

**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ANÁLISIS DE
ACEITES PARA MOTORES DIESEL PARA LA
ORGANIZACIÓN TERPEL S.A.**

**RICARDO ANTONIO RAMÍREZ HADECHINE
JESÚS EDUARDO ALVARADO ECHEVERRÍA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2.005

**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ANÁLISIS DE
ACEITES PARA MOTORES DIESEL PARA LA
ORGANIZACIÓN TERPEL S.A.**

**RICARDO ANTONIO RAMÍREZ HADECHINE
JESÚS EDUARDO ALVARADO ECHEVERRÍA**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

Director

JORGE LUIS CHACÓN

Ingeniero Mecánico

LUZ ÁNGELA ACOSTA

Ingeniera Química

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2.005

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por la sabiduría y el conocimiento,
A mi toda familia por su apoyo incondicional,
A las personas que hicieron posible mi estadía en Bucaramanga,
A mis amigos por su valiosa ayuda en las necesidades.

Jesús Eduardo Alvarado Echeverría.

DEDICATORIA

A Dios por ser hacedor de todas las cosas,
A mi familia su apoyo constante y desinteresado,
A mis amigos por ayudarme a caminar.

Ricardo Antonio Ramírez Hadechine.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermanos por su apoyo innegable e invaluable.

A Jorge Luis Chacón, ingeniero mecánico, director del proyecto, por su respaldo, confianza y colaboración.

A Luz Ángela Acosta, ingeniera química, ingeniera de lubricación de la Organización TERPEL S.A. división Fábrica de Lubricantes, por su apoyo, conocimiento y colaboración plena.

A la señora Carmen Barajas, por su paciencia y apoyo.

A todos mis amigos por su ayuda en todas circunstancias.

Jesús Eduardo Alvarado Echeverría.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia pero en especial a Sara Hadechiny mi madre,

A Jorge Luis Chacón, ingeniero mecánico, director del proyecto, por su respaldo, confianza y colaboración.

A Luz Ángela Acosta, ingeniera química, ingeniera de lubricación de la Organización TERPEL S.A. división Fábrica de Lubricantes, por su apoyo, conocimiento y colaboración plena

A todos mis amigos de siempre y para siempre.

Ricardo Antonio Ramírez Hadechine.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS GENERALES	4
1.1. Sistemas Expertos	4
1.1.1. Componentes del Sistema Experto	5
1.2. Generalidades sobre Bases de Datos	10
1.2.1. Funciones de la Base de Datos	13
1.2.2. Componentes de la Base de Datos	13
1.2.3. Tipos de Bases de Datos	14
1.3. Detalles sobre las Pruebas de Análisis de Lubricantes	17
1.3.1. Viscosidad	17
1.3.2. Análisis de Contenido de Agua en la Muestra	22
1.3.3. TBN	25
1.4. Espectrometría	26
1.4.1. Espectrometría por Plasma Inductivo ICP	27
1.4.2. Espectrometría Infraroja (IR)	30
1.4.3 Espectrometría de Absorción Atómica	35
2. Diagnóstico, Valoración de la Información y Evaluación de los Límites de Desgaste Máximos en los Motores Diesel	37
2.1. Diagnóstico y Valoración de la Información Almacenada con Anterioridad en la Organización TERPEL S.A.	37
2.1.1. Introducción	37
2.1.2. Resultado del Diagnóstico y la Valoración de la Información	39
2.1.2.1. Características de las Tendencias Normales de Desgaste de los	

Elementos Metálicos	40
2.1.2.2. Partículas Metálicas de Desgaste	44
2.1.2.3. Contaminantes Presentes en el Aceite	49
2.1.2.4. Relación entre Sílice y Aluminio debido a la Admisión de Polvo por el Sistema de Alimentación de Aire	53
2.2. Evaluación de los Límites de Desgaste Máximos en los Motores Diesel	60
2.2.1. Límites Condensatorios	60
3. PROCESO DE DISEÑO DE LA BASE DE DATOS	65
3.1 Desarrollo de las Tablas de la Base de Datos	66
3.2 Diagrama Identidad-Relación	68
4. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	70
4.1. Franjas de Evaluación para Determinar la Tendencia de Desgaste de los Componentes del Motor	70
4.2. Criterio de Evaluación	73
4.3. Valor Previo	75
4.4. Obtención de los Valores Puntuales de los Diferentes Parámetros	75
4.5. Desviación Estándar	76
4.6. Comparación de los Valores Puntuales y de Pendiente con la Base de Conocimiento	78
4.6.1. Condición del Aceite	79
4.6.2. Desgaste Metálico	88
5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA AL MOTOR DIESEL CUMMINS L10 280 DE LA EMPRESA METROCONCRETO S.A.	95
5.1 Especificaciones motor Cummins L10 280	95
5.2 Cálculo de los Límites Estadísticos Predictivos para el motor Cummins L10 280	99

5.3 Valoración de Resultados	104
CONCLUSIONES	105
RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFÍA	108
ANEXOS	113

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Esquema grafico del desarrollo de un SE	10
Figura 2. Viscosímetro CAV 2000	19
Figura 3. Titroprocesado para método Karl Fischer	22
Figura 4. Espectrómetro Típico	30
Figura 5. Espectro de longitud de Ondas	30
Figura 6. Muestra grafica de absorbancia vs. Longitud de onda	33
Figura 7. Muestra grafica de rica absorbancia vs. Longitud de onda	33
Figura 8. Espectrómetro thermo Nicolet Avatar 360 FTIR	34
Figura 9. Equipo del espectrómetro thermo Nicolet Avatar 360 FTIR	34
Figura 10. Espectrómetro por absorción atómica Avantar HG 3000	36
Figura 11. Tendencia Normal De Desgaste Del Hierro	41
Figura 12. Tendencia Normal De Desgaste Del Cobre	42
Figura 13. Tendencia Normal De Desgaste Del Cromo	42
Figura 14. Tendencia Normal De Desgaste Del Sílice	43
Figura 15. Sección De Motor Diesel Con Componentes Metálicos Comúnmente Encontrados	48
Figura 16. Diagrama Identidad-Relación de la Base de Datos.	60
Figura 17. Franjas de Evaluacion	70
Figura 18. Curva De La Bañera	71
Figura 19. Motor Cummins L10 280.	98

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Limites Condensatorios para diferentes Motores.	63
Tabla 2. Limites Condensatorios para diversos Modelos de Motores Caterpillar.	64
Tabla 3. Criterios de Evaluación	74
Tabla 4. Permutaciones de las Posibles Combinaciones de los Contaminantes del Aceite Lubricante	85
Tabla 5. Permutaciones de las Posibles Combinaciones de Desgaste Metálico	93
Tabla 6. Resumen de características de Operación	96
Tabla 7. Rango de datos que se utilizaron para la obtención del limite estadístico predictivo para la nitración.	100
Tabla 8. Limites Estadísticos Predictivos para el motor Cummins L10 280.	103
Tabla 9. Muestra al motor Cummins L10 280 de la empresa Metroconcreto, motor perteneciente a la mezcladora 20, con placa SQA-914..	104

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Tablas de la base de datos y diagrama identidad relación.	113
Anexo B. Permutaciones Contaminantes del Aceite. (20 hojas)	117
Anexo C. Permutaciones Desgaste Metálico. (20 Hojas)	137
Anexo D. Comentarios condición del aceite	157
Anexo E. Comentarios Desgaste Metálico	174
Anexo F. Comentarios Contaminantes del Aceite y Acciones Correctivas	194

NOMENCLATURA O GLOSARIO

NOTACIÓN

ASTM American Standards for Testing and Materials.

cSt Centistokes.

°C Grados Centígrados.

ml Mililitro.

mm Milimetro.

μm Micra.

n Numero de valores de muestra.

Ppm Partes por millón.

SE Sistema experto.

\bar{X} Promedio.

X El valor de una muestra individual.

LETRAS GRIEGAS

σ Desviación estándar.

Σ Sumatoria de un conjunto de valores.

RESUMEN

TÍTULO:

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ANÁLISIS DE ACEITES PARA MOTORES DIESEL PARA LA ORGANIZACIÓN TERPEL S.A.*

AUTORES:

Jesús Eduardo Alvarado Echeverría.

Ricardo Antonio Ramírez Hadechine. **

PALABRAS CLAVES:

Espectrometría, Contaminantes, Motores Diesel, Sistema Experto, Base de Datos, Análisis de lubricantes, Límites de Desgaste.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo de este proyecto es contribuir con el desarrollo tecnológico de la Universidad Industrial de Santander, la industria local, el progreso del país en el campo del mantenimiento de los motores Diesel y fortalecer los lazos de desarrollo conjunto entre la universidad y la industria.

Al ser la tecnología de análisis de aceite usado como herramienta en programas de mantenimiento en un campo casi desconocido en la industria; mediante la eficiente consecución de este proyecto de grado se busca mostrar la importancia que tiene un buen seguimiento de la periodicidad con que se realiza el cambio de aceite lubricante, las condiciones de operación y el nivel de desgaste de los elementos constitutivos del motor a través del análisis de los aceites usados estableciendo unos niveles de criticidad para los diversos metales de desgaste y de los contaminantes externos encontrados en las muestras de aceite. La implementación de este proyecto en conjunto con el desarrollo del Sistema Experto (SE), mostrará una ampliación notable en la vida de operación de los motores, lo cual se reflejará en una reducción considerable de los costos de mantenimiento y reparación de las piezas del motor.

Es un proyecto de aplicación industrial real, que como característica importante para la consecución de la solución, se tenía que involucrar varios campos ingenieriles como la informática, química y metalúrgica, lo cual fomenta la formación de grupos de trabajo multidisciplinarios. Igualmente, la información que se encuentra referente al tema, son en su gran mayoría artículos técnicos y científicos que por ser propiedades de otras empresas afines con el campo, era de difícil acceso.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Jorge Chacón.

SUMMARY

TITLE:

OPTIMIZATION OF THE OIL ANALYSIS SYSTEM FOR DIESEL ENGINES FOR THE TERPEL ORGANIZATION S.A.*

AUTHORS:

Jesús Eduardo Alvarado Echeverría.

Ricardo Antonio Ramírez Hadechine. **

KEY WORDS:

Spectrometry, Contaminants, Diesel Engines, Expert System, Database, Lubricant Oil Analysis, Wear Limits.

DESCRIPTION:

The objective of this project is contribute with the technological development of the Universidad Industrial de Santander, the local industry, the country's progress in the maintenance of diesel engines and strengthen the development links between the university and industry.

When the oil analysis technology is used as a tool in maintenance programs in an almost unknown fields of the industry, by the efficient development of this thesis project it tries to show the importance that a good periodic lubricant oil change, the operating conditions and the wear level of the basic components of the engine throughout the analysis of used oils establishing certain critical levels for the different wear metals and of the external contaminants found in the oil samples. The implementation of this thesis project with the development of the Expert System (SE) will show an important amplification in the operative life of the diesel engines, which will show in a considerable reduction of the maintenance and repair costs of the different parts of the engine.

It is a thesis project of industrial application, that as an important characteristic for the completion of the solution, it had to involve several engineering fields like informatics, chemistry and metallurgy, which promotes the formation of multidisciplinary work groups. Likewise, the information that is found on this issue, are mostly technical and scientific articles, that for being property of other companies, were of difficult access.

* Degree thesis.

** Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Jorge Chacón.

INTRODUCCIÓN

Debido a la imposibilidad de predecir el estado de la vida útil de los elementos y sistemas de un motor de combustión interna diesel, y de controlar en el tiempo adecuado anomalías; que pueden ser tanto de sistemas constitutivos del motor (sistema de enfriamiento, sistema de combustión) o sistemas con un continuo intercambio másico con el medio ambiente (sistema de admisión y escape); sin utilizar un método intrusivo el cual genere traumatismos tanto por costos adicionales por mantenimiento o reemplazo de partes deterioradas, o en el excesivo tiempo de parada de la máquina, factores que afectan el nivel de productividad de una empresa. Por estas razones se está implementando el uso de programas de mantenimiento predictivo mediante el análisis de los aceites lubricantes usados en motores diesel y dependiendo de la efectividad de este análisis se puede predecir con un alto grado de certeza el estado general del motor y su adecuada operación.

La información brindada por estos análisis debe ser presentada de forma que se ajuste a normativas internacionales, de forma clara y concisa, buscando presentar un resultado que es cuantitativo de forma cualitativa. A través de estos análisis se puede obtener información muy importante acerca del óptimo funcionamiento de un motor, de las condiciones a que esta siendo sometido y en el estado en que se encuentran las partes constitutivas, estableciendo con exactitud y anticipación el momento de una posible falla. Entre los procedimientos más utilizados para la obtención de estos datos se encuentra el análisis espectrométrico específicamente la espectroscopia por infrarrojo y la espectrofotometría de absorción atómica para el monitoreo de contaminantes presentes, la medición de la viscosidad, el contenido de agua, el nivel de basicidad y acidez, entre otros.

En la Organización Terpel S.A. (Fabrica de lubricantes) actualmente se está empleando el análisis de aceites usados para determinar los intervalos de cambio y predecir posibles fallas que puedan ocurrir en un motor Diesel. Estas pruebas se están realizando con equipos perfectamente calibrados de acuerdo a estándares internacionales de calidad y manejando un tiempo de respuesta al cliente de no más de 48 horas. Sin embargo, es necesario organizar y sistematizar los datos obtenidos de las pruebas con el objetivo de hacer más eficaz, manteniendo o mejorando el tiempo de respuesta, para cuando aumente ostensiblemente el número de muestras a analizar, exista un manejo óptimo de la información.

Por esta razón el presente proyecto se trata de los siguientes temas plasmados en los capítulos a mencionar, como primera fase de un desarrollo global de esta tecnología en la Organización TERPEL S.A., comenzando con el capítulo 1 donde se presentan los conceptos fundamentales necesarios para el desarrollo del proyecto, los cuales consisten básicamente en procedimientos, instrumentos utilizados e información de soporte.

En el capítulo 2, se presenta el diagnóstico, valoración y parte de la actualización de la información almacenada con anterioridad en la Organización TERPEL S.A., también se muestra el resultado de la investigación y evaluación de los manuales de las diferentes casas fabricantes de motores como Cummins, International, Isuzu, Caterpillar y Mack.

El capítulo 3 muestra el proceso llevado a cabo para el diseño de la base de datos, incluyendo el desarrollo de las tablas y relaciones.

El capítulo 4 muestra la metodología que se planteó y se utilizó para hallar los diferentes límites de las tendencias de desgaste de los metales, contaminantes en el aceite y los procedimientos con los cuales el sistema experto generara los comentarios pertinentes de acuerdo al estado de la muestra.

Finalmente, el capítulo 5 muestra un ejemplo de aplicación completo de la metodología planteada aplicada a un motor en específico, el Cummins L10 280, de la empresa Metroconcreto S.A., cliente de la Organización TERPEL S.A.

Se incluye como anexo a este documento, los archivos completos de los comentarios cualitativos de las posibles combinaciones de condición del aceite, contaminantes en el aceite y desgaste metálico.

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS GENERALES DEL PROYECTO

Al ser este proyecto de grado en el cual se relaciona con diferentes áreas simultáneamente como los son el área de la informática en los sistemas expertos y bases de datos; el área de la ingeniería química en el análisis químico del aceite y de los contaminantes presentes en el mismo; la metalúrgica en la composición de los elementos constitutivos del motor que son básicamente metálicos y en la teoría de desgaste que se presenta en estos elementos, la ingeniería mecánica en todo lo relacionado con la dinámica de funcionamiento de los motores, teoría de lubricación de sus partes y mantenimiento en operación del mismo.

Por esta razón se debe tener consignado las bases teóricas utilizadas, que se encuentran a continuación

1.1 Sistemas Expertos¹

- **Definición:**

Los sistemas expertos son una clase de software que intenta imitar el comportamiento de una persona especializada en la solución de un problema. Se pueden almacenar conocimientos de expertos para un campo determinado de aplicación y solucionar un problema mediante una deducción lógica de conclusiones.

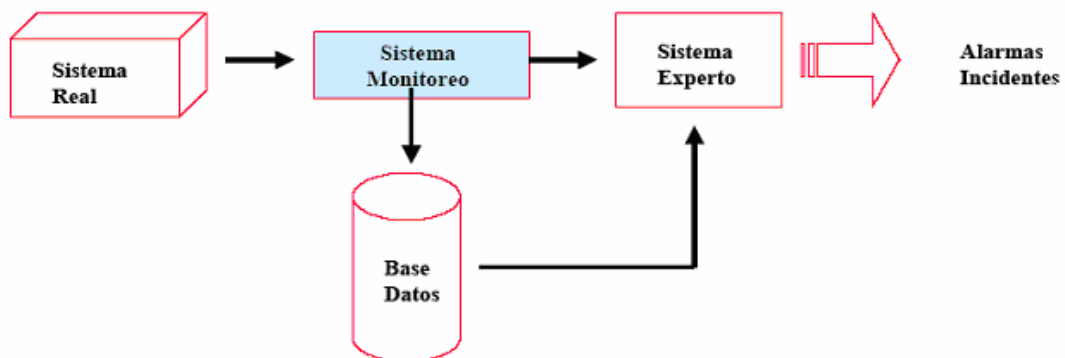
Estos software son una expresión de los sistemas basados en el conocimiento, que utilizan técnicas de inteligencia artificial para la transición de procesamiento de datos al procesamiento de conocimientos. Poseen las siguientes capacidades:

¹ Información tomada de la pagina Web ingenieroseninformatica.org. Pagina Web dedicada exclusivamente a temas relacionados con la informática.

- Utilización de normas o estructuras que posean conocimientos y experiencias de personas especializadas en el tema.
- Deducción lógica de conclusiones.
- Capacidad de interpretar datos ambiguos.
- Manipulación de conocimiento por medio de probabilidad.

La función de un sistema experto (SE), es la de aportar soluciones a problemas, como si estuviese analizando un humano experto. Los SE intentan estructurar y formalizar conocimientos poniéndolos a disposición del sistema, para que se pueda obtener una solución dentro los parámetros del problema.

Figura 1. Esquema Gráfico del desarrollo de un SE.



1.1.1 Componentes de un Sistema Experto:

Los SE se caracterizan por separar entre el conocimiento y el procesamiento en dos partes distintas. Además, se añade una interfaz de usuario y un componente explicativo.

Los componentes de un SE son:

- Base de Conocimientos: contiene el conocimiento de los hechos y de las experiencias de las personas especializadas en un tema específico.

- Mecanismo de inferencia: puede simular la estrategia de solución o procedimiento de un especialista.
- Componente explicativo: explica la estrategia de solución encontrada y el porque de las soluciones tomadas.
- Interfaz de usuario: sirve para que el usuario pueda realizar una consulta en un lenguaje de uso común y de fácil comprensión.
- Componente de adquisición: Ofrece la ayuda de estructuración e implementación del conocimiento en la base de conocimiento.

Base de Conocimientos:

La base de conocimientos contiene todos los hechos, reglas y procedimientos del dominio de aplicación que son importantes para la consecución de la solución.

La clasificación en los diversos grupos de las características y de los procedimientos alrededor de un objeto con las técnicas de programación, y como deben ser las relaciones entre los objetos que pueden variar mucho dependiendo de la aplicación.

Junto a estos objetos, la base de conocimientos dispone de reglas. Estas reglas se representan en forma de:

Si premisas Entonces Conclusión y/o Acción.

En la zona de premisas se solicitan las vinculaciones lógicas referentes a las cualidades del objeto. En la zona de conclusión se añaden nuevos hechos y cualidades a la base de conocimientos y/o se ejecutan acciones. Esto se define a menudo como programación orientada a reglas.

En la consecución de la solución se plantean varias preguntas como:

- ¿Qué objetos serán definidos?
- ¿Cómo son las relaciones entre los objetos?
- ¿Cómo se formularán y procesarán las reglas?
- ¿La base de conocimientos hace totalmente referencia a la solución del problema?
- ¿La base de conocimientos es consistente?

Las respuestas son entonces verificadas por el Ingeniero del conocimiento o experto junto con la colaboración los expertos.

- El mecanismo de inferencia:

El mecanismo de inferencia es la unidad lógica con la que se extraen conclusiones de la base de conocimientos, según un método fijo de solución de problemas que esta configurado imitando el procedimiento trazado por una persona especializada.

Las funciones del mecanismo de inferencia son:

- Determinación de las acciones que tendrán lugar, el orden en que se realizaran y como se realizara en las diversas partes del SE.
- Determinar cuando, cuales y como se procesaran las reglas.
- Control del lenguaje de intercambio con el usuario.

El mecanismo de inferencia debe estar adaptado al problema que se va a solucionar, para entregar un diagnóstico correcto.

- El componente explicativo

Las soluciones encontradas por las personas especializadas deben poder ser repetibles tanto por el ingeniero del conocimiento en la fase de comprobación así como por el usuario. La exactitud de los resultados obtenidos podrá ser controlada por las personas especializadas.

Durante el desarrollo del sistema dependiendo del proceso, se deben plantear las siguientes preguntas:

- ¿Qué preguntas se plantean y por qué?
- ¿Cómo ha llegado el sistema a soluciones intermedias?
- ¿Qué cualidades tienen los distintos objetos?

A pesar de la importancia del sistema, este componente es muy difícil y hasta ahora no se ha conseguido cumplir satisfactoriamente los requisitos. Muchos SE representan al final del proceso una grafica en donde se describe el progreso de la consulta realizada. Los componentes explicativos intentan justificar su solución rastreando hacia atrás el camino de solución. Los componentes explicativos pueden ser suficientes para el ingeniero de conocimiento, puesto que esta muy familiarizado con el procesamiento de datos.

- La interfaz de usuario

Es el componente que presenta la información al usuario. Se deben resolver las siguientes preguntas:

- ¿Cómo debe responder el usuario a las preguntas planteadas?
- ¿Cómo saldrán las respuestas del sistema a las preguntas que se le planteen?
- ¿Qué informaciones se representarán de forma gráfica?

Las características que debe poseer son:

- ✓ **El aprendizaje del manejo debe ser rápido.** El usuario no debe dedicar mucho tiempo al manejo del sistema, debe ser intuitivo, de fácil manejo. No debemos olvidar que nuestro sistema simula al comportamiento de una persona especializada. Debe ser cómodo y relativamente sencillo en cuanto al manejo.
- ✓ **Debe evitarse en lo posible la entrada de datos errónea.**
- ✓ **Los resultados deben presentarse en una forma clara para el usuario.**
- ✓ **Las preguntas y explicaciones deben ser comprensibles.**

- El componente de adquisición:

Un buen componente de adquisición ayudará considerablemente a la labor del Ingeniero del Conocimiento. Este puede concentrarse principalmente en la estructuración del conocimiento sin tener que dedicar tanto tiempo en la actividad de programación.

Requisitos o características del componente de adquisición:

- El conocimiento, es decir, las reglas, los hechos, las relaciones entre los hechos, etc..., debe poder introducirse de la forma más sencilla posible.
- Posibilidades de representación clara de todas las informaciones contenidas en una base de conocimientos.
- Comprobación automática de la sintaxis.
- Posibilidad constante de acceso al lenguaje de programación.

En el presente diagrama se observa la parte del SE, en la cual se basará nuestro proyecto de grado, la consecución de una base de datos, la base de conocimientos, el mecanismo de inferencia y parte del componente explicativo como apoyo para el SE.

1.2 Generalidades sobre Bases de Datos

Las bases de datos son el núcleo del sistema de información de cualquier empresa. La administración y gestión de las mismas constituye, por tanto, un trabajo muy importante dentro de cualquier organización. Cualquier base de datos actual requiere un mantenimiento, basado en un buen manejo de los datos que contiene, de los procesos asociados y de los usuarios que pueden acceder. El diseño de la base de datos es fundamental para obtener cualidades como la Integridad de los datos, la seguridad, el tiempo de respuesta, la concurrencia, etc. Todas estas cualidades deben ser mantenidas mediante el la evaluación y el análisis, una vez que la base de datos entra en funcionamiento. (Ver figura 1)

Un buen diseño inicial es el apoyo básico de una base de datos eficiente. Las optimizaciones en el rendimiento son menos costosas de implementar si se plantean en la fase de diseño que no si se plantean en fases posteriores. Mediante el ajuste de los parámetros de nuestra base de datos podemos conseguir mejorar el rendimiento de nuestro sistema. No obstante, no se deben descuidar elementos tales del sistema operativo sobre el que se encuentra instalada la base de datos, y revisar la configuración de memoria o los accesos a disco que realizamos. Un análisis del funcionamiento nos permitirá controlar y corregir los pequeños problemas que puedan surgir en el sistema. Para realizar el análisis podemos ayudarnos de diferentes herramientas externas que nos darán una visión detallada de cuáles son los patrones de funcionamiento de la base de datos, como es su comportamiento y su desempeño para poder centrarnos en aquellos apartados más conflictivos.

El mantenimiento de una base de datos incluye puntos tales como la realización de las copias de seguridad (Backups), la monitorización constante del funcionamiento, las revisiones al registro de transacciones realizadas o la replicación o redundancia de los datos de forma que podamos conseguir una mayor protección contra pérdidas de información.

Una vez que la base de datos entra en funcionamiento, el administrador o administradores deben prestar una atención especial a su mantenimiento y asegurar una alta disponibilidad de la información contenida en nuestro sistema, sobre todo si se requiere estar al día con las necesidades del cliente y no darle ventajas a la competencia.

Un administrador debe tener constancia en cada momento de que usuarios acceden al sistema y con qué permisos lo hacen, así como mantener la base de

datos lo más actualizada posible y libre de fallos de seguridad conocidos.

El seguimiento de una base de datos nos permitirá detectar problemas pequeños antes que crezcan y se conviertan en problemas potenciales. Detectar y solucionar los problemas a tiempo nos permitirá obtener un ahorro importante de trabajo y una mayor satisfacción del usuario.

Las bases de datos son cualquier conjunto de datos organizados para su almacenamiento en la memoria de un ordenador o computadora, diseñado para facilitar su mantenimiento y acceso de una forma estándar. La información se organiza en campos y registros. Un campo se refiere a un tipo o atributo de información, y un registro, a toda la información sobre un individuo. Por ejemplo, en una base de datos que almacene información de tipo agenda, un campo será el NOMBRE, otro el NIF, otro la DIRECCIÓN..., mientras que un registro viene a ser como la ficha en la que se recogen todos los valores de los distintos campos para un individuo, esto es, su nombre, NIF, dirección... Los datos pueden aparecer en forma de texto, números, gráficos, sonido o vídeo. Normalmente las bases de datos presentan la posibilidad de consultar datos, bien los de un registro o los de una serie de registros que cumplan una condición. También es frecuente que se puedan ordenar los datos o realizar operaciones sencillas, aunque para cálculos más elaborados haya que importar los datos en una hoja de cálculo. Para facilitar la introducción de los datos en la base se suelen utilizar formularios; también se pueden elaborar e imprimir informes sobre los datos almacenados.

Desde su aparición en la década de 1950, estas aplicaciones se han hecho imprescindibles para las sociedades industriales. La primera base de datos para PC data de 1980; era el dBase II, desarrollado por el ingeniero estadounidense Wayne Ratliff. Desde entonces, su evolución ha seguido

paralela a la que ha experimentado el software, y hoy existen desde bases de datos para una utilización personal hasta bases de datos corporativas, soportadas por grandes sistemas informáticos.

1.2.1 Funciones de las Bases de Datos:

- Permitir la introducción de datos por parte de los usuarios (o programadores)
- Salida de datos.
- Almacenamiento de datos.
- Protección de datos (seguridad e integridad).
- Elaboración de datos.

1.2.2 Componentes de las Bases de Datos:

Una base de datos esta compuesta de los siguientes componentes:

- Motor: el programa ejecutable que debe estar en memoria para manejar la base datos. Cuando este programa esta ejecutándose se dice que la base esta encendida o levantada (startup), en caso contrario se dice que la base de datos esta bajada (shutdown).
- Servicio de red: es un programa que se encarga de establecer las conexiones y transmitir datos entre cliente y servidor o entre servidores.
- Listener (escuchador): Es un programa residente en memoria que se encarga de recibir las llamadas que llegan a la base de datos desde la red, y de pasárselas a ésta. Una base de datos que no tenga un listener cargado, no podrá recibir llamadas remotas. El listener se comunica con el servicio de red.

- Utilidades: Programas de utilidad como:
 - o Interprete de consultas.
 - o Programas de administración de bases de datos.
 - o Programas de copia de seguridad.
 - o Monitores de rendimiento.

A todo el conjunto de la base de datos se le denomina RDBMS (Relational Database Manager System), Sistema de gestión de bases de datos relacionales.

1.2.3 Tipos de Bases de Datos:

Hay cuatro modelos principales de bases de datos: el modelo jerárquico (Progress), el modelo en red (Oracle, Sybase), el modelo relacional es el más extendido hoy día; los datos se almacenan en tablas y se accede a ellos mediante consultas escritas en SQL (Access, Sybase, Oracle) y el modelo de bases de datos deductivas (dBase, Paradox). Otra línea de investigación en este campo son las bases de datos orientadas a objeto, o de objetos persistentes.

- SQL²:

Lenguaje de consulta estructurado, en informática, un lenguaje utilizado en bases de datos para consultar, actualizar y manejar bases de datos relacionales. Se deriva de un proyecto de investigación de IBM, que creó el "lenguaje estructurado de consulta en inglés" (SEQUEL) a mediados de la

² Tomado de www.programacionencastellano.com, tutorial sobre programación en MySQL.

década de 1970. El SQL (Structured Query Language) es un estándar aceptado en productos de bases de datos, que fue utilizado comercialmente por primera vez por la empresa Oracle en 1979. A pesar de que no se trata de un lenguaje de programación como puedan serlo C o Pascal, puede utilizarse en el diseño de consultas interactivas y puede incluirse en una aplicación como un conjunto de instrucciones de manejo de datos (sentencias). Por ejemplo, basándose en soportes externos al propio lenguaje y aun al propio programa ya compilado (como es un servidor o un motor SQL que haga de puente entre la aplicación, el sistema operativo y las bases de datos), lenguajes como Visual Basic o C/C++ pueden incluir sentencias SQL en su código.

Aunque en el mercado se pueden encontrar diversas variantes (dialectos) del lenguaje SQL, todos tienen un mínimo común basado en el estándar ANSI SQL de 1986, con extensiones propietarias. Desde 1991 se fueron realizando progresos para disponer de un estándar cada vez más completo, conocido como SAG SQL, propiciado por el denominado SQL Access Group.

El SQL estándar cuenta con elementos destinados a la definición, modificación, control, protección de los datos y acceso a bases de datos distribuidas en una red, haciendo factible que varios usuarios puedan consultar la misma base de datos de forma simultánea. Debido a su simplicidad, que proviene de ser sintáctica y gramaticalmente cercano al lenguaje natural, pueden utilizarlo tanto los usuarios técnicos como los que no lo son; esto, unido a su potencia, lo ha hecho muy popular.

- **Delphi³:**

Delphi es de propósito general, es mucho más genérico, y se puede programar tanto a muy bajo nivel (más bajo que el ensamblador, pocas cosas hay), como a muy alto nivel (simplemente pinchando controles y ajustando propiedades, sin escribir ni una letra de código), tiene buenas capacidades gráficas y su soporte de base de datos es bastante completo. Podemos ir tranquilamente por la vida diciendo que Delphi sí es de propósito general.

Otro dato interesante: Delphi está hecho en Delphi, es decir, la versión 3 de Delphi, está programada con la versión 2, la versión 4 con la 3, y así sucesivamente (¿alguien sabe con qué hicieron las versión 1? ¿Con Delphi 0?). Esto nos demuestra hasta donde podemos llegar con Delphi, hasta el programa de los programas: el compilador.

- **Oracle⁴:**

Oracle es una base de datos relacional para entornos cliente/servidor, es decir, que aplica las normas del álgebra relacional (conjuntos, uniones, intersecciones...) y que utiliza la arquitectura cliente/servidor, donde en un lado de la red está el servidor con los datos y en el otro lado están los clientes que interrogan al servidor. Tiene como lenguaje base el SQL.

Es el mayor y más usado Sistema Manejador de Base de Dato Relacional (RDBMS) en el mundo. La Corporación Oracle ofrece este RDBMS como un producto incorporado a la línea de producción. Además incluye cuatro generaciones de desarrollo de aplicación, herramientas de reportes y utilitarios.

³ Tomado de www.lawebdejm.com, pagina especializada en programas informáticos.

⁴ Tomado de tutorial Iniciación al Oracle 8, manual de uso e instrucciones de manejo del Oracle 8.

Oracle corre en computadoras personales (PC), microcomputadoras, mainframes y computadoras con procesamiento paralelo masivo. Soporta unos 17 idiomas, corre automáticamente en más de 80 arquitectura de hardware y software distinto sin tener la necesidad de cambiar una sola línea de código. Esto es porque más el 80% de los códigos internos de Oracle son iguales a los establecidos en todas las plataformas de sistemas operativos.

1.3 Detalles sobre las Pruebas de Análisis de Lubricantes

Las pruebas más comunes realizadas en el análisis de los aceites usados en los motores de combustión interna Diesel son las que se explicaran a continuación, y que actualmente se están realizando en el laboratorio de aceites usados en la Organización TERPEL S.A., para la realización del análisis para los motores de combustión interna diesel. Entre estas se encuentra algunas estandarizadas por la ASTM, y otras son de laboratorio ya especializados, como la espectroscopia, la cual se utiliza para estudiar y analizar los componentes externos al aceite lubricante como las partículas que se desprenden de diversas partes del motor producto del desgaste. A continuación se da una pequeña descripción del procedimiento usado, maquinaria e implementos usados y algunos detalles para la correcta realización de las pruebas.

1.3.1 Viscosidad:

Hay dos tipos de viscosidad: cinemática y dinámica (o absoluta). El análisis de aceites se preocupa casi exclusivamente de la cinemática. La viscosidad cinemática es medida en centistokes (cSt), mm^2 / s y es una medida de la

resistencia de una sustancia a fluir, o en términos más simples, el grosor de una película del fluido. Debe ser siempre referenciada a una temperatura, puesto que ésta propiedad cambia con la temperatura. A 40⁰ C un aceite de 200 cSt es más grueso que uno de 100 cSt.

Por lo general, la viscosidad es medida en instrumentos conocidos como viscosímetros. El proceso es simple: un tubo de vidrio (los extremos abiertos a la atmósfera) es sumergido en un baño a la temperatura requerida, el aceite es introducido en la parte superior, y a medida que fluye hacia abajo, se lleva a la temperatura adecuada. Su flujo es entonces medido con un cronometro entre dos marcas. Esta medición de tiempo es entonces convertida a medidas de viscosidad.

Hay otra propiedad relacionada con la viscosidad. Este es el índice de viscosidad (IV). Se sabe que a medida que la temperatura de un aceite aumenta, su viscosidad disminuye. El IV nos dice cuanto un aceite se va a adelgazar. Un aceite monógrado tiene un IV mas bajo que un multigrado, lo cual nos dice que el monógrado tendra a adelgazarse mas que el multigrado con el aumento de la temperatura. Por ejemplo, un aceite típico SAE 30 monógrado y un multigrado típico de 15W/40 pueden tener ambos una viscosidad a 40⁰ C de 100 cSt. Pero a 100⁰ C ellos tendrán respectivamente viscosidades de 10 y 15. La forma de medir el IV de un aceite es medir su viscosidad a 40 y 100⁰ C.

Es importante notar que condiciones concurrentes pueden enmascarar los cambios de la viscosidad. La dilución de combustible acompañada por un sobrecalentamiento podría dejar el nivel de viscosidad casi normal. Cuando se realice una prueba de medición de la viscosidad es importante entregar

información exacta y concreta por parte del cliente de que aceite se esta usando, puesto que se pueden estar cometiendo errores graves en el análisis. Es por esto que se deja un error del 30% para la variación de la viscosidad, como margen de seguridad.

En la siguiente grafica se muestra una foto del Viscosímetro Automático Cannon 2000, CAV 2000, (Cannon Automatic Viscosimeter), encontrado en las instalaciones del laboratorio de la Organización TERPEL S.A. Posee como características relevantes su modularidad, exactitud, funcionalidad y permite posicionar 13 muestras para medición de la viscosidad.

Figura 2. Viscosímetro CAV 2000 (Cannon Automatic Viscosimeter).



Fuente: Catalogo de John Morris Scientific Service Plus Solutions, empresa distribuidora del viscosímetro marca Cannon CAV 2000.

Método estándar de prueba para el cálculo de la viscosidad cinemática de líquidos transparentes y opacos: según norma ASTM D 445:

Este método ha sido aprobado por agencias importantes como el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, y en consulta con demás agencias relacionadas con el tema.

- **Abstracto general:**

Este método cubre la determinación de la viscosidad cinemática de los derivados del petróleo, ambos transparentes y opacos, midiendo el tiempo que demora un líquido para fluir bajo acción de la gravedad a través de un viscosímetro capilar de vidrio. La viscosidad cinemática puede ser obtenida multiplicando la viscosidad cinética obtenida por la densidad del líquido. Este método es para aplicaciones en donde el esfuerzo cortante y ratas de corte sean proporcionales.

También depende del comportamiento del fluido, e idealmente del coeficiente de viscosidad debe ser independiente de la velocidad de corte (se conoce este fenómeno como fluido Newtoniano). Si embargo, el coeficiente de viscosidad varía significativamente con la velocidad de corte, diferentes resultados pueden ser obtenidos al usar tubos capilares de diferentes diámetros.

Hay que tener cuidado puesto que esta prueba trata con elementos que pueden ser peligrosos para la salud humana. Este estándar no menciona todos los cuidados que hay que tener, por ende, queda bajo responsabilidad del operario la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras correspondientes.

- **Resumen del método de prueba:**

El tiempo es medido en segundos para que un determinado fluido fluya bajo acción de la gravedad a través de un tubo capilar de un viscosímetro

calibrado bajo una cabeza reproducible a una temperatura controlada. La viscosidad cinemática es el producto del tiempo medido y la calibración constante del viscosímetro.

- **Significado y uso:**

- Muchos derivados del petróleo, al igual que los no derivados, son usados para lubricar engranes, cojinetes, equipo hidráulico, pistones, motores de combustión interna, etc. La operación adecuada del equipo depende de la viscosidad cinemática apropiada o viscosidad (a menudo llamada viscosidad dinámica) del líquido. Por consiguiente, la medida exacta de la viscosidad es muy importante para muchas especificaciones de los productos.

- La viscosidad cinemática de muchos derivados del petróleo es muy importante para determinar el comportamiento a través de algunos elementos y para la determinación de la temperatura de operación en los quemadores de combustible.

- **Aparatos usados:**

- o Viscosímetros: se usan del tipo capilar de vidrio, calibrado y capaz de medir la viscosidad cinemática dentro de los límites de precisión.
- o Sostenedores de los viscosímetros: habilitan a que el viscosímetro sea suspendido en una posición similar a cuando está calibrado.
- o Termostato del viscosímetro y baño: cualquier líquido transparente o baño de vapor puede ser usado, provisto de la suficiente profundidad de tal forma de que ninguna parte de la muestra quede por debajo de menos de 20 mm por debajo de la superficie por encima del baño.

- Cronometro: se puede usar cualquier aparato de medición del tiempo de tal forma que tenga una precisión de 0.2 segundos o mejor, y que tenga una exactitud de 0.07 % cuando se pruebe en intervalos mayores a 15 minutos.
- Aparato de medición de temperatura: se pueden usar termómetros estandarizados de liquido en el vidrio de una exactitud después de la corrección de 0.02 ° C, o cualquier aparato termométrico de igual o mejor exactitud. Si se usan esta clase de termómetros de vidrio, se recomienda usar dos, y que los dos termómetros coincidan en la medición con un intervalo de error de 0.04 ° C. El control de temperatura debe ser tal que permita un intervalo de 15-100° C.

1.3.2 Análisis de contenido de agua en la muestra (Método Karl Fischer):

Esta prueba es para determinar bajas concentraciones de agua en un amplio rango de muestras de líquidos, gases y polvos. Es usado para encontrar el contenido de agua en productos derivados del petróleo y petroquímicos incluyendo los aceites lubricantes, gasolinas, solventes, y demás fluidos como farmacéuticos y cosméticos. El equipo que se utiliza para esta función se conoce como un titroprocesador.

En la siguiente grafica se muestra una foto de un titroprocesador volumétrico Karl Fischer encontrado en las instalaciones del laboratorio de la Organización TERPEL S.A.

Figura 3. Titroprocesador para método “Karl Fischer.”



Fuente: Catalogo de Koehler Instrument Company Inc., empresa fabricante del instrumento de medición.

- Método de prueba para determinar la presencia de agua en los productos derivados del petróleo mediante el uso del reactivo Karl Fischer: según norma ASTM D 1744:

Abstracto general:

Este método cubre la prueba de la determinación de agua en derivados del petróleo desde 50-1000 ppm.

Hay que tener cuidado puesto que esta prueba trata con elementos que pueden ser peligrosos para la salud humana. Este estándar no menciona todos cuidados que hay que tener, por ende, queda bajo responsabilidad del operario la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias correspondientes.

- Resumen del método:

El material a ser analizado es tritado con el reactivo Karl Fischer hasta un punto electrométrico.

- Significado y uso:

- o Saber del contenido de agua en los derivados del petróleo puede ser útil para predecir características de calidad y desempeño del producto.

- **Procedimiento:**

- o Se adicione 50 ml de solvente al frasco de titracion y se titra con el reactivo Karl Fischer hasta el punto final de magnetización adecuado dado con una agitación suave. Se prende el circuito indicador y se ajusta el potenciómetro para que de un punto de referencia de aproximadamente $1\mu\text{A}$ de corriente. Se adiciona el reactivo hasta que la aguja se deflecte desde el punto de referencia. Es importante parar la entrada de la muestra para prevenir que entre humedad de la atmósfera.
- o Con un hidrómetro, se obtiene una lectura del material a ser probado y se convierte a grados API a una gravedad específica sin corregir por la temperatura. Inmediatamente se pone en un tubo de prueba 50 ml de la muestra en el frasco de titración. Alternativamente, la muestra puede ser pesada y adicionada al frasco de titración de cualquier manera conveniente.
- o Se titra la muestra y se anota los ml de reactivo usado.
- o Luego se calcula la cantidad de agua en ppm con la siguiente formula:
Agua, ppm= $(CF*1000) / (W (\text{ó } A*G))$

Donde:

C = ml de reactivo requerido para la tritacion de la muestra.

F = equivalencia de agua, mg/ml.

1000 = factor de conversión a ppm.

W = gramos de la muestra usada.

A = ml de la muestra usada.

G = gravedad especifica de la muestra usada.

- **Precauciones:**

- Reactivo Karl Fischer: contiene metanol, vapor peligroso. Aléjese del calor. Puede ser fatal si se ingiere, causa ceguera. Use una ventilación del establecimiento adecuada.
- Ácido sulfúrico: veneno, corrosivo, fatal si se ingiere, puede causar incendio, peligroso si se aspira. Manténgase en un lugar ventilado. Diluya con agua para su uso.
- Cloroformo: fatal si es ingerido. Peligroso si es inhalado. Mantenga el contenedor cerrado, y con buena ventilación en el establecimiento.

1.3.3 TBN

Esta prueba es para determinar la cantidad de número básico total (TBN) presente en el aceite. El TBN mide la reserva alcalina del lubricante, y mayormente se aplica a los lubricantes para motores Diesel. Si un lubricante contiene aditivos no alcalinos, no es muy útil determinar el TBN. El TBN es atacado por los ácidos de combustión y disminuye por el uso. Esta prueba es un poco onerosa debido a los reactivos que se utilizan.

- **Método de prueba para el número base de productos derivados del petróleo por la titración ácido perclórico: Norma ASTM D-2896 :**

Los derivados del petróleo nuevo y usado pueden contener constituyentes ácidos y básicos que están presentes como aditivos o como productos de la degradación formados durante el servicio, como productos oxidados. La cantidad relativa de estos materiales pueden ser determinados titrando

ácidos o bases. Este número puede ser expresado como “numero base” o “numero ácido”, el cual es una medida de la cantidad de sustancias básicas o ácidas, respectivamente, en el aceite. Este número puede ser usado como control de calidad en las formulaciones de los lubricantes. Es también a veces usado como una medida de la degradación del lubricante en servicio, sin embargo los límites de frontera deben ser establecidos.

Comparando el numero TBN (total base number), numero total básico, de un aceite nuevo, el usuario puede determinar cuanta reserva de aditivo de aceite queda. Mientras más bajo la lectura de TBN, menos aditivo queda en el aceite. Un buen resultado de TBN estará en el rango de 6-14 (dependiendo en si el aceite es para motores de combustión interna de gasolina o diesel). Una lectura por debajo de aproximadamente dos es bajo, significando que esta bajo el nivel de aditivo.

Científicamente hablando, el TBN es uno de los números de neutralización de que se le hace la prueba para los aceites. El TAN (total acid number) numero de ácido total, es usado para los aceites hidráulicos. El TBN indica cuanta base esta presente en el aceite.

Éste método cubre la determinación de los constituyentes básicos en los productos derivados del petróleo por la titración con ácido perclórico en ácido acético. Los constituyentes que pueden ser considerados por tener características básicas, incluyen bases orgánicas e inorgánicas, amino compuestos, sales de ácidos débiles (detergentes), sales básicas de bases poliacídicas, y sales de metales pesados.

1.4 Espectrometría:

Para la realización de este proceso, se requiere un espectrómetro. Casi todos los laboratorios de medición de aceite poseen un equipo de estos. Un espectrómetro es la maquina que permite cuantificar los metales del desgaste, aditivos, y contaminantes en los aceites lubricantes para motores de combustión interna, haciendo del análisis una poderosa herramienta. Es la prueba a los aceites más útil usada en los análisis de aceites. La espectroscopia es el estudio de la luz (o mas generalmente la radiación electromagnética) y su interacción con la materia. Hay aproximadamente 30 diferentes tipos de espectroscopia. En nuestro caso haremos un énfasis especialmente en la espectrometría de absorción atómica por ser ésta usada en la Organización TERPEL S.A. Fabrica de Lubricantes Sede Bucaramanga, Santander.

1.4.1 Espectrometría por plasma inductiva ICP:

Un espectrómetro puede ser apuntado hacia una estrella y determinar los componentes de la estrella de acuerdo a la luz emitida por esta. La espectrometría funciona de la misma forma pero se tiene que emitir la luz para que funcione en el lubricante. Esto se logra convirtiendo el aceite en luz. Esto se hace inyectando en el aceite lubricante plasma. El plasma es como una llama verde, pero muchísimo mas caliente que una llama normal. El plasma alcanza temperaturas de aproximadamente 10000° C. El plasma es el estado más alta energía.

Diferentes tipos de plasma se han usado a través del tiempo en el análisis de los aceites. Al comienzo, el plasma era generado por un arco eléctrico. Pero la

erosión causada por este método hizo que se descontinuara, puesto que causaba una resistencia. Cuando se usa plasma para leer la intensidad de luz de los elementos, es mejor si el plasma es luz pura. De otra forma podría causar errores. El plasma acoplado inductivamente, conocido mejor como ICP por sus siglas en inglés (Inductive Coupled Plasma), trabaja convirtiendo el gas argón en plasma. Mientras las presiones del argón y las tasas de flujo no cambian, y la potencia que este creando el plasma sea constante, la intensidad del plasma permanece igual. Esto le da a la espectrometría ICP lo mejor en exactitud.

Luego, ocurre lo mismo que la luz en un arco iris. Un prisma dentro de la máquina toma la luz generada inyectando el aceite a través del plasma y separándolo en diferentes frecuencias de luz de los diversos elementos encontrados en el aceite lubricante analizado. Cada rayo de luz es dirigido hacia una pequeña apertura en una lámina. La lámina es una placa de metal gruesa, de 10 pulgadas de ancho por 18 de largo, y las aperturas son más delgadas que un cabello humano. La apertura permite medir la intensidad de cada rayo, usando un aparato conocido como un tubo foto multiplicador.

Un tubo foto multiplicador sensa la luz y reacciona a su intensidad vibrando más rápido que la luz que intensifica. Colocando un tubo foto multiplicador en una de las aperturas, nosotros podemos obtener una lectura digital de la intensidad de la luz para un elemento en particular en la muestra de aceite. El proceso de este tubo es el mismo que un televisor.

Luego el espectrómetro estandariza todas estas lecturas de tal forma que se pueda conocer la cantidad de los elementos encontrados en el aceite. Cada estándar tiene una cierta cantidad de cada elemento. Si queremos saber cuanto hierro se encuentra en la muestra, debemos compararlo con algo. Esto permite saber cuantas vibraciones contar para determinar cuanto hierro esta presente. Este proceso de calibración demanda gran tiempo, y se debe hacer dos o tres al día.

El espectrómetro graba la información de cada elemento en una tabla y la usa para determinar la cantidad de cuanto elemento esta presente en cada muestra. Las vibraciones se traducen en ppm y usando las tablas que fueron establecidas. Hay 72 elementos que pueden producir luz, cuando se le inyecta el plasma. Algunos elementos generan mucha luz y son fáciles de medir.

La espectrometría ICP es quizás la prueba más útil e importante en un análisis de aceites, pero tiene sus limitaciones. Su limitación más grande es el tamaño de partículas que puede medir. Las partículas por encima de 5-8 micrones en tamaño no se pueden detectar. Mirando una condición extrema en una muestra: procesando una muestra de aceite con un balón sólido de hierro en el fondo de la muestra mostraría una lectura de hierro de cero. Claramente hay una gran cantidad de hierro presente en la muestra. Ahora, si ese mismo balón fuese un polvo fino y la muestra fuese re-analizada, la lectura de hierro fuese muy alta. Así que quizás seria mejor refinar la definición de la función de un espectrómetro ICP, de medir la concentración de diferentes elementos a la de medir la concentración de elementos encontrados en partículas de menos de 5-8 micrones de tamaño.

Este límite sin embargo no afecta la mayoría de los análisis de los aceites, pero hay veces en que puede ser un problema. Por ejemplo, cuando un

componente comienza a fallar por fatiga, las partículas de desgaste tienden a ser más grandes de lo normal. Estas partículas grandes no serán detectadas por el espectrómetro, así que cuando se examine la muestra, el nivel de hierro podría mostrar una caída, aunque el componente este en graves problemas. Dada esta limitación, se requieren otras pruebas para un monitoreo efectivo. También por medio de la espectrometría no es posible medir la degradación de los aditivos de un aceite. Por ejemplo, el aditivo detergente que se encuentra en un lubricante. Esto se reflejaría en el nivel del calcio. Si uno midiese el valor del calcio de un aceite usado y nuevo, serian muy similares, aunque en el aceite usado se ha degradado. La razón es que la cantidad de calcio en el aceite no ha cambiado. Lo que ha cambiado es la forma, o el compuesto. Antes de usado el calcio se encontraba con propiedades detergentes. Después de usado, el calcio todavía esta presente, pero en forma inactiva. Por consiguiente el ICP no debe ser usado para medir la degradación del aditivo.

Figura 4. Espectrómetro típico.



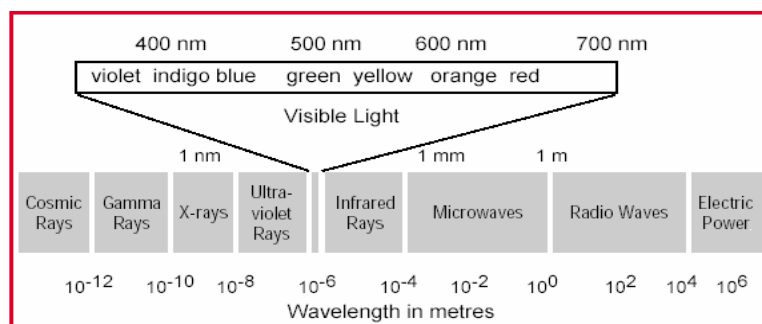
Fuente: Catalogo de Plastics Technology Laboratories Inc.

1.4.2 Espectrometría Infrarroja (IR)

La espectrometría infrarroja nos permite monitorear la degradación del aceite basándose en las ondas del espectro electromagnético. Estas ondas de energía poseen una componente magnética y eléctrica. Estas ondas viajan a la

velocidad de la luz (aproximadamente de 299792 Km. por segundo) pero sus propiedades están determinadas por su longitud de onda y frecuencia. El espectro electromagnético esta en un rango de rayos X y radiación.

Figura 5. Espectro de longitud de de ondas.



Fuente: Tomado de Technical Bulletin Wear Check Africa numero 25.

Para una molécula con diferentes tipos de enlaces (por ejemplo un C-H y a C=O), esperaríamos encontrar dos bandas diferentes de absorción. Los enlaces químicos dentro de una molécula exhiben unas absorciones características de IR (infrarrojo). Ésta propiedad es la utilizada por los químicos analíticos. Los químicos se refieren a éstas absorbancias como “números de onda”. Esto es solo una forma más conveniente de discutir la frecuencia de la radiación absorbida, y es simplemente el número de ondas en un centímetro. Que parte del espectro absorbe la radiación infrarroja depende de la fuerza del enlace químico entre los átomos, lo cual es en cambio influenciado por su estructura atómica. La cantidad de energía en el IR esta relacionada con su longitud de onda; mientras más pequeña la longitud de onda más energía. En esta forma de cualificar la energía simplemente se toma el número de ondas en un centímetro. Esto es sencillamente dado por una simple ley llamada la ley de Beer-Lambert que dice que la cantidad de infrarrojo absorbido es

proporcional a la concentración de las especies absorbentes y la distancia que la luz IR debe viajar a través de la muestra.

La espectrometría IR utiliza una barra eléctricamente calentada como la fuente de radiación, y esta radiación es pasada a través de la muestra hacia el detector. Los constituyentes químicos de la muestra absorben algo del infrarrojo a unas longitudes de onda específicas.

El método original involucraba usar un prisma para separar las longitudes de onda individuales y después detectar las porciones a la vez a medida que era pasado por la muestra, y graficaba la absorbancia contra una longitud de onda. Este proceso era increíblemente lento y dependiendo de la exactitud requerida podía tomar hasta diez minutos por muestra.

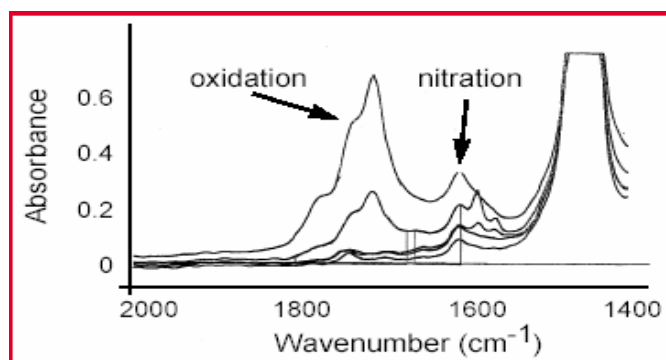
El infrarrojo moderno de Transformadas de Fourier FTIR usa algo llamado un interferómetro. Este dispositivo utiliza un espejo móvil, cuya velocidad es monitoreada por un láser, el cual también actúa como una referencia de longitud de onda. El detector entonces mide la suma de todas las frecuencias a través del tiempo resultando en un patrón de interferencia dependiente del tiempo, obteniendo un interferograma. Un algoritmo computacional llamado una Transformada de Fourier Rápida es entonces usado para convertir esta señal a un espectro absorbancia. Esto es entonces relacionado a un espectro de referencia de la celda vacía para extraer la contribución de contaminantes atmosféricos como el CO₂ y vapor de agua. Este proceso toma 1.5 segundos por escaneada lo cual permite múltiples escaneadas de una misma muestra disminuyendo las variaciones, dando como resultado una mayor exactitud.

Actualmente, los laboratorios mas avanzados del mundo utilizan este método junto con la técnica de resta espectral. Esta técnica básicamente es la resta entre todo el espectro IR de los datos obtenidos del aceite nuevo y los del aceite usado, esencialmente resultando en la diferencia entre ellos. Esta diferencia es entonces usada por rutinas de software para calcular números representativos del grado y tipo de degradación o contaminación que ha ocurrido.

Hay varios algoritmos computacionales, los cuales automatizan este proceso removiendo cualquier operador intermedio. Sin embargo, estos algoritmos no pueden decidir cual es el aceite nuevo de referencia para usarlo en el proceso de resta.

Dicho procedimiento complica el procedimiento general de laboratorio puesto que el aceite exacto nuevo debe ser colocado en la maquina. Dependiendo del aceite usado en la muestra se obtendrán diferentes resultados en cualquier análisis específico que se realice.

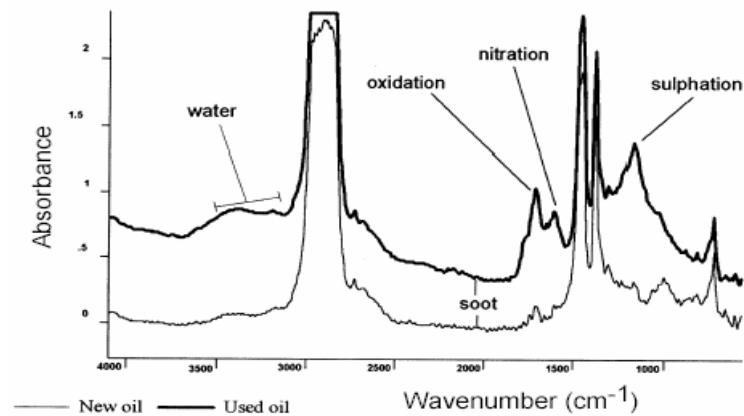
Figura 6. Muestra de grafica de absorbancia vs. Longitud de onda



Fuente: tomada de Technical Bulletin Wear Check Africa numero 20.

En la gráfica mostrada se muestra el espectro superpuesto de muestras sucesivas mostrando el incremento en los picos de oxidación y nitración.

Figura 7. Muestra de grafica de picos de absorbancia vs. Longitud de onda.



Fuente: tomada de Technical Bulletin Wear Check Africa numero 20.

En la grafica anterior se muestra la diferencia de las curvas de absorbancia para un aceite usado y uno nuevo para diversos análisis realizados como particulado, sulfatación, nitración, contenido de agua, etc.

En la siguiente grafica se muestra una foto del espectrómetro infrarrojo encontrado en las instalaciones del laboratorio de la Organización TERPEL S.A.

Figura 8. Espectrómetro Thermo Nicolet Avatar 360 FTIR



Fuente: Catalogo de Plastics Technology Laboratories Inc., empresa distribuidora del espectrómetro de infrarrojo.

Figura 9. Equipo del Espectrómetro Thermo Nicolet Avatar 360 FTIR.



Fuente: Catalogo de Plastics Technology Laboratories Inc., empresa distribuidora del espectrómetro de infrarrojo.

1.4.3 Espectrometría de absorción atómica

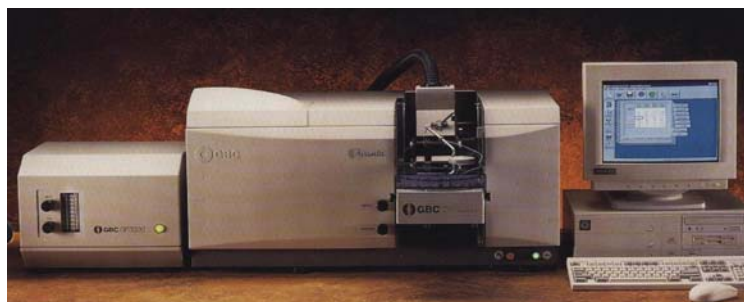
La espectrometría de absorción atómica es una técnica analítica que mide las concentraciones de los elementos químicos. La absorción atómica es tan sensible que puede medir hasta partes por billón de un gramo en una muestra. La técnica utiliza las longitudes de onda específicamente absorbidas por un elemento. Ellas corresponden a las energías que se necesitan para

promover los electrones de un nivel de energía hacia otro nivel de energía más alto.

Los átomos de diferentes elementos absorben longitudes de onda característicos de la luz. Al analizar una muestra para ver si contiene un elemento en particular significa usar luz de ese elemento. Por ejemplo con el plomo, una lámpara que contenga plomo emite luz de los átomos excitados de plomo que producen el conjunto adecuado de longitudes de onda en la muestra. En la absorción atómica, la muestra es atomizada; convertida en átomos de estado libre en el estado gaseoso; y un rayo de radiación electromagnética emitida de átomos excitados de plomo se pasan a través de la muestra vaporizada. Algo de la radiación es absorbida por los átomos en la muestra. Mientras mayor sea el número de átomos que hay en el gas, mayor será la radiación absorbida. La cantidad de luz absorbida es proporcional al número de átomos de plomo.

Una curva de calibración se construye analizando varias muestras de una concentración conocida de plomo. La cantidad que la estándar absorba se compara con la curva de calibración y esto permite el cálculo de la concentración de la muestra desconocida.

Figura 10. Espectrómetro de absorción atómica Avanta HG 3000.



Fuente: Catalogo de Khymos Analitica e Instrumental, empresa distribuidora del espectrómetro marca GBC modelo Avanta HG 3000.

2. DIAGNÓSTICO, VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS LIMITES DE DESGASTE MÁXIMO EN LOS MOTORES DIESEL (LIMITES CONDENATORIOS)

En el presente capítulo se desarrollan los dos primeros objetivos específicos planteados en el proyecto. Se realizó una valoración y diagnóstico de la información almacenada y se encontró que era necesario actualizarla y en algunos casos complementarla con información acerca nuevas tendencias y el surgimiento de nuevas tecnologías en este campo. Igualmente se trata la parte de la investigación y evaluación de los límites condenatorios para las casas fabricantes de motores planteados en el objetivo específico, consiguiendo resumir los diferentes límites condenatorios en una tabla de fácil comprensión y con la información necesaria para utilizarla como base o línea de referencia de valor máximo en el análisis de las tendencias de desgaste para los diversos parámetros de análisis (metales de desgaste y contaminantes).

2.1 Diagnóstico y Valoración de la Información Almacenada con Anterioridad en la Organización TERPEL S.A..

2.1.1 Introducción:

La primera fase del diagnóstico y valoración de la información realizada fue indagar que clase de información se tenía almacenada. Se extractó; con la colaboración del equipo de ingenieros de la Organización TERPEL S.A.; de la información almacenada, lo más pertinente y se empezó a valorar y

determinar que puntos le hacían falta una mayor profundización y cuales requerían una actualización con información acerca nuevas tecnologías.

La información almacenada existente no contaba con un archivo físico tangible de consulta. Estaba compuesta básicamente de los estudios realizados y las experiencias adquiridas de los ingenieros de lubricación de la división de lubricantes de la Organización TERPEL S.A., a través del tiempo, la cual se encontraba dispersa y requería de organización.

Por consiguiente, se investigó y recopiló información referente al tema en cuestión, utilizando fuentes confiables⁵, para la obtención de actualizaciones y datos nuevos como: de donde provenían las fallas en los motores diesel y las nuevas tendencias en como detectarlas utilizando el análisis de aceites usados, información técnica acerca como ocurre el proceso de degradación del aceite lubricante a través del uso en los motores diesel, avances en la tecnología de los filtros de aire y aceite y demás. Esta información fue extractada de artículos con fechas recientes, la gran mayoría de los años 2004-2005, de laboratorios especializados y reconocidos a nivel mundial, y de libros técnicos recientes especializados en el tema.

Se complementó con nuevos enfoques que se han realizado en el análisis del aceite usado en los motores diesel. Principalmente referentes a algunos procesos de contaminación del aceite como la sulfatación, nitración, hollín,

⁵ Laboratorios especializados en el tema como National Tribology Service, Wear Check Africa, revistas como Machinery Lubrication, Lubrication Engineering, Practicing Oil Analysis, Lube Tips Newsletter, Filtration Tips Newsletter, Lube Talk, The Oil Report, KOWA Procedure Manual; investigaciones similares realizadas anteriormente y encontradas en artículos científicos en las diferentes bases de datos con las que cuenta la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander, como la base de datos ingenieril Proquest.

etc., del como la evolución de la tecnología de los motores diesel han hecho que se cambie la forma de analizar las muestras de aceite lubricante usado. Por ejemplo: con el surgimiento de los motores diesel con tecnología EGR (Exhaust Gas Recirculation), hacen que se generen lecturas de hollín por encima de lo normal respecto a los motores antiguos, pero que por la naturaleza misma de la tecnología, hacen que sea un suceso normal, no un indicio de que existe un anomalía en algunos de los sistemas del motor, tenga una falla o se encuentren partes con un alto desgaste.

Otro complemento que se realizó fue acerca la procedencia de algunos de los metales de desgaste que se pueden encontrar en los motores diesel nuevos. Éstos han venido cambiando con el surgimiento de nuevas aplicaciones para algunos elementos metálicos. Por ejemplo: hoy en día algunos de los motores diesel se fabrican con pistones y culatas de aluminio, y nuevos elementos de aleación en el cigüeñal (titanio). Anteriormente estas partes venían hechas únicamente en hierro. Este aporte a la base de conocimientos, hizo que se modificaran los comentarios cualitativos referentes a las actividades de inspección y mantenimiento a realizarles a los equipos, haciéndolos mas específicos y actualizados.

2.1.2 Resultado del Diagnóstico y Valoración de la Información:

Cuando las partes deslizantes dentro de cada componente realizan algún movimiento, existe un desgaste, y por consiguiente se generan partículas de desgaste. El programa de Análisis de Aceites Usados de la Organización TERPEL S.A., fue creado como servicio para la medición, análisis y diagnóstico de no solo estas partículas metálicas en el aceite, sino la determinación de la condición del aceite lubricante y cantidades de

contaminantes en las diferentes partes de maquinas lubricadas. Los resultados de las mediciones son entonces usados para juzgar si la tendencia de desgaste de las partes lubricadas por el aceite lubricante dentro de cada componente es normal o anormal.

El tamaño de estas partículas están normalmente en la escala de solo unas cuantas micras, así que no se pueden observar a simple vista. En nuestro caso especifico, el motor de combustión interna Diesel, estas partículas son tan pequeñas que estas pueden pasar fácilmente a través del filtro de aceite, y se dispersan a través del aceite. Si el aceite contiene dichas partículas metálicas y contaminantes y son sometidas a altas temperaturas, están emiten (o absorben) luz con una longitud especifica a dicho elemento. Esta técnica de espectroscopia por absorción atómica es la que actualmente se esta utilizando para medir ópticamente y analizar la densidad de elementos metálicos y contaminantes en el aceite.

Por consiguiente, la medición de la densidad de las partículas diminutas de contaminantes y elementos de desgaste y su tendencia de cambio histórica son usados para valorar la condición de desgaste y del aceite lubricante dentro de cada componente y a su vez realizar las respectivas recomendaciones de mantenimiento preventivo para el componente.

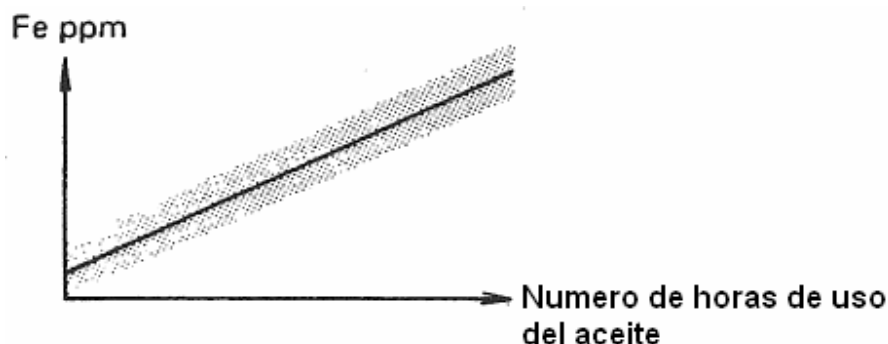
2.1.2.1 Características de las tendencias normales de desgaste de los elementos metálicos⁶

Se entiende como tendencia normal de desgaste de un elemento, cuando el motor o componente lubricado es sometido a condiciones normales de operación, cuando no existe ninguna anomalía en los parámetros de funcionamiento o en factores externos (medio ambiente, contaminación externa, etc.). Cuando las condiciones normales de operación ocurren, se debe presentar un comportamiento de desgaste como el que se observa en las graficas a continuación.

Características de los elementos:

- **Fe:** Su comportamiento se puede aproximar a uno linealmente proporcional al número de horas que el aceite lubricante ha sido usado. El contenido de hierro depende principalmente de la contaminación residual e historia de los cambios de aceite.

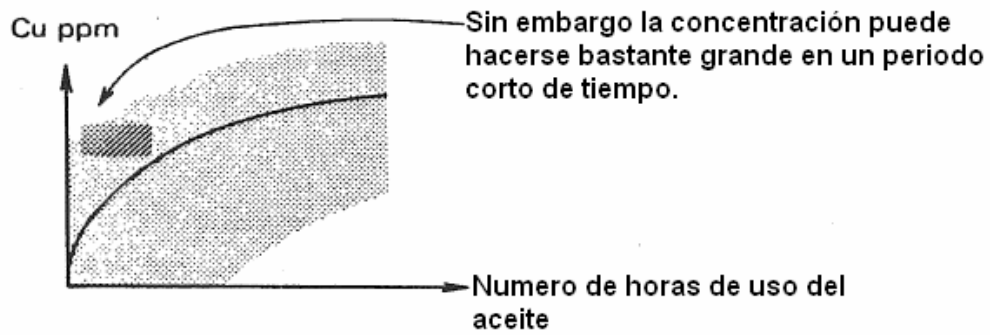
Figura 11. Tendencia normal de desgaste del hierro.



⁶ Información interna de Organización TERPEL S.A. (información de investigaciones internas y de experiencias de los ingenieros de lubricación).

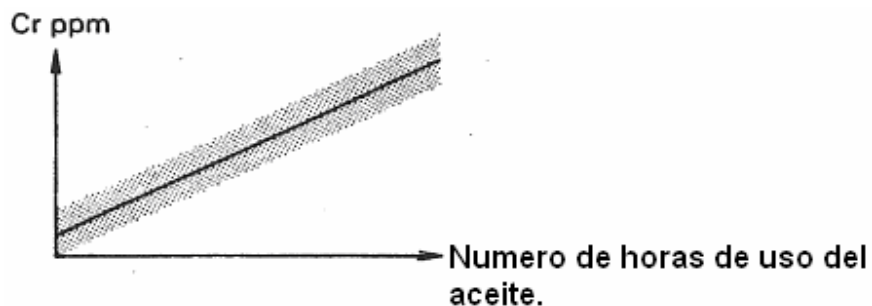
- **Cu:** A diferencia del hierro, el contenido de cobre no es proporcional al número de horas que el aceite ha sido usado. La tendencia del cobre se puede ilustrar como se muestra en el gráfico. Inicialmente tiene un crecimiento bastante rápido, casi exponencial, y luego va disminuyendo su tasa de cambio de desgaste. Sin embargo, la concentración inicial puede hacerse muchísimo mayor en un periodo corto de tiempo.

Figura 12. Tendencia normal de desgaste del cobre.



- **Cr:** La concentración de cromo es por lo general bastante baja. Aunque el contenido de cromo es cercanamente proporcional al número de horas que el aceite ha sido usado, esto no es tan significativo a un nivel tan bajo. El cromo sólo será significativo después de que ocurra un desgaste excesivo.

Figura 13. Tendencia normal de desgaste del cromo.

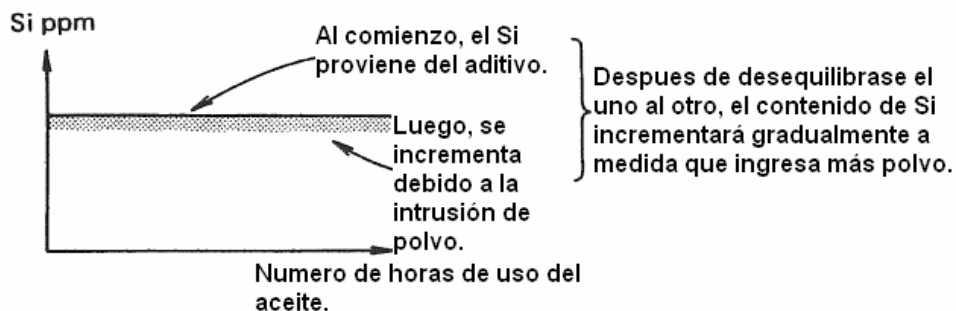


- **Al:** es difícil de predecir el lugar procedente del problema puesto que algo de aluminio proviene del polvo (Al_2O_3 , SiO_2 , etc.), además de los componentes que contienen aluminio. Es de gran importancia el aluminio que proviene de los componentes del motor debido a que una leve cantidad puede significar un problema bastante serio.

- **Si:** El contenido de sílice por lo general proviene del polvo (Al_2O_3 , SiO_2 , etc.). Nótese que el aceite lubricante nuevo contiene aproximadamente 10 ppm de un agente anti espumante basado en sílice. Esta sílice encontrada en el aceite, es de origen orgánico, el cual no acelera la rata de desgaste directamente y desaparecerá con el tiempo de operación.

La tendencia de la sílice es como se ilustra a continuación:

Figura 14. Tendencia normal de la sílice.



- **Pb:** Solo el plomo contenido en el aceite lubricante del motor se analiza. El contenido de plomo puede exceder un valor normal durante el periodo de arranque. Por si solo, el contenido de plomo es insignificante. Tiene una relación bastante cercana con el contenido de cobre.

- **Na:** Esto es un contenido del anticongelante. Aplica única y exclusivamente al aceite lubricante para motores. Si existen grandes cantidades de sodio presente en la muestra a ser analizada, quiere decir que hay una fuga de refrigerante en el aceite lubricante.

2.1.2.2 Partículas de metales de desgaste:

Cuando una gran cantidad de partículas de desgaste se detecta en el análisis del aceite, hay que realizar una inspección detallada y tomar las acciones correctivas referentes inmediatamente. La causa del polvo de desgaste puede ser a causa de uno de los siguientes problemas: ingreso de agua o combustible, admisión de polvo, manejo inapropiado o mantenimiento inapropiado.

Las partículas, en especial las metálicas catalíticas, como el cobre, hierro y el plomo incrementan la rata a la cual ocurre la oxidación. Las partículas de desgaste también quitan los aditivos polares del aceite, incluyendo los aditivos antidesgaste, de extrema presión, inhibidores de formación de óxido y dispersantes. También, una gran cantidad de partículas suspendidas en el aceite pueden peligrosamente incrementar la viscosidad del aceite lubricante.

Sin embargo, una alta concentración de polvo de desgaste puede encontrarse temporalmente en los motores, aunque el análisis se realice periódicamente. Si esto es cierto, no se puede inmediatamente concluir que esto es una señal de problema en el motor. En este caso, considere la situación cuidadosamente, revisando el aceite lubricante en periodos de cambio más cortos o haciéndole un seguimiento a los componentes en cuestión. A continuación se dará una breve explicación de donde provienen los diferentes

elementos metálicos más comunes encontrados en un motor de combustión interna diesel⁷.

- **Hierro:** es el más común de los metales de desgaste. Está presente en alguna forma en casi toda clase de equipos. Su amplia presencia significa que hay muchas fuentes de las partículas de desgaste. En un motor diesel, el hierro puede provenir de camisas, anillos, tren de válvulas, eje cigüeñal, resortes, guasas, tuercas, pasadores, barras conectores, bloque del motor, bomba de aceite.
- **Cobre:** Se usa ampliamente como material en aleaciones debido a sus propiedades- muy dúctil, y conductividad térmica y eléctrica muy buena. Es altamente usado en sistemas de cojinetes, al igual que en intercambiadores de calor. En los motores diesel se encuentra en bujes del tren de válvulas, bujes del árbol de levas, núcleo del enfriador de aceite, guasas de empuje, gobernador, cojinetes del turbocargador, chavetas de empuje en el engranaje del tren de válvulas.
- **Estaño:** el estaño se usa como elemento de aleación junto con el cobre y plomo para las pistas de los casquetes. En los motores diesel se encuentra en bujes del tren de válvulas, bujes del árbol de levas, núcleo del enfriador de aceite, guasas de empuje, gobernador, casquetes de biela y bancada.
- **Aluminio:** se usa en equipos debido a su alta relación de resistencia/peso, y resistencia a la corrosión. Cuando se encuentra

⁷ Información extractada de Wear Check Technical Bulletin, números 16-27, Filtration Tips, Volumen 1 numero 101, 112.

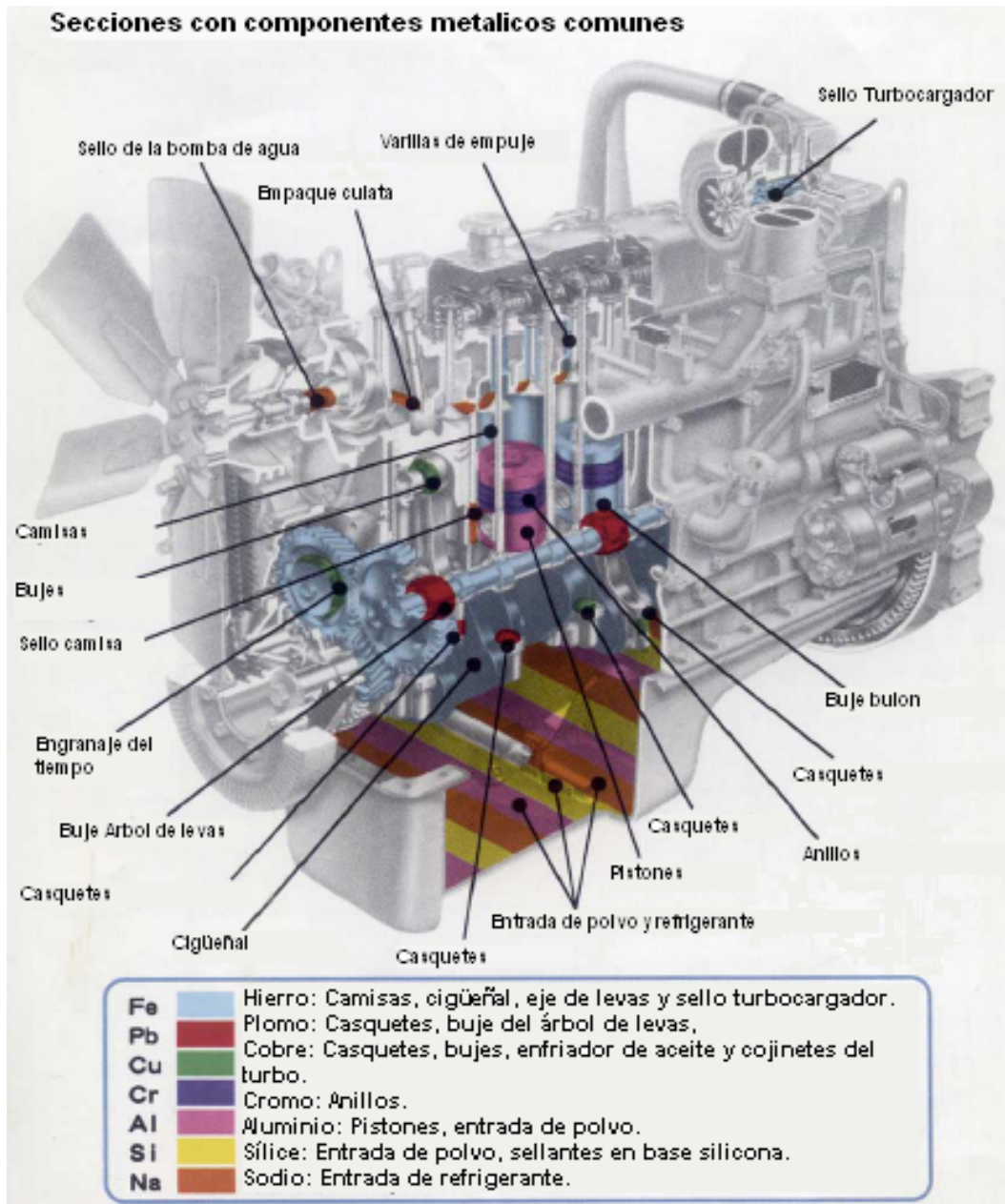
aleado con otros elementos mejora el desgaste y resistencia a la temperatura. Es ampliamente usado para la fabricación de equipos en la actualidad. En los motores diesel se encuentra en bloques, pistones, sopladores, bujes de la bomba de aceite, cojinetes, bujes del árbol de levas, enfriadores de aceite.

- **Cromo:** se usa como material de ingeniería por su gran dureza y resistencia a la corrosión. Se encuentra en muchos sistemas operando bajo condiciones hostiles. En los motores diesel se encuentra en anillos, camisas, válvulas de escape, cromato de zinc del inhibidor del sistema de enfriamiento.
- **Plomo:** es un metal suave usado para superficies de desgaste de sacrificio como los casquetes de biela y bancada. Los babbitts en base plomo se usan ampliamente. En los motores diesel se encuentran como material de sacrificio en los cojinetes en general.
- **Titanio:** se encuentra como elemento de aleación para mejorar las propiedades de desgaste en cigüeñales, camisas, también puede ser un contaminante proveniente de pinturas (dióxido de titanio).
- **Níquel:** se encuentra como elemento de aleación para mejorar las propiedades de desgaste en los componentes del motor. Se encuentra en cojinetes, árboles de leva y seguidores, vástagos de las válvulas, guías de válvulas.

Aditivos Metálicos:

- **Sodio:** se usa como un aditivo inhibidor de la corrosión, también indica fuga de refrigerante hacia el aceite lubricante, también puede ser sal de camino, agua marina, ingreso de tierra.
- **Boro:** aditivo inhibidor de la corrosión, aditivo antidesgaste/antioxidante, puede indicar fuga de refrigerante, contaminación con grasa.
- **Potasio:** aditivo inhibidor de la corrosión, aditivo antioxidante, puede indicar fuga de refrigerante.

Figura 15. Sección de Motor Diesel con Componentes Metálicos comúnmente encontrados.



Fuente: Tomado de KOWA (Komatsu Oil and Wear Analysis) Procedure Manual.

2.1.2.3 Contaminantes Presentes en el Aceite

Contaminación con agua:

El agua es uno de los contaminantes más comunes. Puede introducirse en un sistema a través de fugas internas de refrigerante, procedimientos de limpieza con mangueras a alta presión, o por condensación del aire a medida que el sistema se enfría.

El agua tiene varios efectos negativos en el desempeño correcto del aceite lubricante:

- Causa oxido, lo cual contamina el aceite.
- La capacidad de carga del agua no es tan alta como la del aceite, así que las ratas de desgaste se incrementan a medida que el agua reemplaza la capa de aceite.
- En los motores de combustión interna tiende a evaporarse instantáneamente a medida que se eleva la temperatura en los casquetes, realizando una limpieza a vapor efectiva, quitando la capa de aceite de las superficies en contacto.

Se debe tener un cuidado especial para prevenir un problema serio relacionado con esta contaminación, como por ejemplo los materiales de los cojinetes y casquetes. El análisis de aceites usados es muy útil para revisar si existe un ingreso de agua. Si se detectó un ingreso de agua en el análisis, hay que realizar inmediatamente las acciones correctivas. Si es anticongelante que se introdujo, el agua proviene del sistema de enfriamiento del motor.

Es importante mantener la contaminación con agua en un mínimo absoluto. Se deben revisar los sellos y respiraderos regularmente. Los sistemas presurizados de enfriamiento necesitan hacerse pruebas de presión para verificar su integridad. Bajas concentraciones de agua debido a la condensación pueden ser evidentes si se toma la muestra de aceite a una temperatura diferente de la de operación.

Contaminación con glicol:

El glicol (anticongelante) puede ingresar al motor de varias formas. Los enfriadores de aceite son la causa número uno de contaminación por glicol. También existen otras oportunidades de fuga son los sellos, empaques y corrosión de los núcleos de los enfriadores pueden causar grandes problemas si no se monitorean.

El glicol es muy dañino para los procesos de lubricación normales en un motor de combustión interna. Éste puede acelerar la oxidación del aceite y a su vez formar depósitos de grandes partículas en el aceite. Los aditivos del glicol pueden formar particulados abrasivos y obstruir filtros y los diferentes conductos de lubricación en el motor.

Casi todos los anticongelantes contienen inhibidores de corrosión, los cuales consisten de sodio, boro y potasio. Estos inhibidores de corrosión pueden transferirse hacia el motor cuando una fuga de refrigerante está presente. Dichos contaminantes pueden ser detectados elementalmente monitoreando el comportamiento del potasio, sodio y boro. Fundamentalmente se puede decir que estos elementos son las “huellas digitales” dentro del aceite para poder detectar la presencia del glicol. Es por eso la importancia de conocer

completamente los diferentes paquetes de aditivos que contienen los anticongelantes usados en un motor en específico. Cuando hay una gran cantidad de glicol presente en el aceite lubricante, habrá un incremento en la viscosidad del aceite, por ende un incremento en la viscosidad es un buen indicio de que existe presencia de hollín, agua o glicol.

Sílice:

La presencia de polvo acelera el desgaste de los componentes del motor (camisas, pistones, anillos se desgastan rápidamente y posteriormente los casquetes y eje de cigüeñal), lo cual puede traer problemas serios e irreversibles.

Cuando se reconozca una señal de admisión de polvo, hay que encontrar la causa y tomar las acciones correctivas apropiadas. La admisión de polvo se puede identificar por un incremento del contenido de sílice y aluminio conjuntamente.

Después del oxígeno, la sílice es el elemento más abundante en la faz de la tierra. La sílice no se encuentra naturalmente en su forma elemental, sino combinada con oxígeno en un compuesto conocido como sílica (dióxido de sílice). La sílica se encuentra en su forma libre (cuarzo, arena, etc.) o combinado con una variedad de óxidos metálicos, en dicho caso se conoce como silicato. Otra clase de compuestos en base sílice que no deben ser confundidos con la sílica y silicatos son las siliconas. Las siliconas son compuestos orgánicos fabricados por el hombre que poseen extensas aplicaciones en las industrias de lubricación, pintura y esmaltes.

La silica y silicatos comprenden una gran parte de la corteza terrestre y por ende existen grandes concentraciones en las tierras y polvos. Es por esta razón que la sílice se usa como elemento principal para monitorear la admisión de polvo en un componente. Se han realizado varios estudios sobre la causa de desgaste prematuro en los componentes de los motores. Las tendencias varían de elemento en elemento pero hay un común: la contaminación externa del aceite lubricante a causa de la sílice (polvo) es una de las mayores causas de desgaste acelerado en los motores de combustión interna.

Las partículas de arena y polvo varían en el tamaño y propiedades abrasivas. En un motor el ingreso de polvo atmosférico ocurre principalmente a través del sistema de admisión de aire. Los filtros de aire más eficientes remueven el 99% del polvo que un motor admite. El 1% consiste de de partículas de polvo muy pequeñas que pasan a través del filtro. Éstas pueden variar entre submicras hasta 10 micras en el tamaño. Este polvo pasará por entre los pistones, anillos y camisas y eventualmente quedan en suspensión en el aceite lubricante.

La partícula que tiene su dimensión más pequeña de un tamaño similar al huelgo por donde va a circular la que hace mayor daño. Una partícula más pequeña pasará derecho sin hacer algún daño, y una partícula más grande no podrá entrar y hacer ningún daño. En un motor de combustión interna, el espacio entre las camisas y los anillos es extremadamente pequeño, por consiguiente, son las partículas de polvo pequeñas las mayores amenazas cuando ocurre una fuga en el sistema de admisión.

Bajo condiciones ideales las superficies en contacto de un componente se mantienen separadas por una delgada capa de aceite, reduciendo la fricción y la rata de desgaste. La capa de aceite también absorberá cargas de impacto y ayudará a distribuir la carga a través de toda la superficie. La introducción de una pequeña partícula de polvo en este ambiente causará una perturbación bastante grave. Una vez la partícula de polvo haya entrado, forma una unión directa entre las dos superficies, anulando el efecto lubricante de la capa de aceite.

El primer e inmediato efecto es una “ralladura” de la superficie a medida que la partícula es arrastrada a través de las superficies. El segundo problema, y potencialmente el más serio, es que una vez la partícula de polvo se ha introducido entre las dos superficies, cambie la distribución de carga en las superficies, de una uniforme a la creación de un concentrador de esfuerzos, ocasionando un incremento grande en la presión en este punto del componente del motor. Éste incremento de presión causa una deflexión de la superficie, la cual eventualmente resultara en la fatiga del metal y la superficie terminará por quebrarse.

2.1.2.4 Relación entre sílice y aluminio debido a la admisión de polvo por el sistema de alimentación de aire:

La composición química promedio en peso de las rocas es generalmente como sigue a continuación:

Rocas:

- SiO ₂	59.09%	→ Si 27.61%
- Al ₂ O ₃	15.35%	→ Al 8.12%

- Fe ₂ O ₃	7.29%
- Ca	3.60%
- Na	2.97%
- K	2.57%
- Mg	2.11%

Relación entre Al:Si = 1: 3.4

Esta relación variara dependiendo del lugar en donde se encuentre trabajando la maquina. (1: 2-5).

Si el contenido de sílice es muy alto, se puede decir que algo del aluminio encontrado proviene del polvo admitido.

Si no hay componentes de aluminio usadas en el motor, todo el aluminio encontrado será del polvo que ha sido admitido.

Contaminación con combustible:

Se debe prestar especial atención al ingreso de combustible puesto que éste disminuirá la viscosidad del aceite lubricante, degradará as propiedades del aceite, resultará en una lubricación pobre, y causar problemas serios y costosos como daños en casquetes y posteriormente eje cigüeñal. Si la muestra analizada indica ingreso de combustible, hay que realizar las acciones correctivas inmediatamente.

Un problema con la dilución de combustible es determinar cuan grave es el problema en el motor. Una bomba de combustible, ligeramente descalibrada, puede estar entregando una pequeña cantidad extra de combustible a cada cilindro, digamos que en un 5%. Esta cantidad puede que no haga daño. Pero una dilución de un 5% de combustible en el aceite lubricante causado por la

falla de un solo inyector puede hacerle daños bastante serios e incorregibles a la camisa. Un caso de sobrealimentación de combustible ocasionara una reacción inmediata dependiendo de la tendencia histórica del motor y el tipo de operación involucrado con la maquina.

Hollín:

El hollín es un material particulado compuesto de casi carbón puro proveniente de la combustión incompleta de cualquier combustible hidrocarburo. Es muy abrasivo. Uno podría pensar que el carbón en cualquier estado es relativamente blando. Sin embargo las partículas de hollín, en cualquier forma, son más duras que el acero.

Idealmente, el proceso de combustión del combustible diesel produciría únicamente agua y dióxido de carbono. Pero, en realidad el diesel no es un compuesto totalmente puro y además ningún proceso de combustión es 100% eficiente. El resultado final es el hollín, el cual es el que torna el aceite de un color negro en un periodo corto de tiempo. Igualmente, es uno de los contaminantes menos deseados, junto con los óxidos nitrosos NO_x , resultantes del proceso de combustión.

Los aceites lubricantes para motores de combustión interna diesel, se formulan con aditivos que mantienen en suspensión el hollín y evitan que se aglomere, pero al igual que otros aditivos, ellos son de sacrificio. Una vez se alcanza cierta carga de hollín en el aceite (alrededor del 3% para casi todos los aceites lubricantes para motores de combustión interna), las partículas de hollín no podrán ser transportadas por el aceite y empezarán a formarse

depósitos lodosos. El hollín no solo es abrasivo sino también causa que la viscosidad se incremente.

En los motores diesel, se pueden generar grandes cantidades de hollín al haber un exceso de combustible presente en la combustión, temperaturas de combustión incorrectas, operaciones prolongadas en periodo de ralentí (carga baja, operación en vacío), obstrucciones en los sistemas de admisión y escape o fallas en el turbocargador.

Oxidación:

La oxidación es quizás la reacción química más común, no sólo en el campo de la lubricación, sino en toda la naturaleza⁸. En términos simples, la oxidación es la reacción química de una molécula de aceite con el oxígeno, el cual está presente en el aire del ambiente o del aire contenido en el aceite mismo. (En un sentido estrictamente químico la oxidación no necesariamente necesita haber oxígeno presente, pero para la presente investigación se confinará a reacciones que involucren oxígeno.) La oxidación del aceite no es más distinta que cualquier otra reacción de oxidación encontrada comúnmente, como la corrosión. Al igual que los efectos de la corrosión en las superficies metálicas, la oxidación del aceite resulta en un cambio químico permanente y catastrófico a las moléculas base del aceite.

En el caso de la oxidación del aceite, la reacción resultó en la adición secuencial de oxígeno a las moléculas base del aceite, para formar diferentes especies químicas, incluyendo hidroperóxidos y ácidos carboxílicos.

⁸ Tomado de Lube Talk, volumen 1, número 180.

La rata a la cual las moléculas de aceite reaccionan con el oxígeno depende de un número de factores. Quizás el más crítico es la temperatura. Al igual que muchas reacciones químicas, las ratas de oxidación se incrementan exponencialmente con la temperatura debido a la regla de Arrhenius⁹. Para casi todos, como una regla general es que la rata de oxidación se dobla por cada elevación de 10° C (18° F) por encima de los 75° C (165° F). Debido a esto, los aceites sintéticos son a menudo requeridos en aplicaciones de alta temperatura para prevenir la oxidación rápida del aceite.

A medida que un aceite lubricante se oxida su habilidad de lubricar, y en casos de oxidación severa, ocurren cambios notables en el aceite: se torna oscuro y emite un olor característico; se forman lodos y resinas, y en las etapas avanzadas la viscosidad se incrementa, usualmente rápido. Afortunadamente la reacción química entre el oxígeno y las moléculas de lubricante a temperaturas ambiente es bastante lenta y no es un problema bajo estas condiciones.

Los aceites lubricantes tienen que operar en ambientes particularmente hostiles y deben ser formulados con estos parámetros operacionales en mente. Muchas condiciones promueven la oxidación acelerada en un motor, como las altas temperaturas, altas presiones, un alto suministro de aire, agitación y la presencia de catalizadores metálicos.

Debido a la sensibilidad de un aceite a la oxidación a altas temperaturas, la deducción más común de una medición alta de oxidación, asumiendo que la vida de servicio normal del aceite no se ha excedido, es el recalentamiento del

⁹ Svante August Arrhenius

El químico sueco Svante August Arrhenius obtuvo el Premio Nóbel de Química en 1903. Sus trabajos son la base de gran parte de la química física y la electroquímica modernas.

motor. El recalentamiento esta generalmente acompañado por un incremento en el desgaste de los metales (plomo, cobre, hierro y estaño) y un incremento en la viscosidad.

Sulfatación:

Los óxidos de azufre y agua son productos del proceso de combustión del diesel, que se combinan rápidamente para formar ácidos en base azufre. La gran parte de estos ácidos corrosivos salen en los gases de escape, pero algunos permanecen en las cavidades del motor o en los gases provenientes de la cámara de combustión y proceden a atacar las delgadas capas de aceite en las superficies de los anillos y camisas, en donde son neutralizados por aditivos en el aceite.

A temperaturas normales de operación, los ácidos permanecen en su fase gaseosa en los gases de combustión con un contacto mínimo con las superficies reactivas. Sin embargo, cuando un motor experimenta temperaturas de operación mas bajas que lo normal (justo después del arranque o cuando fallas en el sistema de enfriamiento del motor resulta en un sobreenfriamiento continuo) los ácidos se condensan y entran en contacto con el aceite del carter y aquel expuesto en las superficies metálicas. Esto causa una carga extra en el lubricante puesto que tiene que neutralizar más ácido que aquel esperado durante operación normal.

Los combustibles diesel utilizados en Colombia contienen una gran cantidad de azufre. En casi todas las formas de combustibles hidrocarburos, se pueden conseguir rastros de azufre. El ácido sulfúrico se forma en el aceite cuando las

moléculas de azufre reaccionan con el oxígeno en la cámara de combustión para formar los óxidos de azufre. Estos óxidos de azufre pasan después a través de los anillos y entran en el aceite. Aquí los óxidos de azufre se mezclan con la humedad presente y forman el ácido sulfúrico, el cual es altamente corrosivo. Es casi imposible remover los rastros de azufre en el combustible y además no es económicamente viable.

Nitración:

Al igual que la sulfatación, la nitración es la reacción del aceite con productos, relativos con el nitrógeno, de la combustión. Estas reacciones tienden hacerse mucho más pronunciadas a temperaturas altas, por consiguiente, un incremento en el nivel de nitración es a menudo un indicio de un alto paso de gases de la cámara de combustión hacia el carter, puesto que los gases calientes de la combustión reaccionan con el aceite. Raramente se comenta solo sobre la nitración, puesto que primero se manifestarán otros problemas como el desgaste en anillos y camisas, o se encontrará junto con cierto nivel de oxidación y/o sulfatación.

Similarmente se estudió la información referente a los límites condenatorios de los motores diesel, se valoró y posteriormente se investigó, recopiló y actualizó la información disponible en la información almacenada para su posterior análisis y concretización (información que se tratará en el capítulo a continuación).

2.2 Evaluación de los Límites de Desgaste Máximos en los Motores Diesel (Límites Condenatorios).

El conocimiento de los valores máximos que puede alcanzar los diferentes metales de desgaste y contaminantes en el aceite usado, es extremadamente importante puesto que se necesita tener un punto de referencia máximo. Los límites que los fabricantes de motores diesel entregan, son el resultado de pruebas de laboratorios en las cuales todos los tipos de motores que saldrán al mercado, en condiciones extremas de operación, en ambientes controlados y a través de muestras realizadas al aceite lubricante dan como resultado los desgastes máximos que puede tener el motor. Cabe anotar que una muestra de aceite en la que se encuentren estos valores, el motor o componente lubricado está sufriendo unas condiciones extremas de operación, y estas mismas condiciones ocasionan un desgaste excesivo en sus partes constitutivas y un deterioro irreversible. Por esta razón estos límites se consideran como límites condenatorios, y nunca se deben tomar como límites de operación bajo ninguna condición de operación real.

2.2.1 Límite Condenatorio:

Se define como límite condenatorio aquel valor en el cual hay que someter el motor a una reparación total o parcial de todos o de algunos de sus componentes constitutivos de alguno de los sistemas (enfriamiento, alimentación de combustible, admisión y escape, etc.), o puede existir alguna anomalía respecto a sus parámetros de operación (carga de operación, temperatura de operación, presión del aceite, cambio de filtros de aire y aceite, etc.).

Recopilación de los Límites Condenatorios:

Debido al carácter confidencial con lo cual se maneja esta información, (los fabricantes de motores entregan algunos de los valores en los manuales de operación de sus motores cuando éstos se adquieren), se busco que esta información fuera de fuentes lo mas confiables posibles¹⁰, y se comparó los diversos hallazgos para verificar que no hubiese ninguna anomalía (valores asimilares entre las diversas fuentes). Igualmente, en la Organización TERPEL S.A., se poseía algunos de estos límites de algunos fabricantes, que a su vez confirmaron los resultados de la investigación.

A continuación se muestra una tabla en la cual se colocaron los límites condenatorios para las diferentes clases de motores de combustión interna diesel que se investigaron. Los valores mostrados en la tabla representan todos los modelos de motor para cada fabricante mencionado. Algunas empresas fabricantes de motores diesel, proveen límites condenatorios específicos para un modelo de motor en específico. En caso de que sean necesarios estos valores específicos para algún requerimiento especial, se debe consultar el manual del motor, consultar al fabricante o consultar un experto con alta experiencia en el tema y con buen conocimiento del motor en cuestión. Sin embargo, estos límites específicos para un modelo de motor no son muy distantes de los mostrados en la tabla 1, lo que hace que varíe de

¹⁰ Laboratorios especializados en el tema como National Tribology Service, Wear Check Africa, revistas como Machinery Lubrication, Lubrication Engineering, Practicing Oil Analysis, Lube Tips Newsletter, Filtration Tips Newsletter, Lube Talk, The Oil Report; investigaciones similares realizadas anteriormente y encontradas en artículos científicos en las diferentes bases de datos con las que cuenta la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander, como la base de datos ingenieril Proquest.

una u otra forma, es que en algunos casos el fabricante reemplaza una pieza constitutiva del motor en donde se utilicen elementos de constitución diferentes o con proporciones distintas. Por ejemplo, que en un modelo de motor se utilicen culatas de hierro fundido y en otro de aluminio, o que uno sea naturalmente aspirado y el otro sea turbocargado; esta variación obviamente cambiará las proporción admisible de desgaste que se pueda generar en un motor.

Estas tablas de limites condenatorios para modelos específicos, básicamente varían es en los valores de los metales de desgaste. Los contaminantes por lo general se mantienen iguales para todos los modelos del fabricante. En la tabla 2, se puede observar una tabla que suministra la Caterpillar, para algunos de sus motores. Como se puede observar varían apenas en algunos de los elementos, para otros se permanecen iguales.

Los límites condenatorios hallados en el proceso de investigación y recopilación se encontraron en unidades de ppm, y las unidades con las que se trabaja el la Organización TERPEL S.A. Fábrica de Lubricantes, es A/0.1mm. ¹¹. El factor de conversión para pasar de unidades de ppm a unidades de absorbancia es propiedad intelectual de la Organización TERPEL S.A., por consiguiente únicamente se suministra en las tablas el valor equivalente. (Ver Tabla 8).

¹¹ Unidad de absorbancia (A): es una unidad logarítmica para medir la densidad óptica, la absorbancia de la luz transmitida a través de una sustancia parcialmente absorbente.

Tabla 1. Limites Condensatorios para diferentes Motores.

Parámetro	Motor				
	Cummins	Mack	Caterpillar	Isuzu	International
Viscosidad a 100° C, incremento	4 cSt	5 cSt	4 cSt	4 cSt	5 cSt
Viscosidad a 100° C, disminución	4 cSt	5 cSt	4 cSt	4 cSt	5 cSt
Aluminio, ppm	20	20	15	20	20
Cromo, ppm	15	10	15	20	30
Cobre, ppm	45	30	45	45	35
Hierro, ppm	80	160	100	125	200
Plomo, ppm	25	40	100	40	60
Estaño, ppm	20	40	20	**	**
Sílice, ppm	15	25	10	25	25
Sodio, ppm	20	**	40	**	**
Boro, ppm	25	**	20	**	**
% Combustible, en volumen	5	2.5	5	**	**
% Hollín, en masa.	1	1.5	*	**	**
% Agua, en volumen	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
% Dilución de Glicol, en volumen.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
TBN, mg KOH	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

* El valor de este parámetro es propiedad privada del programa de análisis de aceites de la empresa Caterpillar; (S.O.S. Oil Analysis Program).

** Este valor no es suministrado por los fabricantes.

Tabla 2. Limites Condensatorios para diversos Modelos de Motores Caterpillar.

Parámetro	Motores Caterpillar				
	D7, D8, D9, Diam. 5,75 - 6", V-8 y V- 12	Series 600, 800 tractor 983, 988, 992,769,773,3400 series	Equipo sobre orugas y llantas D4, D5, D6, D7, M.C. 627, Log Skiders	Diámetro int. 6,25" Bore, motores V8, V12 y V-16	Serie 3208
Aluminio, ppm	17	17	17	11	15
Cromo, ppm	15	8	17	8	15
Cobre, ppm	24	24	24	11	12
Hierro, ppm	80	62	105	35	100
Plomo, ppm	62	62	62	62	100
Sílice, ppm	27	27	27	27	30

3. PROCESO DE DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

La base de datos a desarrollarse, deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- **CONFIABILIDAD:** tiene que ser totalmente fiable, debido a la naturaleza de la información que se esta manejando.
- **ALTA CAPACIDAD:** en la actualidad se están manejando aproximadamente 8000 muestras anuales de aceite, y entre los planes de expansión de la Organización TERPEL S.A., se encuentra ampliar el mercado de este servicio de análisis de aceites usados.
- **SENCILLEZ:** la base de datos deberá ser lo mas sencilla posible para lograr un entendimiento completo con poco tiempo de uso.
- **ACCESO EN LA RED:** Igualmente las proyecciones de la Organización TERPEL S.A., son poder ofrecer el servicio a los clientes de una forma online, y para poder logra eso, se debe crear una base de datos que pueda tener compatibilidad con el acceso en red.
- **COSTOS:** la idea de toda empresa es de disminuir costos en todas sus áreas de trabajo.

Luego de realizar una investigación profunda en el tema y de consultar con expertos en el tema de bases de datos, se llegó a la conclusión de que el lenguaje de programación para la base de datos sería MySQL. Entre sus características más relevantes podemos encontrar:

- Es un software licenciado bajo General Public License (GPL), freeware.

- Funciona en una gran variedad de plataformas.
- Es un sistema administrador de bases de datos relacionales
- Funciona como sistema cliente servidor
- Es seguro (usa encriptado de passwords)
- Ha sido probada con más de 60000 tablas y 50 millones de registros.

3.1 Desarrollo de las Tablas de la Base de Datos:

Para poder empezar a crear las tablas con el contenido mas adecuado de la información que se les introduciría, se necesitó de un gran entendimiento del proceso del análisis de aceite usado en los motores diesel. No solo se tuvo que tener en cuenta la información que se maneja en los motores diesel, sino que la base de datos debe ser lo mas robusta posible para el manejo de los diversos equipos lubricados (motores de combustión interna a gasolina y diesel, turbinas, bombas, sistemas hidráulicos, transmisiones, diferenciales, etc.), esto quiere decir, que existen campos que se diseñaron no solo para el uso con los motores diesel, sino para los demás equipos mencionados.

La información que se maneja en un análisis de aceites usados para motores diesel se puede clasificar básicamente en lo siguiente:

- Datos del cliente: contiene campos que describen básicamente información personal del cliente, como nombre, teléfono, e-mail, dirección, etc.

- Datos de la maquina (camión, tractomula, equipo estacionario): contiene información que describe la maquina donde se encuentra montado el componente lubricado, como: clase de trabajo que desempeña la maquina, placa (si es automotor), marca, modelo, año de fabricación, serie, descripción de operación, etc.
- Datos del componente lubricado (motor, diferencial, etc.): describe datos descriptivos del componente lubricado como marca, modelo, serie, año de fabricación, potencia, volumen de aceite, fecha desde última reparación, etc.
- Datos de la muestra: describe datos específicos de la muestra de aceite enviada por el cliente, como: tiempo de ingreso al laboratorio, fecha de toma de la muestra, punto de toma de la muestra, nombre del lubricante de relleno¹², etc.
- Limites estadísticos predictivos (Ver capitulo 4): es una tabla que sirve a nivel de información de apoyo para el SE, al igual que otras tablas de apoyo como la tabla de lubricantes en donde se tienen los lubricantes mayor uso con sus respectivas propiedades nuevos como viscosidad, cantidades de aditivos, contenido de cenizas, punto de inflamación, índice de viscosidad, grado SAE, etc.

Los campos que se introdujeron en las tablas fueron según las exigencias que demandaba la Organización TERPEL S.A. división Fábrica de Lubricantes, y algunas sugerencias realizadas por los autores del proyecto con miras a tener

¹² Lubricante relleno es aquel lubricante adicionado durante la operación del equipo sin realizar un cambio de aceite. También se conoce como aceite de reposición.

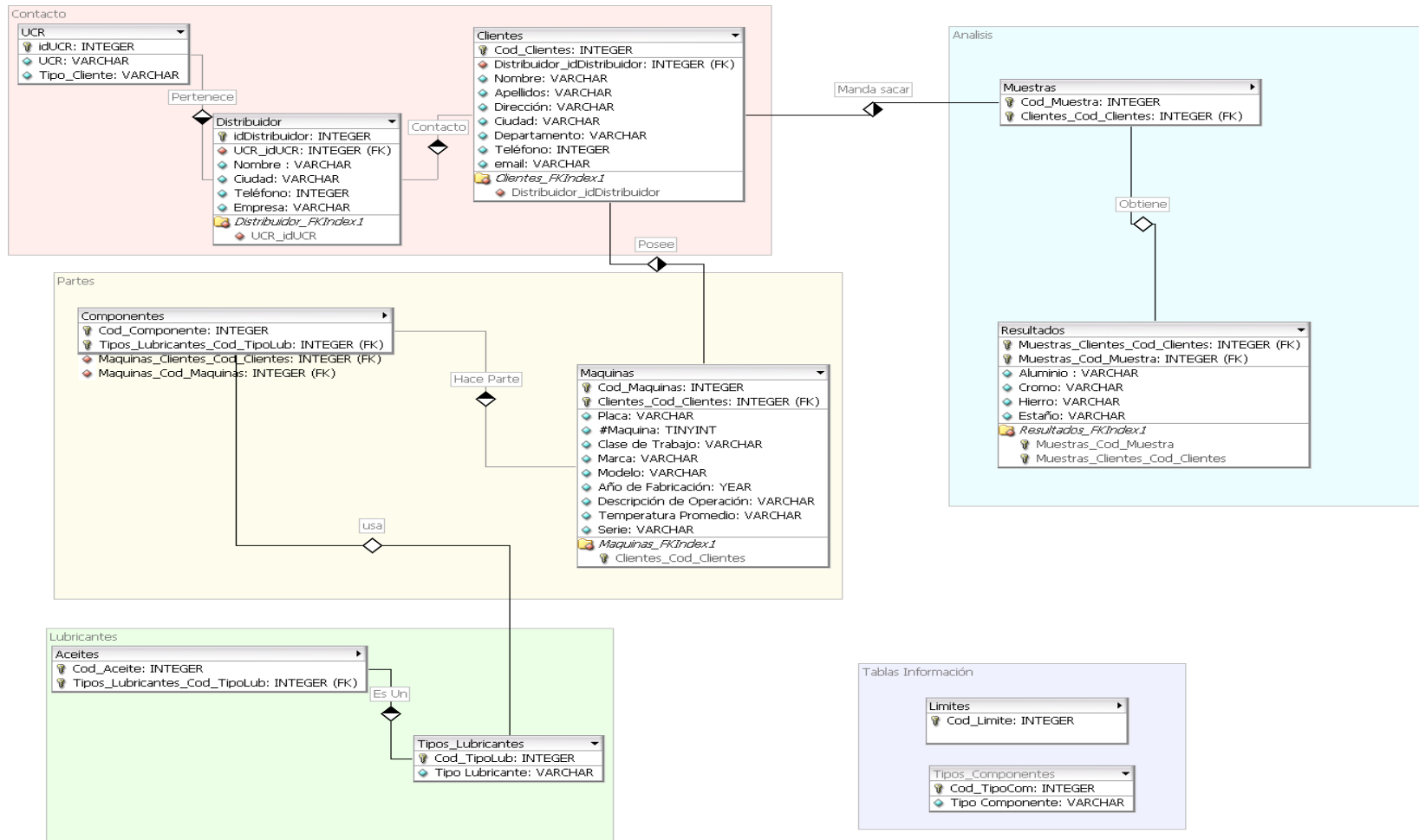
más información acerca del funcionamiento mecánico de los componentes, como: información acerca los filtros de aire y aceite, presión de operación del aceite, temperatura de operación, tipo de operación de la maquina, entre otros. Por la misma estructura de las tablas de la base de datos, no se pudieron colocar en el presente documento. Ver anexo A...

3.2 Diagrama Identidad-Relación:

Aquí se muestra de una manera gráfica las diferentes relaciones que existen entre las diversas tablas y sus campos. Esto parametriza la forma de funcionamiento, almacenamiento y de extracción de los datos. El análisis se realizó teniendo en cuenta que enlaces debían tener las diferentes tablas e información contenida en ellas, de tal forma que el acceso a la misma fuera lo más coherente y eficiente posible.

Por ejemplo, la tabla de datos del cliente esta básicamente enlazada con todas las demás tablas. Si observamos todas las tablas, encontraremos que de alguna u otra forma el código del cliente (este código del cliente es la aquel campo que relaciona el resto de información de tabla con las demás tablas) se encuentra ligado al resto de información, exceptuando aquellas tablas de información de soporte para el SE. En el anexo A se encuentra otro diagrama de identidad-relación explícito, en el cual se pueden observar las diferentes relaciones.

Figura 16. Diagrama Identidad-Relación de la Base de Datos.



4. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

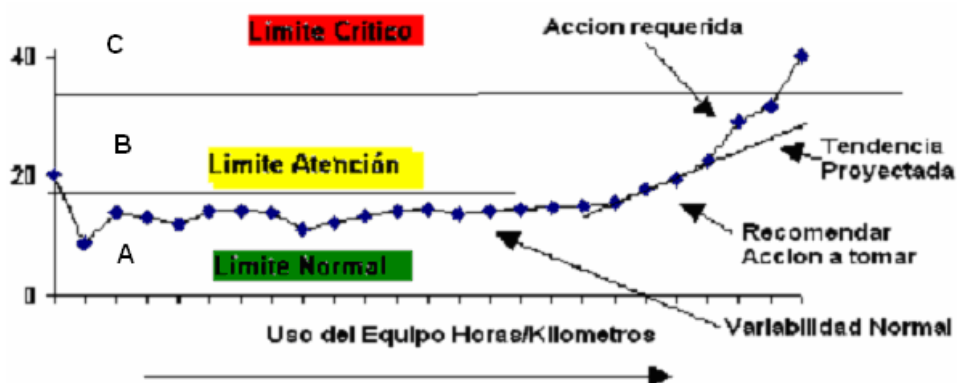
La realización del análisis y el desarrollo de una metodología, requirió tener en cuenta el conocimiento y la experiencia que poseía en el tema específico, la división encargada de esto es la división de lubricantes de la Organización TERPEL S.A.

4.1 Franjas de evaluación para determinar la tendencia de desgaste de los componentes del motor.

Para realizar el análisis, se dividió las graficas de tendencias de todos los parámetros a analizar (elementos de contaminación del aceite y metales de desgaste) en tres franjas de desgaste, las cuales se describen a continuación:

- Franja de Limite Normal: se representa con la letra A
- Franja de Limite Atención: se representa con la letra B
- Franja de Limite Crítico: se representa con la letra C

Figura 17. Franjas de evaluación.



Franja de Límite Normal:

Cuando todas las lecturas se encuentran en el rango normal. El desgaste de los componentes lubricados es normal. Hay instancias cuando las lecturas relativamente altas se consideran normales, por ejemplo el primer cambio de aceite después de realizada una reparación general del motor. Esto se debe a la entrada de polvo en el montaje y ensamble, y el desgaste asociado de los componentes en contacto. Estas lecturas altas se consideran normales durante los primeros cambios de aceite de un motor recién reparado. Igualmente el comportamiento de un motor de combustión interna se aproxima al comportamiento experimentado en la curva de Weibull, mejor conocida como la curva de la bañera, en la cual se puede observar la aproximación de la tendencia normal de desgaste de un motor de combustión interna diesel, en condiciones normales de operación (no se presenten problemas de contaminación, parámetros de funcionamiento normales, etc.).

Figura 18. Curva de la bañera (Weibull).



Franja de Límite Atención:

Si una lectura se encuentra en este rango, existe alguna condición que está fallando en los componentes lubricados del motor. Dependiendo de la condición del análisis de la muestra, se requerirá un muestreo con mayor frecuencia para monitorear la evolución de la tendencia. Los procedimientos de mantenimiento deberán revisarse, y las fallas menores deberán ser corregidas. No se recomienda una reparación grande (overhauling) o general en esta etapa. Si la lectura de la muestra se encuentra en el rango de atención y cercano al crítico, hay que aumentar la frecuencia de cambio de aceite y disminuir la carga en la unidad si es posible. En esta etapa, el motor no requiere una reparación inmediata, sin embargo, hay que empezar a planificar un plan de trabajo para la reparación y recomendar al cliente de hacerlo cuando ellos tengan la disponibilidad.

Franja de Límite Crítico:

Si la lectura se encuentra en este rango, existe un desgaste avanzado de los componentes del motor. Hay que encontrar la causa de este desgaste y tomar medidas correctivas inmediatamente. Dependiendo del caso, puede que sea necesario detener la máquina y realizarle la reparación en el instante. Si la lectura sube súbitamente, no se considera un problema relacionado con una falla de la máquina, hay que revisar las causas posibles, como por ejemplo aquellos externos al funcionamiento mismo del motor (el no cambio de filtros de aceite, combustible o aire, anomalías en cualquier sistema que compone el motor como alimentación de combustible, enfriamiento del aceite y motor, sistema de admisión y escape, etc.).

4.2 Criterios de Evaluación

- Criterios:

Para la evaluación y análisis de las muestras se decidió tener en cuenta dos criterios¹³ de evaluación:

- 1) Cuando el valor de la muestra se encuentra por debajo del límite de Atención:

Este criterio, se usa para cuando se tiene un valor en una muestra que está por debajo del valor establecido para el límite de atención. Se decidió establecer este criterio para aquellos motores que presenten una tendencia de desgaste normal.

El procedimiento de análisis es el siguiente: se toma un valor previo como referencia para realizar el análisis y posteriormente se analiza el cambio de pendiente que ha sufrido la muestra de aceite usado actual con respecto al valor previo. El criterio de evaluación por consiguiente nos entregará en que franja de evaluación se encuentra la variable en análisis. (Ver tabla 3.)

- 2) Cuando el valor de la muestra se encuentra entre el límite de Atención y el Limite Crítico. Este criterio, se usa para cuando se tiene un valor en una muestra que esta por encima del valor establecido para el límite de atención pero por debajo del límite critico. Se decidió establecer este criterio para aquellos motores que presenten una “aparente” tendencia normal de desgaste, pero con un valor puntual por encima del límite normal. El procedimiento

¹³ Estos criterios se basan en experiencias extractadas del continuo análisis de las muestras de aceites usados tomadas en la Organización TERPEL S.A. División de Lubricantes, y los cuales son característicos de cada motor según su marca y modelo; por lo cual no se hace referencia a ningún valor numérico en específico.

de análisis es similar al utilizado en el primer criterio, con la única limitante de que nunca podrá haber la combinación del criterio 2 con la franja A. (Ver tabla 3.)

NOTA: Los valores de las pendientes establecidos en cada uno de los criterios anteriormente establecidos y mostrados en la tabla 3, son producto de la experiencia e investigaciones anteriores realizadas en la Organización TERPEL S.A. Igualmente se puede tomar como elemento confirmatorio de la veracidad y eficacia de estos parámetros al observar que empresas y laboratorios afines al tema; como Komatsu Oil and Wear Analysis (KOWA) y el National Tribology Service (NTS); utilizan criterios similares.

Tabla 3. Criterios de Evaluación.

Evaluación		Criterio	
Franja		1) Cuando el valor de la muestra se encuentra por debajo del límite de Atención	2) Cuando el valor se encuentra entre el límite de Atención y el Limite Crítico
A	Normal	No mas que 3 veces el valor previo	-
B	Atención	Mas de 3 veces pero menos que 5 veces el valor previo	No mas de 1.5 veces el valor previo
C	Critico	Mas de 5 veces el valor previo	Mas de 1.5 veces el valor previo

4.3 Valor Previo:

Se define como una media de tres valores de muestras inmediatamente anteriores. En caso de que no existan los tres valores, uno o dos valores de muestras anteriores funcionarían.

4.4 Obtención de Valores Puntuales de los Diferentes Parámetros:

En el presente paso se procede a obtener valores numéricos de los diferentes límites de alerta y alarma para los parámetros involucrados. Para conseguir esto, se procedió a utilizar métodos estadísticos predictivos propuestos por grandes empresas como Noria Corporation¹⁴ y el National Tribology Service, NTS¹⁵ de los Estados Unidos. Existen otras propuestas para la obtención de los límites, como:

- Patrones de datos determinísticos: se basa en hechos concretos que confirman definitivamente un evento requiere una acción correctiva, para nuestro caso no sería muy útil puesto que no serviría para predecir posibles fallas.
- El enfoque de distribución de frecuencia para establecer límites estadísticos: se basan en un historial de datos para la obtención de los límites basados en rangos generales de distribución de datos (diagrama de Pareto¹⁶), el problema de éste proceso de análisis es que no se basa en la condición del motor sino sólo en datos estadísticos.

¹⁴ Noria Corporation es una de las corporaciones de investigación y entrenamiento en el campo de la lubricación más grandes del mundo.

¹⁵ National Tribology Service es uno de los laboratorios de análisis de aceites lubricantes usados para toda clase de maquinaria más completos y grandes de los Estados Unidos.

¹⁶ Economista italiano Vufrado Pareto, desarrolló en los 1920's el presente análisis, también conocido en el campo de la ingeniería del mantenimiento como Análisis ABC.

- Enfoque de límites estadísticos predictivos: se basa en el principio de desviación estándar para encontrar los límites. En nuestro caso sería el más adecuado puesto que los límites hallados son predictivos, se basan en la condición del motor y es un método relativamente sencillo y eficaz. Igualmente es el recomendado por el grupo de ingenieros de la Organización TERPEL S.A., y otros laboratorios a nivel mundial como NORIA Corporation y el NTS.

Se plantea utilizar la estrategia de calcular límites estadísticos predictivos para los diversos parámetros anteriormente mencionados (metales de desgaste y contaminantes). Esta consiste en hallar la desviación estándar un parámetro en específico al motor seleccionado y el valor promedio. Luego, sencillamente los valores puntuales de los límites de atención y crítico se calculan sumando una y dos desviaciones estándar respectivamente al valor promedio del parámetro en cuestión.

Los datos de las muestras seleccionadas deberán tener todas aproximadamente el mismo tiempo de uso del aceite lubricante. Por ejemplo, se podrá trabajar con un grupo de motores que hayan usado su aceite lubricante en un rango de tiempo de aproximadamente de 250-500 horas de uso, para que pueda determinarse correctamente un patrón característico para ese motor, con esas características de tiempo de trabajo del aceite lubricante.

4.5 Desviación estándar:

Una de las características más importantes de las distribuciones de frecuencias es el grado de la variabilidad, a veces llamado como dispersión,

de la distribución. La medida del grado de variación en una distribución de frecuencias más comúnmente usado en el análisis estadístico es la desviación estándar. En pocas palabras se puede decir que la desviación estándar es una medida que considera que tan lejos de la medida se localiza cada uno de los elementos de una distribución de frecuencias. Mientras más dispersa se encuentre una distribución mayor será la desviación estándar, mientras más concentrada se encuentre una distribución menor será la desviación estándar. Por lo tanto, mientras menor sea la desviación estándar de una distribución de frecuencias específica, más significativo será generalmente un promedio como medida de la tendencia central de esa distribución.

En los cálculos de la desviación estándar, se usa el promedio aritmético como la escala a partir de la cual se mide la variación.

Para resumir: Si X representa el valor de un elemento individual en la muestra y \bar{X} el promedio aritmético de la muestra, primero se obtiene las desviaciones de los elementos individuales a partir de la media y se elevan al cuadrado:

$$\left(\bar{X} - X \right)^2$$

luego se toma un promedio de las desviaciones estándar elevadas al cuadrado, pero dividiendo entre $n-1$:

$$\frac{\sum \left(\left(X - \bar{X} \right) \right)^2}{n-1}$$

y finalmente extraemos la raíz cuadrada positiva para regresar a las unidades originales en las cuales estaban expresados los datos:

$$\sqrt{\frac{\sum \left((X - \bar{X}) \right)^2}{n-1}}$$

de esta forma se define la desviación estándar,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum \left((X - \bar{X}) \right)^2}{n-1}}.$$

4.6 Comparación de los Valores Puntuales y de Pendientes con la Base de Conocimiento

- En esta parte del desarrollo de la metodología se inicia la explicación como el sistema experto deberá tomar los valores puntuales de la muestra e iniciar el proceso de evaluación de la muestra y generación del comentario pertinente con respecto al estado del motor.
- En el presente proceso se busca simular el comportamiento y procedimientos de un experto para la solución del problema, que es llamado técnicamente en la teoría de sistemas expertos como mecanismo de inferencia.
- El primer paso que se realizó, fue tener en cuenta que las muestras se analizarían tomando un valor puntual promedio sacado de las muestras anteriores; denominado como valor previo (ver sección 4.3); y la pendiente que forma con el punto actual, esto definirá en que franja de valoración se encuentra la muestra a analizar. Estas franjas con las cuales va a realizar la valoración se han documentado con anterioridad en este capítulo (ver sección 4.1).

- Si se le daba a la muestra un tratamiento de valor puntual se generarían infinitas posibilidades de valores para las cuales habría que generar un comentario, lo cual sería inmanejable.

-

- Las franjas que se tomaron son: **Franja de Límite Normal, Franja de Límite Atención y Franja de Límite crítico.**

Posteriormente se definió como sería la forma más sencilla y práctica de analizar los datos resultantes de la muestra, con base a la experiencia de la **Organización TERPEL S.A. Fabrica de lubricantes** y después de analizar muchas opciones se llegó a la conclusión de dividirla en dos partes que son: **Condición del Aceite y Desgaste Metálico.**

La división de los elementos resultantes del análisis de la muestra en estas dos partes obedece sobretodo a buscar una forma más sencilla de ver el problema de interpretación de la misma.

4.6.1 Condición del aceite:

La parte de condición del aceite, se divide en dos partes a saber: Estado del Aceite y Contaminantes del Aceite. En éstas podemos encontrar características del aceite tales como: **Viscosidad y TBN** (Condición del aceite); y los siguientes contaminantes: **Hollín, Combustible, Sulfatación, Agua, Nitración, Oxidación, Boro, Potasio, Sodio y Glicol.** Se le dio el nombre de condición del aceite a estas características puesto que estas características nos definen en que condiciones de degradación se encuentra el aceite.

En este proceso se analizó la Viscosidad y el TBN por separado, por ser estas características condiciones de referencia puesto que son variables directamente afectadas por la cantidad de contaminantes presente en el aceite, son las propiedades que me definen más acertadamente, cuando se debe realizar un cambio de aceite en el motor. Para realizar los comentarios, se definieron las probabilidades de combinación que existen entre las dos propiedades. Se tomo la misma combinación cuando la Viscosidad esta en el limite de atención o en el limite critico y lo mismo con el TBN, con el hecho de buscar sencillez en el procedimiento.

A continuación se enuncian las posibles combinaciones que existen para el estado del aceite:

- A:** Viscosidad Normal.
TBN Normal.
- B:** Viscosidad por encima de lo normal.
Viscosidad muy alta.
TBN Normal.
- C:** Viscosidad baja.
Viscosidad muy baja.
TBN normal.
- D:** Viscosidad por encima de lo normal.
Viscosidad muy alta.
TBN Bajo.
TBN muy bajo.
- E:** Viscosidad baja.
Viscosidad muy baja.
TBN bajo.
TBN muy bajo.
- F:** Viscosidad Normal.

TBN Bajo.
TBN muy bajo.

La combinación de permutaciones anteriores de viscosidad y TBN, como característica principal, generaran un comentario por cada letra de la condición del aceite (A, B, C, D, E, F, las cuales solo hacen parte de la viscosidad y el TBN) y a su vez, existe una relación que une cada código específico numérico de los contaminantes del aceite con una letra de la combinación de la viscosidad y TBN. A continuación se mostraran unos ejemplos para observar la estructura del comentario:

6001 A → ATENCIÓN. Hollín por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6001 B → ATENCIÓN. Hollín por encima de lo normal, ocasiona un incremento en la viscosidad.

6001 C → ATENCIÓN. Null.

6001 D → ATENCIÓN. Hollín por encima de lo normal, ocasiona un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6001 E → ATENCIÓN. Null.

6001 F → ATENCIÓN. Hollín por encima de lo normal, ocasiona una disminución en el TBN.

6002 A → ALARMA. Null.

6002 B → ALARMA. Hollín muy alto, ocasiona un valor excesivo en la viscosidad.

6002 C → ALARMA. Null.

6002 D → ALARMA. Hollín muy alto, ocasiona un valor excesivo en la viscosidad y una reducción en el TBN.

6002 E → ALARMA. Null.

6002 F → ALARMA. Hollín muy alto, ocasiona una reducción en el TBN.

6070-6072 A → ALARMA. Null.

6070-6072 B → ALARMA. Null.

6070-6072 C → ALARMA. Dilución de combustible y sulfatación muy altas, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad.

6070-6072 D → ALARMA. Dilución de combustible y sulfatación muy altas, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6070-6072 E → ALARMA. Dilución de combustible muy alta, ocasiona una reducción peligrosa en la viscosidad y el TBN.

6070-6072 F → ALARMA. Dilución de combustible muy alto, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6221 A → ATENCIÓN. Potasio, boro y sodio por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6221 B → ATENCIÓN. Potasio, boro y sodio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6221 C → ATENCIÓN. Null.

6221 D → ATENCIÓN. Potasio, boro y sodio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6221 E → ATENCIÓN. Null.

6221 F → ATENCIÓN. Potasio, boro y sodio por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

Como se puede observar, en cada comentario se asocia el número correspondiente al código de la permutación de la tabla de contaminantes del aceite junto con la letra correspondiente a la condición de la viscosidad y

TBN. El número de posibilidades de la condición del aceite, fue bastante alto debido a que por cada permutación de los contaminantes, surgían seis comentarios de estado del aceite, porque era condición inherente del desarrollo del proyecto que se hiciera énfasis en los comentarios sobre el estado de la viscosidad y el TBN.

También se observa que algunos de los comentarios están con un null, en vez de emitir algún comentario. Esto se debe a que es imposible de que la viscosidad o TBN no vaya a ser afectado por alguno de los contaminantes.

De estos comentarios existen 15776, pero debido a las combinaciones que se estableció, hay algunos de estos que se repiten. Entonces el número real de comentarios que se generaron, sin repetir, son 736, que se encuentran en el anexo D.

Por razones prácticas solo se anexan 20 hojas de esta clase de comentarios, debido a que la cantidad de hojas se incrementaría excesivamente, de igual manera se hace lo mismo con los comentarios de contaminantes en el aceite y desgaste metálico.

Posteriormente se hizo lo mismo con características de la condición del aceite restantes, los contaminantes del aceite, pero se hizo a manera de tabla buscando hacer más condensada este tipo de información, pero a pesar de esto el resultado fueron 3312 permutaciones de estas características posibles, que ocupan un espacio aproximado de 106 páginas, por esta razón solo se coloca una página a manera de ilustración y el resultado total se encuentra en el anexo F. Para la obtención de estas permutaciones de todas las posibles combinaciones de la condición del aceite, se tuvo en cuenta, que existen

algunas posibilidades que no son probables de manera real, puesto que no se encontraran en ninguna muestra.

Como por ejemplo, en el caso de que encontrásemos una combinación de contenido de agua, nitración y glicol. Ésta combinación no es posible, puesto que tengamos un contenido de agua junto con glicol y nitración, debiéramos al menos tener oxidación y sulfatación presente en la muestra. Esto se debe a que la nitración es un fenómeno que se da con la presencia de altas temperaturas, igualmente si tenemos presencia de agua y glicol quiere decir que existe un problema con el sistema de enfriamiento y es probable que haya habido una fuga del refrigerante hacia el aceite a través de algún sello (culata, sellos, etc.), pero no hay presencia de oxidación, el cual es un fenómeno que se presenta con altas temperaturas, presencia de agentes oxidantes (agua, refrigerante). Además, el fenómeno de la nitración por lo general siempre viene acompañado de la oxidación.

De todas maneras, en el desarrollo de las permutaciones de las posibilidades, se incluyeron algunas que en realidad eran improbables por recomendación de los ingenieros de lubricación de la Organización TERPEL S.A. Se les presentó, a consideración de nosotros, aquellas posibilidades que eran improbables y se tomó la decisión de incluir algunas de las posibilidades en el desarrollo de los comentarios de mantenimiento.

Tabla 4. Permutaciones de las posibles combinaciones de los contaminantes del aceite lubricante.

															CONTAMINANTES DEL ACEITE									COD.						
Hollín			Combustible			Sulfatación			Agua			Nitración			Oxidación			Boro			Potasio				Sodio			Glicol		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3	1	2	3
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X			6000
	X		X			X			X			X			X			X			X			X			X			6001
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			X			6002
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X			6003
	X		X			X			X			X			X			X			X			X			X			6004
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			X			6005
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X			6006
	X		X			X			X			X			X			X			X			X			X			6007
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			X			6008
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X			6009
	X		X			X			X			X			X			X			X			X			X			6010
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			X			6011
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X			6012
	X		X			X			X			X			X			X			X			X			X			6013
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			X			6014
X			X			X		X			X			X			X			X			X			X				6015
X			X			X		X			X			X			X			X			X			X				6016
	X		X			X		X			X			X			X			X			X			X				6017
		X	X			X		X			X			X			X			X			X			X				6018
	X		X			X		X			X			X			X			X			X			X				6019
		X	X			X		X			X			X			X			X			X			X				6020
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X			6021
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X			6022
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X			6023
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X			6024
	X		X			X			X			X			X			X			X			X			X			6025
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			X			6026
	X		X			X			X			X			X			X			X			X			X			6027

Como se puede observar en esta tabla, a cada posible combinación se le asigno un número de código que representa un comentario. Los números 1, 2 y 3 representan los valores de los límites puntuales que delimitan las diferentes franjas: Normal (1), Atención (2) y Critico (3). Por ejemplo: el numero 1 para el contenido de dilución de combustible son los valores menores que el 3 % en volumen, el 2 son aquellos mayores que 3% pero menores que 5%, y el 3 sería aquellos valores mayores que el 5%.

De esta clase de tabla, solamente se anexan 20 hojas, al igual que las permutaciones de desgaste metálico, debido a razones prácticas. Se consideró que no era conveniente tener aproximadamente 250 hojas de permutaciones. Ver anexos B y C.

A continuación se muestran unos ejemplos de la condición de contaminación del aceite y su respectiva acción de mantenimiento. Esta parte del comentario se denominó causa y acción. La causa es la cantidad de contaminantes presentes en el aceite y una breve explicación de donde pueden provenir, cual sistema del motor puede estar fallando. La acción es la parte correctiva del comentario. Aquí se recomienda que se acciones deben realizarse para corregir la falla que esta generando el alto contenido de contaminantes en el aceite lubricante. La causa y el comentario de acción poseen el mismo número, es decir cada comentario de causa por contaminantes del aceite tiene un respectivo comentario de acción correctiva.

6001 → ATENCIÓN. Hollín por encima de lo normal.

Se puede asociar con: operación prolongada en vacío, altas temperaturas de operación, relación aire-combustible incorrecta, obstrucción en la admisión o escape, fallas en el sistema de enfriamiento del motor y aceite.

ACCIÓN

Se recomienda revisar el sistema de combustión, sistema de enfriamiento del motor y aceite, condiciones de operación (temperatura y carga) y el sistema de admisión y escape de aire (turbocargador). No prolongar el tiempo de uso del aceite porque el exceso de hollín tapa los conductos de lubricación.

6002 → ALARMA. Hollín muy alto.

Se puede asociar con: operación prolongada en vacío, altas temperaturas de operación, relación de combustible incorrecta, obstrucción en la admisión o escape, fallas en el sistema de enfriamiento o desgaste en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: el sistema de combustión, condiciones de operación (temperatura y carga), sistemas de admisión o escape (turbocargador), enfriamiento del motor y aceite y tiempo de última reparación del motor. No prolongar el tiempo de uso del aceite, porque el exceso de hollín puede tapar los conductos de lubricación e incrementa el desgaste.

6079 → ATENCIÓN. Combustible y hollín por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fallas en el sistema de alimentación de combustible, relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, altas temperaturas de operación o fallas en la sincronización de inyectores y motor.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores) y sistema de enfriamiento del aceite y motor. No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de hollín y combustible cambia las propiedades del aceite y puede generar alto desgaste y tapar los conductos de lubricación.

6080-6082 → ALARMA. Combustible y oxidación muy altos.

Se pueden asociar con: fallas en el sistema de alimentación de combustible, relación aire-combustible incorrecta, altas temperaturas de operación, operación en vacío prolongadas, falta de sincronización de inyectores y motor o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del motor y aceite, tiempo desde la última reparación. El exceso de combustible y hollín aumentan drásticamente el desgaste. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

4.6.2 Desgaste Metálico:

Para el desarrollo de estas tablas y comentarios se hizo de una manera similar al expuesto anteriormente para la condición del aceite. Se trabajó con los siguientes metales: Hierro, Aluminio, Cobre, Cromo, Estaño, Plomo, Titanio, Níquel y Sílice.

La sílice se introdujo en esta clasificación; no porque pertenezca a los metales de desgaste sino por simplicidad; por estar ligado a un desgaste (la sílice se considera como un contaminante del aceite, pero debido a su relación directa con el desgaste en los metales, se decidió agrupar en la tabla de desgaste metálico). Igualmente en los motores diesel, la contaminación con sílice es muy crítica y a su vez muy importante de diagnosticar y analizar. Es por eso que se le dio un trato un poco diferente a los demás parámetros. Por experiencia en las muestras recopiladas en los últimos años, por los

ingenieros de lubricaron de la Organización TERPEL S.A. Fabrica de lubricantes, se concluye que una de las anomalías más importantes en el motor es la sílice.

En la siguiente tabla se observa, que al igual que en la tabla de contaminantes del aceite, se colocaron tres valores 1, 2, y 3, para delimitar los diferentes valores puntuales de los límites para las diferentes franjas. El número de permutaciones obtenidas para el desgaste metálico fueron 2404, pero el número de comentarios sin repetir fueron 648 los cuales se encuentran en el anexo F. A continuación se muestran varios ejemplos a manera de ilustración:

301 → ATENCIÓN. Hierro por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en los anillos, camisas o engranajes del tiempo. Se recomienda seguir con un análisis periódico del aceite.

301 A → ATENCIÓN. Hierro por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en los anillos, camisas o engranajes del tiempo.

301 B → ATENCIÓN. Hierro por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en los anillos, camisas o engranajes del tiempo.

301 C → ATENCIÓN. Hierro por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en los anillos, camisas o engranajes del tiempo.

Como se observa, se encuentran cuatro variaciones para el mismo comentario. En todas las combinaciones, los comentarios poseen la misma estructura.

El primer tipo de comentario, en nuestro ejemplo el comentario 301, el nivel de desgaste metálico se encuentra por encima de lo normal y esto se debe al nivel de contaminantes en general que se encuentran presente en el aceite.

El segundo tipo de comentario, en nuestro ejemplo el 301 A, el nivel de desgaste metálico se encuentra por encima de lo normal pero el nivel de contaminantes en el aceite se encuentra normal.

El tercer tipo de comentario, en nuestro ejemplo el 301 B, el nivel de desgaste metálico se encuentra por encima de lo normal y el nivel de contaminantes en general también, pero el nivel de dilución de combustible se encuentra muy alto, lo cual puede ocasionar una disminución en la viscosidad (hecho que se menciona en el comentario de condición del aceite) y por consiguiente cambiar las propiedades del aceite. Es por esto que se realiza una observación diferente en el comentario.

El cuarto tipo de comentario, en nuestro ejemplo el 301 C, el nivel de desgaste metálico se encuentra por encima de lo normal y el nivel de contaminantes en general también, pero el nivel de hollín presente en el aceite se encuentra muy alto, lo cual puede ocasionar un incremento en la viscosidad y a su vez alterar notablemente las características del aceite lubricante, generando un alto desgaste en las piezas del motor.

Se realiza el mismo análisis para cuando los niveles se encuentran muy altos:

302 → ALARMA. Hierro muy alto. Se asocia con desgaste en los anillos, camisas o engranajes del tiempo. Se recomienda revisar condiciones de operación, carga, presión del aceite, temperaturas de operación y manejo.

302 A → ALARMA. Hierro muy alto. Se asocia con desgaste en los anillos, camisas, engranajes del tiempo.

302 B → ALARMA. Hierro muy alto. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en los anillos, camisas, engranajes del tiempo. Se recomienda tomar una nueva muestra, para monitorear la tendencia de desgaste.

302 C → ALARMA. Hierro muy alto. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en los anillos, camisas, engranajes del tiempo. Se recomienda tomar una nueva muestra, para monitorear la tendencia de desgaste.

Otros ejemplos son:

1489 → ATENCIÓN. Sílice, estaño y plomo altos. La sílice se asocia con polvo entrando por la admisión, ocasionando un desgaste en casquetes. Se recomienda revisar el sistema de admisión de aire.

1554-1584 → ALARMA. Sílice, aluminio, hierro, plomo y estaño muy altos. La sílice se asocia con polvo entrando por la admisión, ocasionando un desgaste en anillos, camisas, pistones y casquetes. Se recomienda revisar posibles fallas en elementos del sistema de admisión de aire e inspeccionar la frecuencia de cambio del filtro de aire y su calidad.

1197-1452 A → ALARMA. Hierro, aluminio, titanio, níquel, cromo, estaño, plomo y cobre muy altos. Se asocian con un desgaste severo y generalizado

del motor. Se recomienda revisar condiciones de operación del motor: carga, presión de aceite, temperatura de operación y manejo.

Los comentarios en donde se encuentre la sílice, son totalmente diferentes, puesto que fueron desarrollados como comentario anexo cuando ésta se presente junto con cualquier elemento de desgaste. Es por eso que no poseen la categorización de A, B y C que recibieron los de desgaste metálico sin sílice.

Tabla 5. Permutaciones de las Posibles Combinaciones de Desgaste Metálico.

DESGASTE METÁLICO																											
HIERRO			ALUMINIO			ESTAÑO			PLOMO			COBRE			CROMO			NÍQUEL			SÍLICE			TITANIO			COD.
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
X			X			X			X			X			X			X			X			X	300		
	X		X			X			X			X			X			X			X			X	301		
		X	X			X			X			X			X			X			X			X	302		
X				X		X			X			X			X			X			X			X	303		
X					X	X			X			X			X			X			X			X	304		
X			X				X		X			X			X			X			X			X	305		
X			X					X	X			X			X			X			X			X	306		
X			X			X				X			X			X			X			X		X	307		
X			X			X					X			X			X			X			X	X	308		
X			X			X			X				X			X			X			X		X	309		
X			X			X			X				X			X			X			X		X	310		
X			X			X			X			X			X			X			X		X	X	311		
X			X			X			X			X			X			X			X		X	X	312		
	X			X		X			X			X			X			X			X		X	X	313		
		X		X		X			X			X			X			X			X		X	X	314		
	X				X	X			X			X			X			X			X		X	X	315		
		X			X	X			X			X			X			X			X		X	X	316		
	X		X				X		X			X			X			X			X		X	X	317		
		X	X				X		X			X			X			X			X		X	X	318		
	X		X					X	X			X			X			X			X		X	X	319		
		X	X				X		X			X			X			X			X		X	X	320		
	X		X			X				X		X			X			X			X		X	X	321		
		X	X			X			X			X			X			X			X		X	X	326		

Luego que se han hallado todos los comentarios y se han establecido las acciones lógicas para el razonamiento del SE, se procede a estructurarlos completamente en la forma de: Condición del Aceite, Causa y Acción a recomendar, que son las partes que se establecieron para un buen entendimiento y mejor aplicación de este sistema. La condición del aceite, como se menciona anteriormente, es la parte donde se analiza la viscosidad, el TBN y los contaminantes presentes en el aceite que me definen la condición real de degradación del aceite. Por medio de este análisis de condición del aceite se realiza el diagnostico de cual es la causa de porque el aceite se encuentra degradado. Estos contaminantes presentes en motor causaran un desgaste en los diferentes componentes constitutivos, hecho que se manifiesta en el comentario proveniente de la tabla de desgaste metálico, donde se describe que elementos metálicos se encontraron en la muestra. Para luego generar el comentario de Acción, el cual es básicamente las acciones correctivas que se debe realizar al motor para evitar que las causas continúen degradando el aceite y a su vez generando mayor desgaste en los componentes del motor.

En el siguiente capitulo se desarrolla la metodología, aplicada un motor Cummins L10 280, con datos reales recopilados a través del tiempo por el laboratorio de aceites de la Organización TERPEL S.A..

5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA AL MOTOR DIESEL CUMMINS L10 280 DE LA EMPRESA METROCONCRETO S.A.

Es importante tener un completo conocimiento acerca el motor diesel con el que se trabajó, conocer sus características técnicas y demás información relevante. A continuación se hace una breve reseña del motor Cummins L10 en donde se dan detalles de sus características técnicas. Los elementos por los cuales están compuestos las diferentes partes del motor se pueden observar en al figura 15.

5.1 Especificaciones motor Cummins L10 280¹⁷:

El motor Cummins L10 fue introducido en 1982 y en ese tiempo tenía la relación mas alta de peso/HP de cualquier motor en su clase. Pesando 600 lb. menos que algunos de sus competidores, el L10 demostró que los motores no tenían que ser robustos para ser potentes. Los motores estaban clasificados normalmente de 250-300 HP.

A través de los años, el Cummins L10 ha sido rediseñado con mejoras desde las coronas de los pistones hasta la bomba de aceite y hoy en día es todavía uno de los motores más eficientes, limpios y fuertes en su clase. Se han realizado mejoras a pistones, múltiples de escape, sistema de lubricación, diseño de los anillos, turbocargador, mejoras en la culata, incremento en la capacidad del carter, bomba de aceite y camisas.

¹⁷ Información suministrada por el servicio al cliente Powermaster, Customer Assitance Center de la empresa Cummins Inc., sede estados Unidos.

Las características técnicas del motor L10 modelos turbocargado, PT y STC se pueden resumir en la siguiente tabla:

Tabla 6. Resumen de Características de Operación.

Modelo	Torque (lb.ft)		Revoluciones máximas (rpm)
L10-260	260@1600 rpm	975@1200 rpm	1800
L10-260	260@1700 rpm	975@1200 rpm	1950
L10-280	280@1600 rpm	1050@1200 rpm	1800
L10-280	280@1700 rpm	1050@1200 rpm	1950
L10-300	300@1700 rpm	1150@1200 rpm	1950
L10-310	310@1600 rpm	1150@1200 rpm	1800

- Velocidad gobernada : 1600-2100 rpm
- Torque de embrague : 600 lb.ft
- Diseño del motor : Seis cilindros en línea
- Diámetro del pistón y carrera : 4.921 pul x 5.354 pul
- Cilindrada : 611 pulgadas cúbicas
- Relación de compresión : 16.6:1
- Cap. del sistema de lubricación : 10.3 Galones americanos
- Sistema de refrigeración : 12 cuartos americanos
- Peso seco : 2040 lb.
- Peso por HP : 6.8 lb/HP
- Consumo de combustible : 0.36 lb/bhp/hr
- Dimensiones aproximadas : 52.8 pul (L) x 31.7 pul (A) x 51.8 pul (H)

De acuerdo a los registros de la Cummins, se espera que la vida del motor hasta una reparación completa (overhauling), estar en el rango de las 600000-

700000 millas. La experiencia indica, que ha habido motores con más de 700000 y algunos han llegado hasta el millón de millas para realizar la reparación. Esto depende más que nada de los ciclos de carga del motor, prácticas de mantenimiento y cuidado general del motor.

Por ejemplo, una pequeña fisura en el sistema de admisión de aire, podría permitir que entre suficiente polvo al motor para desgastar los anillos (solo basta una pequeña cantidad de polvo). Otras cosas como recalentamiento, prolongado uso del aceite, sobrecarga, etc., tienen repercusión en el desgaste del motor. Si la presión del aceite disminuye mucho y el consumo de aceite no se ha incrementado, sugeriríamos que continuase con la operación normal del motor hasta que estos parámetros indiquen la necesidad de reconstruir el mismo.

Mientras el motor reciba el mantenimiento recomendado como se muestra en el manual del usuario, el motor deberá comportarse normal. El turbocargador también deberá estar bien si no se sobre revoluciona el motor muy rápido cuando el motor esta frío o apagar el motor en caliente, después de una ardua sesión de trabajo. Otra cuestión de cuidado es inspeccionar que en el sistema de admisión de aire no existan fisuras o huecos en la tubería desde el limpiador de aire hasta el turbocargador. Un poco de polvo es suficiente para desgastar los anillos y a lo largo de unas cuantas millas o meses con una fisura o hueco en la admisión de aire, podría fácilmente causar graves daños.

En resumen el motor diesel Cummins L10 es un producto probado y ha servido a sus propietarios supremamente bien.

Figura 19. Motor Cummins L10 280.



Fuente: Tomada de catalogo de motores Diesel Cummins Inc

El cliente propietario del presente motor es la empresa Metroconcreto S.A. Se decidió escoger este motor puesto que se posee bastante información, bastantes muestras históricas y sus condiciones extremas de operación. El ambiente de uso del motor es en ambientes altamente hostiles, como minas o ambientes con muchas partículas contaminantes en suspensión. Son motores montados en mezcladoras (mixers) de concreto, utilizados para su transporte para los diferentes proyectos de construcción donde sean requeridos.

Se puede afirmar que la empresa Metroconcreto S.A., tiene un seguimiento de mantenimiento riguroso sobre estos motores. No poseen irregularidades en sus parámetros de funcionamiento y se les realiza un análisis periódico del aceite usado, hecho que es un requerimiento para la obtención de las tendencias de desgaste de los diferentes elementos metálicos y contaminantes en el motor.

5.2 Cálculo de los Límites Estadísticos Predictivos para el motor Cummins L10 280:

Para la evaluación de los límites estadísticos predictivos para el motor seleccionado, primero se debe poseer los límites condenatorios, es decir los límites de desgaste que entrega el fabricante. Este paso fue el primer objetivo específico que se realizó.

Segundo, se procede a seleccionar al menos 100 muestras de aceite lubricante usado. Esto es para poder establecer un patrón confiable de datos, en nuestro caso, usamos 305 muestras de aceite. Los motores seleccionados de donde se obtuvieron las muestras deberán tener aproximadamente el mismo rango de tiempo de trabajo en el aceite. En nuestro caso, la gran mayoría de los motores estaban en el rango de 250-350 horas de uso.

Luego de tener toda la información organizada, analizada y habiendo verificado las fuentes de donde se obtuvieron, se procede a empezar con el desarrollo estadístico.

Puesto que vamos a trabajar con el método de límites estadísticos predictivos, necesitamos todos los datos necesarios para la obtención de la desviación estándar de todos los elementos contaminantes y metales de desgaste. Como dice la sección 4.5, los elementos necesarios para la obtención de la desviación estándar son: promedio general, y aplicación de fórmula para hallar la desviación estándar.

En nuestro ejemplo el rango de datos suministrado es el siguiente, los datos que se suministran son para el análisis de nitración, fueron 305 muestras en

total que se utilizaron no solo para la nitración sino para todos los demás parámetros. Estas muestras en su totalidad fueron suministradas por la Organización TERPEL S.A. Fábrica de Lubricantes, y son de uso restringido tanto por parte de TERPEL como de Metroconcreto S.A., las muestras son:

Tabla 7. Rango de datos que se utilizaron para la obtención del limite estadístico predictivo para la nitración.

0,08	0,06	0,06	0,06	0	0,06
0,07	0	0,05	0,06	0	0,07
0,05	0	0,04	0,05	0	0,08
0,05	0,02	0	0,06	0,05	0,08
0,05	0,09	0,04	0,08	0,06	0,09
0,07	0,08	0,04	0,07	0,07	0,05
0,06	0,06	0,04	0,08	0,07	0,06
0,09	0,07	0,08	0,03	0,06	0,08
0,04	0,04	0,04	0,1	0,06	0,06
0,05	0,04	0,06	0,06	0,06	0,06
0,05	0,07	0,06	0,04	0,08	0,06
0,05	0	0,05	0,07	0,07	0,06
0	0,02	0,06	0,07	0,05	0,07
0,05	0,04	0,04	0,07	0	0,03
0,03	0,06	0	0,05	0	0,06
0,03	0,06	0,04	0,06	0,05	0,07
0,06	0,06	0,04	0,07	0,03	0,06
3,05	0,07	0,05	0,06	0,03	0,06
0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,08
0,06	0,05	0,03	0,05	0,09	0,07
0,05	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06
0,06	0,04	0,05	0,08	0,07	0,05
0,04	0,09	0,06	0,08	0,05	0,00
0,06	0,08	0,06	0,11	0,18	0,00
0,06	0,07	0,06	0,08	0,02	0,03
0,06	0,07	0,04	0,05	0,03	0,03
0,25	0,07	0,05	0	0,05	0,05
0,04	0,07	0,04	0,04	0,05	0,05
0,07	0,07	0	0,03	0,05	0,05
0,06	0,07	0	0,03	0,05	0,04
0,05	0,04	0,04	0,07	0,05	0,03
0,06	0,05	0	0,05	0,04	0,03
0,05	0,08	0,03	0,05	0,06	0,03
0,04	0,06	0,05	0,07	0,06	0,04

0,07	0,05	0,07	0,06	0,08	0,05
0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06
0,06	0,04	0,05	0	0,05	0,05
0,04	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05
0,05	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05
0,04	0,04	0,06	0,05	0,07	0,06
0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07
0,07	0,05	0,05	0,06	0,09	0,07
0,09	0,03	0,04	0,03	0,04	0,06
0,08	0,04	0,04	0,06	0,05	0,05
0,08	0,06	0,07	0,06	0,05	0,08
0,07	0,07	0,04	0,06	0,05	0,03
0,06	0,05	0,06	0,08	0,05	0,05
0,05	0,07	0,05	0,07	0,02	0,03
0,09	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04
0,06	0,05	0,07	0,07	0,08	0,06
0,06	0,04	0,09			

El promedio de las muestras de nitración se halla sumando todos los valores de las muestras y dividiéndolas por el número total de las muestras (en nuestro caso 305).

$$\frac{\sum X}{305} = \bar{X}$$

dando como resultado:

$$\bar{X} = 0,02353135$$

Luego, con este valor del promedio de las muestras se procede a calcular la desviación estándar mediante la formula planteada en la sección 4.5:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum \left((X - \bar{X}) \right)^2}{n - 1}}$$

Reemplazando valores en la formula anterior nos da como resultado la desviación estándar para la nitración:

$$\sigma = 0,36355826$$

Luego para el cálculo de los límites de atención y crítico se suma el promedio calculado y una o dos veces la desviación estándar, respectivamente:

$$\text{Limite_Atención} = \sigma + \bar{X} = 0,38708961$$

$$\text{Limite_Crítico} = 2\sigma + \bar{X} = 0,75064786$$

Para los demás contaminantes del aceite y metales de desgaste se realiza un procedimiento similar, el cual se repite y no se coloca por cuestiones prácticas. A continuación se muestra la tabla con los diversos valores calculados:

Tabla 8. Límites Estadísticos Predictivos para el motor Cummins L10 280.

Parámetro	Valor Límite Atención	Valor límite Crítico	Valor Límite Condenatorio
Hollín	0.6 A ¹⁸ /0.1 mm	0.9 A/0.1 mm	1 A/0.1 mm
TBN (mg KOH/gr.)	2.5-5.0	2.5	2.0
%Volumen de Combustible Diesel	3	5	5
%Volumen de Agua	< 0.5	> 0.5	> 0.5
Nitración	0.25 A/0.1 mm	0.45 A/0.1 mm	0.8 A/0.1 mm
Oxidación	0.08 A/0.1 mm	0.1 A/0.1 mm	0.7 A/0.1 mm
Sílice	5 A/0.1 mm	8 A/0.1 mm	15 A/0.1 mm
Plomo	5 A/0.1 mm	7 A/0.1 mm	25 A/0.1 mm
Hierro	33 A/0.1 mm	50 A/0.1 mm	80 A/0.1 mm
Cobre	9 A/0.1 mm	13 A/0.1 mm	45 A/0.1 mm
Cromo	2.2 A/0.1 mm	3.5 A/0.1 mm	15 A/0.1 mm
Aluminio	5 A/0.1 mm	9 A/0.1 mm	20 A/0.1 mm

Luego, con estos valores se procede a colocar valores puntuales en las matrices de las probabilidades de condición del aceite y desgaste metálico (donde se encontraban los números 1, 2, 3), para poder dar origen a un comentario cualitativo de una muestra en específica. Con esto se puede utilizar la base de conocimientos que se creó, se puede evaluar la muestra al buscar la probabilidad correspondiente y su respectivo código que nos darán el comentario.

¹⁸ Unidad de absorbancia (A): es una unidad logarítmica para medir la densidad óptica, la absorbancia de la luz transmitida a través de una sustancia parcialmente absorbente.

5.3 Valoración de Resultados

Ahora tomamos una muestra real de un motor diesel Cummins L10 280 de la empresa Metroconcreto S.A. a la cual ya le han realizado el análisis y hayan entregado el respectivo diagnóstico los ingenieros de lubricación de la Organización TERPEL S.A.

Los datos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 9. Muestra al motor Cummins L10 280 de la empresa Metroconcreto, motor perteneciente a la mezcladora 20, con placa SQA-914..

FECHA TOMA	SERVICIO ACEITE	VISCOSIDAD a 100 °C	TBN mgKOH/gr	HOLLÍN A/.1 mm	Oxidación A/.1mm	Nitración A/.1mm	Cont. % Diesel	Cont % Agua	DESGASTE METÁLICO Espectrofotómetro Absorción Atómica.					
									Al	Cr	Cu	Fe	Pb	Si
3Abr-05	Km/hr	ASTM D 445	ASTM D 2896	IR	IR	IR	IR	IR	Al	Cr	Cu	Fe	Pb	Si
	256 hr	13.72	8.5	0.14	0.05	0.05	0	0	0	0	0	5	0	0

El aceite se encuentra dentro de especificaciones, disminuyó el hollín con respecto a la muestra anterior.

El nivel de metales por desgaste es normal.

Ahora se realizará la comparación del desarrollado por la base de conocimiento desarrollada.

Los códigos de los comentarios que surgirían de esta combinación de contaminantes y desgaste metálico son los siguientes:

CONDICIÓN DEL ACEITE:

6000 → El motor muestra un desempeño normal.

300 → Todas las tasas de desgaste de los componentes del motor se encuentran normales.

Por lo que podemos observar los comentarios generados se aproximan mucho a los que entrega un experto en el tema. Se cumple uno de los objetivos planteados en el proyecto. Los comentarios generados son de una alta calidad y el procedimiento de razonamiento utilizado es adecuado.

CONCLUSIONES

Del presente trabajo de grado **Optimización del Sistema de Análisis de Aceites para Motores Diesel para la Organización TERPEL S.A.**, se puede concluir:

- ◆ El trabajo interdisciplinario reviste de gran importancia los proyectos de grado, pues semeja de manera muy real las condiciones encontradas en la industria de hoy en día.
- ◆ Uno de los parámetros de revisión que tuvo la Organización TERPEL S.A. para inspeccionar la calidad del proyecto de grado fue la comparación de los comentarios cualitativos referentes a las muestras de aceites usados desarrollados durante el proyecto de grado con aquellos emitidos por los ingenieros de lubricación. El resultado de esa inspección fue que los resultados son bastante acertados y cercanos.
- ◆ La importancia en el momento de desarrollar esta clase de proyectos en la industria, no basta con tener conocimiento en solo un área específica, como lo es la ingeniería mecánica, sino hay que tener fundamentos académicos de otras disciplinas y sobre todo la capacidad de analizar y aplicar esos conocimientos para la resolución de un problema relacionado con nuestra carrera.
- ◆ Mediante este proyecto se avanza hacia la aplicación de una tecnología moderna, que en realidad a nivel empresarial como implementación de un programa de mantenimiento predictivo es bastante económico

puesto que los precios por análisis de aceite son bajos y además es una tecnología que no altera el tiempo de operación de la maquina, como si lo haría una técnica manual intrusita de inspección.

- ◆ Proyectándonos hacia el futuro, la aplicación de esta tecnología no solo será para motores de combustión interna diesel, sino para turbinas, sistemas de transmisión de potencia o sistemas que utilicen el aceite lubricante netamente como aceite lubricante, y la base teórica y aplicada que deja el presente proyecto es bastante completa.

RECOMENDACIONES

El presente proyecto tendrá un valor mucho mayor, si se continua el proceso de la creación completa del sistema experto, el cual se puede seguir trabajando por medio de proyectos de grado similares. No solo se ganará en adquisición de conocimiento, sino se seguirá fortaleciendo el vínculo entre universidad e industrias locales importantes. Además, la ganancia profesional y personal que se adquiere al involucrase con otras ramas ingenieriles es muy valiosa por el desarrollo de las habilidades de trabajar en grupo e integración.

BIBLIOGRAFÍA

- **ALBARRACIN, Aguillón Pedro Ramón.** Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz, segunda edición Tomo I. Colombia: LITOCHOA, Bucaramanga. Julio de 1993. 976 p.
- **ALVARADO, Luis.** Aplicación de la Espectroscopia Infrarroja en el Estudio de los Aceites Lubricantes. Tesis pregrado Universidad Industrial de Santander. 1989.
- **ASTM.** Annual Book of ASTM Standards. Section 5: Petroleum Products, Lubricants and Fossil Fuels. 2001.
- **BARRAZA, Juan y NIÑO Rafael.** Determinación de la Vida Útil de los Aceites Lubricantes de los Motores de Combustión Interna. Tesis pregrado Universidad Industrial de Santander. 1990.
- **BARTZ, Wilfried.** Engine Oils and Automotive Lubricants. 1993.
- **BLANCO, Meléndez Francisco de Jesús y CASTRO Salemi.** Programa de Mantenimiento Preventivo para Maquinaria Diesel. Tesis postgrado de Gerencia en Mantenimiento de Universidad Industrial de Santander. 2002.
- **BOOSER, Richard.** Handbook of Lubrication, Theory and Practice of Tribology. Vol. I y II. Nueva York. 1984.

- **BRIANT, Jean; JACQUES, Dennis y PARC, Guy.** Rheological Properties of Lubricants.1989.

- **CAINES, Arthur J; y HAYCOCK, Roger F.** Automotive Lubricants Reference Book, second edition. SAE. 2004.

- **DUTEURTRE, Philippe.** The Lubricants of the Future. 1997.

- **GEITNER, Fred y Heinz Bloch.** Machinery Component Maintenance and Repair. 1980.

- **GOUW, T.H. y KLAUS, Altgelt.** Chromatography in Petroleum Analysis. 1979.

- **GUNDERSON, Reigh y HART Andrew.** Synthetic Lubricants. Nueva York: Reinhold Publishing Corporation. 1962. 498 p.

- **HAYCOCK, Roger y CAINES, Arthur.** Automotive Lubricants Reference Book. SAE R-145. 1996.

- **HEYWOOD, John B.** Internal Combustion Engine Fundamentals. Mc Graw Hill publishing company. 1988.

- **HIPEAUX, Jean Claude; DENIS, Jaques y BRIANT, Jean.** Lubricant Properties Analysis and Testing. SAE. 2000.

- **HOLT, Daniel J.** The Diesel Engine. SAE PT-109. 2004.

- **IP.** Standard Methods for Analysis and Testing of Petroleum and Related Products and British Standards. The Institute of Petroleum. 2001.
- **MILLER Irwin, FREUND John E.** Probability and Statistics for Engineers. Segunda edición. Ediciones Prentice Hall USA. 1979. 528p.
- **MILLER, Robert.** Lubricants and their Applications. 1993.
- **NEALE, M.J.** Lubrication: A Tribology Handbook. SAE. 1993.
- **PALACIO, Marina Luz y PEÑARANDA Ramón Víctor.** Análisis Periódico de Lubricantes y Mantenimiento Predictivo. Tesis de pregrado Universidad Industrial de Santander. 1988. 253p.
- **RANNEY, William.** Synthetics Oils and Additives for Lubricant Advances since 1977. 1980.
- **RIVAS, Ernesto.** Estadística General. Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela. 1979. 310p.
- **SAE.** Passenger Car Motor Oils/ International Fuels and Lubricant Meeting and Exposition. 1989.
- **SAE.** Heavy Duty Diesel Lubrication. 1984.
- **SAE.** The Relationship between Engine Oil Analysis and Engine Performance. 1977.

- **SAE.** Fuels and Lubricants for Internal Combustion Engines. SP-531, recopilación de artículos. 1982.
- **SAE.** Engines, Fuels and Lubricants a Perspective for the Future. 1980.
- **SAE.** Fuels and Lubricants for Automotive Engineers. 1986.
- **SAE.** The Relationship between Engine Oil Viscosity and Engine Performance. 1977.
- **SAE.** Deterioration of Automotive Lubricants in Service. 1992
- **SAE.** 1991 SAE Handbook. Engines, Fuels, Lubricants Emissions and Noise. V.3. 1991.
- **SAE.** Fuels and Lubricants Standards Manual 2001 Edition.
- **SAE.** Lubricants. Recopilación de artículos. SAE SP-1722. 2002.
- **SAE.** Lubricant Systems, Passenger Car, and Heavy Duty Engine Lubricants. Recopilación de artículos. SAE SP-1710. 2002.
- **SAE.** Lubricants, Rheology and Tribology, and Driveline Fluids. Recopilacion de artículos. SAE SP-1810. 2003.
- **THOMAS, Westerkamp.** Maintenance Manager's Standard Manual. 1997.

- **TOTTON, George.** Fuels and Lubricants Handbook: technology, properties performance and testing. ASTM. 2003.

- **ZALAR, Frank; FROELUND, Kent; DEVLIN, Mark y HERBEAUX, Jean-Luc.** Passenger Car Lubricants and Lubrication Fundamentals. Recopilación de artículos. SAE SP-1624. 2001.

Referencias de formato electrónico:

- Base de datos **Proquest** de la Universidad Industrial de Santander.
- **Practicing Oil Analysis.** Edición Digital. Volumen 1, Julio 2004-Enero 2005. Publicaciones Noria.
- **Machinery Lubrication.** Edición Digital. Volumen 1, Julio 2004-Enero 2005. Publicaciones Noria.
- **Lube Talk, Lubetrak Newsletter.** Edición Digital. Volumen 1, Números 148-195. 2004-2005.
- **Filtration Tips Newsletter.** Edición Digital. Volumen 1. Publicaciones Noria. 2004-2005.
- **Lube Tips Newsletter.** Edición Digital. Volumen 1. Publicaciones Noria. 2004-2005.
- **The Oil Report.** Edición Digital. Publicaciones Blackstone Laboratories. Volumen 1. 2005.
- **Technical Bulletin.** Edición Digital. Publicaciones Wear Check Africa member of The Set Point Group. 2002-2005.

ANEXO A

TABLA 1 CLIENTES								
Código Cliente	Id_Distribuidor	Nombres	Apellidos	Dirección	Ciudad	Departamento	Teléfono	e-mail

TABLA 2 MAQUINAS										
Código Maquina	Código Cliente	Placa	No. de la maquina	Clase de trabajo que desempeña la maquina	Marca	Modelo	Año de fabricación	Descripción de operación	Temperatura Promedio ambiente	Serie

TABLA 3 COMPONENTES													
Código Comp.	Código Máquina	Código Aceite	Código Limite	Tipo Componente	Modelo	Marca	Año de Fabricación	Potencia	Temperatura de Operación	Ultima Reparación(Km.)	Uso Aceite (Km.)	Volumen de Aceite	Coment. Generales

Intervalo de uso de Aceite	Marca Filtro de Aceite	Tiempo de uso Filtro de Aceites	Filtro de Aire	Tiempo de uso Filtro de Aire	Presión de Operación

TABLA 4 MUESTRAS										
Código Muestra	Código Cliente	Código Aceite	Cod_Componente	Nombre del Lubricante Relleno	Cantidad de Relleno	Punto de toma de la muestra	Fecha toma de la muestra	Fecha ingreso al laboratorio	Fecha reporte al cliente	Nombre de persona que toma muestra

TABLA 5 ANÁLISIS ABSORCIÓN ATÓMICA																			
Código Muestra	Aluminio	Cromo	Hierro	Estaño	Potasio	Boro	Calcio	Titanio	Cobre	Plomo	Molibdeno	Manganeso	Plata	Sílice	Sodio	Magnesio	Zinc	Bario	Fósforo

Tabla 6 ANÁLISIS PROPIEDADES abs./0,1 mm					
Código Muestra	Hollín	Nitración	Oxidación	Sulfatación	Zn DTP

TABLA 7 ANÁLISIS OTRAS PROPIEDADES																
Código Muestra	Viscosidad cst 100 C	Viscosidad cst @ 40 C	TBN	TAN	Punto de Inflamación	% Agua	% Glicol	% Peso Combustible	I. V.	% Volumen Sedimentos	Estabilidad espuma	Corrosión Cu	RBOT	Humedad en la Plancha	Carácter emulsión	

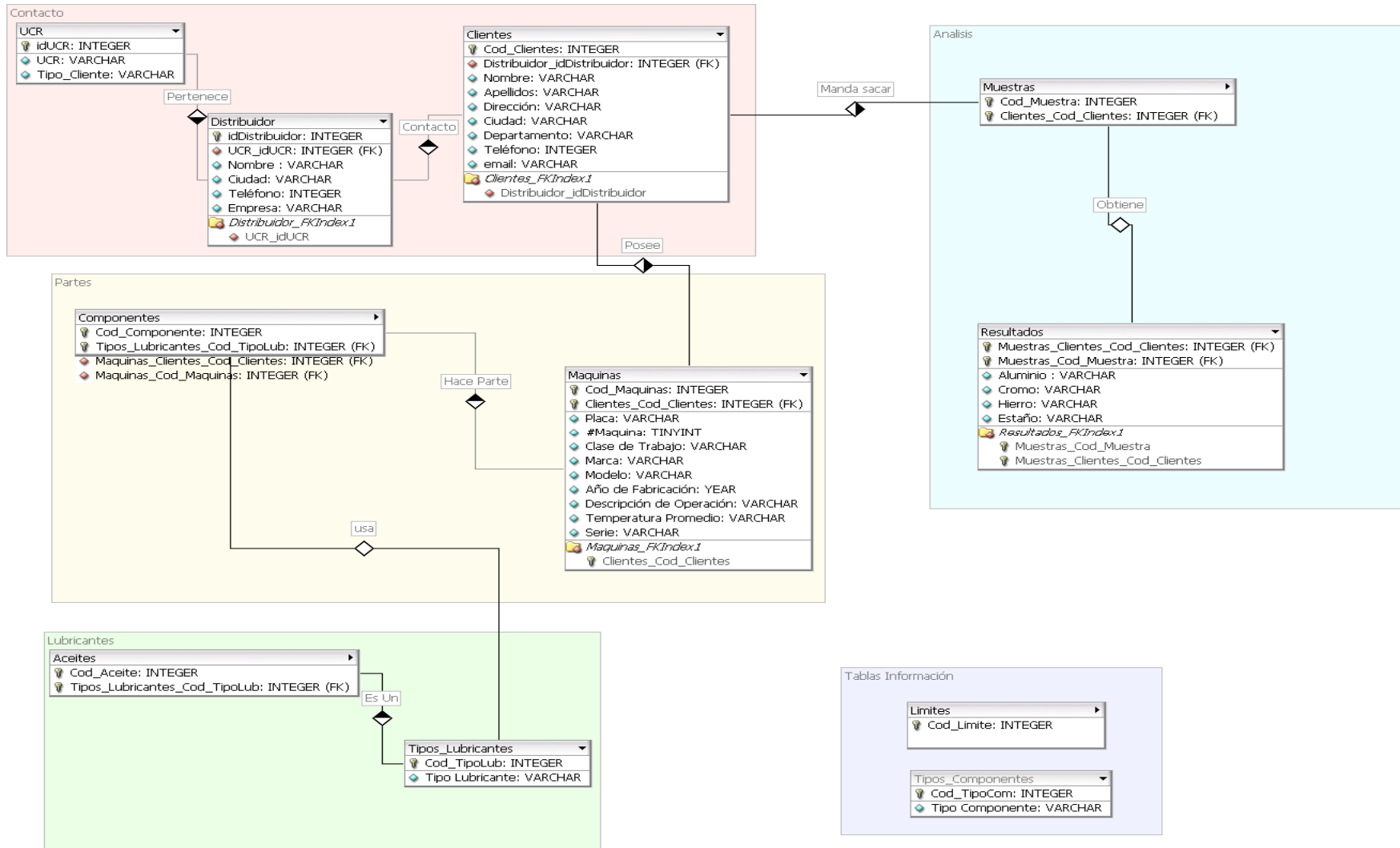
TABLA 8 PROPIEDADES DE LOS ACEITES									
Cod_Aceite	Cod_Tipo	Nombre	Grado de viscosidad	Nivel de Calidad	Viscosidad - 100	Viscosidad - 40	Índice de Viscosidad	TBN	TAN

TABLA 10 LIMITES ACEITES														
Cod_Limite	Cod_Aceite	Hollín	Nitración	Oxidación	Sulfatación	Combustible	Viscosidad-100	TBN	Pto Inflamación	Agua	Glicol	Peso Comb.	Grado SAE	Clasificación API

Pto Inflamación	Pto Fluidez	Características de Emulsión	RBOT	Corrosión en Lámina de Cu	Herrumbre	Cenizas	Espuma	Ca	Mg	Zn	P	S	Na

Plata	Sílice	Sodio	Magnesio	Zinc	Fósforo

TABLA 9 LIMITES Metales (de fabricante para Motores Diesel)																		
Código Limite	Clase de Equipo	Marca	Modelo	Año de Fabricación	Numero de Cilindros	Sistema de transmisión del tiempo del motor (cadena, correa, etc...)	Aluminio	Cromo	Hierro	Estaño	Potasio	Boro	Calcio	Titanio	Cobre	Plomo	Molibdeno	Manganeso



ANEXO B

CONTAMINANTES DEL ACEITE																											COD.			
Hollín			Combustible			Sulfatación			Agua			Nitración			Oxidación			Boro			Potasio			Sodio				Glicol		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3
X			X			X			X			X			X			X			X			X					6000	
	X		X			X			X			X			X			X			X			X					6001	
		X	X			X			X			X			X			X			X			X					6002	
X			X			X			X			X			X			X			X			X					6003	
	X		X			X			X			X			X			X			X			X					6004	
		X	X			X			X			X			X			X			X			X					6005	
X			X			X			X			X			X			X			X			X					6006	
	X		X			X			X			X			X			X			X			X					6007	
		X	X			X			X			X			X			X			X			X					6008	
X			X			X			X			X			X			X			X			X					6009	
	X		X			X			X			X			X			X			X			X					6010	
		X	X			X			X			X			X			X			X			X					6011	
X			X			X			X			X			X			X			X			X					6012	
	X		X			X			X			X			X			X			X			X					6013	
		X	X			X			X			X			X			X			X			X					6014	
X			X				X			X			X			X			X			X			X				6015	
X			X					X			X			X			X			X			X			X			6016	
	X		X				X			X			X			X			X			X			X				6017	
		X	X				X			X			X			X			X			X			X				6018	
	X		X					X			X			X			X			X			X			X			6019	
		X	X					X			X			X			X			X			X			X			6020	
X			X			X			X			X			X			X			X			X					6021	
X			X			X			X			X			X			X			X			X					6022	
X			X			X			X			X			X			X			X			X					6023	
X			X			X			X			X			X			X			X			X					6024	
	X		X			X			X			X			X			X			X			X					6025	
		X	X			X			X			X			X			X			X			X					6026	
	X		X			X			X			X			X			X			X			X					6027	
		X	X			X			X			X			X			X			X			X					6028	
	X		X			X			X			X			X			X			X			X					6029	

		X	X				X				X				X					X			X	X				6216																										
	X		X				X				X				X					X				X	X				6217																									
		X	X				X				X				X					X			X	X					6218																									
	X		X				X				X				X					X			X	X					6219																									
		X	X				X				X				X					X				X	X				6220																									
X			X				X				X				X				X			X		X	X				6221																									
X			X				X				X				X				X			X		X	X				6222																									
X			X				X				X				X				X			X		X	X				6223																									
X			X				X				X				X				X			X		X	X				6224																									
X			X				X				X				X				X			X		X	X				6225																									
X			X				X				X				X				X			X		X	X				6226																									
X			X				X				X				X				X			X		X	X				6227																									
X			X				X				X				X				X			X		X	X				6228																									
	X		X				X				X				X				X			X		X	X				6229																									
		X	X				X				X				X				X			X		X	X				6230																									
CONTAMINANTES DEL ACEITE																																																						
																								Hollín			Combustible			Sulfatación			Agua			Nitración			Oxidación			Boro			Potasio			Sodio			Glicol			COD.
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3																							
			X	X				X			X			X				X			1	X				X			X	X				6231																				
	X			X				X			X			X				X				X			X			X	X					6232																				
		X	X					X			X			X				X				X			X			X	X						6233																			
		X	X					X			X			X				X				X			X			X	X						6234																			
	X			X				X			X			X				X				X			X			X	X						6235																			
		X	X					X			X			X				X				X			X			X	X						6236																			
	X			X				X			X			X				X				X			X			X	X						6237																			
	X			X				X			X			X				X				X			X			X	X						6238																			
		X	X					X			X			X				X				X			X			X	X						6239																			
	X			X				X			X			X				X				X			X			X	X						6240																			
	X			X				X			X			X				X				X			X			X	X						6241																			
		X	X					X			X			X				X				X			X			X	X						6242																			
		X	X					X			X			X				X				X			X			X	X						6243																			
	X			X				X			X			X				X				X			X			X	X						6244																			
X				X				X			X			X				X			X			X			X						X		6245																			
X				X				X			X			X				X			X			X			X					X			6246																			

	X		X			X			X			X			X			X			X			X			6247			
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			6248			
	X		X			X			X			X			X			X			X			X			6249			
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			6250			
X			X			X				X	X			X			X			X			X			X	6251			
X			X			X				X	X			X			X			X			X			X	6252			
	X		X			X				X	X			X			X			X			X			X	6253			
	X		X			X				X	X			X			X			X			X			X	6254			
		X	X			X				X	X			X			X			X			X			X	6255			
		X	X			X				X	X			X			X			X			X			X	6256			
X			X			X				X				X			X			X			X			X	6257			
X			X			X				X				X			X			X			X			X	6258			
X			X			X				X				X			X			X			X			X	6259			
X			X			X				X				X			X			X			X			X	6260			
X			X			X				X				X			X			X			X			X	6261			
		X	X			X				X				X			X			X			X			X	6262			
		X	X			X				X				X			X			X			X			X	6263			
CONTAMINANTES DEL ACEITE																														
Hollín			Combustible			Sulfatación			Agua			Nitración			Oxidación			Boro			Potasio			Sodio			Glicol			COD.
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	X		X			X			X			X			X			X			X			X			X	6264		
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			X	6265		
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			X	6266		
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			X	6267		
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			X	6268		
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			X	6269		
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X	6270		
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X	6271		
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X	6272		
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			X	6273		
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			X	6274		
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X	6275		
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X	6276		
X			X			X			X			X			X			X			X			X			X	6277		

	X		X			X			X			X				X		X			X			X			X			6278																											
		X	X			X			X			X				X			X		X						X			6279																											
		X	X			X			X			X				X		X			X		X			X				6280																											
	X		X			X			X			X				X			X			X			X			X		6281																											
		X	X			X			X			X				X		X			X			X			X			6282																											
		X	X			X			X			X				X		X			X			X			X			6283																											
		X	X			X			X			X				X		X			X		X			X			X	6284																											
		X	X			X			X			X				X		X			X		X			X			X	6285																											
	X		X			X			X			X				X		X			X			X			X			6286																											
	X		X			X			X			X				X		X			X			X			X			6287																											
		X	X			X			X			X				X		X			X		X			X		X		6288																											
X				X		X			X			X				X		X			X			X			X			6289																											
X				X		X			X			X				X		X			X			X			X			6290																											
X				X		X			X			X				X		X			X			X			X			6291																											
X				X		X			X			X				X		X			X			X			X			6292																											
X				X		X			X			X				X		X			X			X			X			6293																											
X					X	X			X			X				X		X			X			X			X			6294																											
X					X	X			X			X				X		X			X			X			X			6295																											
X				X		X			X			X				X		X			X			X			X			6296																											
CONTAMINANTES DEL ACEITE																																																									
																											Hollín			Combustible			Sulfatación			Agua			Nitración			Oxidación			Boro			Potasio			Sodio			Glicol			COD.
																											1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
X						X	X			X			X			X				X			X			X			X		6297																										
X						X	X			X			X			X				X		X			X			X			6298																										
X						X	X			X			X			X				X			X		X			X			6299																										
X						X	X			X			X			X				X			X			X		X			6300																										
X						X	X			X			X			X				X		X			X			X			6301																										
X					X		X			X			X			X				X			X		X			X			6302																										
X					X		X			X			X			X				X			X			X		X			6303																										
X					X		X			X			X			X				X			X			X			X		6304																										
X					X	X				X			X			X				X			X			X			X		6305																										
X					X	X				X			X			X				X			X			X			X		6306																										
X					X		X			X			X			X				X		X			X			X			6307																										
X					X		X			X			X			X				X			X			X			X		6308																										

X				X		X			X			X					X			X			X		X					6309							
X				X		X			X			X					X		X			X			X						6310						
X					X	X			X			X				X			X		X										6311						
X					X	X			X			X				X		X			X		X								6312						
X				X		X			X			X				X			X			X			X						6313						
X					X	X			X			X				X		X			X			X							6314						
X					X	X			X			X				X		X			X			X							6315						
X					X	X			X			X				X		X			X		X			X					6316						
X					X	X			X			X				X		X			X		X		X						6317						
X				X		X			X			X				X		X			X			X							6318						
X				X		X			X			X				X			X		X		X								6319						
X					X	X			X			X				X			X			X			X		X				6320						
	X			X			X			X		X		X		X			X			X			X						6321						
		X		X			X			X		X		X		X			X		X			X							6322						
	X				X		X			X		X		X		X			X		X			X							6323						
	X			X				X		X		X		X		X			X		X			X							6324						
	X			X			X			X		X		X		X			X		X			X							6325						
	X			X			X			X			X		X		X			X		X			X						6326						
	X			X			X			X		X			X		X			X		X			X						6327						
		X			X			X		X			X		X		X			X		X			X						6328						
	X				X			X		X			X		X		X			X		X			X						6329						
CONTAMINANTES DEL ACEITE																																					
																											COD.										
Hollín			Combustible			Sulfatación			Agua			Nitración			Oxidación			Boro			Potasio			Sodio			Glicol										
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
		X		X				X			X			X			X	X			X			X			X								6330		
		X			X		X				X			X		X			X	X			X			X									6331		
		X			X			X		X				X				X	X			X			X			X								6332	
		X			X			X			X		X					X	X			X			X			X								6333	
		X			X			X			X			X		X			X			X			X			X								6334	
	X			X				X			X			X			X	X			X			X			X									6335	
		X			X			X			X			X			X	X			X			X			X										6336
		X			X		X			X				X			X	X			X			X			X										6337
		X			X			X		X				X			X	X			X			X			X										6338
		X			X			X			X			X			X	X			X			X			X										6339

X			X				X	X				X			X	X			X			X					X	6433		
X				X			X	X				X			X	X			X			X					X	6434		
	X		X				X	X				X	X		X	X			X			X					X	6435		
	X			X		X		X				X			X	X			X			X				X		6436		
	X		X			X		X				X			X	X			X			X					X	6437		
	X			X		X		X				X			X	X			X			X					X	6438		
	X			X			X	X				X			X	X			X			X				X		6439		
X				X			X	X				X	X		X	X			X			X				X		6440		
X			X				X	X				X			X	X			X			X				X		6441		
X			X			X		X				X			X	X			X			X				X		6442		
X				X			X	X				X	X		X	X			X			X				X		6443		
	X		X				X	X				X			X	X			X			X				X		6444		
	X		X				X	X				X			X	X			X			X				X		6445		
X				X		X		X				X			X	X			X			X				X		6446		
X				X			X	X				X	X		X	X			X			X				X		6447		
	X		X				X	X				X			X	X			X			X				X		6448		
X				X		X		X				X			X	X			X			X				X		6449		
X				X			X	X				X			X	X			X			X				X		6450		
	X		X				X	X				X			X	X			X			X				X		6451		
	X		X				X	X				X			X	X			X			X				X		6452		
X				X			X	X				X			X	X			X			X				X		6453		
	X		X				X	X				X	X		X	X			X			X				X		6454		
X				X		X		X				X			X	X			X			X				X		6455		
	X		X				X	X				X	X		X	X			X			X				X		6456		
X			X				X	X				X			X	X			X			X				X		6457		
	X			X		X		X				X	X		X	X			X			X				X		6458		
X			X				X	X				X	X		X	X			X			X				X		6459		
	X			X			X	X				X			X	X			X			X				X		6460		
X		X				X			X	X				X			X		X		X		X			X		6461		
CONTAMINANTES DEL ACEITE																														
Hollín			Combustible			Sulfatación			Agua			Nitración			Oxidación			Boro			Potasio			Sodio			Glicol			COD.
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
X			X			X					X	X			X			X			X				X			6462		
X			X			X				X		X			X			X			X				X			6463		

Hollín			Combustible			Sulfatación			Agua			Nitración			Oxidación			Boro			Potasio			Sodio			Glicol						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	X			X				X	X				X			X			X			X			X						6528		
	X			X				X		X				X		X			X			X			X						6529		
	X			X				X		X				X		X	X			X			X			X					6530		
	X			X				X		X				X		X			X			X				X	X				6531		
		X			X			X	X					X		X	X			X			X			X	X				6532		
	X				X			X	X					X		X	X			X			X			X	X				6533		
		X		X				X	X					X		X	X			X			X			X	X				6534		
		X			X			X		X				X		X	X			X			X			X	X				6535		
		X			X			X	X					X		X	X			X			X			X	X				6536		
		X			X			X	X					X		X	X			X			X			X	X				6537		
		X			X			X	X					X		X	X			X			X			X					6538		
	X				X			X	X					X		X	X			X			X			X	X				6539		
		X			X			X		X				X		X	X			X			X			X	X				6540		
		X			X			X		X				X		X	X			X			X			X	X				6541		
		X			X			X	X					X		X			X			X			X	X					6542		
		X			X			X	X					X		X			X			X			X						6543		
		X			X			X		X				X		X			X			X			X						6544		
	X				X			X	X					X		X			X			X			X						6545		
	X				X			X	X					X		X			X			X			X						6546		
	X				X			X		X				X		X	X			X			X			X					6547		
	X				X			X		X				X		X	X			X			X			X					6548		
		X			X			X	X					X		X			X			X			X						6549		
	X				X			X		X				X		X			X			X			X						6550		
	X				X			X	X					X		X	X			X			X			X					6551		
	X				X			X		X				X		X			X			X			X						6552		
		X			X			X		X				X		X			X			X			X						6553		
	X				X			X	X					X		X	X			X			X			X	X				6554		
		X			X			X	X					X		X	X			X			X			X	X				6555		
		X			X			X		X				X		X			X			X			X						6556		
		X			X			X	X					X		X	X			X			X			X					6557		
	X				X			X	X					X		X	X			X			X			X					6558		
		X			X			X		X				X		X			X			X			X						6559		

X			X		X		X				X			X	X				X	X			X					6591		
X			X				X	X					X			X	X				X	X			X				6592	
X			X				X						X			X	X				X	X			X				6593	
CONTAMINANTES DEL ACEITE																														
Hollín			Combustible			Sulfatación			Agua			Nitración			Oxidación			Boro			Potasio			Sodio			Glicol			COD.
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	X			X			X		X				X			X	X				X	X			X				6594	
	X			X			X		X				X			X						X	X			X				6595
		X			X			X	X					X			X	X					X	X			X			6596
	X				X			X	X					X			X	X					X	X			X			6597
		X			X			X	X					X			X	X					X	X			X			6598
		X			X			X	X					X			X	X					X	X			X			6599
		X			X			X	X					X			X	X					X	X			X			6600
		X			X			X	X					X		X	X						X	X			X			6601
		X			X			X	X					X			X	X					X	X			X			6602
	X				X			X	X	X				X			X	X					X	X			X			6603
		X			X			X	X					X			X	X					X	X			X			6604
		X			X			X	X					X			X	X					X	X			X			6605
		X			X			X	X					X			X						X	X			X			6606
		X			X			X	X					X		X	X					X	X			X				6607
		X			X			X	X					X			X	X					X	X			X			6608
	X				X			X	X					X			X	X					X	X			X			6609
	X				X			X	X					X			X	X					X	X			X			6610
	X				X			X	X					X			X	X					X	X			X			6611
	X				X			X	X					X			X	X					X	X			X			6612
		X			X			X	X					X			X	X					X	X			X			6613
	X				X			X	X					X			X	X					X	X			X			6614
	X				X			X	X					X			X	X					X	X			X			6615
	X				X			X	X					X			X	X					X	X			X			6616
		X			X			X	X					X			X	X					X	X			X			6617
	X				X			X	X					X			X	X					X	X			X			6618
		X			X			X	X					X			X	X					X	X			X			6619
		X			X			X	X					X			X	X					X	X			X			6620
		X			X			X	X					X			X	X					X	X			X			6621

	X			X			X		X				X				X		X			X						6658	
	X			X			X		X				X				X	X			X			X					6659

ANEXO C

DESGASTE METÁLICO																								COD.			
HIERRO			ALUMINIO			ESTAÑO			PLOMO			COBRE			CROMO			NÍQUEL			SÍLICE				TITANIO		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
X			X			X			X			X			X			X			X			X			300
	X		X			X			X			X			X			X			X			X			301
		X	X			X			X			X			X			X			X			X			302
X				X		X			X			X			X			X			X			X			303
X					X	X			X			X			X			X			X			X			304
X			X				X		X			X			X			X			X			X			305
X			X					X	X			X			X			X			X			X			306
X			X			X				X			X			X			X			X			X		307
X			X			X					X	X			X			X			X			X			308
X			X			X			X				X			X			X			X			X		309
X			X			X			X					X	X			X			X			X			310
X			X			X			X				X			X			X			X			X		311
X			X			X			X						X	X			X			X			X		312
	X			X		X			X				X			X			X			X			X		313
		X		X		X			X				X			X			X			X			X		314
	X				X	X			X				X			X			X			X			X		315
		X			X	X			X				X			X			X			X			X		316
X			X				X		X				X			X			X			X			X		317
		X	X				X		X				X			X			X			X			X		318
	X		X					X	X				X			X			X			X			X		319
		X	X					X	X				X			X			X			X			X		320
X			X			X				X			X			X			X			X			X		321
		X	X			X				X			X			X			X			X			X		322
	X		X			X					X	X			X			X			X			X			323
		X	X			X					X	X			X			X			X			X			324

	X		X			X			X				X			X			X			X			325		
		X	X			X			X				X			X			X			X			326		
DESGASTE METÁLICO																											
HIERRO			ALUMINIO			ESTAÑO			PLOMO			COBRE			CROMO			NÍQUEL			SÍLICE			TITANIO			COD.
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	X		X			X			X					X	X			X			X			X			327
		X	X			X			X					X	X			X			X			X			328
	X		X			X			X		X				X			X			X			X			329
		X	X			X			X		X				X			X			X			X			330
	X		X			X			X		X				X	X		X			X			X			331
		X	X			X			X		X				X	X		X			X			X			332
	X		X			X			X		X			X				X			X			X			333
		X	X			X			X		X			X				X			X			X			334
	X		X			X			X		X			X				X	X		X			X			335
		X	X			X			X		X			X				X	X		X			X			336
	X		X			X			X		X			X			X	X			X				X		337
		X	X			X			X		X			X			X	X			X				X		338
	X		X			X			X		X			X			X	X			X					X	339
		X	X			X			X		X			X			X	X			X					X	340
X				X			X		X		X			X			X	X			X			X			341
X					X		X		X		X			X			X	X			X			X			342
X				X				X	X		X			X			X	X			X			X			343
X					X			X	X		X			X			X	X			X			X			344
X				X		X				X	X			X			X	X			X			X			345
X					X	X				X	X			X			X	X			X			X			346
X				X		X					X	X		X			X	X			X			X			347
X					X	X					X	X		X			X	X			X			X			348
X				X		X			X		X		X	X			X	X			X			X			349

X				X	X			X				X		X			X			X					350						
X				X		X			X				X	X			X			X			X			351					
X				X	X			X					X	X			X			X			X			352					
X				X		X			X			X			X			X			X			X			353				
DESGASTE METÁLICO																															
HIERRO			ALUMINIO			ESTAÑO			PLOMO			COBRE			CROMO			NÍQUEL			SÍLICE			TITANIO			COD.				
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
X					X	X			X			X				X			X			X			X			354			
X				X		X			X			X				X	X			X			X			X			355		
X					X	X			X			X				X	X			X			X			X			356		
X			X				X			X			X			X			X			X			X			357			
X			X					X		X			X			X			X			X			X			358			
X			X				X				X	X			X			X			X			X			X		359		
X			X					X			X	X			X			X			X			X			X		360		
X			X				X		X				X			X			X			X			X			X		361	
X			X					X	X				X			X			X			X			X			X		362	
X			X				X		X					X	X			X			X			X			X		363		
X			X					X	X					X	X			X			X			X			X		364		
X			X				X		X			X				X			X			X			X			X		365	
X			X					X	X			X				X			X			X			X			X		366	
X			X				X		X			X					X	X			X			X			X		367		
X			X					X	X			X				X	X			X			X			X			X		368
X			X			X				X			X			X			X			X			X			X		369	
X			X			X				X			X			X			X			X			X			X		370	
X			X			X				X				X	X			X			X			X			X		371		
X			X			X				X			X	X			X			X			X			X			X		372
X			X			X				X		X				X			X			X			X			X		373	
X			X			X				X	X				X			X			X			X			X		374		

X			X			X				X		X					X	X			X			X				375	
X			X			X				X	X						X	X			X			X					376
X			X			X			X							X		X			X			X					377
X			X			X			X							X		X			X			X					378
X			X			X			X							X	X			X			X						379
X			X			X			X							X	X			X			X						380
DESGASTE METÁLICO																													
HIERRO			ALUMINIO			ESTAÑO			PLOMO			COBRE			CROMO			NÍQUEL			SÍLICE			TITANIO			COD.		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
	X			X			X		X			X			X			X			X			X				X	
		X		X			X		X			X			X			X			X			X			X		
	X				X		X		X			X			X			X			X			X			X		
		X			X		X		X			X			X			X			X			X			X		
X					X			X	X			X			X			X			X			X			X		
		X		X				X	X			X			X			X			X			X			X		
X					X			X	X			X			X			X			X			X			X		
		X		X			X			X		X			X			X			X			X			X		
X			X					X			X	X			X			X			X			X			X		
		X	X				X			X			X		X			X			X			X			X		
		X	X				X			X			X	X	X			X			X			X			X		
X			X					X			X	X			X			X			X			X			X		
		X	X				X			X			X		X			X			X			X			X		
X			X					X			X	X			X			X			X			X			X		

		X	X			X				X				X	X			X			X			400				
	X		X			X				X		X			X			X			X			401				
	X		X			X				X			X	X			X			X				402				
		X	X			X				X			X	X			X			X				403				
	X		X			X				X			X	X			X			X				404				
		X	X			X			X			X			X			X			X			405				
		X	X			X			X			X			X			X			X			406				
	X		X			X			X				X		X			X			X			407				
DESGASTE METÁLICO																												
HIERRO			ALUMINIO			ESTAÑO			PLOMO			COBRE			CROMO			NÍQUEL			SÍLICE			TITANIO			COD.	
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
	X		X			X			X				X			X	X			X			X			408		
		X	X			X			X				X		X			X			X			X			409	
	X		X			X			X				X			X	X			X			X				410	
		X	X			X			X			X			X	X			X			X			X			411
		X	X			X			X				X			X	X			X			X			X		412
	X		X			X			X			X			X			X			X			X				413
		X	X			X			X			X			X			X			X			X				414
	X		X			X			X			X				X			X			X			X			415
	X		X			X			X			X			X				X	X			X			X		416
		X	X			X			X			X				X			X			X			X			417
	X		X			X			X			X				X			X	X			X			X		418
		X	X			X			X			X			X				X	X			X			X		419
		X	X			X			X			X				X			X	X			X			X		420
	X		X			X			X			X			X				X				X			X		421
		X	X			X			X			X			X				X				X			X		422
	X		X			X			X			X			X				X	X				X			X	423
	X		X			X			X			X			X				X						X			424

X				X		X			X					X			X	X			X			X				450																							
X					X	X			X					X			X	X			X			X					451																						
X					X	X			X					X			X	X			X			X					452																						
X			X				X			X				X		X				X			X						453																						
X			X					X		X				X		X				X			X						454																						
X			X				X			X			X		X					X			X						455																						
X			X				X			X				X	X					X			X						456																						
X			X				X			X			X		X					X			X						457																						
X			X				X			X			X	X						X			X						458																						
X			X				X		X				X	X						X			X						459																						
X			X				X			X			X	X						X			X						460																						
X			X				X		X				X			X				X			X						461																						
DESGASTE METÁLICO																																																			
																								HIERRO			ALUMINIO			ESTAÑO			PLOMO			COBRE			CROMO			NÍQUEL			SÍLICE			TITANIO			COD.
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3																						
X			X					X	X				X			X			X			X			X				462																						
X			X				X		X					X		X			X			X			X				463																						
X			X				X		X				X				X	X			X			X					464																						
X			X					X	X				X		X				X			X			X				465																						
X			X				X		X				X				X	X			X			X					466																						
X			X					X	X				X				X	X			X			X					467																						
X			X					X	X				X				X	X			X			X					468																						
X			X				X			X			X			X				X			X						469																						
X			X				X				X			X			X			X			X						470																						
X			X				X			X				X		X				X			X						471																						
X			X				X			X			X				X	X			X			X					472																						
X			X				X				X			X		X				X			X						473																						
X			X				X			X				X			X	X			X			X					474																						

X			X				X				X		X				X	X			X			X					475	
X			X				X				X			X			X	X			X			X						476
	X			X			X			X		X			X			X			X			X						477
		X		X			X			X		X			X			X			X			X						478
	X				X		X			X		X			X			X			X			X						479
	X			X				X		X		X			X			X			X			X						480
	X			X			X				X	X			X			X			X			X						481
		X			X		X			X		X			X			X			X			X						482
		X		X				X		X		X			X			X			X			X						483
		X		X			X				X	X			X			X			X			X						484
	X				X			X		X		X			X			X			X			X						485
	X				X		X				X	X			X			X			X			X						486
	X			X				X			X	X			X			X			X			X						487
		X			X			X		X		X			X			X			X			X						488
DESGASTE METÁLICO																														
HIERRO			ALUMINIO			ESTAÑO			PLOMO			COBRE			CROMO			NÍQUEL			SÍLICE			TITANIO			COD.			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3
		X			X			X			X	X			X			X			X			X						489
		X		X				X			X	X			X			X			X			X						490
	X				X			X			X	X			X			X			X			X						491
		X			X			X			X	X			X			X			X			X						492
	X		X				X			X			X			X			X			X			X					493
		X	X				X			X			X			X			X			X			X					494
	X		X					X			X			X			X			X			X			X				495
	X		X				X				X			X			X			X			X			X				496
	X		X				X			X				X		X			X			X			X					497
		X	X					X			X			X			X			X			X			X				498
		X	X				X				X			X			X			X			X			X				499

		X	X				X			X				X	X			X			X					500																									
	X		X					X			X		X				X			X			X				501																								
	X		X					X		X				X	X			X			X			X			502																								
	X		X				X				X			X	X			X			X			X			503																								
		X	X					X			X		X				X			X			X				504																								
		X	X					X		X				X	X			X			X			X			505																								
		X	X				X				X			X	X			X			X			X			506																								
	X		X					X			X			X	X			X			X			X			507																								
		X	X					X			X			X	X			X			X			X			508																								
	X		X				X			X			X			X			X			X			X		509																								
		X	X				X			X			X			X			X			X			X		510																								
	X		X				X				X		X			X			X			X			X		511																								
	X		X				X				X			X		X			X			X			X		512																								
	X		X				X				X		X			X		X			X			X			513																								
		X	X				X				X		X			X		X			X			X			514																								
		X	X				X				X			X		X		X			X			X			515																								
DESGASTE METÁLICO																																																			
																								HIERRO			ALUMINIO			ESTAÑO			PLOMO			COBRE			CROMO			NÍQUEL			SÍLICE			TITANIO			COD.
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3																						
		X	X			X				X			X			X	X			X			X			X			516																						
	X		X			X				X			X		X			X			X			X			X		517																						
	X		X			X				X		X			X	X			X			X			X			518																							
	X		X			X				X			X			X	X			X			X			X			519																						
		X	X			X				X			X		X			X			X			X			X		520																						
		X	X			X				X		X			X	X			X			X			X			521																							
		X	X			X				X			X			X	X			X			X			X			522																						
	X		X			X				X			X			X	X			X			X			X			523																						
		X	X			X				X			X			X	X			X			X			X			524																						

X		X			X			X				X			X			X			X			525			
	X	X			X			X				X			X			X			X			526			
X		X			X			X				X			X			X			X			527			
X		X			X			X				X			X			X			X			528			
X		X			X			X				X			X			X			X			529			
	X	X			X			X				X			X			X			X			530			
	X	X			X			X				X			X			X			X			531			
	X	X			X			X				X			X			X			X			532			
X		X			X			X				X			X			X			X			533			
X		X			X			X				X			X			X			X			534			
X		X			X			X				X			X			X			X			535			
	X	X			X			X				X			X			X			X			536			
	X	X			X			X				X			X			X			X			537			
	X	X			X			X				X			X			X			X			538			
X		X			X			X				X			X			X			X			539			
	X	X			X			X				X			X			X			X			540			
X		X			X			X				X			X			X			X			541			
	X	X			X			X				X			X			X			X			542			
DESGASTE METÁLICO																									COD.		
HIERRO			ALUMINIO			ESTAÑO			PLOMO			COBRE			CROMO			NÍQUEL			SÍLICE			TITANIO			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	X		X			X			X			X					X			X					X		543
	X		X			X			X			X				X			X						X		544
	X		X			X			X			X				X			X						X		545
		X	X			X			X			X				X			X						X		546
		X	X			X			X			X				X			X						X		547
		X	X			X			X			X				X			X						X		548
	X		X			X			X			X				X			X						X		549

	X		X			X			X			X				X		X		X					X	550																					
	X		X			X			X			X			X			X	X						X	551																					
		X	X			X			X			X			X			X	X					X		552																					
		X	X			X			X			X			X		X		X						X	553																					
		X	X			X			X			X			X			X	X						X	554																					
	X		X			X			X			X			X			X	X						X	555																					
		X	X			X			X			X			X			X	X						X	556																					
X				X			X			X			X		X			X			X					557																					
X					X		X			X			X		X			X			X					558																					
X				X				X		X			X		X			X			X					559																					
X				X			X				X			X			X			X						560																					
X				X			X			X				X	X			X			X					561																					
X					X			X		X			X		X			X			X					562																					
X					X		X				X			X	X			X			X					563																					
X					X		X			X				X	X			X			X					564																					
X				X				X			X			X	X			X			X					565																					
X				X				X		X				X	X			X			X					566																					
X				X			X				X			X	X			X			X					567																					
X					X			X			X			X			X			X						568																					
X					X			X		X				X	X			X			X					569																					
DESGASTE METÁLICO																																															
HIERRO																							ALUMINIO			ESTAÑO			PLOMO			COBRE			CROMO			NÍQUEL			SÍLICE			TITANIO			COD.
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3																					
X					X		X				X			X	X			X			X			X			570																				
X				X				X			X			X	X			X			X			X			571																				
X					X			X			X			X	X			X			X			X			572																				
X				X		X				X			X			X			X			X			X		573																				
X					X	X				X			X			X			X			X			X		574																				

	X				X		X				X		X			X			X			X			600		
	X				X		X			X			X	X			X			X			X			601	
	X			X				X			X		X			X			X			X			602		
	X			X				X			X		X			X			X			X			603		
	X			X				X			X		X			X			X			X			604		
		X			X			X			X		X			X			X			X			605		
		X			X			X			X		X			X			X			X			606		
		X			X			X			X		X			X			X			X			607		
		X		X				X			X		X			X			X			X			608		
		X		X				X			X		X			X			X			X			609		
		X		X				X			X		X			X			X			X			610		
	X				X			X			X		X			X			X			X			611		
	X				X			X			X		X			X			X			X			612		
	X				X			X			X		X			X			X			X			613		
	X			X				X			X		X			X			X			X			614		
		X			X			X			X		X			X			X			X			615		
		X			X			X			X		X			X			X			X			616		
		X			X			X			X		X			X			X			X			617		
		X		X				X			X		X			X			X			X			618		
	X				X			X			X		X			X			X			X			619		
		X			X			X			X		X			X			X			X			620		
	X		X					X			X				X			X			X				621		
		X	X					X			X				X			X			X				622		
	X		X					X			X				X			X			X				623		
DESGASTE METÁLICOS																								COD.			
HIERRO			ALUMINIO			ESTAÑO			PLOMO			COBRE			CROMO			NÍQUEL			SÍLICE				TITANIO		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3
	X		X				X				X		X			X			X			X			X		624

X		X				X			X				X		X			X			X			625	
X		X				X			X			X			X	X			X			X			626
	X	X					X		X			X			X	X			X			X			627
	X	X				X				X			X		X	X			X			X			628
	X	X				X			X				X		X	X			X			X			629
	X	X				X			X				X		X	X			X			X			630
X		X					X		X			X			X	X			X			X			631
X		X					X	X				X			X	X			X			X			632
X		X					X	X				X			X	X			X			X			633
X		X				X			X			X			X	X			X			X			634
X		X				X			X	X					X	X			X			X			635
X		X				X			X				X		X	X			X			X			636
	X	X					X		X			X			X	X			X			X			637
	X	X					X	X				X			X	X			X			X			638
	X	X					X	X				X			X	X			X			X			639
	X	X				X			X			X			X	X			X			X			640
	X	X				X			X	X					X	X			X			X			641
	X	X				X			X				X		X	X			X			X			642
X		X					X		X			X			X	X			X			X			643
X		X					X		X	X					X	X			X			X			644
X		X					X	X				X			X	X			X			X			645
X		X				X			X			X			X	X			X			X			646
	X	X					X		X			X			X	X			X			X			647
	X	X					X		X	X					X	X			X			X			648
	X	X					X	X				X			X	X			X			X			649
	X	X				X			X			X			X	X			X			X			650
DESGASTE METÁLICO																							COD.		
HIERRO	ALUMINIO	ESTAÑO	PLOMO	COBRE	CROMO	NÍQUEL	SÍLICE	TITANIO																	

1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	X		X					X			X			X	X			X			X			X			651
		X	X					X			X			X	X			X			X			X			652
	X		X			X				X			X			X			X			X			X		653
		X	X			X				X			X			X			X			X			X		654
	X		X			X				X			X			X			X			X			X		655
	X		X			X				X			X			X			X			X			X		656
	X		X			X				X			X			X			X			X			X		657
	X		X			X				X			X			X			X			X			X		658
		X	X			X				X			X			X			X			X			X		659
		X	X			X				X			X			X			X			X			X		660
		X	X			X				X			X			X			X			X			X		661
		X	X			X				X			X			X			X			X			X		662
	X		X			X				X			X			X			X			X			X		663
	X		X			X				X			X			X			X			X			X		664
	X		X			X				X			X			X			X			X			X		665
	X		X			X				X			X			X			X			X			X		666
	X		X			X				X			X			X			X			X			X		667
	X		X			X				X			X			X			X			X			X		668
		X	X			X				X			X			X			X			X			X		669
		X	X			X				X			X			X			X			X			X		670
		X	X			X				X			X			X			X			X			X		671
		X	X			X				X			X			X			X			X			X		672
		X	X			X				X			X			X			X			X			X		673
		X	X			X				X			X			X			X			X			X		674
	X		X			X				X			X			X			X			X			X		675
	X		X			X				X			X			X			X			X			X		676
	X		X			X				X			X			X			X			X			X		677

DESGASTE METÁLICO																								COD.			
HIERRO			ALUMINIO			ESTAÑO			PLOMO			COBRE			CROMO			NÍQUEL			SÍLICE				TITANIO		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2	3
	X		X			X				X			X			X			X	X			X			678	
		X	X			X					X			X			X		X			X				679	
		X	X			X					X			X		X			X	X			X			680	
		X	X			X					X		X			X			X	X			X			681	
		X	X			X				X			X			X			X	X			X			682	
	X		X			X					X			X			X			X	X			X		683	
		X	X			X					X			X			X			X	X			X		684	
	X		X			X			X				X			X			X				X			685	
		X	X			X			X				X			X			X				X			686	
	X		X			X			X				X			X			X				X			687	
	X		X			X			X				X			X			X				X			688	
	X		X			X			X				X			X			X	X			X			689	
	X		X			X			X				X			X			X					X		690	
		X	X			X			X				X			X			X				X			691	
		X	X			X			X				X			X		X					X			692	
		X	X			X			X				X			X			X	X			X			693	
		X	X			X			X				X			X			X					X		694	
	X		X			X			X				X			X			X				X			695	
	X		X			X			X				X		X			X	X				X			696	
	X		X			X			X				X		X			X						X		697	
	X		X			X			X				X			X			X	X			X			698	
	X		X			X			X				X			X			X					X		699	
	X		X			X			X				X		X			X	X					X		1400	
		X	X			X			X				X			X			X				X			1401	
		X	X			X			X				X		X			X	X				X			1402	

		X	X			X			X					X		X			X					X	1403		
		X	X			X			X				X			X			X	X				X	1404		
DESGASTE METÁLICO																											
HIERRO			ALUMINIO			ESTAÑO			PLOMO			COBRE			CROMO			NÍQUEL			SÍLICE			TITANIO			COD.
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
		X	X			X			X				X			X		X		X					X	1405	
		X	X			X			X				X			X		X		X					X	1406	
	X		X			X			X				X			X		X		X				X		1407	
	X		X			X			X				X			X		X		X					X	1408	
	X		X			X			X				X		X				X	X					X	1409	
	X		X			X			X				X			X		X	X						X	1410	
		X	X			X			X				X			X		X	X					X		1411	
		X	X			X			X				X			X		X		X					X	1412	
		X	X			X			X				X		X				X	X					X	1413	
		X	X			X			X				X			X		X	X						X	1414	
	X		X			X			X				X			X		X	X						X	1415	
		X	X			X			X				X			X		X	X						X	1416	
X				X			X			X			X			X		X		X				X		1417	
X					X		X			X			X			X		X		X				X		1418	
X				X				X		X			X			X		X		X				X		1419	
X				X			X				X			X		X		X		X				X		1420	
X				X			X			X			X			X		X		X				X		1421	
X				X			X			X			X			X		X		X				X		1422	
X					X			X		X			X			X		X		X				X		1423	
X					X		X				X			X		X		X		X				X		1424	
X					X		X			X			X			X		X		X				X		1425	
X					X		X			X			X			X		X		X				X		1426	
X				X				X			X			X			X		X		X				X	1427	

X		X				X		X			X			X			X	X			X			1528	
X		X				X			X		X			X			X	X			X			1529	
X		X				X			X		X			X			X	X			X			1530	
X		X				X			X		X			X			X	X			X			1531	
X		X				X			X			X			X		X	X			X			1532	
X		X				X			X			X			X			X	X			X			1533
X		X				X			X			X			X			X	X			X			1534
	X	X				X			X			X			X			X	X			X			1535
	X	X				X		X				X			X			X	X			X			1536
	X	X				X		X			X				X			X	X			X			1537
	X	X				X		X			X				X			X	X			X			1538
	X	X				X			X			X			X			X	X			X			1539

ANEXO D

ESTADO DEL ACEITE

Leyenda:

- A: Viscosidad Normal.
TBN Normal.
- B: Viscosidad por encima de lo normal.
Viscosidad muy alta.
TBN Normal.
- C: Viscosidad baja.
Viscosidad muy baja.
TBN normal.
- D: Viscosidad por encima de lo normal.
Viscosidad muy alta.
TBN Bajo.
TBN muy bajo.
- E: Viscosidad baja.
Viscosidad muy baja.
TBN bajo.
TBN muy bajo.
- F: Viscosidad Normal.
TBN Bajo.
TBN muy bajo.

6001 A → ATENCIÓN. Hollín por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6001 B → ATENCIÓN. Hollín por encima de lo normal, ocasiona un incremento en la viscosidad.

6001 C → ATENCIÓN. No.

6001 D → ATENCIÓN. Hollín por encima de lo normal, ocasiona un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6001 E → ATENCIÓN. No.

6001 F → ATENCIÓN. Hollín por encima de lo normal, ocasiona una disminución en el TBN.

6002 A → ALARMA. No.

6002 B → ALARMA. Hollín muy alto, ocasiona un valor excesivo en la viscosidad.

6002 C → ALARMA. No.

6002 D → ALARMA. Hollín muy alto, ocasiona un valor excesivo en la viscosidad y una reducción en el TBN.

6002 E → ALARMA. No.

6002 F → ALARMA. Hollín muy alto, ocasiona una reducción en el TBN.

6003 A → ATENCIÓN. Dilución de combustible por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6003 B → ATENCIÓN. No.

6003 C → ATENCIÓN. Dilución de combustible por encima de lo normal, ocasiona una disminución en la viscosidad.

6003 D → ATENCIÓN. No.

6003 E → ATENCIÓN. Dilución de combustible por encima de lo normal, ocasiona una disminución en la viscosidad y el TBN.

6003 F → ATENCIÓN. Dilución de combustible por encima de lo normal, ocasiona una disminución en el TBN.

6004-6005 A → ATENCIÓN. Oxidación y hollín por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6004-6005 B → ATENCIÓN. No.

6004-6005 C → ATENCIÓN. Dilución de combustible muy alta, ocasiona una reducción peligrosa en la viscosidad.

6004-6005 D → ATENCIÓN. No.

6004-6005 E → ATENCIÓN. Dilución de combustible muy alta, ocasiona una reducción peligrosa en la viscosidad y el TBN.

6004-6005 F → ATENCIÓN. Dilución de combustible muy alto, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6037 A → ATENCIÓN. Hollín, sulfatación y oxidación por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6037 B → ATENCIÓN. No.

6037 C → ATENCIÓN. Dilución de combustible por encima de lo normal, ocasiona una disminución en la viscosidad.

6037 D → ATENCIÓN. No.

6037 E → ATENCIÓN. Dilución de combustible por encima de lo normal, ocasiona una disminución en la viscosidad y el TBN.

6037 F → ATENCIÓN. Dilución de combustible por encima de lo normal, ocasiona una disminución en el TBN.

6038-6044 A → ALARMA. *Null*.

6038-6044 B → ALARMA. Hollín, sulfatación y oxidación muy altos, ocasiona un valor excesivo en la viscosidad.

6038-6044 C → ALARMA. *Null*.

6038-6044 D → ALARMA. Hollín, sulfatación y oxidación muy altos, ocasiona un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6038-6044 E → ALARMA. Null.

6038-6044 F → ALARMA. Hollín, sulfatación y oxidación muy altos, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6045 A → ATENCIÓN. Sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6045 B → ATENCIÓN. Sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6045 C → ATENCIÓN. Sulfatación, nitración y oxidación, ocasionan una disminución en la viscosidad.

6045 D → ATENCIÓN. Sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6045 E → ATENCIÓN. Sulfatación, nitración y oxidación, ocasionan un valor bajo de la viscosidad y una disminución del TBN.

6045 F → ATENCIÓN. Sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6046-6052 A → ALARMA. Sulfatación, nitración y oxidación muy altos, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6046-6052 B → ALARMA. Sulfatación, nitración y oxidación muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6046-6052 C → ALARMA. Sulfatación, nitración y oxidación muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad.

6046-6052 D → ALARMA. Sulfatación, nitración y oxidación, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6046-6052 E → ALARMA. Sulfatación, nitración y oxidación muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad y el TBN.

6046-6052 F → ALARMA. Sulfatación, nitración y oxidación muy altos, ocasionan una reducción notoria en el TBN.

6053 A → ATENCIÓN. Hollín, sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6053 B → ATENCIÓN. Hollín, sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6053 C → ATENCIÓN. Null.

6053 D → ATENCIÓN. Hollín, sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal, ocasiona un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6053 E → ATENCIÓN. Null.

6053 F → ATENCIÓN. Hollín, sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal, ocasiona una disminución en el TBN.

6054-6068 A → ALARMA. Hollín, sulfatación, nitración y oxidación muy altos, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6054-6068 B → ALARMA. Hollín, sulfatación, nitración y oxidación muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6054-6068 C → ALARMA. Null.

6054-6068 D → ALARMA. Hollín, sulfatación, nitración y oxidación muy altos, ocasiona un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6054-6068 E → ALARMA. Null.

6054-6068 F → ALARMA. Hollín, sulfatación, nitración y oxidación muy altos, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6069 A → ATENCIÓN. Dilución de combustible y sulfatación por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6069 B → ATENCIÓN. Null.

6069 C → ATENCIÓN. Dilución de combustible y sulfatación por encima de lo normal, ocasionan una disminución en la viscosidad.

6069 D → ATENCIÓN. Null.

6069 E → ATENCIÓN. Dilución de combustible y sulfatación por encima de lo normal, ocasionan un valor bajo de la viscosidad y una disminución del TBN.

6069 F → ATENCIÓN. Dilución de combustible y sulfatación por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6070-6072 A → ALARMA. Null.

6070-6072 B → ALARMA. Null.

6070-6072 C → ALARMA. Dilución de combustible y sulfatación muy altas, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad.

6070-6072 D → ALARMA. Dilución de combustible y sulfatación muy altas, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6070-6072 E → ALARMA. Dilución de combustible muy alta, ocasiona una reducción peligrosa en la viscosidad y el TBN.

6070-6072 F → ALARMA. Dilución de combustible muy alto, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6073 A → ATENCIÓN. Dilución de combustible por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6073 B → ATENCIÓN. Null.

6073 C → ATENCIÓN. Dilución de combustible por encima de lo normal ocasiona una disminución en la viscosidad.

6073 D → ATENCIÓN. Null.

6073 E → ATENCIÓN. Dilución de combustible por encima de lo normal, ocasiona un valor bajo de la viscosidad y una disminución del TBN.

6073 F → ATENCIÓN. Dilución de combustible por encima de lo normal, ocasiona una disminución en el TBN.

6074 A → ALARMA. Null.

6074 B → ALARMA. Null.

6074 C → ALARMA. Dilución de combustible muy alta, ocasiona una reducción peligrosa en la viscosidad.

6074 D → ALARMA. Null.

6074 E → ALARMA. Dilución de combustible muy alta, ocasiona una reducción peligrosa en la viscosidad y el TBN.

6074 F → ALARMA. Dilución de combustible muy alto, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6075 A → ATENCIÓN. Dilución de combustible y oxidación por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6075 B → ATENCIÓN. Null.

6075 C → ATENCIÓN. Dilución de combustible y oxidación por encima de lo normal, ocasionan una disminución en la viscosidad.

6075 D → ATENCIÓN. Null.

6075 E → ATENCIÓN. Dilución de combustible y oxidación por encima de lo normal, ocasionan un valor bajo de la viscosidad y una disminución del TBN.

6075 F → ATENCIÓN. Dilución de combustible y oxidación por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6076-6078 A → ALARMA. Dilución de combustible y oxidación muy altos, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6076-6078 B → ALARMA. Null.

6076-6078 C → ALARMA. Dilución de combustible y oxidación muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad.

6076-6078 D → ALARMA. Null.

6076-6078 E → ALARMA. Dilución de combustible y oxidación muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad y el TBN.

6076-6078 F → ALARMA. Dilución de combustible y oxidación muy altos, ocasionan una reducción notoria en el TBN.

6079 A → ATENCIÓN. Hollín y dilución de combustible por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6079 B → ATENCIÓN. Hollín y dilución de combustible por encima de lo normal, ocasiona un incremento en la viscosidad.

6079 C → ATENCIÓN. Hollín y dilución de combustible por encima de lo normal, ocasionan una disminución en la viscosidad.

6079 D → ATENCIÓN. Hollín y dilución de combustible por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6079 E → ATENCIÓN. Hollín y dilución de combustible por encima de lo normal, ocasionan un valor bajo de la viscosidad y una disminución del TBN.

6079 F → ATENCIÓN. Hollín y dilución de combustible por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6080-6082 A → ALARMA. Hollín y dilución de combustible muy altos, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6080-6082 B → ALARMA. Hollín y dilución de combustible muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6080-6082 C → ALARMA. Hollín y dilución de combustible muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad.

6080-6082 D → ALARMA. Hollín y dilución de combustible muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6080-6082 E → ALARMA. Dilución de combustible y hollín muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad y el TBN.

6080-6082 F → ALARMA. Dilución de combustible y hollín muy altos, ocasionan una reducción notoria en el TBN.

6083 A → ATENCIÓN. Dilución de combustible, sulfatación y oxidación por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6083 B → ATENCIÓN. Null.

6083 C → ATENCIÓN. Dilución de combustible, sulfatación y oxidación por encima de lo normal, ocasionan una disminución en la viscosidad.

6083 D → ATENCIÓN. Null.

6083 E → ATENCIÓN. Dilución de combustible, sulfatación y oxidación por encima de lo normal, ocasionan un valor bajo de la viscosidad y una disminución del TBN.

6083 F → ATENCIÓN. Dilución de combustible, sulfatación y oxidación por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6084-6090 A → ALARMA. Null.

6084-6090 B → ALARMA. Null.

6084-6090 C → ALARMA. Dilución de combustible, sulfatación y oxidación muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad.

6084-6090 D → ALARMA. Null.

6084-6090 E → ALARMA. Dilución de combustible, sulfatación y oxidación muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad y el TBN.

6084-6090 F → ALARMA. Dilución de combustible, sulfatación y oxidación muy altos, ocasionan una reducción notoria en el TBN.

6091 A → ATENCIÓN. Dilución de combustible, nitración y sulfatación por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6091 B → ATENCIÓN. Null.

6091 C → ATENCIÓN. Dilución de combustible, nitración y sulfatación por encima de lo normal, ocasionan una disminución en la viscosidad.

6091 D → ATENCIÓN. Null.

6091 E → ATENCIÓN. Dilución de combustible, nitración y sulfatación por encima de lo normal, ocasionan un valor bajo de la viscosidad y una disminución del TBN.

6091 F → ATENCIÓN. Dilución de combustible, nitración y sulfatación por encima de lo normal, ocasiona una disminución en el TBN.

6092-6098 A → ALARMA. Dilución de combustible, nitración y sulfatación muy altos, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6092-6098 B → ALARMA. Null.

6092-6098 C → ALARMA. Dilución de combustible, nitración y sulfatación muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad.

6092-6098 D → ALARMA. Null.

6092-6098 E → ALARMA. Dilución de combustible, nitración y sulfatación muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad y el TBN.

6092-6098 F → ALARMA. Dilución de combustible, nitración y sulfatación muy altos, ocasionan una reducción notoria en el TBN.

6099 A → ATENCIÓN. Nitración, dilución de combustible y oxidación por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6099 B → ATENCIÓN. Null.

6099 C → ATENCIÓN. Nitración, dilución de combustible y oxidación por encima de lo normal, ocasionan una disminución en la viscosidad.

6099 D → ATENCIÓN. Null.

6099 E → ATENCIÓN. Nitración, dilución de combustible y oxidación por encima de lo normal, ocasionan un valor bajo de la viscosidad y una disminución del TBN.

6099 F → ATENCIÓN. Nitración, dilución de combustible y oxidación por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6100-6106 A → ALARMA. Null.

6100-6106 B → ALARMA. Null.

6100-6106 C → ALARMA. Nitración, dilución de combustible y oxidación muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad.

6100-6106 D → ALARMA. Null.

6100-6106 E → ALARMA. Nitración, dilución de combustible y oxidación muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad y el TBN.

6100-6106 F → ALARMA. Nitración, dilución de combustible y oxidación muy altos, ocasionan una reducción notoria en el TBN.

6107 A → ATENCIÓN. Dilución de combustible, nitración, oxidación y sulfatación por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6107 B → ATENCIÓN. Null.

6107 C → ATENCIÓN. Dilución de combustible, nitración, oxidación y sulfatación por encima de lo normal, ocasionan una disminución en la viscosidad.

6107 D → ATENCIÓN. Null.

6107 E → ATENCIÓN. Dilución de combustible, nitración, oxidación y sulfatación por encima de lo normal, ocasionan un valor bajo de la viscosidad y una disminución del TBN.

6107 F → ATENCIÓN. Dilución de combustible, nitración, oxidación y sulfatación por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6108-6122 A → ALARMA. Null.

6108-6122 B → ALARMA. Null.

6108-6122 C → ALARMA. Dilución de combustible, nitración, oxidación y sulfatación muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad.

6108-6122 D → ALARMA. Null.

6108-6122 E → ALARMA. Dilución de combustible, nitración, oxidación y sulfatación muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad y el TBN.

6108-6122 F → ALARMA. Null.

6123 A → ATENCIÓN. Hollín, dilución de combustible, sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6123 B → ATENCIÓN. Hollín, dilución de combustible, sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6123 C → ATENCIÓN. Hollín, dilución de combustible, sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal, ocasionan una disminución en la viscosidad.

6123 D → ATENCIÓN. Hollín, dilución de combustible, sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6123 E → ATENCIÓN. Hollín, dilución de combustible, sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal, ocasionan un valor bajo de la viscosidad y una disminución del TBN.

6123 F → ATENCIÓN. Hollín, dilución de combustible, sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6124-6154 A → ALARMA. Hollín, dilución de combustible, sulfatación, nitración y oxidación muy altos, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6124-6154 B → ALARMA. Hollín, dilución de combustible, sulfatación, nitración y oxidación muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6124-6154 C → ALARMA. Hollín, dilución de combustible, sulfatación, nitración y oxidación muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad.

6124-6154 D → ALARMA. Hollín, dilución de combustible, sulfatación, nitración y oxidación muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6124-6154 E → ALARMA. Hollín, dilución de combustible, sulfatación, nitración y oxidación muy altos, ocasionan una reducción peligrosa en la viscosidad y el TBN.

6124-6154 F → ALARMA. Hollín, dilución de combustible, sulfatación, nitración y oxidación muy altos, ocasionan una reducción notoria en el TBN.

6155 A → ATENCIÓN. Sulfatación y nitración por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6155* → ATENCIÓN. Sulfatación y nitración muy altas.

6156-6158 A → ALARMA. Nitración y sulfatación muy altas, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6156-6158* → ALARMA. Nitración y sulfatación muy altas.

6159 A → ATENCIÓN. Hollín, sulfatación y nitración por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6159 B → ATENCIÓN. Hollín, sulfatación y nitración por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6159 C → ATENCIÓN. Null.

6159 D → ATENCIÓN. Hollín, sulfatación y nitración por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6159 E → ATENCIÓN. Null.

6159 F → ATENCIÓN. Hollín, sulfatación y nitración por encima de lo normal, ocasiona una disminución en el TBN.

6160-6166 A → ALARMA. Hollín, sulfatación y nitración muy altos, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6160-6166 B → ALARMA. Hollín, sulfatación y nitración muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6160-6166 C → ALARMA. Null.

6160-6166 D → ALARMA. Hollín, sulfatación y nitración muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y ocasiona una disminución en el TBN.

6160-6166 E → ALARMA. Null.

6160-6166 F → ALARMA. Hollín, sulfatación y nitración muy altos, ocasionan una reducción notoria en el TBN.

6167 A → ATENCIÓN. Boro por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6167 B → ATENCIÓN. Boro por encima de lo normal, ocasiona un incremento en la viscosidad.

6167 C → ATENCIÓN. Null.

6167 D → ATENCIÓN. Boro por encima de lo normal, ocasiona un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6167 E → ATENCIÓN. Null.

6167 F → ATENCIÓN. Boro por encima de lo normal, ocasiona una disminución en el TBN.

6168 A → ALARMA. Boro muy alto, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6168 B → ALARMA. Boro muy alto ocasiona un valor excesivo en la viscosidad.

6168 C → ALARMA. Null.

6168 D → ALARMA. Boro muy alto, ocasiona un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6168 E → ALARMA. Null.

6168 F → ALARMA. Boro muy alto, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6169 A → ATENCIÓN. Hollín y boro por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6169 B → ATENCIÓN. Hollín y boro por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6169 C → ATENCIÓN. Null.

6169 D → ATENCIÓN. Hollín y boro por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6169 E → ATENCIÓN. Null.

6169 F → ATENCIÓN. Hollín y boro por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6170-6172 A → ALARMA. Hollín y boro muy altos, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6170-6172 B → ALARMA. Hollín y boro muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6170-6172 C → ALARMA. Null.

6170-6172 D → ALARMA. Hollín y boro muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6170-6172 E → ALARMA. Null.

6170-6172 F → ALARMA. Hollín y boro muy altos, ocasionan una reducción notoria en el TBN.

6173 A → ATENCIÓN. Potasio por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6173 B → ATENCIÓN. Potasio por encima de lo normal, ocasiona un incremento en la viscosidad.

6173 C → ATENCIÓN. Null.

6173 D → ATENCIÓN. Potasio por encima de lo normal, ocasiona un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6173 E → ATENCIÓN. Null.

6173 F → ATENCIÓN. Potasio por encima de lo normal, ocasiona una disminución en el TBN.

6174 A → ALARMA. Potasio muy alto, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6174 B → ALARMA. Potasio muy alto ocasiona un valor excesivo en la viscosidad.

6174 C → ALARMA. Null.

6174 D → ALARMA. Potasio muy alto, ocasiona un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6174 E → ALARMA. Null.

6174 F → ALARMA. Potasio muy alto, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6175 A → ATENCIÓN. Hollín y potasio por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6175 B → ATENCIÓN. Hollín y potasio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6175 C → ATENCIÓN. Null.

6175 D → ATENCIÓN. Hollín y potasio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6175 E → ATENCIÓN. Null.

6175 F → ATENCIÓN. Hollín y potasio por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6176-6178 A → ALARMA. Hollín y potasio muy altos, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6176-6178 B → ALARMA. Hollín y potasio muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6176-6178 C → ALARMA. Null.

6176-6178 D → ALARMA. Hollín y potasio muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y ocasiona una disminución en el TBN.

6176-6178 E → ALARMA. Null.

6176-6178 F → ALARMA. Hollín y potasio muy altos, ocasionan una reducción notoria en el TBN.

6179 A → ATENCIÓN. Sodio por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6179 B → ATENCIÓN. Sodio por encima de lo normal, ocasiona un incremento en la viscosidad.

6179 C → ATENCIÓN. Null.

6179 D → ATENCIÓN. Sodio por encima de lo normal, ocasiona un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6179 E → ATENCIÓN. Null.

6179 F → ATENCIÓN. Sodio por encima de lo normal, ocasiona una disminución en el TBN.

6180 A → ALARMA. Sodio muy alto, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6180 B → ALARMA. Sodio muy alto ocasiona un valor excesivo en la viscosidad.

6180 C → ALARMA. Null.

6180 D → ALARMA. Sodio muy alto, ocasiona un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6180 E → ALARMA. Null.

6180 F → ALARMA. Sodio muy altos, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6181 A → ATENCIÓN. Hollín y sodio por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6181 B → ATENCIÓN. Hollín y sodio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6181 C → ATENCIÓN. Null.

6181 D → ATENCIÓN. Hollín y sodio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6181 E → ATENCIÓN. Null.

6181 F → ATENCIÓN. Hollín y sodio por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6182-6184 A → ALARMA. Hollín y sodio muy altos, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6182-6184 B → ALARMA. Hollín y sodio, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6182-6184 C → ALARMA. Null.

6182-6184 D → ALARMA. Hollín y sodio muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6182-6184 E → ALARMA. Null.

6182-6184 F → ALARMA. Hollín y sodio muy altos, ocasionan una reducción notoria en el TBN.

6185 A → ATENCIÓN. Potasio y boro por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6185 B → ATENCIÓN. Potasio y boro por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6185 C → ATENCIÓN. Null.

6185 D → ATENCIÓN. Potasio y boro por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6185 E → ATENCIÓN. Null.

6185 F → ATENCIÓN. Potasio y boro por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6186-6188 A → ALARMA. Boro y potasio muy alto, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6186-6188 B → ALARMA. Boro y potasio muy altos ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6186-6188 C → ALARMA. Null.

6186-6188 D → ALARMA. Boro y potasio muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6186-6188 E → ALARMA. Null.

6186-6188 F → ALARMA. Boro y potasio muy altos, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6189 A → ATENCIÓN. Hollín, potasio y boro por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6189 B → ATENCIÓN. Hollín, potasio y boro por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6189 C → ATENCIÓN. Null.

6189 D → ATENCIÓN. Hollín, potasio y boro por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6189 E → ATENCIÓN. Null.

6189 F → ATENCIÓN. Hollín, potasio y boro por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6190-6196 A → ALARMA. Hollín, potasio y boro muy alto, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6190-6196 B → ALARMA. Hollín, potasio y boro muy altos ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6190-6196 C → ALARMA. Null.

6190-6196 D → ALARMA. Hollín, potasio y boro muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6190-6196 E → ALARMA. Null.

6190-6196 F → ALARMA. Hollín, potasio y boro muy altos, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6197 A → ATENCIÓN. Sodio y boro por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6197 B → ATENCIÓN. Sodio y boro por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6197 C → ATENCIÓN. Null.

6197 D → ATENCIÓN. Sodio y boro por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6197 E → ATENCIÓN. Null.

6197 F → ATENCIÓN. Sodio y boro por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6201 A → ATENCIÓN. Hollín, boro y sodio por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6201 B → ATENCIÓN. Hollín, boro y sodio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6201 C → ATENCIÓN. Null.

6201 D → ATENCIÓN. Hollín, boro y sodio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6201 E → ATENCIÓN. Null.

6201 F → ATENCIÓN. Hollín, boro y sodio por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6202-6208 A → ALARMA. Hollín, sodio y boro muy alto, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6202-6208 B → ALARMA. Hollín, sodio y boro muy altos ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6202-6208 C → ALARMA. Null.

6202-6208 D → ALARMA. Hollín, sodio y boro muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6202-6208 E → ALARMA. Null.

6202-6208 F → ALARMA. Hollín, sodio y boro muy altos, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6209 A → ATENCIÓN. Sodio y potasio por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6209 B → ATENCIÓN. Sodio y potasio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6209 C → ATENCIÓN. Null.

6209 D → ATENCIÓN. Sodio y potasio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6209 E → ATENCIÓN. Null.

6209 F → ATENCIÓN. Sodio y potasio por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6210-6212 A → ALARMA. Sodio y potasio muy alto, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6210-6212 B → ALARMA. Sodio y potasio muy altos ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6210-6212 C → ALARMA. Null.

6210-6212 D → ALARMA. Sodio y potasio muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6210-6212 E → ALARMA. Null.

6210-6212 F → ALARMA. Potasio y sodio muy altos, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6213 A → ATENCIÓN. Hollín, potasio y sodio por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6213 B → ATENCIÓN. Hollín, potasio y sodio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6213 C → ATENCIÓN. Null.

6213 D → ATENCIÓN. Hollín, potasio y sodio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6213 E → ATENCIÓN. Null.

6213 F → ATENCIÓN. Hollín, potasio y sodio por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6214-6220 A → ALARMA. Hollín, potasio y boro muy alto, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6214-6220 B → ALARMA. Hollín, potasio y boro muy altos ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6214-6220 C → ALARMA. Null.

6214-6220 D → ALARMA. Hollín, potasio y boro muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6214-6220 E → ALARMA. Null.

6214-6220 F → ALARMA. Hollín, potasio y boro muy altos, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6221 A → ATENCIÓN. Potasio, boro y sodio por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6221 B → ATENCIÓN. Potasio, boro y sodio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6221 C → ATENCIÓN. Null.

6221 D → ATENCIÓN. Potasio, boro y sodio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6221 E → ATENCIÓN. Null.

6221 F → ATENCIÓN. Potasio, boro y sodio por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6222-6228 A → ALARMA. Potasio, sodio y boro muy alto, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6222-6228 B → ALARMA. Potasio, sodio y boro muy altos ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6222-6228 C → ALARMA. Null.

6222-6228 D → ALARMA. Potasio, sodio y boro muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6222-6228 E → ALARMA. Null.

6222-6228 F → ALARMA. Potasio, sodio y boro muy altos, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6229 A → ATENCIÓN. Hollín, potasio, boro y sodio por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6229 B → ATENCIÓN. Hollín, potasio, boro y sodio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6229 C → ATENCIÓN. Null.

6229 D → ATENCIÓN. Hollín, potasio, boro y sodio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6229 E → ATENCIÓN. Null.

6229 F → ATENCIÓN. Hollín, potasio, boro y sodio por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6230-6244 A → ALARMA. Hollín, potasio, sodio y boro muy alto, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6230-6244 B → ALARMA. Hollín, potasio, sodio y boro muy altos ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6230-6244 C → ALARMA. Null.

6230-6244 D → ALARMA. Hollín, potasio, sodio y boro muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6230-6244 E → ALARMA. Null.

6230-6244 F → ALARMA. Hollín, potasio, sodio y boro muy altos, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6245 A → ATENCIÓN. Glicol por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6245 B → ATENCIÓN. Glicol por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6245 C → ATENCIÓN. Null.

6245 D → ATENCIÓN. Glicol por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6245 E → ATENCIÓN. Null.

6245 F → ATENCIÓN. Glicol por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6246 A → ALARMA. Glicol muy alto, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6246 B → ALARMA. Glicol muy alto ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6246 C → ALARMA. Null.

6246 D → ALARMA. Glicol muy alto, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6246 E → ALARMA. Null.

6246 F → ALARMA. Glicol muy alto, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6247 A → ATENCIÓN. Hollín y glicol por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6247 B → ATENCIÓN. Hollín y glicol por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6247 C → ATENCIÓN. Null.

6247 D → ATENCIÓN. Hollín y glicol por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6247 E → ATENCIÓN. Null.

6247 F → ATENCIÓN. Hollín y glicol por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6248-6250 A → ALARMA. Hollín y glicol muy altos, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6248-6250 B → ALARMA. Hollín y glicol muy altos ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6248-6250 C → ALARMA. Null.

6248-6250 D → ALARMA. Hollín y glicol muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6248-6250 E → ALARMA. Null.

6248-6250 F → ALARMA. Hollín y glicol muy altos, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6251 A → ATENCIÓN. Contenido de agua por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6251 B → ATENCIÓN. Contenido de agua por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6251 C → ATENCIÓN. Null.

6251 D → ATENCIÓN. Contenido de agua por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6251 E → ATENCIÓN. Null.

6251 F → ATENCIÓN. Contenido de agua por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6252 A → ALARMA. Contenido de agua muy alto, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6252 B → ALARMA. Contenido de agua muy altos ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6252 C → ALARMA. Null.

6252 D → ALARMA. Contenido de agua muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6252 E → ALARMA. Null.

6252 F → ALARMA. Contenido de agua muy altos, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6253 A → ATENCIÓN. Hollín y agua por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6253 B → ATENCIÓN. Hollín y agua por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6253 C → ATENCIÓN. Null.

6253 D → ATENCIÓN. Hollín y agua por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6253 E → ATENCIÓN. Null.

6253 F → ATENCIÓN. Hollín y agua por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6254-6256 A → ALARMA. Hollín y agua muy alto, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6254-6256 B → ALARMA. Hollín y agua muy altos ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6254-6256 C → ALARMA. Null.

6254-6256 D → ALARMA. Hollín y agua muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6254-6256 E → ALARMA. Null.

6254-6256 F → ALARMA. Hollín y agua muy altos, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6257 A → ATENCIÓN. Hollín, boro, potasio, glicol y sodio por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6257 B → ATENCIÓN. Hollín, boro, potasio, glicol y sodio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6257 C → ATENCIÓN. Null.

6257 D → ATENCIÓN. Hollín, boro, potasio, glicol y sodio por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6257 E → ATENCIÓN. Null.

6257 F → ATENCIÓN. Hollín, boro, potasio, glicol y sodio por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6258-6288 A → ALARMA. Hollín, boro, potasio, glicol y sodio muy alto, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6258-6288 B → ALARMA. Hollín, boro, potasio, glicol y sodio muy altos ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6258-6288 C → ALARMA. Null.

6258-6288 D → ALARMA. Hollín, boro, potasio, glicol y sodio muy altos, ocasionan un valor excesivo en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6258-6288 E → ALARMA. Null.

6258-6288 F → ALARMA. Hollín, boro, potasio, glicol y sodio muy altos, ocasiona una reducción notoria en el TBN.

6289 A → ATENCIÓN. Boro, potasio, glicol, sodio y combustible por encima de lo normal, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6289 B → ATENCIÓN. Boro, potasio, glicol, sodio y combustible por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad.

6289 C → ATENCIÓN. Boro, potasio, glicol, sodio y combustible ocasionan una disminución en la viscosidad.

6289 D → ATENCIÓN. Boro, potasio, glicol, sodio y combustible por encima de lo normal, ocasionan un incremento en la viscosidad y una disminución en el TBN.

6289 E → ATENCIÓN. Boro, potasio, glicol, sodio y combustible ocasionan una disminución en la viscosidad y en el TBN.

6289 F → ATENCIÓN. Boro, potasio, glicol, sodio y combustible por encima de lo normal, ocasionan una disminución en el TBN.

6290-6320 A → ALARMA. Boro, potasio, glicol, sodio y combustible muy altos, sin embargo no se presenta un cambio notorio en la viscosidad o el TBN.

6290-6320 B → ALARMA. Boro, potasio, glicol, sodio y combustible muy altos ocasionan un valor excesivo en la viscosidad.

6290-6320 C → ALARMA. Boro, potasio, glicol, sodio y combustible muy altos, ocasionan una disminución en la viscosidad.

ANEXO E

DESGASTE METÁLICO

300 → Todas las ratas de desgaste de los componentes del motor se encuentran normales.

300 A → No se presenta desgaste excesivo en ninguno de los componentes del motor, sin embargo los contaminantes presentes en el aceite pueden incrementarlo drásticamente.

301 → ATENCIÓN. Hierro por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en los anillos, camisas o engranajes del tiempo. Se recomienda seguir con un análisis periódico del aceite.

301 A → ATENCIÓN. Hierro por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en los anillos, camisas o engranajes del tiempo.

301 B → ATENCIÓN. Hierro por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en los anillos, camisas o engranajes del tiempo.

301 C → ATENCIÓN. Hierro por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en los anillos, camisas o engranajes del tiempo.

302 → ALARMA. Hierro muy alto. Se asocia con desgaste en los anillos, camisas o engranajes del tiempo. Se recomienda revisar condiciones de operación, carga, presión del aceite, temperaturas de operación y manejo.

302 A → ALARMA. Hierro muy alto. Se asocia con desgaste en los anillos, camisas, engranajes del tiempo.

302 B → ALARMA. Hierro muy alto. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en los anillos, camisas, engranajes del tiempo. Se recomienda tomar una nueva muestra, para monitorear la tendencia de desgaste.

302 C → ALARMA. Hierro muy alto. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en los anillos, camisas, engranajes del tiempo. Se recomienda tomar una nueva muestra, para monitorear la tendencia de desgaste.

303 → ATENCIÓN. Aluminio por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en los pistones o bujes de aluminio. Se recomienda revisar filtro de aire y seguir con los análisis de aceites.

303 A → ATENCIÓN. Aluminio por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en los pistones o bujes de aluminio.

303 B → ATENCIÓN. Aluminio por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en los pistones o bujes de aluminio.

303 C → ATENCIÓN. Aluminio por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en los pistones o bujes de aluminio.

304 → ALARMA. Aluminio muy alto. Se asocia con desgaste en pistones o bujes de aluminio. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo; también revisar filtro de aire. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

304 A → ALARMA. Aluminio muy alto. Se asocia con desgaste en pistones o bujes de aluminio.

304 B → ALARMA. Aluminio muy alto. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en pistones o bujes de aluminio.

304 C → ALARMA. Aluminio muy alto. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en pistones o bujes de aluminio.

305 → ATENCIÓN. Estaño por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en los casquetes. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

305 A → ATENCIÓN. Estaño por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en los casquetes.

305 B → ATENCIÓN. Estaño por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en los casquetes.

305 C → ATENCIÓN. Estaño por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en los casquetes.

306 → ALARMA. Estaño muy alto. Se asocia con desgaste en casquetes. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

306 A → ALARMA. Estaño muy alto. Se asocia con desgaste en casquetes.

306 B → ALARMA. Estaño muy alto. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes.

306 C → ALARMA. Estaño muy alto. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes.

307 → ATENCIÓN. Plomo por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en casquetes. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

307 A → ATENCIÓN. Plomo por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en casquetes.

307 B → ATENCIÓN. Plomo por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en casquetes.

307 C → ATENCIÓN. Plomo por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en casquetes.

308 → ALARMA. Plomo muy alto. Se asocia con desgaste en casquetes. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

308 A → ALARMA. Plomo muy alto. Se asocia con desgaste en casquetes.

308 B → ALARMA. Plomo muy alto. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes.

308 C → ALARMA. Plomo muy alto. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes.

309 → ATENCIÓN. Cobre por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en bujes de bronce o cojinetes del turbo o enfriador de aceite. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

309 A → ATENCIÓN. Cobre por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en bujes de bronce o cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

309 B → ATENCIÓN. Cobre por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el un incremento en el desgaste en bujes de bronce o cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

309 C → ATENCIÓN. Cobre por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en bujes de bronce o cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

310 → ALARMA. Cobre muy alto. Se asocia con desgaste en bujes de bronce o cojinetes del turbo o enfriador de aceite. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

310 A → ALARMA. Cobre muy alto. Se asocia con desgaste en bujes de bronce o cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

310 B → ALARMA. Cobre muy alto. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en bujes de bronce o cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

310 C → ALARMA. Cobre muy alto. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en bujes de bronce o cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

311 → ATENCIÓN. Cromo por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en anillos o camisas. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

311 A → ATENCIÓN. Cromo muy por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en anillos o camisas.

311 B → ATENCIÓN. Cromo muy por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el un incremento en el desgaste en anillos o camisas.

311 C → ATENCIÓN. Cromo muy por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en anillos o camisas.

312 → ALARMA. Cromo muy alto. Se asocia con desgaste en anillos o camisas. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

312 A → ALARMA. Cromo muy alto. Se asocia con desgaste en anillos o camisas.

312 B → ALARMA. Cromo muy alto. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en anillos o camisas.

312 C → ALARMA. Cromo muy alto. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en anillos o camisas.

313 → ATENCIÓN. Hierro y aluminio por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el un incremento en el desgaste en pistones, anillos, camisas o engranajes del tiempo. Se recomienda revisar filtro de aire y seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia del desgaste.

313 A → ATENCIÓN. Hierro y aluminio por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el un incremento en el desgaste en pistones, engranajes del tiempo, anillos o camisas.

313 B → ATENCIÓN. Hierro y aluminio por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el un incremento en el un incremento en el desgaste en pistones, engranajes del tiempo, anillos o camisas.

313 C → ATENCIÓN. Hierro y aluminio por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el un incremento en el desgaste en pistones, engranajes del tiempo, anillos o camisas.

314-316 → ALARMA. Hierro y aluminio muy por encima de lo normal. Se asocia con desgaste en pistones, anillos, camisas o engranajes del tiempo. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo; también revisar filtro de aire. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

314-316 A → ALARMA. Hierro y aluminio muy altos. Se asocia con desgaste en pistones, anillos, camisas o engranajes del tiempo.

314-316 B → ALARMA. Hierro y aluminio muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en pistones, anillos, camisas o engranajes del tiempo.

314-316 C → ALARMA. Hierro y aluminio muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en pistones, anillos, camisas o engranajes del tiempo.

317 → ATENCIÓN. Hierro y estaño por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en anillos, camisas y casquetes. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

317 A → ATENCIÓN. Hierro y estaño por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en anillos, camisas y casquetes.

317 B → ATENCIÓN. Hierro y estaño por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el un incremento en el desgaste en anillos, camisas y casquetes.

317 C → ATENCIÓN. Hierro y estaño por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en anillos, camisas y casquetes.

318-320 → ALARMA. Hierro y estaño muy altos. Se asocia con desgaste en anillos, camisas y casquetes. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

318-320 A → ALARMA. Hierro y estaño muy altos. Se asocia con desgaste en anillos, camisas y casquetes.

318-320 B → ALARMA. Hierro y estaño muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y casquetes.

318-320 C → ALARMA. Hierro y estaño muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y casquetes.

321 → ATENCIÓN. Hierro y plomo por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en anillos, camisas y casquetes. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

321 A → ATENCIÓN. Hierro y plomo por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en anillos, camisas y casquetes.

321 B → ATENCIÓN. Hierro y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el un incremento en el desgaste en anillos, camisas y casquetes.

321 C → ATENCIÓN. Hierro y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en anillos, camisas y casquetes.

322-324 → ALARMA. Hierro y plomo muy altos. Se asocia con desgaste en anillos, camisas y casquetes. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

322-324 A → ALARMA. Hierro y plomo muy altos. Se asocia con desgaste en anillos, camisas y casquetes.

322-324 B → ALARMA. Hierro y plomo muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y casquetes.

322-324 C → ALARMA. Hierro y plomo muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y casquetes.

325 → ATENCIÓN. Hierro y cobre por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en anillos o camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador de aceite. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

325 A → ATENCIÓN. Hierro y cobre por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en anillos o camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

325 B → ATENCIÓN. Hierro y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el un incremento en el desgaste en anillos o camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

325 C → ATENCIÓN. Hierro y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en anillos o camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

326-328 → ALARMA. Hierro y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en anillos o camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador de aceite. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

326-328 A → ALARMA. Hierro y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en anillos o camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

326-328 B → ALARMA. Hierro y cobre muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en anillos o camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

326-328 C → ALARMA. Hierro y cobre muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en anillos o camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

329 → ATENCIÓN. Hierro y cromo por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en anillos y camisas. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

329 A → ATENCIÓN. Hierro y cromo por encima de lo normal. Se asocia con un incremento en el desgaste en anillos y camisas.

329 B → ATENCIÓN. Hierro y cromo por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el un incremento en el desgaste en anillos y camisas.

329 C → ATENCIÓN. Hierro y cromo por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en anillos y camisas.

330-332 → ALARMA. Hierro y cromo muy altos. Se asocian con desgaste en anillos y camisas. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite,

temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

330-332 A → ALARMA. Hierro y cromo muy altos. Se asocian con desgaste en anillos y camisas.

330-332 B → ALARMA. Hierro y cromo muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en anillos y camisas.

330-332 C → ALARMA. Hierro y cromo muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en anillos y camisas.

333 → ATENCIÓN. Hierro y níquel por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

333 A → ATENCIÓN. Hierro y níquel por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

333 B → ATENCIÓN. Hierro y níquel por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

333 C → ATENCIÓN. Hierro y níquel por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

334-336 → ALARMA. Hierro y níquel muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas y cigüeñal. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

334-336 A → ALARMA. Hierro y níquel muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

334-336 B → ALARMA. Hierro y níquel muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

334-336 C → ALARMA. Hierro y níquel muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

337 → ATENCIÓN. Hierro y titanio por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

337 A → ATENCIÓN. Hierro y titanio por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

337 B → ATENCIÓN. Hierro y titanio por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

337 C → ATENCIÓN. Hierro y titanio por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

338-340 → ALARMA. Hierro y titanio muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas y cigüeñal. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

338-340 A → ALARMA. Hierro y titanio muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

338-340 B → ALARMA. Hierro y titanio muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

338-340 C → ALARMA. Hierro y titanio muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

341 → ATENCIÓN. Aluminio y estaño por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio. Se recomienda revisar filtro de aire y seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

341 A → ATENCIÓN. Aluminio y estaño por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

341 B → ATENCIÓN. Aluminio y estaño por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

341 C → ATENCIÓN. Aluminio y estaño por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

342-344 → ALARMA. Aluminio y estaño muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe revisar filtro de aire y seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

342-344 A → ALARMA. Aluminio y estaño muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

342-344 B → ALARMA. Aluminio y estaño muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

342-344 C → ALARMA. Aluminio y estaño muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

345 → ATENCIÓN. Aluminio y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

345 A → ATENCIÓN. Aluminio y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

345 B → ATENCIÓN. Aluminio y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

345 C → ATENCIÓN. Aluminio y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

346-348 → ALARMA. Aluminio y plomo muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

346-348 A → ALARMA. Aluminio y plomo muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

346-348 B → ALARMA. Aluminio y plomo muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

346-348 C → ALARMA. Aluminio y plomo muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

349 → ATENCIÓN. Aluminio y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en pistones, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

349 A → ATENCIÓN. Aluminio y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en pistones, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

349 B → ATENCIÓN. Aluminio y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en pistones, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

349 C → ATENCIÓN. Aluminio y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en pistones, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

350-352 → ALARMA. Aluminio y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en pistones, bujes de bronce cojinetes del turbo o enfriador del aceite. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

350-352 A → ALARMA. Aluminio y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en pistones, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

350-352 B → ALARMA. Aluminio y cobre muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en pistones, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

350-352 C → ALARMA. Aluminio y cobre muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en pistones, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

353 → ATENCIÓN. Aluminio y cromo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en pistones y anillos. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

353 A → ATENCIÓN. Aluminio y cromo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en pistones y anillos.

353 B → ATENCIÓN. Aluminio y cromo por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en pistones y anillos.

353 C → ATENCIÓN. Aluminio y cromo por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en pistones y anillos.

354-356 → ALARMA. Aluminio y cromo muy altos. Se asocian con desgaste en pistones y anillos. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

354-356 A → ALARMA. Aluminio y cromo muy altos. Se asocian con desgaste en pistones y anillos.

354-356 B → ALARMA. Aluminio y cromo muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en pistones y anillos.

354-356 C → ALARMA. Aluminio y cromo muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en pistones y anillos.

357 → ATENCIÓN. Estaño y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

357 A → ATENCIÓN. Estaño y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes.

357 B → ATENCIÓN. Estaño y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en casquetes.

357 C → ATENCIÓN. Estaño y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en casquetes.

358-360 → ALARMA. Estaño y plomo muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

358-360 A → ALARMA. Estaño y plomo muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes.

358-360 B → ALARMA. Estaño y plomo muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes.

358-360 C → ALARMA. Estaño y plomo muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes.

361 → ATENCIÓN. Estaño y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

361 A → ATENCIÓN. Estaño y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

361 B → ATENCIÓN. Estaño y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

361 C → ATENCIÓN. Estaño y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

362-364 → ALARMA. Estaño y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

362-364 A → ALARMA. Estaño y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

362-364 B → ALARMA. Estaño y cobre muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

362-364 C → ALARMA. Estaño y cobre muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

365 → ATENCIÓN. Estaño y cromo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, camisas o anillos. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

365 A → ATENCIÓN. Estaño y cromo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, camisas y anillos.

365 B → ATENCIÓN. Estaño y cromo por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en casquetes, camisas y anillos.

365 C → ATENCIÓN. Estaño y cromo por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en casquetes, camisas y anillos.

366-368 → ALARMA. Estaño y cromo muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, camisas y anillos. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

366-368 A → ALARMA. Estaño y cromo muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, camisas y anillos.

366-368 B → ALARMA. Estaño y cromo muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, camisas y anillos.

366-368 C → ALARMA. Estaño y cromo muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, camisas y anillos.

369 → ATENCIÓN. Cobre y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador de aceite. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

369 A → ATENCIÓN. Cobre y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

369 B → ATENCIÓN. Cobre y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

369 C → ATENCIÓN. Cobre y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador de aceite.

370-372 → ALARMA. Cobre y plomo cromo muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, cojinetes del turbo o enfriador del aceite. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

370-372 A → ALARMA. Cobre y plomo cromo muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

370-372 B → ALARMA. Cobre y plomo cromo muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

370-372 C → ALARMA. Cobre y plomo cromo muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

373 → ATENCIÓN. Cromo y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, anillos y camisas. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

373 A → ATENCIÓN. Cromo y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, anillos y camisas.

373 B → ATENCIÓN. Cromo y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en casquetes, anillos y camisas.

373 C → ATENCIÓN. Cromo y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en casquetes, anillos y camisas.

374-376 → ALARMA. Plomo y cromo muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, anillos y camisas. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

374-376 A → ALARMA. Plomo y cromo muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, anillos y camisas.

374-376 B → ALARMA. Plomo y cromo muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, anillos y camisas.

374-376 C → ALARMA. Plomo y cromo muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, anillos y camisas.

377 → ATENCIÓN. Cobre y cromo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en camisas, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

377 A → ATENCIÓN. Cobre y cromo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en camisas, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

377 B → ATENCIÓN. Cobre y cromo por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en camisas, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

377 C → ATENCIÓN. Cobre y cromo por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en camisas, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

378-380 → ALARMA. Cobre y cromo muy altos. Se asocian con desgaste en bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite, anillos y camisas. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

378-380 A → ALARMA. Cobre y cromo muy altos. Se asocian con desgaste en bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite, anillos y camisas.

378-380 B → ALARMA. Cobre y cromo muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite, anillos y camisas.

378-380 C → ALARMA. Cobre y cromo muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite, anillos y camisas.

3 Metales:

381 → ATENCIÓN. Hierro, aluminio y estaño por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en pistones, casquetes, camisas o anillos. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

381 A → ATENCIÓN. Hierro, aluminio y estaño por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en pistones, casquetes, camisas o anillos.

381 B → ATENCIÓN. Hierro, aluminio y estaño por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en pistones, casquetes, camisas o anillos.

381 C → ATENCIÓN. Hierro, aluminio y estaño por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en pistones, casquetes, camisas o anillos.

382-388 → ALARMA. Aluminio, hierro y estaño muy altos. Se asocian con desgaste en bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite, anillos o camisas. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

382-388 A → ALARMA. Aluminio, hierro y estaño muy altos. Se asocian con desgaste en bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite, anillos o camisas.

382-388 B → ALARMA. Aluminio, hierro y estaño muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite, anillos o camisas.

382-388 C → ALARMA. Aluminio, hierro y estaño muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite, anillos o camisas.

389 → ATENCIÓN. Hierro, plomo y estaño por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, camisas o anillos. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

389 A → ATENCIÓN. Hierro, plomo y estaño por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en camisas, anillos y casquetes.

389 B → ATENCIÓN. Hierro, plomo y estaño por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en camisas, anillos y casquetes.

389 C → ATENCIÓN. Hierro, plomo y estaño por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en camisas, anillos y casquetes.

390-396 → ALARMA. Plomo, hierro y estaño muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas y casquetes. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

390-396 A → ALARMA. Plomo, hierro y estaño muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas y casquetes.

390-396 B → ALARMA. Plomo, hierro y estaño muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y casquetes.

390-396 C → ALARMA. Plomo, hierro y estaño muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y casquetes.

397 → ATENCIÓN. Hierro, plomo y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en camisas, anillos, casquetes, bujes de bronce o enfriador de aceite. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

397 A → ATENCIÓN. Hierro, plomo y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en camisas, anillos, casquetes, bujes de bronce o enfriador de aceite.

397 B → ATENCIÓN. Hierro, plomo y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en camisas, anillos, casquetes, bujes de bronce o enfriador de aceite.

397 C → ATENCIÓN. Hierro, plomo y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en camisas, anillos, casquetes, bujes de bronce o enfriador de aceite.

398-404 → ALARMA. Plomo, hierro y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas y casquetes. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

398-404 A → ALARMA. Plomo, hierro y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas y casquetes.

398-404 B → ALARMA. Plomo, hierro y cobre muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y casquetes.

398-404 C → ALARMA. Plomo, hierro y cobre muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y casquetes.

405 → ATENCIÓN. Hierro, cromo y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en camisas, anillos, casquetes, bujes de bronce o enfriador de aceite. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

405 A → ATENCIÓN. Hierro, cromo y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en camisas, anillos, casquetes, bujes de bronce o enfriador de aceite.

405 B → ATENCIÓN. Hierro, cromo y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en camisas, anillos, casquetes, bujes de bronce o enfriador de aceite.

405 C → ATENCIÓN. Hierro, cromo y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en camisas, anillos, casquetes, bujes de bronce o enfriador de aceite.

406-412 → ALARMA. Cromo, hierro y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

406-412 A → ALARMA. Cromo, hierro y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

406-412 B → ALARMA. Cromo, hierro y cobre muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

406-412 C → ALARMA. Cromo, hierro y cobre muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

413 → ATENCIÓN. Hierro, cromo y níquel por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en camisas, anillos y cigüeñal. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

413 A → ATENCIÓN. Hierro, cromo y níquel por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en camisas, anillos y cigüeñal.

413 B → ATENCIÓN. Hierro, cromo y níquel por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en camisas, anillos y cigüeñal.

413 C → ATENCIÓN. Hierro, cromo y níquel por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en camisas, anillos y cigüeñal.

414-420 → ALARMA. Cromo, hierro y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas y cigüeñal. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

414-420 A → ALARMA. Cromo, hierro y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

414-420 B → ALARMA. Cromo, hierro y cobre muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

414-420 C → ALARMA. Cromo, hierro y cobre muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

421 → ATENCIÓN. Hierro, níquel y titanio por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en camisas, anillos y cigüeñal. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

421 A → ATENCIÓN. Hierro, níquel y titanio por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en camisas, anillos y cigüeñal.

421 B → ATENCIÓN. Hierro, níquel y titanio por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en camisas, anillos y cigüeñal.

421 C → ATENCIÓN. Hierro, níquel y titanio por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en camisas, anillos y cigüeñal.

422-428 → ALARMA. Níquel, hierro y titanio muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas y cigüeñal. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

422-428 A → ALARMA. Níquel, hierro y titanio muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

422-428 B → ALARMA. Níquel, hierro y titanio muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

422-428 C → ALARMA. Níquel, hierro y titanio muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas y cigüeñal.

429 → ATENCIÓN. Aluminio, estaño y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

429 A → ATENCIÓN. Aluminio, estaño y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

429 B → ATENCIÓN. Aluminio, estaño y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

429 C → ATENCIÓN. Aluminio, estaño y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

430-436 → ALARMA. Aluminio, estaño y plomo muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

430-436 A → ALARMA. Aluminio, estaño y plomo muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

430-436 B → ALARMA. Aluminio, estaño y plomo muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

430-436 C → ALARMA. Aluminio, estaño y plomo muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, pistones o bujes de aluminio.

437 → ATENCIÓN. Aluminio, plomo y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en pistones, casquetes, bujes de bronce, enfriador del aceite o cojinetes del turbo. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

437 A → ATENCIÓN. Aluminio, plomo y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en pistones, casquetes, bujes de bronce, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

437 B → ATENCIÓN. Aluminio, plomo y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en pistones, casquetes, bujes de bronce, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

437 C → ATENCIÓN. Aluminio, plomo y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en pistones, casquetes, bujes de bronce, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

438-444 → ALARMA. Aluminio, plomo y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en pistones, casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

438-444 A → ALARMA. Aluminio, plomo y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en pistones, casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

438-444 B → ALARMA. Aluminio, plomo y cobre muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en pistones, casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

438-444 C → ALARMA. Aluminio, plomo y cobre muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en pistones, casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

445 → ATENCIÓN. Aluminio, cromo y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en pistones, anillos, bujes de bronce, enfriador del aceite o cojinetes del turbo. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

445 A → ATENCIÓN. Aluminio, cromo y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en pistones, anillos, bujes de bronce, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

445 B → ATENCIÓN. Aluminio, cromo y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en pistones, anillos, bujes de bronce, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

445 C → ATENCIÓN. Aluminio, cromo y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en pistones, anillos, bujes de bronce, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

446-452 → ALARMA. Aluminio, cromo y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en pistones, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

446-452 A → ALARMA. Aluminio, cromo y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en pistones, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

446-452 B → ALARMA. Aluminio, cromo y cobre muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en pistones, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

446-452 C → ALARMA. Aluminio, cromo y cobre muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en pistones, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

453 → ATENCIÓN. Estaño, plomo y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en bujes de bronce, casquetes, enfriador del aceite o cojinetes del turbo. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

453 A → ATENCIÓN. Estaño, plomo y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en bujes de bronce, casquetes, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

453 B → ATENCIÓN. Estaño, plomo y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en bujes de bronce, casquetes, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

453 C → ATENCIÓN. Estaño, plomo y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en bujes de bronce, casquetes, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

454-460 → ALARMA. Estaño, plomo y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

454-460 A → ALARMA. Estaño, plomo y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

454-460 B → ALARMA. Estaño, plomo y cobre muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

454-460 C → ALARMA. Estaño, plomo y cobre muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

461 → ATENCIÓN. Estaño, cromo y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en anillos, bujes de bronce, casquetes, enfriador del aceite o cojinetes del turbo. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

461 A → ATENCIÓN. Estaño, cromo y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en anillos, bujes de bronce, casquetes, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

461 B → ATENCIÓN. Estaño, cromo y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en anillos, bujes de bronce, casquetes, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

461 C → ATENCIÓN. Estaño, cromo y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en anillos, bujes de bronce, casquetes, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

462-468 → ALARMA. Estaño, cromo y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

462-468 A → ALARMA. Estaño, cromo y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

462-468 B → ALARMA. Estaño, cromo y cobre muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

462-468 C → ALARMA. Estaño, cromo y cobre muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

469 → ATENCIÓN. Plomo, cromo y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en anillos, bujes de bronce, casquetes, enfriador del aceite o cojinetes del turbo. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

469 A → ATENCIÓN. Plomo, cromo y cobre por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en anillos, bujes de bronce, casquetes, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

469 B → ATENCIÓN. Plomo, cromo y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en anillos, bujes de bronce, casquetes, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

469 C → ATENCIÓN. Plomo, cromo y cobre por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en anillos, bujes de bronce, casquetes, enfriador del aceite o cojinetes del turbo.

470-476 → ALARMA. Plomo, cromo y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

470-476 A → ALARMA. Plomo, cromo y cobre muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

470-476 B → ALARMA. Plomo, cromo y cobre muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

470-476 C → ALARMA. Plomo, cromo y cobre muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en casquetes, anillos, bujes de bronce, cojinetes del turbo o enfriador del aceite.

4 Metales:

477 → ATENCIÓN. Hierro, aluminio, estaño y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en pistones, casquetes, anillos, camisas o engranajes del tiempo. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

477 A → ATENCIÓN. Hierro, aluminio, estaño y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en pistones, casquetes, anillos, camisas o engranajes del tiempo.

477 B → ATENCIÓN. Hierro, aluminio, estaño y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en pistones, casquetes, anillos, camisas o engranajes del tiempo.

477 C → ATENCIÓN. Hierro, aluminio, estaño y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en pistones, casquetes, anillos, camisas o engranajes del tiempo.

478-492 → ALARMA. Hierro, aluminio, estaño y plomo muy altos. Se asocian con desgaste en casquetes, anillos, camisas o engranajes del tiempo. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

478-492 A → ALARMA. Hierro, aluminio, estaño y plomo muy altos. Se asocian con desgaste en pistones, casquetes, anillos, camisas o engranajes del tiempo.

478-492 B → ALARMA. Hierro, aluminio, estaño y plomo muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en pistones, casquetes, anillos, camisas o engranajes del tiempo.

478-492 C → ALARMA. Hierro, aluminio, estaño y plomo muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en pistones, casquetes, anillos, camisas o engranajes del tiempo.

493 → ATENCIÓN. Hierro, estaño, cobre y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en anillos, camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo, casquetes y engranajes del tiempo. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

493 A → ATENCIÓN. Hierro, estaño, cobre y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en anillos, camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo, casquetes y engranajes del tiempo.

493 B → ATENCIÓN. Hierro, estaño, cobre y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en anillos, camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo, casquetes y engranajes del tiempo.

493 C → ATENCIÓN. Hierro, estaño, cobre y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en anillos, camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo, casquetes y engranajes del tiempo.

494-508 → ALARMA. Hierro, estaño, cobre y plomo muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas, engranajes del tiempo, bujes de bronce, cojinetes del turbo y casquetes. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

494-508 A → ALARMA. Hierro, estaño, cobre y plomo muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, casquetes, camisas, engranajes del tiempo, bujes de bronce o cojinetes del turbo.

494-508 B → ALARMA. Hierro, estaño, cobre y plomo muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, casquetes, camisas, engranajes del tiempo, bujes de bronce o cojinetes del turbo.

494-508 C → ALARMA. Hierro, estaño, cobre y plomo muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, casquetes, camisas, engranajes del tiempo, bujes de bronce o cojinetes del turbo.

509 → ATENCIÓN. Hierro, cromo, cobre y plomo por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en anillos, camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo, casquetes y engranajes del tiempo. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

509 A → ATENCIÓN. Hierro, cromo, cobre y plomo por encima de lo normal. Se asocian con desgaste en anillos, camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo, casquetes y engranajes del tiempo.

509 B → ATENCIÓN. Hierro, cromo, cobre y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de dilución de combustible puede incrementar el desgaste en anillos, camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo, casquetes y engranajes del tiempo.

509 C → ATENCIÓN. Hierro, cromo, cobre y plomo por encima de lo normal. El alto nivel de hollín en el aceite puede incrementar el desgaste en anillos, camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo, casquetes y engranajes del tiempo.

510-524 → ALARMA. Hierro, cromo, cobre y plomo muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, casquetes, camisas, engranajes del tiempo, bujes de bronce o cojinetes del turbo. Se recomienda revisar condiciones del motor: carga, presión del aceite, temperatura de operación y manejo. Se debe seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

510-524 A → ALARMA. Hierro, cromo, cobre y plomo muy altos. Se asocian con desgaste en anillos, camisas, casquetes, engranajes del tiempo, bujes de bronce o cojinetes del turbo.

510-524 B → ALARMA. Hierro, cromo, cobre y plomo muy altos. El severo nivel de dilución de combustible ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas, casquetes, engranajes del tiempo, bujes de bronce o cojinetes del turbo.

510-524 C → ALARMA. Hierro, cromo, cobre y plomo muy altos. El severo nivel de hollín en el aceite ocasiona un incremento en el desgaste en anillos, camisas, casquetes, engranajes del tiempo, bujes de bronce o cojinetes del turbo.

525 → ATENCIÓN. Hierro, cromo, cobre y níquel por encima de lo normal. Se asocian con un incremento en el desgaste en anillos, camisas, bujes de bronce, cojinetes del turbo, cigüeñal y engranajes del tiempo. Se recomienda seguir con los análisis de aceites, para monitorear la tendencia de desgaste.

ANEXO F

CAUSAS Y ACCIONES

6000 → El motor muestra un desempeño normal.

6001 → ATENCIÓN. Hollín por encima de lo normal.

Se puede asociar con: operación prolongada en vacío, altas temperaturas de operación, relación aire-combustible incorrecta, obstrucción en la admisión o escape, fallas en el sistema de enfriamiento del motor y aceite.

ACCIÓN

Se recomienda revisar el sistema de combustión, sistema de enfriamiento del motor y aceite, condiciones de operación (temperatura y carga) y el sistema de admisión y escape de aire (turbocargador). No prolongar el tiempo de uso del aceite porque el exceso de hollín tapa los conductos de lubricación.

6002 → ALARMA. Hollín muy alto.

Se puede asociar con: operación prolongada en vacío, altas temperaturas de operación, relación de combustible incorrecta, obstrucción en la admisión o escape, fallas en el sistema de enfriamiento o desgaste en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: el sistema de combustión, condiciones de operación (temperatura y carga), sistemas de admisión o escape (turbocargador), enfriamiento del motor y aceite y tiempo de última reparación del motor. No prolongar el tiempo de uso del aceite, porque el exceso de hollín puede tapar los conductos de lubricación e incrementa el desgaste.

6003 → ATENCIÓN. Oxidación por encima de lo normal.

Se puede asociar con: alta temperatura de operación del motor o periodo extendido en el uso del aceite.

ACCIÓN

Se recomienda revisar los sistemas de enfriamiento del motor y aceite; y monitorear el tiempo de uso del aceite.

6004 → ATENCIÓN. Oxidación y hollín por encima de lo normal.

Se puede asociar con: alta temperatura de operación el motor, periodo extendido en el uso del aceite, operación en vacío prolongada o relación aire-combustible incorrecta.

ACCIÓN

Se recomienda revisar los sistemas de admisión y escape (turbocargador), enfriamiento del motor y aceite, sistema de combustión y condiciones de operación

(temperatura y carga). No prolongar el tiempo de uso del aceite porque el exceso de hollín puede tapan los conductos de lubricación.

6005 → ALARMA. Oxidación muy alta.

Se puede asociar con: altas temperaturas de operación del motor (sobrecalentamiento), con un periodo de uso extendido del aceite o con un alto valor de partículas suspendidas en el aceite.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistema de enfriamiento del motor y del aceite, el tiempo de uso y calidad del filtro de aceite e inspeccionar la frecuencia de cambio del aceite lubricante.

6006-6008 → ALARMA. Oxidación y hollín muy altos. Se puede asociar con: altas temperaturas de operación del motor (sobrecalentamiento), periodo extendido de uso del aceite, operación prolongada en vacío, relación aire combustible incorrecta o desgaste en anillos y camisas.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistema de enfriamiento del motor y aceite, sistema de combustión, tiempo de última reparación del motor y monitorear el tiempo de uso del aceite. No prolongar el tiempo de uso del aceite, porque el exceso de hollín puede tapan los conductos de lubricación e incrementan el desgaste.

6009 → ATENCIÓN. Nitración por encima de lo normal.

Se puede asociar con: relación aire combustible incorrecta, periodos de vacío prolongados o altas temperaturas de operación.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de combustión, admisión y escape (turbocargador), condiciones de operación (temperatura y carga del motor).

6010 → ATENCIÓN. Nitración y hollín por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: periodos de vacío prolongados, relación aire-combustible incorrecta o altas temperaturas de operación.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de combustión, admisión y escape (turbocargador), condiciones de operación (temperatura y carga del motor). No

prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de hollín puede tapan los conductos de lubricación.

6011-6013 → ALARMA. Nitración y hollín muy altos.

Se puede asociar con: periodos de vacío prolongados, relación aire-combustible incorrectas, fallas en el sistema de enfriamiento del motor y aceite, temperaturas altas de operación o desgaste en anillos y camisas.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de combustión, admisión o escape (turbocargador), condiciones de operación (temperatura y carga del motor), tiempo desde última reparación. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el hollín puede tapan los conductos de lubricación e incrementa el desgaste.

6014 → ALARMA. Nitración muy alta.

Se puede asociar con: relación aire-combustible incorrecta, periodos de vacío prolongados, altas temperaturas de operación.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistema de combustión, sistema de admisión o escape (turbocargador), condiciones de operación (temperatura y carga del motor). No prolongar el tiempo de uso del aceite, porque el exceso de nitración puede ocasionar un incremento en la oxidación de los componentes del motor.

6015 → ATENCIÓN. Sulfatación por encima de lo normal.

Se asocia con: anomalías en el sistema de alimentación de combustible, periodos de vacío prolongados, fallas en el sistema de enfriamiento del motor (sobreenfriamiento), combustible con contenido excesivo de azufre (mala calidad).

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de alimentación de combustible (bomba, inyectores), sistemas de enfriamiento del motor, condiciones de operación del motor (temperatura y carga) o calidad del combustible suministrado.

6016 → ALARMA. Sulfatación muy alta.

Se asocia con: anomalías en el sistema de alimentación de combustible, fallas en el sistema de enfriamiento del motor (sobreenfriamiento), periodos de vacío prolongados, o excesivo contenido de azufre en el combustible (mala calidad).

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de alimentación de combustible (bomba, inyectores) y enfriamiento del motor, parámetros de funcionamiento del motor o calidad del combustible suministrado.

No prolongar el tiempo de operación del aceite, porque el exceso de sulfatación puede incrementar la oxidación de los componentes del motor.

6017 → ATENCIÓN. Hollín y sulfatación por encima de lo normal.

Se asocia con: operación prolongada en vacío, relación aire-combustible incorrecta, fallas en el sistema de alimentación de combustible y enfriamiento o exceso de azufre en el combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de combustión, enfriamiento, admisión y escape, alimentación de combustible (bomba, inyectores), calidad del combustible (mala calidad).

6018-6020 → ALARMA. Hollín y sulfatación muy altos.

Se asocia con: operación prolongada en vacío, bajas temperaturas de operación (sobreenfriamiento), relación aire-combustible incorrecta, fallas en el sistema de alimentación de combustible, contenido excesivo azufre en el combustible o desgaste en anillos o camisas.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de combustión, enfriamiento, admisión y escape, alimentación de combustible (bomba, inyectores), tiempo desde la última reparación o calidad del combustible.

No prolongar el tiempo de uso del aceite, porque el exceso de hollín tapa los

conductos de lubricación e incrementa el desgaste.

6021 → ATENCIÓN. Oxidación y nitración por encima de lo normal.

Se puede asociar con: altas temperaturas de operación del motor, periodos extendidos del uso del aceite o relación aire-combustible incorrecta.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, sistema de combustión, admisión o escape (turbocargador) o tiempo de uso del aceite.

6022-6024 → ALARMA. Oxidación y nitración muy altos.

Se pueden asociar con: altas temperaturas de operación (sobrecalentamiento), relación aire-combustible incorrectas, periodo extendido de uso del aceite o muchas partículas suspendidas en el aceite.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, sistema de combustión, admisión o escape (turbocargador), tiempo de uso y calidad del filtro de aceite.

6025 → ATENCIÓN. Hollín, oxidación y nitración por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: tiempos de vacío prolongados, relación aire-combustible incorrecta, altas temperaturas de operación del motor o periodos extendidos de uso del aceite.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, sistema de combustión o sistema de admisión y escape.

No prolongar el tiempo de uso del aceite porque el exceso de hollín tapa los conductos de lubricación e incrementa el desgaste.

6026-6032 → ALARMA. Hollín, oxidación y nitración muy altas.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, altas temperaturas de operación del motor, periodos extendidos de uso del aceite o desgaste en camisas o anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistema de enfriamiento del motor y aceite, sistema de combustión, admisión y escape, tiempo desde la última reparación.

Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6033 → ATENCIÓN. Oxidación y sulfatación por encima de lo normal.

Se puede asociar con: fallas en el sistema de alimentación de combustible, periodos de vacío prolongados, altas temperaturas de operación, periodos extendidos del uso del aceite o excesivo azufre en el combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistema de alimentación de combustible (bomba, inyectores), sistema de enfriamiento del motor y aceite, tiempo de uso del aceite o procedencia del combustible.

6034-6036 → ALARMA. Oxidación y sulfatación muy altos.

Se pueden asociar con: fallas en el sistema de alimentación de combustible, periodos de vacío prolongados, altas temperaturas de operación del motor (sobrecalentamiento), excesivo azufre en el combustible o periodos extendidos de uso del aceite.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistema de alimentación de combustible (bomba, inyectores), sistema de enfriamiento del motor y aceite o procedencia del combustible.

6037 → ATENCIÓN. Hollín, sulfatación y oxidación por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: operación prolongada en vacío, relación aire-combustible incorrecta, fallas en el sistema de enfriamiento, uso prolongado del aceite lubricante o alto contenido de azufre en el combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, alimentación de combustible (bomba e inyectores) y calidad del combustible suministrado.

No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de contaminantes puede incrementar el desgaste.

6038-6044 → ALARMA. Hollín, oxidación y sulfatación muy altos.

Se pueden asociar con: fallas en el sistema de alimentación de combustible, periodos de vacío prolongados, altas temperaturas de operación del motor (sobrecalentamiento), excesivo azufre en el combustible, periodos extendidos de uso del aceite o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistema de alimentación de combustible (bomba, inyectores), sistema de admisión y escape (turbocargador), sistema de enfriamiento del motor y aceite, tiempo desde la última reparación o procedencia del combustible.

Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6045 → ATENCIÓN. Sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, fallas en el sistema de enfriamiento y alimentación de combustible, uso prolongado del aceite lubricante o alto contenido de azufre en el combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, alimentación de combustible (bomba e inyectores) y calidad del combustible suministrado.

No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de contaminantes puede incrementar el desgaste.

6046-6052 → ALARMA. Nitración, oxidación y sulfatación muy altos.

Se pueden asociar con: fallas en el sistema de alimentación de combustible, altas temperaturas de operación del motor (sobrecalentamiento), excesivo azufre en el combustible, periodos extendidos de uso del aceite o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistema de alimentación de combustible (bomba, inyectores), sistema de admisión y escape (turbocargador), sistema de enfriamiento del motor y aceite, tiempo desde la última reparación o procedencia del combustible.

No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de contaminantes puede incrementar el desgaste.

6053 → ATENCIÓN. Hollín, sulfatación, nitración y oxidación por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, fallas en el sistema de enfriamiento y alimentación de combustible, desgaste en camisas y anillos, uso prolongado del aceite lubricante o alto contenido de azufre en el combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, sistema de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), tiempo desde la última reparación y calidad del combustible suministrado.

No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de contaminantes puede incrementar el desgaste.

6054-6068 → ALARMA. Hollín, nitración, oxidación y sulfatación muy altos.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, fallas en el sistema de enfriamiento y alimentación de combustible, uso prolongado del aceite lubricante o alto contenido de azufre en el combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistema de alimentación de combustible (bomba, inyectores), sistema de admisión y escape (turbocargador), sistema de enfriamiento del motor y aceite, tiempo desde la última reparación o procedencia del combustible.

Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6069 → ATENCIÓN. Combustible y sulfatación por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, fallas en el sistema de alimentación de combustible, fallas en el sistema de enfriamiento, desgaste en camisas y anillos o alto contenido de azufre en el combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: enfriamiento del motor y aceite, sistema de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), tiempo desde la última reparación y calidad del combustible suministrado.

No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de combustible cambia las propiedades del aceite y puede generar alto desgaste.

6070-6072 → ALARMA. Combustible y sulfatación muy altos.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, fallas en el sistema de alimentación de combustible, fallas en el sistema de enfriamiento, desgaste en camisas y anillos o alto contenido de azufre en el combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistema de alimentación de combustible (bomba, inyectores), sistema de admisión y escape (turbocargador), sistema de enfriamiento del motor y aceite, tiempo desde la última reparación o procedencia del combustible.

Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6073 → ATENCIÓN. Combustible por encima de lo normal.

Se puede asociar con: fallas en el sistema de alimentación de combustible, relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, fallas en la sincronización de inyectores y motor o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistema de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), tiempo desde la última reparación.

No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de combustible cambia las propiedades del aceite y puede generar alto desgaste.

6074 → ALARMA. Combustible muy alto.

Se puede asociar con: fallas en el sistema de alimentación de combustible, relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, fallas en la sincronización de inyectores y motor o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistema de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), tiempo desde la última reparación.

El exceso de combustible retira la capa lubricante de los elementos en contacto aumentando drásticamente el desgaste. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6075 → ATENCIÓN. Combustible y oxidación por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fallas en el sistema de alimentación de combustible, relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, altas temperaturas de operación, fallas en la sincronización de inyectores y motor o desgaste en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistema de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del aceite y motor, tiempo desde la última reparación. No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de combustible cambia las propiedades del aceite y puede generar alto desgaste.

6076-6078 → ALARMA. Combustible y oxidación muy altos.

Se pueden asociar con: fallas en el sistema de alimentación de combustible, relación aire-combustible incorrecta, altas temperaturas de operación, operación en vacío prolongadas, fallas en la sincronización de inyectores y motor o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistema de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del motor y aceite, tiempo desde la última reparación. El exceso de combustible retira la capa lubricante de los elementos en contacto aumentando drásticamente el desgaste. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6079 → ATENCIÓN. Combustible y hollín por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fallas en el sistema de alimentación de combustible, relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, altas temperaturas de operación o fallas en la sincronización de inyectores y motor.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores) y sistema de enfriamiento del aceite y motor. No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de hollín y combustible cambia las propiedades del aceite y puede generar alto desgaste y tapar los conductos de lubricación.

6080-6082 → ALARMA. Combustible y oxidación muy altos.

Se pueden asociar con: fallas en el sistema de alimentación de combustible, relación aire-combustible incorrecta, altas temperaturas de operación, operación en vacío prolongadas, falta de sincronización de inyectores y motor o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del motor y aceite, tiempo desde la última reparación. El exceso de combustible y hollín aumentan drásticamente el desgaste. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6083 → ATENCIÓN. Combustible, sulfatación y hollín por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, altas temperaturas de operación o fallas en la sincronización de inyectores y motor, alto contenido de azufre en el combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del aceite y motor, calidad del combustible suministrado. No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de hollín y combustible cambia las propiedades del aceite y puede generar alto desgaste y tapar los conductos de lubricación.

6084-6090 → ALARMA. Combustible, sulfatación y hollín muy altos.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, fallas en el sistema de enfriamiento, operación en vacío prolongadas, fallas en la sincronización de inyectores y motor o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del motor y aceite, tiempo desde la última reparación. El exceso de combustible y

hollín aumentan drásticamente el desgaste. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6091 → ATENCIÓN. Combustible, sulfatación y nitración por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, altas temperaturas de operación o fallas en la sincronización de inyectores y motor, alto contenido de azufre en el combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del aceite y motor, calidad del combustible suministrado. No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de contaminantes cambia las propiedades del aceite y puede generar alto desgaste.

6092-6098 → ALARMA. Combustible, sulfatación y nitración muy altos.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, altas temperaturas de operación, fallas en la sincronización de inyectores y motor, alto contenido de azufre en el combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del motor y aceite, tiempo desde la última reparación. El exceso de combustible aumenta drásticamente el desgaste. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6099 → ATENCIÓN. Combustible, oxidación y nitración por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, altas temperaturas de operación o fallas en la sincronización de inyectores y motor.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del aceite y motor, calidad del combustible suministrado. No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de contaminantes cambia las propiedades del aceite y puede generar alto desgaste.

6100-6106 → ALARMA. Combustible, oxidación y nitración muy altos.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, altas temperaturas de operación, fallas en la sincronización de inyectores y motor, alto contenido de azufre en el combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), tiempo de inyección, sistema de enfriamiento del motor y aceite, tiempo desde la última reparación. No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de contaminantes cambia las propiedades del aceite y puede generar alto desgaste.

6107 → ATENCIÓN. Combustible, oxidación, sulfatación y nitración por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, altas temperaturas de operación o fallas en la sincronización de inyectores y motor, alto contenido de azufre en el combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del aceite y motor, calidad del combustible suministrado. No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de contaminantes cambia las propiedades del aceite y puede generar alto desgaste.

6108-6122 → ALARMA. Combustible, oxidación, sulfatación y nitración muy altos.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, altas temperaturas de operación, fallas en la sincronización de inyectores y motor, alto contenido de azufre en el combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del motor y aceite, tiempo desde la última reparación. El exceso de combustible aumenta drásticamente el desgaste. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6123 → ATENCIÓN. Combustible, nitración, oxidación, sulfatación y hollín por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, altas temperaturas de operación o fallas en la sincronización de inyectores y motor, alto contenido de azufre en el combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del aceite y motor, calidad del combustible suministrado. No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de hollín y combustible cambia las propiedades del aceite y puede generar alto desgaste y tapar los conductos de lubricación.

6124-6154 → ALARMA. Combustible, sulfatación y hollín muy altos.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, fallas en el sistema de enfriamiento, operación en vacío prolongadas, fallas en la sincronización de inyectores y motor o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del motor y aceite, tiempo desde la última reparación. El exceso de contaminantes aumenta drásticamente el desgaste. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6155 → ATENCIÓN. Sulfatación y nitración por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, operación en vacío prolongadas, altas temperaturas de operación o fallas en la sincronización de inyectores y motor, alto contenido de azufre en el combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del aceite y motor, calidad del combustible suministrado. No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de contaminantes cambian las propiedades del aceite y puede generar alto desgaste.

6156-6158 → ALARMA. Sulfatación y nitración muy altas.

Se pueden asociar con: relación aire-combustible incorrecta, fallas en el sistema de enfriamiento, operación en vacío prolongadas, fallas en la sincronización de inyectores y motor, o alto contenido de azufre en el combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de admisión y escape (turbocargador), alimentación de combustible (bomba e inyectores), sistema de enfriamiento del motor y aceite, procedencia del combustible. No prolongar el tiempo de uso del lubricante porque el exceso de contaminantes cambian las propiedades del aceite y puede generar alto desgaste.

6159 → ATENCIÓN. Sulfatación, nitración y hollín por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: periodos de vacío prolongados, relación aire-combustible incorrecta o altas temperaturas de operación.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de combustión, admisión y escape (turbocargador), condiciones de operación (temperatura y carga del motor). No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de hollín puede tapar los conductos de lubricación.

6160-6166 → ALARMA. Sulfatación, nitración y hollín muy altos.

Se puede asociar con: periodos de vacío prolongados, relación aire-combustible incorrectas, fallas en el sistema de enfriamiento del motor y aceite, temperaturas altas de operación o desgaste en anillos y camisas.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de combustión, admisión o escape (turbocargador), condiciones de operación (temperatura y carga del motor), tiempo desde última reparación. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de hollín puede tapan los conductos de lubricación e incrementa el desgaste.

6167 → ATENCIÓN. Boro por encima de lo normal.

Se puede asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), y en general todos los sellos del motor. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6168 → ALARMA. Boro muy alto.

Se puede asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), y en general todos los sellos del motor. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6169 → ATENCIÓN. Boro y hollín por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante (boro), relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistema de alimentación de combustible y sistema de admisión y escape. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6170-6172 → ALARMA. Boro y hollín muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante (boro), relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), sistemas de alimentación de combustible, admisión y escape y tiempo desde la última reparación. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas **INMEDIATAMENTE**.

6173 → ATENCIÓN. Potasio por encima de lo normal.

Se puede asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), y en general todos los sellos del motor. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6174 → ALARMA. Potasio muy alto.

Se puede asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), y en general todos los sellos del motor. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas **INMEDIATAMENTE**.

6175 → ATENCIÓN. Potasio y hollín por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante (potasio), relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistema de alimentación de combustible y sistema de admisión y escape. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6176-6178 → ALARMA. Potasio y hollín muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante (potasio), relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), sistemas de

alimentación de combustible, admisión y escape y tiempo desde la última reparación. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6179 → ATENCIÓN. Sodio por encima de lo normal.
Se puede asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), y en general todos los sellos del motor. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6180 → ALARMA. Sodio muy alto.
Se puede asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), y en general todos los sellos del motor. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6181 → ATENCIÓN. Sodio y hollín por encima de lo normal.
Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante (sodio), relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistema de alimentación de combustible y sistema de admisión y escape. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6182-6184 → ALARMA. Sodio y hollín muy altos.
Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante (sodio), relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), sistemas de alimentación de combustible, admisión y escape y tiempo desde la última reparación. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6185 → ATENCIÓN. Potasio y boro por encima de lo normal.
Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), y en general todos los sellos del motor. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6186-6188 → ALARMA. Boro y potasio muy altos.
Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), y en general todos los sellos del motor. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6189 → ATENCIÓN. Potasio, boro y hollín por encima de lo normal.
Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistema de alimentación de combustible y sistema de admisión y escape. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6190-6196 → ALARMA. Boro, potasio y hollín muy altos.
Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, fallas en el sistema de alimentación de combustible, operación prolongada en vacío o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), sistemas de combustible y admisión y escape. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6197 → ATENCIÓN. Sodio y boro por encima de lo normal.
Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), y en general todos los sellos del motor. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6198-6200 → ALARMA. Boro y sodio muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), y en general todos los sellos del motor. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6201 → ATENCIÓN. Sodio, boro y hollín por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistema de alimentación de combustible y sistema de admisión y escape. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6202-6208 → ALARMA. Boro, sodio y hollín muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, fallas en el sistema de alimentación de combustible, operación prolongada en vacío o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), sistemas de alimentación de combustible y admisión y escape. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6209 → ATENCIÓN. Sodio y potasio por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), y en general todos los sellos del motor. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6210-6212 → ALARMA. Potasio y sodio muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), y en general todos los sellos del motor. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6213 → ATENCIÓN. Sodio, potasio y hollín por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistemas de alimentación de combustible y sistema de admisión y escape. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6214-6220 → ALARMA. Potasio, sodio y hollín muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, fallas en el sistema de alimentación de combustible, operación prolongada en vacío o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), sistemas de alimentación de combustible y admisión y escape. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6221 → ATENCIÓN. Sodio, boro y potasio por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), y en general todos los sellos del motor. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6222-6228 → ALARMA. Potasio, boro y sodio muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), y en general todos los sellos del motor. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6229→ ATENCIÓN. Sodio, boro, potasio y hollín por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistema de alimentación de combustible y sistema de admisión y escape. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6230-6244 → ALARMA. Potasio, boro, sodio y hollín muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, fallas en el sistema de alimentación de combustible, operación prolongada en vacío o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), sistemas de alimentación de combustible y admisión y escape. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6245→ ATENCIÓN. Glicol por encima de lo normal.

Se puede asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), y en general todos los sellos del motor. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6246 → ALARMA. Glicol muy alto.

Se puede asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), y en general todos los sellos del motor. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6247 → ATENCIÓN. Hollín y glicol por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistema de alimentación de combustible y sistema de admisión y escape. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6248-6250 → ALARMA. Hollín y glicol muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, fallas en el sistema de alimentación de combustible, operación prolongada en vacío o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), sistema de alimentación de combustible y sistema de admisión y escape. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6251 → ATENCIÓN. Contenido de agua por encima de lo normal.

Se puede asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), y en general todos los sellos del motor. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6252 → ALARMA. Contenido de agua muy alto.

Se puede asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), y en general todos los sellos del motor. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6253 → ATENCIÓN. Hollín y agua por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistema de alimentación de combustible y sistema de admisión y escape. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6254-6256 → ALARMA. Hollín y agua muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, fallas en el sistema de alimentación de combustible, operación prolongada en vacío o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), sistemas de alimentación de combustible y admisión y escape. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6257 → ATENCIÓN. Hollín, boro, sodio, potasio y glicol por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistema de alimentación de combustible y sistema de admisión y escape. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6258-6288 → ALARMA. Hollín, boro, sodio, potasio y glicol muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, fallas en el sistema de alimentación de combustible, operación prolongada en vacío o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), sistemas de alimentación de combustible (bomba e inyectores) y admisión y escape (turbocargador). Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6289 → ATENCIÓN. Dilución de combustible, boro, sodio, potasio y glicol por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistema de alimentación de combustible (bomba e inyectores) y sistema de admisión y escape. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6290-6320 → ALARMA. Dilución de combustible, boro, sodio, potasio y glicol muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, fallas en el sistema de alimentación de combustible, operación prolongada en vacío o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), sistemas de alimentación de combustible (bomba e inyectores) y admisión y escape (turbocargador). Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6321→ ATENCIÓN. Hollín, oxidación, sulfatación, nitración, dilución de combustible y agua por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistema de alimentación de combustible y sistema de admisión y escape (turbocargador). No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de contaminantes puede acelerar el desgaste.

6322-6384 → ALARMA. Hollín, oxidación, nitración, dilución de combustible y agua muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistema de alimentación de combustible (bomba e inyectores) y sistema de admisión y escape (turbocargador).

Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6385 → ATENCIÓN. Agua y glicol por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), y en general todos los sellos del motor. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste.

6386-6388 → ALARMA. Agua y glicol muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), y en general

todos los sellos del motor. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6389 → ATENCIÓN. Agua, sodio y glicol por encima de lo normal.
Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), y en general todos los sellos del motor. No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de refrigerante puede acelerar el desgaste

6390-6396 → ALARMA. Agua, sodio y glicol muy altos.
Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque, fisuras), y en general todos los sellos del motor. Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6397 → ATENCIÓN. Hollín, sulfatación, oxidación, nitración y glicol por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistema de alimentación de combustible (bomba e inyectores) y sistema de admisión y escape (turbocargador). No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de contaminantes puede acelerar el desgaste.

6398-6460 → ALARMA. Hollín, oxidación, nitración, sulfatación, y glicol muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, relación incorrecta de aire-combustible, operación prolongada en vacío, fallas en el sistema de alimentación de combustible o desgaste excesivo en camisas y anillos.

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque), sistema de alimentación de combustible (bomba e inyectores) y sistema de admisión y escape (turbocargador).

Se recomienda inspeccionar y tomar acciones correctivas INMEDIATAMENTE.

6461 → ATENCIÓN. Agua, oxidación, boro, potasio, sodio y glicol por encima de lo normal.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, altas temperaturas de operación (sobrecalentamiento).

ACCIÓN

Se recomienda revisar: sistemas de enfriamiento del motor y aceite, especialmente el enfriador de aceite (empaques y tubería), culata (empaque). No prolongar tiempo de uso del aceite, porque el exceso de contaminantes puede acelerar el desgaste.

6462-6524 → ALARMA. Agua, oxidación, boro, potasio, sodio y glicol muy altos.

Se pueden asociar con: fugas del refrigerante hacia el aceite lubricante, altas temperaturas de operación (sobrecalentamiento) o con un valor alto de partículas suspendidas en el aceite.