidad para la realización de este proyecto.

3.2. Métodos.

3.2.1. Toma de muestras.

Para obtener un buen análisis del lubricante, las muestras deben ser extraídas de una manera correcta, ya que el líquido se puede contaminar con partículas del medio ambiente dando así resultados erróneos en comparación con el aceite lubricante del motor.

3.2.2. Sintético.

El método sintético permite relacionar hechos aparentemente aislados, por lo tanto se aplicará el proyecto en la unión racional de varios elementos dispersos consiguiendo un buen análisis de parámetros del motor y obtener una nueva guía sobre el estudio del lubricante.

3.2.3. Analítico.

Este método ayudará a formular ideas basadas en situaciones reales, así como también permite obtener información que sustente el proyecto, facilitando la parte teórica y práctica en la interpretación de análisis de lubricantes.

3.2.4. Inductivo – Deductivo

Permitirá llegar a conclusiones y recomendaciones partiendo de análisis de aceite para obtener resultados de acuerdo con el funcionamiento del motor, para diagnosticar posibles averías dentro del mismo.

3.3. Técnicas e instrumentos.

Observación.- Es un método práctico y tangible ya que permitirá realizar los análisis y apreciar en forma directa todos los componentes y resultados de la muestra obtenida.

CAPÍTULO IV

4. Propuesta

4.1 Introducción

Luego de haber realizado varios análisis de los resultados obtenidos, se mencionan los pasos realizados para obtener una muestra de aceite de motor sin ningún tipo de contaminante externo para no tener confusiones al momento de hacer los balances respectivos, a continuación se procede a realizar un informe visual del estado de las máquinas en relación con las comparaciones de desgastes internos del motor entre la retroexcavadora de la Universidad Técnica del Norte y maquinarias que trabajan con el mismo tipo de aceite lubricante en diferentes condiciones laborales.

4.2. Características de la Retroexcavadora 420E de la UTN

La retroexcavadora que se encuentra en la Universidad Técnica del Norte tiene como características generales las siguientes:

- 1) Motor: 3054 C.
- 2) Número de serie: DJL03228.
- 3) Marca: Caterpillar.
- 4) Modelo: 420-E.
- 5) Cilindrada: 4.4 L.
- 6) Carrera: 127mm.
- 7) Diámetro: 105mm.
- 8) Capacidad de lubricante: 9.46 litros (2.5 galones)

4.3. Análisis general de la máquina.

La retroexcavadora de la Universidad Técnica del Norte desarrolla trabajos en distintos entornos y diferentes labores como cargar y excavar que son las más importantes, la retroexcavadora ha estado trabajando en traslado de materiales, movimientos de tierras entre otras.

El sistema de mandos hace que los ajustes lateral y longitudinal sean personalizados, esto brinda precisión en movimientos haciendo que el operario

realice un menor esfuerzo físico, además cuenta con una cabina de vista panorámica, reduce el ruido de trabajo exterior esto para dar un ambiente de trabajo confortable.

4.4. Toma de muestras de aceite.

La manera para tomar una muestra de aceite que se utilizó fue extracción por vacío. Esto se hace con la ayuda de una bomba de vacío, la toma de muestras del aceite ayuda a conseguir un rendimiento alto en niveles bajos de costos, para obtener una muestra óptima es necesario utilizar todo el equipo adecuado entre ellos se tiene:

- Frasco esterilizado 200 ml.
- Bomba de vacío (IU 5718).
- Manguera (tamaño de la varilla indicadora)
- Etiqueta de datos

4.5. Procedimiento de tomas de muestras de aceite.

4.5.1. Tiempo recomendado de toma de muestra.

La muestra de aceite se tomó en un promedio de 200 a 250 horas, también es recomendable hacerlo cada cambio de aceite, si la máquina se encuentra dentro de carretera aproximadamente a 25.000 kilómetros.

4.5.2 Preparación

Antes de realizar una muestra de aceite se debe tener todos los utensilios limpios, de igual manera limpiar el área del trabajo, el motor debe estar apagado, y tratar de que no ingrese contaminación del exterior así los resultados son exactos y se evita que el aceite se contamine.

4.5.3 Forma de extracción.

Extracción de muestras mediante una bomba de vacío IU5718, se utiliza este método para los sistemas con presión baja y que no tienen válvulas para tomar el aceite con sonda, a continuación se detalla paso a paso como tomar una buena muestra de aceite.

Motor.

El motor debe estar funcionando hasta alcanzar una temperatura de 85 a 92 grados centígrados.

Limpieza del motor

Se limpia el lugar, retirando la tierra o impurezas contaminantes que se encuentra alrededor de la varilla indicadora, de donde se extraerá la muestra para evitar ensuciar el aceite.

Pasos para completar la toma de muestras.

Se apaga el motor, se mide la manguera y se corta del largo de la varilla indicadora de aceite. Si el compartimiento de donde está tomando la muestra no tiene una varilla, se corta la manguera de tal manera que llegue hasta la mitad del cárter.



Figura 2. Medición de la bayoneta.

Se inserta la manguera por la cabeza de la bomba de vacío y se aprieta la tuerca de detención. La manguera debe sobresalir 4 cm de la base de la cabeza de la bomba de vacío.



Figura 3. Acoplando la manguera a la bomba de vacío.

Se acopla un nuevo frasco de muestreo a la bomba de vacío luego se inserta el extremo de la manguera en el aceite no se permite que la manguera llegue al fondo del cárter.



Figura 4. Acoplando el frasco estéril a la bomba de vacío.

Se acciona la manija de la bomba para crear un vacío. Se mantiene la bomba en posición vertical, llenar el aceite hasta la señal que se encuentra marcada en el frasco esterilizado, no llenar completamente porque puede existir contaminación.



Figura 5. Extrayendo el aceite lubricante.

Retirar la manguera del compartimiento. Remover el frasco de la bomba de vacío y cerrar la tapa. Colocar la etiqueta previamente llena con datos exactos.



Figura 6. Sellando la muestra para evitar contaminación.

4.5.4 Transporte de la muestra.

La muestra de aceite puede durar hasta un año siempre y cuando se encuentre con el empaque del frasco correctamente ubicado, pero los resultados del análisis deben revisarse antes del cambio próximo de aceite para corregir fallas y averías menores es por eso que la muestra tiene que transportarse el mismo día en el que se tomó de la máquina, el frasco esterilizado debe estar bien cerrado con el empaque en su respectivo lugar y debe estar en un ambiente seco y fresco, la temperatura no debe superar los 92 grados centígrados que la temperatura normal del funcionamiento del motor. Para que la muestra sea transportada correctamente y no exista confusión, la etiqueta tiene que ser colocada antes del envío.

4.6 Análisis de muestra.

Los análisis de aceite empiezan con la recepción de muestras, en los laboratorios de IIASA CATERPILLAR, para obtener buenos resultados de los análisis de aceite se realiza una serie de procedimientos en varias máquinas y equipos.

4.6.1 Prueba denominada Cracking Test.

El objetivo principal de esta prueba es determinar cualitativamente la presencia de agua en el aceite, los resultados que se obtienen pueden ser:



Figura 7. Cracking test.

- Negativo.- Si no existe presencia de agua.
- Trazas.- Si existe presencia partes diminutas de agua.
- Positivo.- Si se detecta agua en porcentajes promedio.
- Excesivo.- Si el agua es abundante.

4.6.2 Prueba para determinar la Viscosidad Cinemática.



Figura 8. Prueba de viscosidad del lubricante.

Es realizada bajo la norma ASTM D-45 dice: El método de ensayo estándar para la viscosidad en líquidos transparentes y opacos en productos de petróleo líquido. Con la ayuda de un viscosímetro que detecta procesos de oxidación, contaminación, la viscosidad se llega a medir a 100 grados centígrados.

4.6.3. Prueba de la Cromatografía de Gases.



Figura 9. Separación de gases del aceite.

Tiene una sola aplicación y es la de separar la presencia de gas de especies con peso molecular bajo, existen dos tipos de cromatografías de gases:

- GC.- Cromatografía de Gas – Sólido.
- GSC.- Cromatografía de Gas – Líquido.

Todos los resultados se expresan en manera de porcentaje (%).

4.6.4. Prueba denominada FT – IR.



Figura 10. Establecer las condiciones del lubricante.

Es el encargado de determinar las condiciones del lubricante tales como son:

- Oxidación.
- Sulfatación.
- Nitración.
- Hollín.

Para obtener resultados no se realiza ninguna sustracción, y no se necesita el lubricante nuevo como referencia.

4.6.5. Prueba para el Análisis Espectrométrico.



Figura 11. Análisis espectrométrico.

Esta prueba ayuda a verificar 16 metales que se encuentran en el aceite lubricante, al mismo tiempo da un informe cuantitativo de los elementos presentes en el aceite, además todos los resultados se expresan en PPM (Partes por Millón.) y las partículas se detectan a partir de 10 UM (micrones).

4.6.6. Prueba denominada Conteo de Partículas.

El aceite es sometido a este análisis para medir la limpieza del aceite en esta prueba se cuentan todas las partículas, esto quiere decir:

- Partículas de desgaste.
- Partículas contaminantes.
- Partículas ambientales.



Figura 12. Conteo de partículas del aceite.

Con este análisis se verifica la eficacia de filtración. Los problemas de fallas son causadas por contaminación en lubricantes, gracias a estudios realizados afirman que el 50 y 80 por ciento son afectados por esta razón.

4.6.7. Prueba denominada Ferrografía Analítica.



Figura 13. Ferrograma.

Es una prueba más avanzada que el análisis espectro-métrico, para determinar la morfología de las partículas desgastadas en la muestra de aceite, el ferro-grama brinda una imagen clara de los componentes que se están desgastando dentro del sistema.

4.6.8. Prueba para encontrar Glycol en Aceite Usado.



Figura 14. Presencia de refrigerante en el aceite.

Los objetivos son determinar la presencia de refrigerante en la muestra de aceite, todos los resultados se expresan en positivo o negativo, para realizar esta prueba se utiliza pastillas de sodio (Na) y Peryodato de potasio (K), que no es más que una sal de potasio, utiliza la fórmula (K104).

4.7 Contaminantes de la muestra de aceite de la maquinaria de la Universidad Técnica del Norte.

4.7.1. Hollín.

Se encuentra en el aceite del motor este es un residuo insoluble de combustible que se ha quemado parcialmente, se mantiene en suspensión debido a los aditivos del aceite, esto hace que el lubricante tome el color negro, el hollín hace que los aditivos del aceite desaparezcan y la viscosidad del aceite aumente, excesivas concentraciones de hollín causa daños en los cojinetes ya que con una mayor viscosidad impide que el aceite llegue a las superficies de contacto.

El hollín se encuentra en todo motor de combustión en bajas cantidades, ya que es el resultado de una mala combustión, el hollín tiene un aspecto parecido a la ceniza pero con un tono más oscuro, el exceso de hollín en un motor diésel causa la abrasión y la formación de lodos haciendo que el aceite pierda su flujo normal impidiendo que el aceite llegue a lubricar los lugares de difícil acceso obteniendo desgaste en piezas móviles.

4.7.2. Oxidación.

Ocurre cuando las moléculas de oxígeno se unen químicamente con moléculas de aceite, esta reacción química se acelera cuando la temperatura del aceite es muy alta, si existe contaminación de glicol del refrigerante del motor, o cuando se prolongan los intervalos de cambios de aceite. La oxidación hace que el aceite pierda propiedades, se eleve la viscosidad, y forme ácidos, lo que hace que se ponga en peligro la vida útil de los componentes del motor.

4.7.3. Productos de nitración.

La nitración ocurre en todos los aceites de motor, pero generalmente representa un problema en los motores que utilizan gas natural, los compuestos de nitrógeno que resultan del proceso de combustión hacen que el aceite se vuelva más viscoso y la capacidad de lubricante disminuye, si la nitración continua sin darle importancia puede ocasionar atascamientos de los filtros, exceso de depósitos en los pistones y en las válvulas.

4.7.4. Ácidos y derivados de azufre.

Todos los combustibles contiene azufre y esto afecta a los motores, durante la combustión el azufre del combustible se oxida y se combina con agua y forma ácidos, los ácidos son los encargados de corroer las piezas del motor pero especialmente es peligroso para las válvulas, las guías de válvulas, anillos de pistón y las camisas.

4.8. Contaminantes líquidos.

Cuando se encuentran presentes en el aceite del motor el agua, el glicol o refrigerante, y el combustible pueden indicar varios problemas, desde una mala sincronización del motor, hasta fugas del sistema de enfriamiento.

4.8.1. Glicol (refrigerante).

El glicol causa la oxidación rápida del aceite y generalmente indica una fuga del sistema de enfriamiento, el aceite que está muy oxidado se vuelve pegajoso y forma lodos que tapan los filtros.

La contaminación de glicol en el aceite es inaceptable, los motores pueden resultar contaminados con refrigerante o glicol si se produce una fuga a causa de la ruptura de los empaques o tubos que contienen glicol.

4.8.2. Agua.

El agua puede contaminar un sistema si penetra del exterior por fugas o por el efecto de la condensación, cuando el agua se topa con el aceite reduce la capacidad lubricante del aceite y forma depósitos de lodo que pueden taponar los filtros, el agua pasa entre compartimientos muy cercanos puede crear zonas calientes, si el agua se calienta demasiado ocasiona pequeñas explosiones de vapor haciendo que el metal se fracture.

4.8.3. Combustible.

El combustible en el aceite del motor reduce sus propiedades lubricantes, teniendo en cuenta que la presencia de una pequeña cantidad de combustible es normal después del proceso de combustión.

La dilución del combustible generalmente es el resultado de periodos prolongados de funcionamiento en vacío, sincronización incorrecta, o problemas de los inyectores de combustible, las bombas o las cañerías de combustible.

4.9 Resultados de las muestras del aceite de la retroexcavadora de la UTN.

Caso 1: Presencia de silicio en el aceite del motor de la retroexcavadora de la UTN.

Motor: Diésel 4 tiempos

Serie: DJL03228

Grado de aceite: 15W40

Marca de aceite: Caterpillar

Horómetro: 1728 hr

Se cambió aceite: No

Marca: Caterpillar

lugar de trabajo: Ibarra

Tipo de fluido: CI-4

Horas de aceite: 228 hr

Se cambió filtros: No

MEJIA FRAGA DIEGO LEOPOLDO -D.M. DISTRIBUCION

IIASA **CAT**

CUENTE: MEJIA FRAGA DIEGO LEOPOLDO -D.M. DI
CLIENTE: MEJIA FRAGA DIEGO LEOPOLDO -D.M. DI
ORDEN DE TRABAJO:
SERIE COMPONENTE:
NUMERO DE EQUIPO: #IUTN
COMPONENTE: MOTOR
MODELLO DEL COMP:
FABRICANTE DEL COMP:
NUMERO DE SERIE: D10328
MAQUA: CATERPILLAR
CONTROLLAR:

MARCA: CATERPILLAR
MARCA/GRADO ACEITE: CAT/15W-40
TIPO DE FILTRO: C14
FECHA DE TERMINO:
NUMERO DE GARANTIA EXTENDIDA:
NUMERO DE GARANTIA DXT:

TIPO DE MUESTRA: ACEITE
LUGAR DE TRABAJO: IBARRA
NUMERO DE GARANTIA:
EXTENDIDA:

AV. Juan Tancza Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777
www.iiasacat.com

EL SILICIO ESTA FUERA DE PARAMETROS, LO QUE INDICA ENTRADA DE TIERRA AL MOTOR. LOS DEMAS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARAMETROS NORMALES. REVISE EL SISTEMA DE ADMISION DE AIRE (FILTRO DE AIRE ROTO O DEL SELLO DEL FILTRO EN MAL ESTADO). CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.

Seguimiento

Elementos de Elementos de Elementos de	Ca	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Mn	K	Mo	M	Y	Ce	Mg	Zn	P
5949-43294-8140	2	48	3	6	0	8	8	20	0	3	8	4	2664	324	1507	1326

Castiòn de acibeles
Castiòn de acibeles

ST	COE	NTT	SEK	W	A	F	VISO
68	5.2	7	24	N	N	N	-14.8

Ag = Plata, Al = Aluminio, B = Boro, Ca = Calcio, Co = Cobalto, Cr = Cromo, Cu = Cobre, Fe = Hierro, F = Fósforo, K = Potasio, Mg = Magnesio, Mn = Manganeso, Ni = Níquel, Pb = Plomo, Si = Silicio, Sn = Estaño, Ti = Titano, Zn = Zinc, S = Sulfuro, C = Carbono, N = Nitrógeno, E = Escoria, MT = Material, S = Sulfato, ST = Hierro, S.O.L. = Solubles, S.O. = Sulfato, S.O. = Nivel de Empresa, PCI = Índice de Calidad de Petrol, High = Alto, Low = Bajo, W = Hierro Total, Wt = Hierro Total, VISO = Índice de Viscosidad al 100°C, V40 = Índice de Viscosidad al 40°C, V1 = Índice de Viscosidad al 100°C.

Note: El propósito de este análisis es únicamente para detectar desgastes mayores. No debe entenderse como garantía expresa e implícita de que no ocurren averías u otros problemas.

MEJIA FRAGA DIEGO LEOPOLDO -D.M. DISTRIBUCIONES
MALDONADO 9-08 Y OVIEDO
IMBABURA, IBARRA

Figura 15. Resultado N° 1 de la máquina de la Universidad Técnica del Norte.

Problema: Al obtener los resultados del laboratorio, se constató presencia de silicio en el aceite fuera de los parámetros.

Causas: La presencia de silicio puede deberse a una entrada de tierra al motor, revisar el sistema de admisión de aire puede que el filtro esté roto o el sello del filtro se encuentre en mal estado.

Consecuencias: El silicio es el contaminante más destructivo que se encuentra en el medio ambiente en porcentajes altos, en los motores el silicio es abrasivo y ayuda al desgaste de las piezas sean fijas o móviles además el aceite se vuelve más viscoso y reduce las propiedades de los aditivos.

Recomendación: Verifique que los filtros y los empaques estén en buen estado, realizar un muestreo a intervalos normales para observar la tendencia.

Caso 2: El silicio continúa alto en la retroexcavadora de la UTN.

Motor: Diésel 4 tiempos

Serie: DJL03228

Grado de aceite: 15W40

Marca de aceite: Caterpillar

Horómetro: 1967 hr

Se cambió aceite: No


Marca: Caterpillar

lugar de trabajo: Ibarra

Tipo de fluido: CI-4

Horas de aceite: 67 hr

Se cambió filtros: No



IIASA CAT

Av. Juan Tanco Marengo Km.3
Guayaquil, Ecuador
593-4-3731777
www.iiasacat.com

MEJIA FRAGA DIEGO LEOPOLDO -D.M. DISTRIBUCION **CLIENTE:** MEJIA FRAGA DIEGO LEOPOLDO -D.M. DI

MALDONADO R-08 Y OVIEDO **NUMERO DE EQUIPO:** #7UTN

IMBABURA, IBARR **COMPONENTE:** MOTOR

TIPO DE MUESTRA: ACEITE **FECHA DE MUESTREO:** 14/11/2018

NUMERO DE GARANTIA: EXTENSIVA

ORDEN DE TRABAJO:

SERIE COMPONENTE:

MODELO DEL COMP.:

FABRICANTE DEL COMP.:

CONTROL LAR:

MARCA/MODELO ACEITE: CAT/15W-40

TIPO DE FILTRO: Q14

FECHA DE TERMINO:

SUMARIO GARANTIA EXT:

Seguimiento

EL SELICO ESTA FUERA DE PARAMETROS, LO QUE INDICA ENTRADA DE TIERRA AL MOTOR. LOS DEMAS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARAMETROS NORMALES. REVISO EL SISTEMA DE ADMISION DE AIRE FILTRO EN MAL ESTADO. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.

Seguimiento

EL SELICO CONTINUA ALTO, LO QUE INDICA ENTRADA DE TIERRA AL MOTOR. LOS DEMAS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARAMETROS NORMALES. REVISO EL SISTEMA DE ADMISION DE AIRE FILTRO EN MAL ESTADO. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.

Elementos de Análisis	Ca	Pb	Cr	Al	Pb	Sn	Bn	Bi	Na	K	Mo	Mn	Y	Cs	Mg	Zn	P
834B-4329S-1R18	2	48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R48-44-0731131	0	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Gración Especifica	ST	COB	MT	PKA	W	A	F	V500
848-4329S-1R18	81	12	7	24	N	N	N	14.8
R48-44-0731131	24	11	1	21	N	N	N	14.0

MALDONADO R-08 Y OVIEDO
IMBABURA, IBARR

Figura 16. Resultado N° 2 de la máquina de la Universidad Técnica del Norte.

Problema: Al obtener los resultados del laboratorio, se constató que la presencia de silicio en el aceite sigue alto.

Causas: La presencia de silicio puede deberse a una entrada de tierra al motor, revisar el sistema de admisión de aire puede que el filtro esté roto o el sello del filtro se encuentre en mal estado.

Consecuencias: El silicio es el contaminante más destructivo que se encuentra en el medio ambiente en porcentajes altos, en los motores el silicio es abrasivo y ayuda al desgaste de las piezas sean fijas o móviles además el aceite se vuelve más viscoso y reduce las propiedades de los aditivos.

Recomendación: Cambiar los filtros de aire, revisar que los empaques estén en buen estado y realizar un muestreo a intervalos normales cada 200 a 250 horas para observar la tendencia.

Caso 3: Los valores internos del sistema están normales.

Motor: Diésel 4 tiempos

Serie: DJL03228

Grado de aceite: 15W40

Marca de aceite: Caterpillar

Horómetro: 2217 hr

Se cambió aceite: Si

Marca: Caterpillar

lugar de trabajo: Ibarra

Tipo de fluido: CI-4

Horas de aceite: 250 hr

Se cambió filtros: Si

Diagnóstico: Al obtener los resultados del laboratorio, se observó que las condiciones del aceite están dentro de los rangos permitidos.

Causas: El motor se encuentra trabajando dentro de los parámetros normales.

Recomendación: Prolongar el periodo de uso del lubricante puede afectar el desgaste, revisar constantemente el sistema de admisión de aire, seguir muestreando a intervalos normales.

4.10. Informe del estado del motor de la retroexcavadora 420E de la Universidad Técnica del Norte.

La retroexcavadora Caterpillar 420 E de la Universidad Técnica del Norte con un número de serie DJL03228 que ha estado utilizando un aceite multigrado 15 W 40 de tipo CI-4, luego de haberle practicado varios muestreos de aceite se puede dar cuenta que su estado es normal, pero con los datos obtenidos de los análisis se menciona que la máquina presenta presencia de silicio lo que dice que está siendo contaminada con polvo en el motor, diagnosticando fallas como filtros de aire en mal estado o rotos.

El motor de la retroexcavadora se encuentra en buenas condiciones, pero los filtros de aire están averiados permitiendo el paso de partículas de polvo hacia el interior del motor, una vez analizado e interpretado los resultados se llega a una conclusión, el desgaste del motor se encuentran dentro de los parámetros expuestos por la Empresa IIASA CATERPILLAR.

Una vez obtenidos los resultados de los análisis de aceite se procede a inspeccionar cual es la causa del problema para dar una solución correcta a la retroexcavadora.



Figura 18. Revisando los filtros de aire.

La causa que se encontró es que el filtro de aire se halló en mal estado ocasionando la entrada de impurezas tales como tierra o silicio, se procede a cambiar el filtro de aire y luego se realiza una toma de aceite para enviarlo a examinar en los laboratorios.



Figura 19. Verificando las entradas de aire.

Una vez realizadas las respectivas correcciones de falla del motor, se observa que la máquina de la universidad Técnica del Norte está trabajando dentro de los parámetros establecidos por la empresa Caterpillar, por lo cual se procede a extraer muestras de aceite a una maquinaria que trabaja con las mismas características pero cumplen diferentes tipos de labor, trabaja las 24 horas del día y tiene mayor riesgo de

sufrir un desgaste excesivo ocasionando un mantenimiento correctivo que lleve a la pérdida de tiempo y dinero.

4.11 Resultados de las muestras de aceite de una máquina deteriorada.

Caso 1: Desgaste de camisas, cojinetes y anillos del pistón.

Motor: Diésel 4 tiempos

Marca: Caterpillar

Serie: PTB00405

lugar de trabajo: Quito

Grado de aceite: 15W40

Tipo de fluido: CI-4

Marca de aceite: Caterpillar

Horómetro: 7311 hr

Horas de aceite: 250 hr

Se cambió aceite: No

Se cambió filtros: No

Problema: Al obtener los resultados del laboratorio, se observó que existe desgaste de camisas, anillos del pistón y de cojinetes, además el hollín, sulfatación y oxidación están altos.

Causas: Existe presencia de contaminantes externos e internos que ayudan al desgaste de los componentes del motor, entre ellos están silicio, hierro, cromo, aluminio y plomo.

Consecuencias: Los contaminantes abrasivos se encuentran en porcentajes elevados, el aceite tiene una viscosidad alta, los aditivos han disminuido y los filtros están taponados.

Recomendación: Revisar la temperatura de operación del motor, el sistema de admisión de aire, el ajuste del sistema de inyección de combustible, la presión de los gases del cárter, la presión del sistema de lubricación, se debe tomar otra muestra lo antes posible.



IIASA-QUITO
 Jose Vivarco L.
 PANAMERICANA NORTE KM 7.5
 QUITO, PICHU
 FAX: 2470882
 FONDO: 2470882
 TIPO DE MUESTRA : ACEITE

CLIENTE : HERDOIZA CRESPO CONST.
 NÚMERO DE EQUIPO: EXC-121
 COMPONENTE : MOTOR
 NÚMERO DE SERIE : PTB00405
 MARCA : CATERPILLAR
 MODELO : 336DL
 LUGAR DE TRABAJO : DINAMOMETRO QUITO
 NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA :

ORDEN DE TRABAJO : ZW15081
 SERIE COMPONENTE :
 MODELO DEL COMP. :
 FABRICANTE DEL COMP. :
 # CONTROL LAB : CAT/15W-40
 MARCA GRADO ACEITE: CAT/15W-40
 TIPO DE FLUIDO : CI-4
 FECHA DE TERMINO :
 NÚMERO GARANTÍA EXT :

Av. Juan Tanca Marengo Km.3
 Guayaquil, Ecuador
 593-4-3731777
 www.iiasacat.com

EL HIERRO, CROMO, ALUMINIO Y PLOMO SE HAN INCREMENTADO, LO QUE INDICA UN POSIBLE DESGASTE DE CAMISAS, ANILLOS DEL PISTÓN Y DE COJINETES. EL HOLLÍN, SULFATACION Y OXIDACION ESTÁN ALTOS. REVISE LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN DEL MOTOR, EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE, EL AJUSTE DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE, LA CALIDAD DEL COMBUSTIBLE UTILIZADO, LA PRESIÓN DE LOS GASES DEL CARTER, LA PRESIÓN DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN, TOME UNA MUESTRA NUEVA LO ANTES POSIBLE PARA OBSERVACIÓN.

Urgente

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mn	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P
R440-44178-0078	15	90	4	5	19	1	8	1	0	0	1	0	3141	380	1706	1289

Condición de asfalta / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	W	A	F	PFC	V100	ISO	4µ	6µ	10µ	14µ	18µ	21µ	38µ	50µ
R440-44178-0078	82	22	10	46	N	N	N	14.9									

Ag = Plata, Al = Aluminio, B = Boro, Ca = Calcio, Cr = Cromo, Cu = Cobre, Fe = Hierro, P = Fósforo, K = Potasio, Mg = Magnesio, Mo = Molibdeno, Na = Sodio, Ni = Niquel, Pb = Plomo, Si = Silicio, Sn = Estaño, Ti = Titanio, Zn = Zinc, A = Antirongante, F = Combustible, W = Agua, P = Positivo, N = Negativo, OXI = Oxidación, OLI = Nivel de limpieza, ISO = Sulfatación, ISO = Nivel de limpieza, PCI = Índice de Cuantificador de Partículas, NAVY = Agua salada, FL PT = Punto álgido, TAN = Número Total Ácido, TBN = Número Total Básico, HCO = Kant Filter, V100 = Viscosidad a 100°C, V40 = Viscosidad a 40°C, VI = Índice de Viscosidad

Nota: El propósito de este análisis es únicamente para detectar desgastes mecánicos. No debe entenderse como garantía expresa o implícita de que no ocurra una falla del equipo o alguno de sus componentes.

Figura 20. Resultado N° 1 de una máquina deteriorada.

Caso 2: Presencia de combustible.

Motor: Diésel 4 tiempos

Serie: PTB00405

Grado de aceite: 15W40

Marca de aceite: Caterpillar

Horómetro: 7327 hr

Se cambió aceite: No

Marca: Caterpillar

lugar de trabajo: Quito

Tipo de fluido: CI-4

Horas de aceite: 250 hr

Se cambió filtros: No

Problema: Al obtener los resultados del laboratorio, la muestra de aceite presentó alto contenido de combustible diésel.

Causas: Esto se debe a fugas por la bomba de combustible, averías en las cañerías, inyectores en mal funcionamiento.

Consecuencias: El aceite pierde viscosidad, reduciendo la propiedad de lubricar, aumentando el desgaste en cojinetes de bancada y biela.

Recomendación: Revisar y realizar un mantenimiento en el circuito del combustible, tomar una muestra luego de haber dado el mantenimiento.



IIASA-QUITO
 Jose Vivanco L.
 PANAMERICANA NORTE KM 7.5
 QUITO, PICHU

FAX: 2470882
 FON: 2470882

TIPO DE MUESTRA: ACEITE

CLIENTE: HERDOIZA CRESPO CONST.
 NÚMERO DE EQUIPO: EXC-121
 COMPONENTE: MOTOR
 NÚMERO DE SERIE: PTE00405
 MARCA: CATERPILLAR
 MODELO: 336DL
 LUGAR DE TRABAJO: DINAMOMETRO QUITO
 NÚMERO DE GARANTÍA EXTENDIDA:

ORDEN DE TRABAJO: 2W15051
 SERIE COMPONENTE:
 MODELO DEL COMP.:
 FABRICANTE DEL COMP.:
 # CONTROL LAB.:
 MARCA GRADO ACEITE: CAT/15W-40
 TIPO DE FLUIDO: CI-4
 FECHA DE TERMINO:
 NÚMERO GARANTÍA EXT:

Av. Juan Tanca Marengo Km.3
 Guayaquil, Ecuador
 593-4-3731777
 www.iiasacat.com

EL HIERRO, CROMO, ALUMINIO Y PLOMO SE HAN INCREMENTADO, LO QUE INDICA UN POSIBLE DESGASTE DE CAMISAS, ANILLOS DEL PISTÓN Y DE COJINETES. EL HOLLIN, SULFATACION Y OXIDACION ESTAN ALTOS. REVISE LA TEMPERATURA DE OPERACION DEL MOTOR, EL SISTEMA DE ADMISION DE AIRE, EL AJUSTE DEL SISTEMA DE INYECCION DE COMBUSTIBLE, LA CALIDAD DEL COMBUSTIBLE UTILIZADO, LA PRESION DE LOS GASES DEL CARTER, LA PRESION DEL SISTEMA DE LUBRICACION. TOMA UNA MUESTRA NUEVA LO ANTES POSIBLE PARA OBSERVACION.

EXCESIVA CONTAMINACION POR COMBUSTIBLE EN LA MUESTRA DE ACEITE LO QUE HA DISMINUIDO LA VISCOSIDAD, ESTO DISMINUYE LA PELICULA DE LUBRICACION Y PUEDE CAUSAR FALLAS MAYORES. CORTO E INSPECCIONA LOS FILTROS DE ACEITE?. LOCALICE Y ELIMINE LA CAUSA DE LA CONTAMINACION POR COMBUSTIBLE ANTES DE QUE AFECTE AL DESGASTE DEL MOTOR. REVISE POR FUGAS EN LOS INYECTORES, BOMBA DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE, SELLOS. PARE LA UNIDAD Y REALICE UNA EVALUACION TECNICA.

Elementos de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mn	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P
R440-44178-0078	15	90	4	5	19	1	8	1	0	0	1	0	3141	380	1708	1289
R440-44253-0017	4	15	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	1492	192	919	713

Condición de aceite / Coliseo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	PFC	V100	ISO	4µ	6µ	10µ	14µ	18µ	21µ	38µ	50µ	
R440-44178-0078	82	22	10	46	N	N	N	N	14.9										
R440-44253-0017	9	8	6	22	N	N	N	P	48.82	5.0									

Ag = Plata, Al = Aluminio, B = Boro, Ca = Calcio, Cr = Cromo, Cu = Cobre, Fe = Hierro, P = Fósforo, K = Potasio, Mg = Magnesio, Mn = Molibdeno, Na = Sodio, Ni = Níquel, Pb = Plomo, Si = Silicio, Sn = Estaño, Ti = Titanio, Zn = Zinc, A = Antironguante, F = Combustible, W = Agua, P = Positivo, N = Negativo, E = Exosativo, NIT = Nitración, OXI = Oxidación, ST = Hollin, SUL = Sulfatación, ISO = Nivel de limpieza, PFI = Índice de Quantificador de Partículas, NSIV = Agua salada, FLPI = Punto álgido, TAN = Número Total de Ácido, TBN = Número Total Básico, HCO = Karl Fisher, V100 = Viscosidad a 100°C, V40 = Viscosidad a 40°C, VI = Índice de Viscosidad

Nota: El propósito de este análisis es únicamente para detectar desgastes mecánicos. No debe entenderse como garantía expresa o implícita de que no ocurra una falla del equipo o alguno de sus componentes.

Figura 21. Resultado N° 2 de una máquina deteriorada.

4.11.1 Estado del motor deteriorado.

Se puede observar que el motor Caterpillar de serie PTB00405 perteneciente a la empresa HERDOIZA CRESPO CONSTRUCTORES ha estado usando aceite 15w-40 multigrado, la maquinaria se encuentra trabajando en la ciudad de Quito provincia de Pichincha, esta máquina estuvo trabajando las 24 horas del día, se le ha practicado varios muestreos de aceite detectando partículas de hierro, cromo, aluminio y plomo lo que indica que existe desgaste de camisas del cilindro, anillos de pistón o émbolo y de cojinetes, además existe presencia de hollín, sulfatación y oxidación mostrando que la máquina se encuentra trabajando en elevadas temperaturas, con problemas de presión del sistema de lubricación, presión de los gases del cárter.

Realizando un muestreo después de 250 horas los resultados son interpretados, revelando una excesiva contaminación de combustible en el aceite haciendo que la viscosidad disminuya, esto hace que la película de lubricación sea mínima ocasionando un desgaste prematuro del motor, el combustible ingresa al motor por fallas de sellos o empaques, la bomba de combustible en malas condiciones o por fugas de los inyectores.

Para dar solución a los problemas presentados por hollín, sulfatación, y oxidación se procedió a calibrar meticulosamente la bomba de combustible, ya que de esta depende en gran mayoría el funcionamiento de un motor diésel y a su vez una correcta calibración sirve para cumplir su función adecuadamente.

Los problemas presentados en desgaste como camisas del cilindro, anillos de pistón o émbolo y de cojinetes se procedió al desmontaje íntegro del motor para corregir fallas y averías, dejando así al motor en funcionamiento nuevamente.



IIASA-QUITO
 Jose Vivanco L.
 PANAMERICANA NORTE KM 7.5
 QUITO, PICHÍ

CLIENTE : HERDOIZA CRESPO CONST.
 ORDEN DE TRABAJO : 2W15091

NÚMERO DE EQUIPO : EXC-121
 COMPONENTE : MOTOR
 NÚMERO DE SERIE : PTB00405

SERIE COMPONENTE :
 MODELO DEL COMP. :
 FABRICANTE DEL COMP. :

FECHA : 24/08/22
 LUGAR DE TRABAJO : DINAMIOMETRO QUITO

TIPO DE MUESTRA : ACEITE

AV. Juan Tanco Marengo Km.3
 Guayaquil, Ecuador
 593-4-3731777
 www.iiasacat.com

EL HIERRO, CROMO, ALUMINIO Y PLOMO SE HAN INCREMENTADO, LO QUE INDICA UN POSIBLE DESGASTE DE CAMISAS, ANILLOS DEL PISTÓN Y DE COJINETES. EL HOLLIN, SULFATACION Y OXIDACION ESTÁN ALTOS. REVISE LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN DEL MOTOR, EL SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE, EL AJUSTE DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE, LA CALIDAD DEL COMBUSTIBLE UTILIZADO, LA PRESIÓN DE LOS GASES DEL CARTER, LA PRESIÓN DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN. TOME UNA MUESTRA NUEVA LO ANTES POSIBLE PARA OBSERVACIÓN.

EXCESIVA CONTAMINACIÓN POR COMBUSTIBLE EN LA MUESTRA DE ACEITE LO QUE HA DISMINUIDO LA VISCOSIDAD. ESTO DISMINUYE LA PELÍCULA DE LUBRICACIÓN Y PUEDE CAUSAR FALLAS MAYORES. CORTO E INSPECCIONA LOS FILTROS DE ACEITE?, LOCALICE Y ELIMINE LA CAUSA DE LA CONTAMINACIÓN POR COMBUSTIBLE ANTES DE QUE AFECTE AL DESGASTE DEL MOTOR. REVISE POR FUGAS EN LOS INYECTORES, BOMBA DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLE, SELLOS. PARE LA UNIDAD Y REALICE UNA EVALUACIÓN TÉCNICA.

LOS VALORES QUE INDICAN EL DESGASTE INTERNO DEL MOTOR SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARÁMETROS NORMALES EN ESTA MUESTRA DE LÍNEA BASE. LAS CONDICIONES DEL ACEITE ESTÁN DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS. CONTINUE MUESTREANDO A INTERVALOS NORMALES PARA OBSERVAR LA TENDENCIA.

Urgente

Urgente

Normal

Elemento de desgaste (ppm)	Cu	Fe	Cr	Al	Pb	Sn	Si	Na	K	Mo	Ni	V	Ca	Mg	Zn	P
R440-44178-0078	15	90	4	5	19	1	8	1	0	0	1	0	3141	380	1708	1289
R440-44293-0017	4	15	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	1492	192	919	713
R440-44296-0009	6	12	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2120	231	1432	1087

Condición de aceite / Conteo Partículas	ST	OXI	NIT	SUL	W	A	F	PFC	V100	ISO	4µ	6µ	10µ	14µ	19µ	21µ	38µ	50µ	
R440-44178-0078	82	22	10	46	N	N	N	N	14.9										
R440-44293-0017	9	8	6	22	N	N	P	48.82	5.0										
R440-44296-0009	0	10	5	22	N	N	N		13.2	20/13	36096	5735	310	64	27	15	5	2	

Nota: El propósito de este análisis es únicamente para detectar desgastes mecánicos. No debe entenderse como garantía expresa o implícita de que no ocurra una falla del equipo o alguno de sus componentes.

Ag = Plata, Al = Aluminio, B = Boro, Ca = Calcio, Cr = Cromo, Cu = Cobre, Fe = Hierro, P = Fósforo, K = Potasio, Mg = Magnesio, Mo = Molibdeno, Na = Sodio, Ni = Níquel, Pb = Plomo, Si = Silicio, Sn = Estaño, Ti = Titanio, Zn = Zinc, A = Antirringearante, F = Combustible, W = Agua, P = Positivo, N = Negativo, E = Excesivo, NT = Nitración, OXI = Oxidación, ST = Hollin, SUL = Sulfatación, ISO = Nivel de limpieza, POI = Índice de Cuantificador de Partículas, NSV = Agua salada, FLPT = Punto álgido, TAN = Número Total de Ácido, TBN = Número Total Básico, HCO = Kant Filter, V100 = Viscosidad a 100°C, V40 = Viscosidad a 40°C, V = Índice de Viscosidad

Figura 22. Resultado N° 3 de una máquina deteriorada.

Al obtener los resultados de la maquinaria perteneciente a la constructora Herdoiza Crespo se procede a realizar un cuadro comparativo dependiendo del lugar y tiempo de trabajo que cada una de las máquinas anteriormente mencionadas vienen realizando día a día, ayudando al mantenimiento de las mismas, para facilitar la responsabilidad de las personas que se encuentran a cargo de una labor, es importante que las máquinas estén en óptimas condiciones antes de emprender una significativa tarea.

Tabla 4. Retroexcavadora perteneciente a la Universidad Técnica del Norte.

Características	Maquinaria de la Universidad Técnica de Norte.	Lugar, horas y tipos de trabajos realizados.	Resultados obtenidos
Marca	Caterpillar	La retroexcavadora de la Universidad Técnica del Norte se encuentra trabajando dentro de los campos pertenecientes a la institución, realizando diferentes tipos de trabajo cumpliendo un tiempo de 8 horas diarias de labor.	Los resultados indican que los valores internos de desgaste del motor están dentro de los parámetros establecidos por la empresa Caterpillar, las condiciones del aceite se encuentran dentro del rango permitido.
Motor	Diésel 4 tiempos		
Serie	Djl03228		
Tipo de fluido	Ci-4		
Grado de aceite	15w40		
Marca de lubricante	Caterpillar		
Lugar de trabajo	Ibarra		

Tabla 5. Maquinaria perteneciente a la Constructora Herdoiza Crespo.

Características	Maquinaria Perteneciente a Herdoiza Crespo.	Lugar, horas y tipos de trabajos realizados.	Resultados obtenidos
Marca	Caterpillar	La maquinaria perteneciente a la empresa constructora se encuentra laborando las 24 horas del día dentro del campo de la construcción, realizando trabajos duros hasta alcanzar su objetivo en menor tiempo.	Los resultados obtenidos indican que los valores internos de desgaste del motor están fuera de los parámetros establecidos por la empresa Caterpillar, el aceite se encuentran contaminado con combustible lo cual ayuda al desgaste excesivo del motor.
Motor	Diésel 4 tiempos		
Serie	Ptb00405		
Tipo de fluido	Ci-4		
Grado de aceite	15w40		
Marca de lubricante	Caterpillar		
Lugar de trabajo	Quito		

CAPÍTULO V

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones.

Los análisis del lubricante del motor se encuentran dentro de un programa de mantenimiento predictivo por lo cual se debe realizar una interpretación adecuada, basada en una guía de desgaste del motor.

Los reportes obtenidos de las dos maquinarias, nos permitió realizar un cuadro comparativo de resultados para el mejor entendimiento de las posibles causas que pueden ocurrir según el lugar, el tiempo y las condiciones de trabajo.

El aceite de motor que se utiliza en la gallineta de la Universidad Técnica del Norte es el adecuado para su funcionamiento porque tiene los aditivos necesarios para cubrir las necesidades realizadas en un largo periodo y en distintas condiciones de trabajo.

Luego de haber practicado varios análisis al motor de la retroexcavadora 420-E perteneciente a la Universidad Técnica del Norte, se estableció que la máquina presenta partículas de silicio ya que trabaja en condiciones de polvo o tierra excesiva, teniendo en cuenta que los filtros de aire, sellos y el cuerpo de admisión de aire se han revisado anteriormente.

Se realizó una cadena de pruebas a una máquina que se encontraba trabajando en la ciudad de Quito la cual presentaba presencia de combustible en el lubricante reduciendo la viscosidad del mismo, esto se debió a que los inyectores estaban en mal estado al igual que la bomba de transferencia de combustible.

6.2. Recomendaciones.

Es necesario realizar un muestreo cada 250 horas o cada cambio de lubricante en los diferentes sistemas auxiliares tales como son tren de rodaje, sistema hidráulico, sistema de refrigeración y motor.

Dar la importancia debida a los resultados de análisis, ya que de esto depende el buen desempeño del motor, en ocasiones, por desconocimiento los resultados son ignorados, presentándose serias averías en los motores que pudieron evitarse con un mantenimiento preventivo o una acción correctiva.

Enseñar y dar a conocer la importancia y mejorías que permite alcanzar los análisis del aceite usado, en áreas de mantenimiento, ahorro de tiempo y dinero.

Dar charlas técnicas a personas afines con el mantenimiento de motores, para que puedan realizar interpretaciones adecuadas de resultados, tomar medidas con la seguridad y garantía acerca de temas como duración de la vida útil tanto del lubricante como de filtros, adecuado plan y control de mantenimiento.

A las personas interesadas en realizar este tipo de análisis en los lubricantes de motores diésel, buscar nuevas metodologías que les permitan determinar aún con mayor exactitud las características físicas como químicas de los distintos lubricantes empleados por estas máquinas.

A la Universidad Técnica del Norte conjuntamente con la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz implementen laboratorios de análisis para los distintos sistemas de los motores para evitar la contaminación ambiental y mejorar las condiciones de trabajo de estas importantes y costosas máquinas.

Bibliografía

- ALONSO, J. M. (1995). *SISTEMAS AUXILIARES DEL MOTOR*. THOMSON.
- ARMANDO, A. C. (2004). *MAQUINARIA Y MECANIZACIÓN AGRÍCOLA*. SAN JOSÉ: UENED.
- CALLEJA, D. G. (2011). *MOTORES: TRANSPORTE Y MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS, ELECTROMECAÁNICA DE VEHÍCULOS*. MADRID: PARANINFO.
- CATERPILLAR. (2009). MANTENIMIENTO PREVENTIVO. *Guía para la Administración de Motores*, 6-10.
- DAVID, G. C. (2012). *MOTORES TÉRMICOS Y SUS SISTEMAS AUXILIARES*. MADRID: PARANINFO.
- FRANCISCO, P. M. (2002). *LA TRIBOLOGÍA, CIENCIA Y TÉCNICA PARA EL MANTENIMIENTO*. MÉXICO: ED, LIMUSA.
- GIL MARTÍNEZ, H. (2012). *MANUAL PRÁCTICO DE AUTOMÓVIL, REPARACIÓN, MANTENIMIENTO Y PRÁCTICAS*. GRUPO CULTURAL.
- IIASA, C. (2014). *Lubricación*. (J. Vivanco, Intérprete) Ibarra, Imbabura, Ecuador.
- JOAQUÍN, S. M.-P.-S. (2007). *MANTENIMIENTO MECÁNICO DE MÁQUINAS*. CASTELLO DE LA PLANA: ED, UJ.
- MANUEL, A. P. (2009). *TÉCNICAS DEL AUTOMÓVIL: MOTORES*. MADRID : PARANINFO S.A.
- OSCAR, V. R. (2008). *MANUAL DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS TOMO 3*. ALFAOMEGA.
- Palate, G. L. (2009). *¿Qué es viscosidad?* Argentina: El Cid Editor.
- PEREIRA SEGADOR, I., & GONZALES MOLINA, P. (2013). *FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE TRACTORES FORESTALES*. MAD.
- Ramón, A. A. (2013). *Tribología y lubricación industrial y automotriz*. Bucaramanga: Talleres Gráficos de Litochoa.

RODRIGUEZ MELCHOR, J. C. (2012). *MANTENIMIENTO DE SISTEMAS AUXILIARES DEL MOTOR CICLO OTTO*. IC EDITORIAL.

VALBUENA RODRIGUEZ, O. (2008). *MANUAL DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE VEHÍCULOS TOMO 2*. ALFAOMEGA.

VICENTE, F. G.-A. (2003). *TECNOLOGÍA DE MATERIALES*. VALENCIA: ED, UPV.

ANEXOS

Anexos N° 1.- Diseño de la cartilla para la correcta interpretación de los contaminantes externos.

PASOS PARA TOMAR UNA MUESTRA DE ACEITE

 Paso 1: Medir la varilla con la manguera para tener un buen alcance del aceite.

 Paso 2: Introducir la manguera por el orificio de la varilla medidora de aceite.

 Paso 3: Acoplar el frasco esterilizado a la bomba de vacío evitando la contaminación.

 Paso 4: Empezar a generar vacío para que el aceite sea succionado hacia el frasco.



**GUÍA PARA INTERPRETAR
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS
DE ACEITE DE MOTOR**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Educación,
Ciencia y Tecnología.

Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

Cristian Andrés
Mejía Chiriboga

Diseño exterior de la cartilla para la interpretación de contaminantes externos.

ANÁLISIS DE ACEITE

El análisis consiste en la realización de un test físico-químico en el aceite con el fin de determinar si el lubricante se encuentra en condiciones de ser empleado, o si debe ser cambiado, se le conoce también como mantenimiento predictivo, es la mejor manera de predecir en qué estado se encuentra el motor y el estado en que se encuentra el aceite, en si nos muestra todos los problemas que tienen que ver con desgaste, partículas y sustancias extrañas a los componentes del aceite.

NOMENCLATURA DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA



- | | |
|---------------------------|--------------------------------|
| 1. Colector de admisión | 8. Medidor del nivel de aceite |
| 2. Árbol de levas | 9. Cilindro |
| 3. Empujadores | 10. Inyección |
| 4. Inyector | 11. Filtro de aceite |
| 5. Válvulas | 12. Cigüeñal |
| 6. Correa de distribución | 13. Cáster de aceite |
| 7. Pistón | 14. Biela |

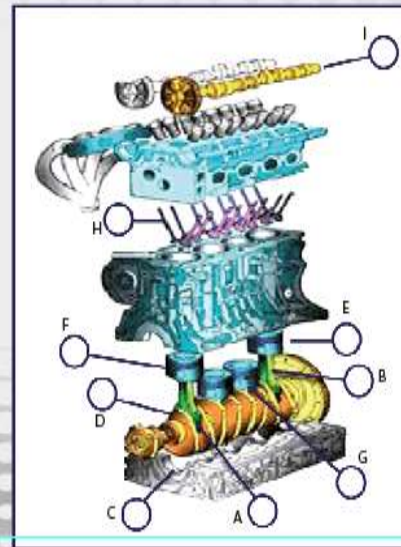
CONTAMINANTES INTERNOS

INSTRUCCIONES

1. Marque el círculo del contaminante a la derecha
2. La ilustración a la derecha resalta los lugares de donde proviene el contaminante.
3. En el listado vertical, localice las opciones relacionadas con los posibles elementos de desgaste.



- A. CIGUEÑAL**
- B. BIELA**
- C. COJINETES DEL CIGUEÑAL**
- D. COJINETES DE BIELA**
- E. SEGMENTOS**
- F. EJE DEL PISTÓN O ÉMBOLO**
- G. PISTÓN**
- H. VÁLVULAS**
- I. ÁRBOL DE LEVAS**



Diseño exterior de la cartilla para la interpretación de contaminantes internos.

Anexos 3. Fotografías trabajo práctico.



Retroexcavadora antes de empezar a realizar los muestreos.



Preparando los materiales de toma de muestras.



Realizando la respectiva limpieza del motor para que no exista contaminación en la muestra de aceite.



Introduciendo la manguera por la cabeza de la bomba de vacío.



Calculando el tamaño de la varilla medidora de aceite



Implantando la manguera hacia el interior del cárter para realizar la extracción de aceite.



Implantando la manguera hacia el interior del cárter para realizar la extracción de aceite.



Abriendo cuidadosamente el frasco para unir a la bomba de extracción.



Uniendo el frasco esterilizado a la bomba de vacío.



Recepción de muestras en los laboratorios de IIASA CATERPILLAR.



Ingresando al historial individual de cada maquinaria.



Obteniendo resultados de los análisis de aceite.



Limpiado el motor para realizar la toma de muestras de aceite.



Realizando el muestreo de aceite a la gallineta de la UTN.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100370780-7		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Mejía Chiriboga Cristian Andrés		
DIRECCIÓN:	Ibarra, La Bola Amarilla		
EMAIL:	cristian.mejia_1991@outlook.com		
TELÉFONO FIJO:	062-600 782	TELÉFONO MÓVIL	0996457772

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DEL MOTOR EN BASE DEL ESTUDIO DEL LUBRICANTE, PARA UNA GALLINETA CATERPILLAR 416E"
AUTOR (ES):	Mejía Chiriboga Cristian Andrés
FECHA: AAAAMMDD	2015/07/22
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz.
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Carlos Mafla.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Mejía Chiriboga Cristian Andrés, con cédula de identidad Nro. 100370780-7, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 22 días del mes Julio del 2015

EL AUTOR:

(Firma).....
Nombre: Mejía Chiriboga Cristian Andrés
C.C. 100370780-7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Mejía Chiriboga Cristian Andrés, con cédula de identidad Nro. 100370780-7 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado titulado: " **ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DEL MOTOR EN BASE DEL ESTUDIO DEL LUBRICANTE, PARA UNA GALLINETA CATERPILLAR 416E** " que ha sido desarrollada para optar por el Título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 22 días del mes de Julio de 2015

(Firma)
Nombre: Mejía Chiriboga Cristian Andrés
Cédula: 100370780-7