

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

*Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de Ingeniero  
Mecánico Automotriz*

**PROYECTO TÉCNICO:**

**“DIAGNÓSTICO DEL ACEITE USADO DE MOTOR DE LA  
EMPRESA DE TRANSPORTE URBANO LANCOMTRI S.A”**

**AUTORES:**

DANNY ANDRÉS BETANCOURT PINEDA  
DIEGO FERNANDO FLORES JARAMILLO

**TUTOR:**

ING. MILTON OSWALDO GARCIA TOBAR M. SC.

CUENCA - ECUADOR  
2018

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Nosotros, Danny Andrés Betancourt Pineda con documento de identificación N° 1105838997 y Diego Fernando Flores Jaramillo con documento de identificación N° 1105233868, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: “DIAGNÓSTICO DEL ACEITE USADO DE MOTOR DE LA EMPRESA DE TRANSPORTE URBANO LANCOMTRI S.A”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico Automotriz* en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre del 2018



Danny Andrés Betancourt Pineda  
C.I: 1105838997



Diego Fernando Flores Jaramillo  
C.I: 1105233868

## **CERTIFICACIÓN**

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DIAGNÓSTICO DEL ACEITE USADO DE MOTOR DE LA EMPRESA DE TRANSPORTE URBANO LANCOMTRI S.A”, realizado por Danny Andrés Betancourt Pineda y Diego Fernando Flores Jaramillo obteniendo *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre del 2018



---

Ing. Milton García Tobar, M. Sc.

C.I. 0104282181

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, Danny Andrés Betancourt Pineda con cédula de identidad N° 1105838997 y Diego Fernando Flores Jaramillo con cédula de identidad N° 1105233868 autores del trabajo de titulación “DIAGNÓSTICO DEL ACEITE USADO DE MOTOR DE LA EMPRESA DE TRANSPORTE URBANO LANCOMTRI S.A”, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico* son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, diciembre del 2018



---

Danny Andrés Betancourt Pineda

C.I: 1105838997



---

Diego Fernando Flores Jaramillo

C.I: 1105233868

## **AGRADECIMIENTO**

Al termino de mi vida universitaria quiero agradecer a la Universidad Politécnica Salesiana que mediante sus instalaciones y personal han ayudado al desarrollo de nuevas investigaciones que son de gran aporte para la conservación del ambiente.

Agradecer al Ingeniero Milton García por su gran aporte en la realización de este proyecto, guiando cada paso para la culminación de este proyecto.

En definitiva, a todos los que me apoyaron y empujaron cada día durante estos últimos años.

**DANNY**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a Dios por haberme dado la vida y la fortaleza para seguir superándome en cada una de las pruebas que ha puesto a lo larga de mi carrera universitaria.

Agradecer a mis padres que siempre me han brindado todo ese amor y cariño rotundo con el cual me han sabido formar y alentar para conseguir mis anhelos.

A mis hermanos quienes siempre estuvieron apoyándome y dándome ánimos para culminar de la mejor forma esta etapa de mi vida

Al Ingeniero Milton García quien nos proporcionó valiosa información para la realización de este proyecto.

**DIEGO**

## **DEDICATORIA**

El esfuerzo en la realización de este proyecto se lo dedico a mis padres José y Graciela que siempre me han apoyado a lo largo de mi vida y han velado por mi salud, mi educación, todo se los debo a ellos, a mi hermano José que siempre ha estado dispuesto a brindarme su apoyo y ayuda incondicional. Mis abuelitos que me han ayudado de distintas maneras

Por último, pero no menos importante a mis amigos que siempre han estado brindándome su apoyo para continuar y alcanzar esta meta que ha sido muy buscada por mí.

**DANNY**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de investigación se lo dedico a mis padres pues son mi núcleo de motivación, ellos me inspiraron a luchar cada día para alcanzar mis objetivos. Con su ayuda inigualable he logrado ser tenaz al no desmayar en todo este proceso estudiantil, gracias a ello hoy consigo obtener el título de ingeniero.

A mis hermanos quienes siempre estuvieron apoyándome en este largo proceso brindándome su amor, confianza y cariño incondicional gracias por ser parte de ese pilar que me motivo y me ayudo a conseguir el éxito.

A todos mis amigos y familia, quienes sin esperar nada a cambio estuvieron aconsejándome y guiando para conseguir este sueño.

A ti Nathalia por el apoyo moral y sentimental de estos últimos

**DIEGO**



## RESUMEN

El presente proyecto consiste en determinar el estado del lubricante usado por los vehículos de la empresa de transporte urbano LANCOMTRI S.A.

En primer lugar, se determinaron las partes que comprenden un motor diésel, y el tipo de lubricación que éste usa. A partir de esto, se realizó la investigación de las diversas técnicas que se usan en la actualidad para la aplicación del Análisis de Aceite, como herramienta predictiva. También, se estableció una serie de pasos estandarizados para la obtención de las muestras de aceite de cada una de las 64 unidades que posee la empresa, minimizando así los contaminantes externos para garantizar un análisis exitoso en el laboratorio.

Posterior a esto se utilizaron dos técnicas de laboratorio para el análisis: el conteo partículas y la variación de parámetros (viscosidad, densidad y constante dieléctrica), caracterizando así el aceite base 15W40. Un análisis comparativo de imágenes fue utilizado para establecer las variaciones porcentuales entre un aceite nuevo y el usado por cada unidad. Mediante estudios realizados, recomendaciones del fabricante y laboratorios expertos en análisis de aceite se obtuvieron los valores máximos de variación de estos parámetros.

A través del análisis de cada una de las muestras, se determinó el estado de los vehículos, estableciendo grupos en los que se clasifican a las unidades que se encuentran en un estado aceptable, vehículos con estado crítico que necesitan atención urgente, y los que tienen un desgaste excesivo. Con estos resultados, se logró determinar que un gran porcentaje de buses presentan condiciones normales de degradación del lubricante.

Por último, se diagnosticaron altas cantidades de contaminación de partículas sólidas con tamaños de  $1,2,5$  y  $15 \mu m$ , las cuales representan mayor indicador de fallo a corto plazo en las piezas móviles del motor.

## **SUMMARY**

The present project is to determine the condition of the oil used for the vehicles of the urban transport company LANCOMTRI S.A.

Firstly, the component parts of a diesel engine, were determined and the type of lubrication that it uses. From this, a research of the various techniques used by today for the Oil Analysis application as a predictive tool was done. In addition, a series of standardized steps was established for obtaining oil samples of each of the 64 units owned by the company, thus minimizing external contaminants to guarantee a successful analysis in the laboratory.

After this, two laboratory techniques were used for the analysis: particle counting and variation of parameters (viscosity, density and dielectric constant), thus characterizing the base oil 15W40. A comparative analysis of images was used to establish the percentage variations between a new oil and that used by each unit. Through studies, recommendations of the manufacturer and laboratories experts in oil analysis were obtained the maximum values of variation of these parameters.

Through the analysis of each of the samples, the condition of the vehicles was determined, establishing groups that classify buses that are in an acceptable condition, critical vehicles that need urgent attention, and those that have excessive wear. With these results, it was determined that a large percentage of buses have normal conditions of lubricant degradation.

Finally, high amounts of contamination of solid particles with sizes of *1, 2, 5 and 15  $\mu\text{m}$* , were diagnosed, which represent a high indicator of short-term failure in the moving parts of the engine.

## INDICE GENERAL

<b>CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR</b> .....	2
<b>CERTIFICADO</b> .....	3
<b>DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD</b> .....	4
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	5
<b>DEDICATORIA</b> .....	7
<b>RESUMEN</b> .....	9
<b>SUMMARY</b> .....	10
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	13
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	15
<b>Capítulo 1: Estado Del Arte</b> .....	1
1.1. MOTOR DIÉSEL .....	1
1.1.1. Ciclos del Motor Diésel .....	2
1.1.2. Sistema de lubricación en motores diésel .....	3
1.1.3. Funciones del sistema de lubricación .....	4
1.1.4. Partes del sistema de lubricación .....	5
1.1.5. Tipos de Lubricación .....	6
1.1.6. Curva de Stribeck .....	12
1.2. TIPOS DE ACEITE PARA MOTORES DIÉSEL .....	13
1.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	15
1.3.1. Mantenimiento correctivo .....	15
1.3.2. Mantenimiento Preventivo .....	15
1.3.3. Mantenimiento Predictivo .....	15
1.4. ANÁLISIS DE ACEITE .....	16
1.4.1. Beneficios de un programa de análisis de aceite .....	17
1.4.2. Desgaste .....	17
1.5. PRINCIPALES TÉCNICAS DE MEDICIÓN .....	19
1.5.1. Viscosímetros .....	19
1.5.2. Viscosímetros dinámicos a baja temperatura .....	20
1.5.3. Viscosidad dinámica HTHS (High Temperatura High Shear) .....	22
1.5.4. Valoración Potenciométrica y Termométrica. ....	25
1.5.5. Voltamperometría lineal de barrido .....	27
1.5.6. Espectrometría ICP-OES (Plasma de Acoplamiento Inductivo- Espectrofotómetro de Emisión Óptico) .....	28
1.5.7. Espectrometría FT-IR .....	38
1.6. Análisis del desgaste en MCIA mediante sensores en línea .....	40
1.6.1. Tecnologías de monitorizado on-line del desgaste en lubricantes .....	40
<b>Capítulo 2: Adquisición de Muestras</b> .....	43

2.1.	Elaboración de un protocolo de muestreo para la recolección de aceite usado .....	43
2.1.1.	Protocola de muestreo.....	43
2.1.2.	Punto de toma de la muestra de aceite .....	44
2.1.3.	Recipiente de almacenaje.....	45
2.1.4.	Método para aislamiento del ambiente .....	46
2.1.5.	Identificación de la muestra de aceite .....	47
2.2.	ESTANDARIZACIÓN DE MUESTREO .....	48
2.2.1.	Almacenamiento de muestras de aceite .....	52
<b>Capítulo 3: Análisis de Resultados .....</b>		<b>53</b>
3.1.	Determinación de los límites de variación en los distintos parámetros del aceite .	53
3.1.1.	Valores normales y máximos de variación .....	54
3.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	54
3.2.1.	Análisis rápido de aceite .....	54
3.2.2.	Conteo De partículas.....	61
<b>Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones.....</b>		<b>71</b>
Bibliografía .....		76
<b>Anexo A:Infraestructura y zona de extracción del aceite .....</b>		<b>81</b>
Anexo B: Análisis de resultados de cada unidad .....		82

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes principales Motores diésel [2].....	2
Figura 2 Ciclo de Funcionamiento teórico de un motor diésel [1] .....	3
Figura 3 Lubricación en superficies móviles [4] .....	4
Figura 4 velocidad del motor vs presión de aceite [11] .....	7
Figura 5 Reducción de Potencia lubricación elastohidrodinámica [12].....	8
Figura 6 Lubricación Elastohidrodinámica [12] .....	9
Figura 7 Condiciones requeridas para la lubricación marginal [13] .....	10
Figura 8 Diagrama de coeficiente de fricción de diferentes condiciones de lubricación [12] 10	
Figura 9 Rapidez del desgaste para varios regímenes de lubricación [12] .....	11
Figura 10 Lubricación Mixta [14].....	12
Figura 11 Curva de Stribeck [16].....	13
Figura 12 Tipos de viscosímetros capilares .....	20
Figura 13 Viscosímetro rotatorio frio [27].....	21
Figura 14 Mini viscosímetro rotatorio [32].....	21
Figura 15 Viscosímetro HTHS TBS, de Tannas CO .....	23
Figura 16 Viscosímetro TPV, de Ravenfield Inc .....	24
Figura 17 Viscosímetro capilar HTHS, Cannon Instrument Co. ....	25
Figura 18 Valoración potencimétrica teórico ideal. ....	26
Figura 19 Valorador termométrico Titrotherm 859 .....	27
Figura 20 Equipo voltamperométrico .....	28
Figura 21 Volamperograma .....	28
Figura 22 Espectro de emisión de aluminio.....	30
Figura 23 Rangos de temperatura en el plasma. ....	30
Figura 24 Representación esquemática de la formación del plasma.....	31
Figura 25 Nebulizadores neumáticos: (a) concéntrico; (b) flujo cruzado; (c) Babington. ....	32
Figura 26 Ejemplo de nebulizador ultrasónico. ....	33
Figura 27 Cámara de nebulización ciclónica (izq.), tipo concéntrica de paso doble (centro) y tipo concéntrica de paso simple (der.) .....	34
Figura 28 Antorcha de cuarzo para configuración radial.....	34
Figura 29 Diagrama de los flujos en argón que circulan por la antorcha [52]. ....	35
Figura 30 Configuración radial y axial de la antorcha. ....	35
Figura 31 Configuración típica de una medida dual view.....	35
Figura 32 Policromador diseño de Paschen-Runge. ....	36
Figura 33 Montaje óptico tipo Echelle.....	37
Figura 34 Montajes de monocromadores Czerny -Turner (a) y Ebert (b). ....	37
Figura 35 Esquema de un espectrómetro de FT-IR. ....	38
Figura 36 Ejemplo de un espectro FT-IR de un aceite lubricante.....	39
Figura 37 Distribución de partículas asociadas a diferentes estados de desgaste en una multiplicadora de aerogenerador [57]. ....	40
Figura 38 Principio óptico para el conteo de las partículas [60] .....	42
Figura 39 Rejilla contador bloqueo de poros [61] .....	42
Figura 40 Materiales para la toma de la muestra de aceite [62].....	44
Figura 41 Muestro con Bomba de vacío [63] .....	44
Figura 42 Representación de la Toma de muestra [63].....	45
Figura 43 Frasco de plástico .....	45
Figura 44 Importancia de la limpieza de la botella de muestra Fuente [62] .....	46
Figura 45 Muestra de aceite sellada del ambiente .....	47
Figura 46 Etiquetado de la muestra. Fuente [Autores] .....	48
Figura 47 Prepara la bolsa de cierre hermético [Autores].....	48

Figura 48 Seleccionar envase limpio para recolección de muestra [Autores] .....	49
Figura 49 Introducir el envase dentro de la bolsa hermética [Autores] .....	49
Figura 50 Colocar datos de identificación en la muestra [Autores] .....	49
Figura 51 Ajustar en envase en la bomba de extracción [Autores] .....	50
Figura 52 Retirar la varilla de medición del aceite de motor [Autores] .....	50
Figura 53 Medir el largo de la varilla [Autores] .....	50
Figura 54 Manguera usada para la extracción de aceite [Autores] .....	51
Figura 55 Introducir manguera de muestreo [Autores] .....	51
Figura 56 Insertar la manguera por el tubo de la varilla [Autores] .....	51
Figura 57 Extracción de aceite desde el cárter [Autores] .....	52
Figura 58 Interfaz analizador rápido de aceite .....	54
Figura 59 Dispersión de partículas de 1 $\mu\text{m}$ .....	61
Figura 60 Diagrama de barras conteo de partículas de 1 $\mu\text{m}$ .....	62
Figura 61 Dispersión de partículas de 2 $\mu\text{m}$ .....	63
Figura 62 Diagrama de barras conteo de partículas de 2 $\mu\text{m}$ .....	63
Figura 63 Dispersión de partículas de 5 $\mu\text{m}$ .....	64
Figura 64 Diagrama de barras conteo de partículas de 5 $\mu\text{m}$ .....	64
Figura 65 Dispersión de partículas de 15 $\mu\text{m}$ .....	65
Figura 66 Diagrama de barras conteo de partículas de 15 $\mu\text{m}$ .....	65
Figura 67 Dispersión de partículas de 20 $\mu\text{m}$ .....	66
Figura 68 Diagrama de barras conteo de partículas de 20 $\mu\text{m}$ .....	66
Figura 69 Dispersión de partículas de 25 $\mu\text{m}$ .....	67
Figura 70 Diagrama de barras conteo de partículas de 25 $\mu\text{m}$ .....	67
Figura 71 Dispersión de partículas de 50 $\mu\text{m}$ .....	68
Figura 72 Diagrama de barras conteo de partículas de 50 $\mu\text{m}$ .....	69
Figura 73 Dispersión de partículas de 70 $\mu\text{m}$ .....	69
Figura 74 Diagrama de barras conteo de partículas de 70 $\mu\text{m}$ .....	70
Figura 75 Infraestructura empresa Lancomtri .....	81
Figura 76 Zona de extracción del aceite usado .....	81

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Designación API para lubricantes de motores diésel [19].....	14
Tabla 2 Elementos de desgaste en motores diésel [25].....	18
Tabla 3 Espectrometría atómica.....	29
Tabla 4 Límites de variación de los distintos parámetros. Fuente [Autores].....	54
Tabla 5 Análisis de resultados unidad 5.....	55
Tabla 6 Análisis de resultados unidad 9.....	56
Tabla 7 Análisis de resultados unidad 18.....	57
Tabla 8 Análisis de resultados unidad 39.....	58
Tabla 9 Análisis de resultados unidad 41.....	59
Tabla 10 Análisis de resultados unidad 57.....	60
Tabla 11 Estado de los parámetros de la flota de autobuses.....	71
Tabla 12 Análisis de resultados unidad 1.....	82
Tabla 13 Análisis de resultados unidad 2.....	83
Tabla 14 Análisis de resultados unidad 3.....	84
Tabla 15 Análisis de resultados unidad 4.....	85
Tabla 16 Análisis de resultados unidad 5.....	86
Tabla 17 Análisis de resultados unidad 6.....	87
Tabla 18 Análisis de resultados unidad 7.....	88
Tabla 19 Análisis de resultados unidad 8.....	89
Tabla 20 Análisis de resultados unidad 9.....	90
Tabla 21 Análisis de resultados unidad 11.....	91
Tabla 22 Análisis de resultados unidad 11.....	92
Tabla 23 Análisis de resultados unidad 12.....	93
Tabla 24 Análisis de resultados unidad 13.....	94
Tabla 25 Análisis de resultados unidad 14.....	95
Tabla 26 Análisis de resultados unidad 15.....	96
Tabla 27 Análisis de resultados unidad 16.....	97
Tabla 28 Análisis de resultados unidad 17.....	98
Tabla 29 Análisis de resultados unidad 18.....	99
Tabla 30 Análisis de resultados unidad 19.....	100
Tabla 31 Análisis de resultados unidad 20.....	101
Tabla 32 Análisis de resultados unidad 21.....	102
Tabla 33 Análisis de resultados unidad 22.....	103
Tabla 34 Análisis de resultados unidad 23.....	104
Tabla 35 Análisis de resultados unidad 24.....	105
Tabla 36 Análisis de resultados unidad 25.....	106
Tabla 37 Análisis de resultados unidad 26.....	107
Tabla 38 Análisis de resultados unidad 27.....	108
Tabla 39 Análisis de resultados unidad 28.....	109
Tabla 40 Análisis de resultados unidad 29.....	110
Tabla 41 Análisis de resultados unidad 30.....	111
Tabla 42 Análisis de resultados unidad 31.....	112
Tabla 43 Análisis de resultados unidad 32.....	113
Tabla 44 Análisis de resultados unidad 33.....	114
Tabla 45 Análisis de resultados unidad 34.....	115
Tabla 46 Análisis de resultados unidad 35.....	116
Tabla 47 Análisis de resultados unidad 36.....	117
Tabla 48 Análisis de resultados unidad 37.....	118
Tabla 49 Análisis de resultados unidad 38.....	119

Tabla 50 Análisis de resultados unidad 39.....	120
Tabla 51 Análisis de resultados unidad 40.....	121
Tabla 52 Análisis de resultados unidad 41.....	122
Tabla 53 Análisis de resultados unidad 42.....	123
Tabla 54 Análisis de resultados unidad 43.....	124
Tabla 55 Análisis de resultados unidad 44.....	125
Tabla 56 Análisis de resultados unidad 45.....	126
Tabla 57 Análisis de resultados unidad 46.....	127
Tabla 58 Análisis de resultados unidad 47.....	128
Tabla 59 Análisis de resultados unidad 48.....	129
Tabla 60 Análisis de resultados unidad 49.....	130
Tabla 61 Análisis de resultados unidad 50.....	131
Tabla 62 Análisis de resultados unidad 51.....	132
Tabla 63 Análisis de resultados unidad 52.....	133
Tabla 64 Análisis de resultados unidad 53.....	134
Tabla 65 Análisis de resultados unidad 54.....	135
Tabla 66 Análisis de resultados unidad 55.....	136
Tabla 67 Análisis de resultados unidad 56.....	137
Tabla 68 Análisis de resultados unidad 57.....	138
Tabla 69 Análisis de resultados unidad 58.....	139
Tabla 70 Análisis de resultados unidad 59.....	140
Tabla 71 Análisis de resultados unidad 60.....	141
Tabla 72 Análisis de resultados unidad 61.....	142
Tabla 73 Análisis de resultados unidad 62.....	143
Tabla 74 Análisis de resultados unidad 63.....	144
Tabla 75 Análisis de resultados unidad 64.....	145



## *Capítulo 1*

---

# Estado Del Arte

---

En el siguiente Capítulo, se realizará la revisión bibliográfica acerca del motor diésel, dándole mayor interés al sistema de lubricación que lo compone y los tipos de lubricación que están inmersos en ese sistema, además se colocaran las principales técnicas de análisis de aceite, así como de los procedimientos a tomar para recolectar las muestras de aceite usado.

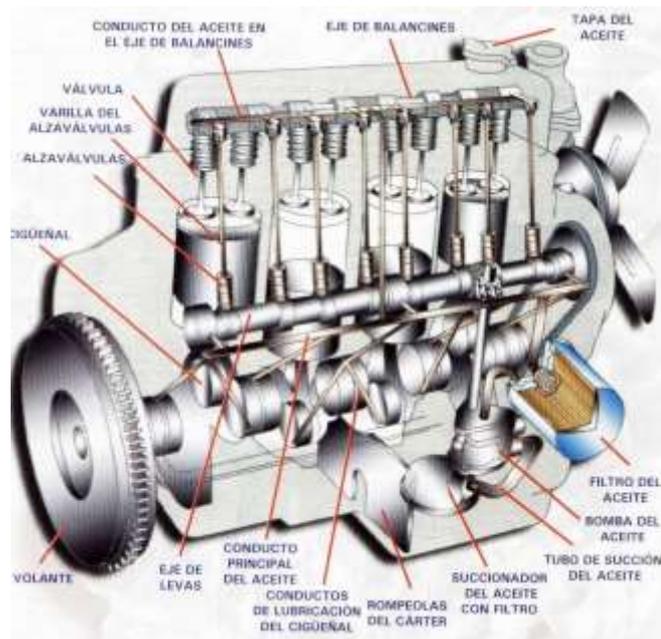
### 1.1. MOTOR DIÉSEL

El motor diésel recibe el nombre de su creador, el alemán Rudolf Diésel el cual construyó un prototipo en 1897 [1].

Los motores diésel, al igual que los de explosión son motores alternativos endotérmicos de combustión interna, al transformar la energía en el interior del cilindro.

Se caracterizan por su sistema de alimentación, por la forma de realizar la combustión y por su alto rendimiento, al conseguir trabajar a presiones muy elevadas. De esta manera, obtienen un mayor trabajo útil y un mejor aprovechamiento del combustible.

Los motores diésel solamente comprimen aire, por lo que la relación de compresión puede ser mayor, siendo introducido el combustible a una presión muy elevada en el tiempo de trabajo, para producir la combustión. Son conocidos como motores de encendido por compresión.



*Figura 1 Partes principales Motores diésel [2]*

El ciclo de un motor de cuatro tiempos, se realiza en cuatro carreras del pistón, o dos vueltas del cigüeñal. El pistón expulsa todos los gases quemados en el interior del cilindro al terminar la fase de trabajo y la reemplaza con otra cantidad de aire empleada para el siguiente ciclo.

### 1.1.1. Ciclos del Motor Diésel

Los ciclos de trabajo del motor diésel son admisión-compresión-expansión-escape a continuación se explica cada uno de ellos:

#### **Admisión**

El pistón desciende del punto muerto superior (PMS) llegando hasta el punto muerto inferior (PMI), aquí las válvulas de admisión permiten el paso de aire al interior del cilindro.

#### **Compresión**

En este proceso se cierran las válvulas de admisión y el pistón empieza ascender desde el PMI hasta llegar al PMS. La mezcla que se encuentra en el cilindro es comprimida en la cámara de combustión. En esta fase aumenta notablemente la temperatura del aire de 700 a 800 °C, este incremento de temperatura se produce esencialmente por la existencia de una presión elevada a la que está sujeto el aire.

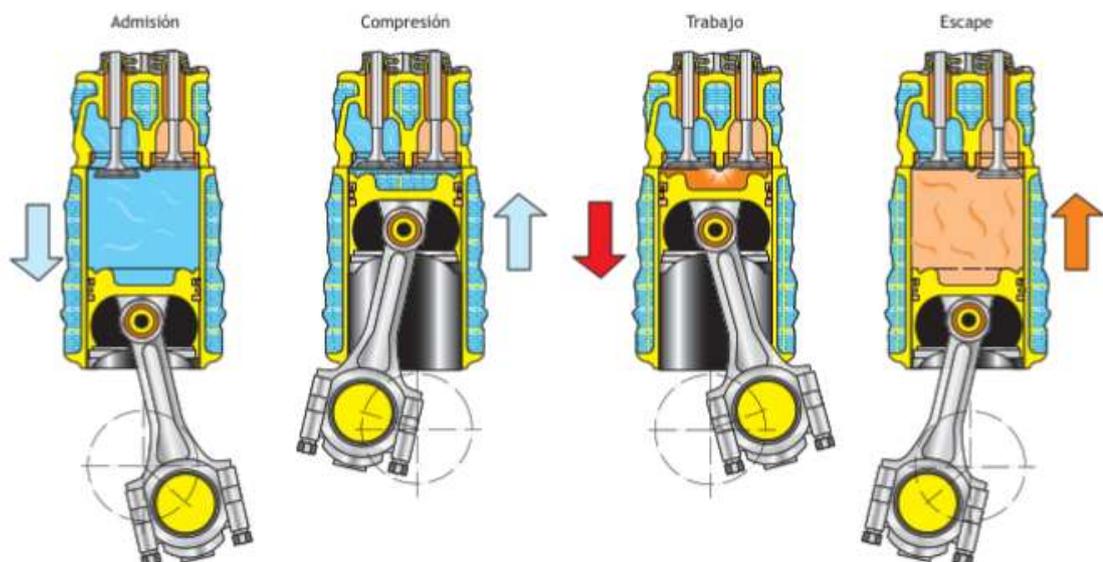


## Expansión

Mientras esta en ascenso el pistón desde el PMI hasta el PMS se abre el inyector entrando combustible a alta presión y perfectamente pulverizado, al mezclarse con el aire a alta presión el combustible llega hasta el punto de combustión debido a la temperatura elevada del aire generando la expansión de los mismo y haciendo que el pistón se desplace desde el PMS al PMI generando trabajo, las válvulas permanecen cerradas durante la fase de trabajo del pistón.

## Escape

Al arribar el embolo al PMI se despliegan las válvulas de escape, y debido a las diferencias de presiones los gases salen acelerados al exterior del cilindro, el pistón también ayuda a desplazar el resto de gases quemados en su movimiento hasta el PMS, en ese punto se cierra las válvulas de escape y se vuelve a iniciar otro ciclo de trabajo [1].



*Figura 2 Ciclo de Funcionamiento teórico de un motor diésel [1]*

### 1.1.2. Sistema de lubricación en motores diésel

La combustión y el impulso de las partes internas del motor generan calor debido a la superficie de los elementos que están en movimiento no es completamente lisa, tienen ciertas rugosidades que generan calor al estar en contacto y necesitan ser enfriadas o lubricadas, caso contrario se desgastarían en exceso o se griparían. Con lo

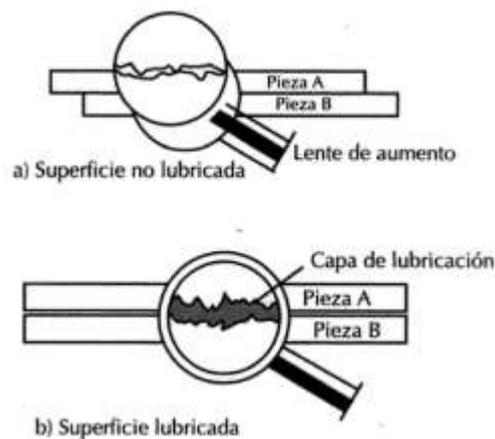


antes expuesto el sistema de lubricación en el motor es parte indispensable para el buen funcionamiento [3].

### 1.1.3. Funciones del sistema de lubricación

Las principales funciones del sistema de lubricación es el motor son:

- **Disminuir rozamiento y desgaste de elementos.** En la imagen 1a se puede observar que las piezas metálicas no son totalmente lisas, siempre existen irregularidades en la superficie con lo que al existir rozamiento las superficies sufrirían desgaste acelerado y un considerable aumento de temperatura. Para disminuir esto se usa un lubricante que ocupa el espacio entre las superficies de los elementos en movimiento como se observa en la figura 1b, esto ayuda a disminuir la fricción, con lo que se reduce el desgaste y la temperatura de los elementos [4].



*Figura 3 Lubricación en superficies móviles [4]*

- **Elimina deshechos producto de la combustión:** El sistema de lubricación envía aceite a todos los rincones del motor, el aceite cuenta con aditivos detergentes y dispersantes que no permiten la creación de depósitos de lodos, barniz y gomas que son productos de la combustión, gracias a esto el motor puede funcionar con eficacia [5].
- **Ayuda a la disminución de temperatura del motor.** Los lubricantes circulan en el interior del motor y absorben parte del calor producto del rozamiento y principalmente de la combustión, luego es enfriado en el cárter



hasta que es reabsorbido por la bomba, o en un radiador según el tipo de motor [4].

#### 1.1.4. Partes del sistema de lubricación

Las principales partes del sistema de lubricación son:

- **Cárter**

Es una bandeja que recepta y almacena el aceite en la parte inferior del motor, debe ser hermético y contar con un tapón para el drenaje del aceite usado[6].

- **Filtro de Aceite**

El trabajo del motor crea residuos como: carbón y restos metálicos, estos residuos contaminan el aceite, este lubricante no se puede volver a distribuir en el motor ya que desgastaría el motor aceleradamente. Para evitar esto se usa un filtro de aceite que se encuentra previo a la bomba de aceite capaz de retener los residuos y sustancia dañinas que remueve el aceite.

- **Bomba impulsora de aceite**

Su principal función es impulsar el aceite a presión por todo el sistema de lubricación para llegar los elementos móviles, y según sea la configuración del motor la presión puede variar para activar sistemas de taques hidráulicos, compensadores de juego, servo asistencia de inyección de combustible y control de sistemas de distribución variable [7].

- **Válvula de descarga**

Está ubicada en la salida de la bomba de aceite, cuando existe sobrepresión en el sistema de lubricación abre para liberar la presión, está compuesto de una bola y un muelle tarado a la máxima presión del circuito [8].

- **Válvula reguladora**

Esta válvula se encarga de mantener constante el volumen de aceite que circula por el sistema de lubricación cuando la velocidad de giro del motor es elevada, cuenta con una válvula de seguridad que guía el exceso de aceite de regreso al cárter [9].

- **Enfriador de aceite**



Las características del aceite varían con la temperatura y acelera la degradación del mismo, para contrarrestar este problema se emplean los radiadores de aceite o intercambiadores de calor que pueden ser de agua-aceite o aire-aceite [10].

#### 1.1.5. Tipos de Lubricación

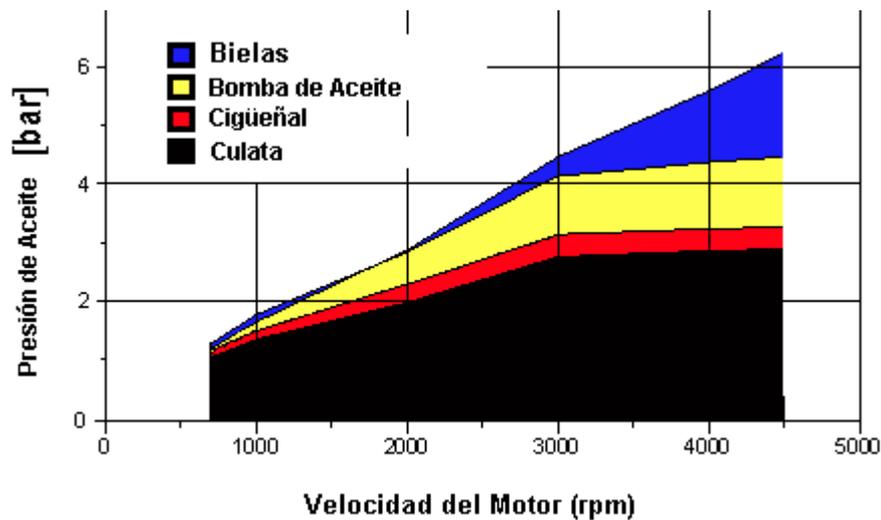
Es importante conocer los objetivos del aceite en el motor, para ello se necesita conocer los 4 siguientes conceptos de lubricación.

##### **Lubricación Hidrodinámica**

Es el alejamiento de los componentes por medio de una película del lubricante que forma una barrera de aceite manteniendo separadas las piezas entre sí, dicha película es muy gruesa por lo que disminuye el contacto entre las superficies. Hay que considerar que la viscosidad es una de las características más importantes en el lubricante.

La gran parte de la lubricación de los cojinetes de un motor está dada por la formación del colchón hidrodinámico. Cuando se produce trabajo en el interior del cilindro el embolo ejerce presión en la biela y en el cojinete, forzando el giro del cigüeñal. En todos estos elementos se necesita la separación por una película de aceite formada entre sí para evitar el desgaste y la fricción. Para que se forme una película hidrodinámica se debe tener en cuenta varios parámetros como la carga que lleva, velocidad de la máquina, geometría, y la viscosidad del aceite. Los motores también están sujetos a la condición del filtro de aceite y presión del mismo.

Se lubrica las piezas al enviar el aceite por el cigüeñal obligando a salir por el orificio, ingresando a presión en el cojinete alejándolo del cigüeñal. Por lo cual mientras más velocidad en el motor mayor va a ser la presión del aceite Figura 4, a la hora de lubricar cada componente.



*Figura 4 velocidad del motor vs presión de aceite [11]*

Si el aceite posee una viscosidad baja fluirá hacia el cárter sin proteger las piezas, provocando un prematuro desgaste. Por otro lado, si el lubricante posee una elevada viscosidad no lubricará el cojinete con rapidez demorando así la formación del colchón, provocando de igual manera desgaste.

Los motores son diseñados con varias tolerancias, poniendo a la viscosidad como parámetro en la recomendación del lubricante, ya que en un funcionamiento normal la película del aceite es bastante fuerte, pero en el arranque y apagado del motor existe un punto crítico, puesto que aquí se elimina la lubricación hidrodinámica [11].

### **Elastohidrodinámica (EHL)**

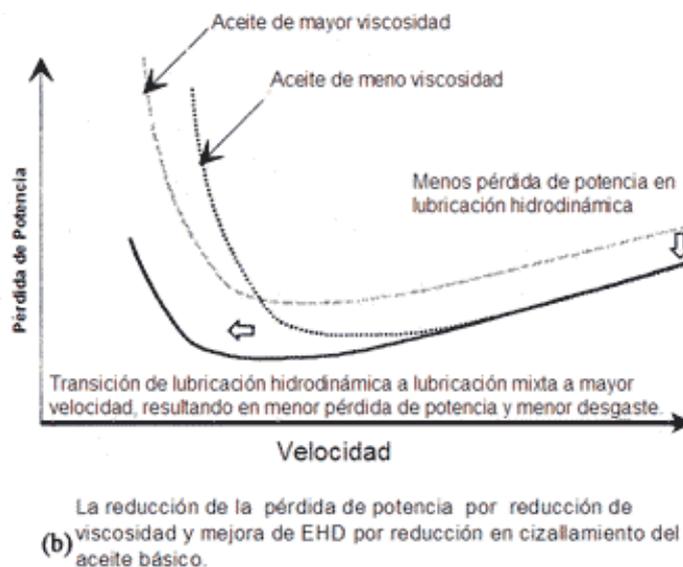
El concepto de lubricación Elastohidrodinámica se detalla a continuación:

- **Elasto:** Conocida como elasticidad, cuando la cúspide de la irregularidad en el periodo de interacción con la cúspide de la otra superficie cambia elásticamente antes de arribar al punto de fluencia del material.
- **Hidrodinámica:** Al ocurrir el cambio elástico en las piezas, la película que se encuentra entre las rugosidades de las mismas hace una película hidrodinámica con dimensiones microscópicas con un descenso superior a la propia película hidrodinámica. El grosor de la película lubricante en la lubricación hidrodinámica puede tener un tamaño superior al de 5 mm, en cambio en la elastohidrodinámica es de 1 mm o inferior. Comúnmente la



lubricación mencionada se asociada con la lubricación de película fluida y de superficies no compatibles.

Los efectos de la lubricación elastohidrodinámica es que disminuye la pérdida de potencia por la baja viscosidad a la par reduce la fricción por la poca velocidad. Con la ayuda de esto se protege la integridad de las piezas en bajas revoluciones que la propia lubricación hidrodinámica, evitando así la dependencia de la lubricación mixta y lubricación marginal para proteger el motor. En la figura 5 se observa la protección que brinda la lubricación elastohidrodinámica.

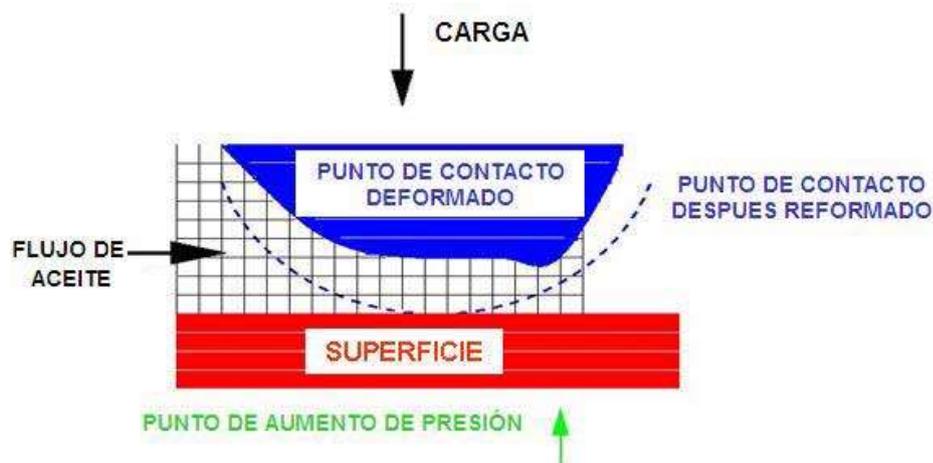


**Figura 5 Reducción de Potencia lubricación elastohidrodinámica [12]**

El desenlace de la presión en la lubricación elastohidrodinámica es importante pues por medio de investigaciones tribológicas se ha determinado que la viscosidad cambia de acuerdo a la presión, así como la mayoría de elementos. Si se compara la viscosidad del aceite a una presión atmosférica y la de un aceite sometido a 500 MPa, se encontrará que esta presión incrementará el valor de la viscosidad a la vez en 10,000 y 100,000. La ley Barus, explica este fenómeno que dicta “la viscosidad aumenta exponencialmente por el incremento de presión”. Tiene que continuar hasta que se forme un sólido. Cuando un lubricante común llega a 2 y 4 GPa, se transforma en un lubricante sólido con una dureza superior a la del vidrio, el cual desgastara el metal al no poder fluir. Esto es conocido como lubricación elastohidrodinámica.



En esta zona de presión, el espesor de la película del lubricante es igual, no obstante, se aumenta la presión, y la superficie lubricada se va deformando. En la figura 6, podemos observar la anomalía en las piezas al solidificarse el aceite cuando pasa por la zona de alta presión.



*Figura 6 Lubricación Elastohidrodinámica [12]*

Un ejemplo claro de donde se da la lubricación elastohidrodinámica es en el conjunto de válvulas del motor, reductores, diferencial, y en los rodamientos de las ruedas en donde existe una elevada presión. Rara vez los anillos poseen esta lubricación elastohidrodinámica. [12].

### **Lubricación Marginal (o Límite)**

En esta lubricación los sólidos no se encuentran separados por un colchón del lubricante, aquí existe un contacto entre las aspereces y son insignificantes los efectos de la película fluida. Las propiedades físicas y químicas en la película delgada que se encuentra en la superficie de dimensión molecular rigen al mecanismo de lubricación. Mientras que las características volumétricas del lubricante poseen poca importancia y el coeficiente de fricción es independiente de la viscosidad. Las características de la película del lubricante y los sólidos en las fases comunes determinan propiedades en la fricción.

El grosor de la película superficial comúnmente varía de 1 a 10 nm, dependiendo de la dimensión molecular.



En la figura 7, se muestra el estado de la película fluida de la lubricación marginal. Los espesores de la película, y las pendientes de la superficie:

- a) **Por película fluida:** las superficies se encuentran separadas por la película del lubricante.
- b) **Mixta:** La película marginal y la masa del lubricante poseen una función esencial.
- c) **Marginal:** el desenvolvimiento esta dado por la película marginal [13].

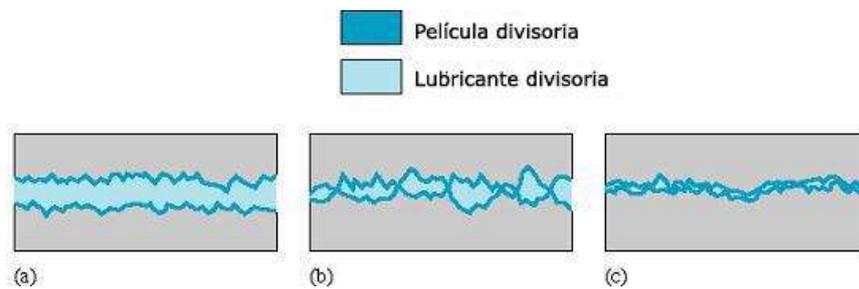


Figura 7 Condiciones requeridas para la lubricación marginal [13]

Un buen coeficiente de fricción es suministrado por la lubricación hidrodinámica. Mientras que la lubricación elastohidrodinámica contribuye con el descenso de fricción, eludiendo los puntos de contacto donde empezaría la lubricación marginal al filtrarse el aceite y terminar sin la película de lubricante.

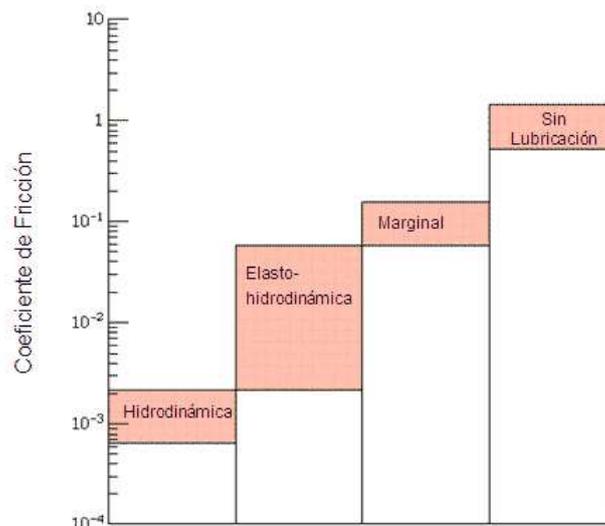
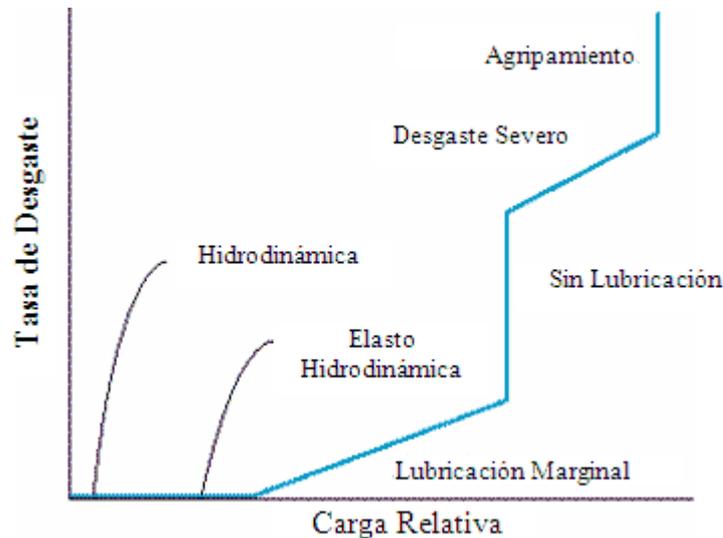


Figura 8 Diagrama de coeficiente de fricción de diferentes condiciones de lubricación [12]



La figura 9, muestra la tasa desgaste de los conceptos antes mencionados. Empezando por la lubricación hidrodinámica y elastohidrodinámica que extinguen el desgaste, por otro lado la lubricación marginal posee un mínimo desgaste y cuando se trabaja con escasa lubricación los elementos pueden “agriparse” [12].



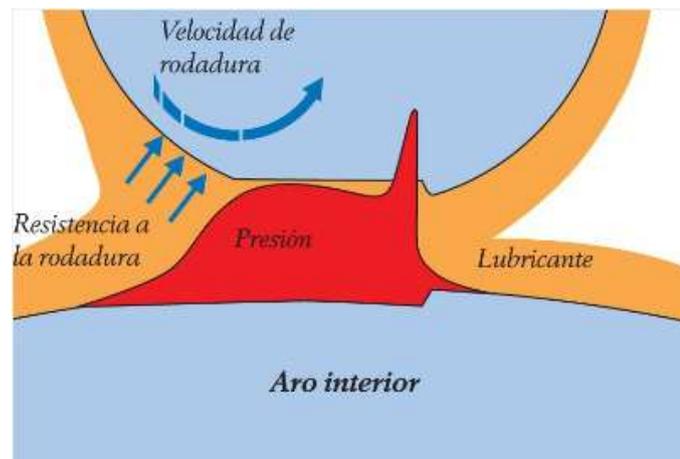
*Figura 9 Rapidez del desgaste para varios regímenes de lubricación [12]*

### **Lubricación Mixta**

Esta lubricación se ubica en el punto medio de la película hidrodinámica y límite, aquí interactúan un elevado porcentaje de las cuspides de ambas superficies mostrándose la película límite y otras se separan pues no representan ninguna labor.

El consumo de energía como el desgaste en la lubricación mixta, depende de las propiedades de la película límite así como de su estabilidad y de la resistencia del cizallamiento de la película fluida [13].

Esta lubricación se da por la existencia de la deformación elástica de un objeto, el ejemplo más claro se da en los rodamientos (Figura 10) al rodar con una carga determinada, cambia su forma por un instante contribuyendo con la mejora en las propiedades de lubricación hidrodinámica. Al ser el rodamiento sometido a una fuerza, se produce un incremento en la viscosidad provocando una presión la cual es óptima pues evita el contacto entre superficies, cuando los objetos están girando, las superficies vuelven a su forma inicial al igual que el valor de la viscosidad [14].



**Figura 10 Lubricación Mixta [14]**

### 1.1.6. Curva de Stribeck

La curva de Stribeck se utiliza para clasificar las propiedades de fricción entre dos superficies, para el diseño de cojinetes y para observar los efectos producidos en los diferentes regímenes de lubricación. Mediante la curva de Stribeck se pueden observar las características principales de las superficies lubricadas con cambio relativo entre ellas.

Durante el periodo de 1900 y 1902 Stribeck inicia experimentos minuciosos para medir la fuerza normal ( $f$ ) en rodamientos en base de la velocidad de giro ( $N$ ), de la fuerza por unidad de área trazada ( $P$ ) y de la viscosidad.

En la curva de Stribeck se presentan las propiedades principales de superficies lubricadas de movimiento relativo.

La expresión:

$$\text{Número\_de\_Sommerfeld} = \frac{\mu N}{P} \quad (1)$$

Se reconoce como número de Sommerfeld, donde  $N$  y  $P$  se mantienen constantes para reflejar la relación que existe entre,  $\mu$  viscosidad del fluido y  $f$  el coeficiente de fricción [15].

### Clasificación de la curva de stribeck

La curva de Stribeck se divide en 3 partes:



**Zona 1: lubricación hidrodinámica y elastohidrodinámica:** Las superficies que conforman el cojinete se encuentran perfectamente separados por la película del lubricante, no existe contacto de las superficies deslizantes por lo que no puede haber desgaste. En el descenso de la viscosidad, disminuye la película del fluido hasta un punto más bajo.

**Zona 2: lubricación mixta:** Es el cambio dentro de la lubricación hidrodinámica y la marginal, principalmente ocurre durante el arranque o para del motor.

**Zona 3: lubricación límite:** Depende de los aditivos que conforman el lubricante al mantenerse inmóvil o con un velocidad imperceptible[13].



*Figura 11 Curva de Stribeck [16]*

Al obtener una mejora en la capacidad de lubricación, estamos desplazando la curva de Stribeck de forma paralela hacia la izquierda figura 11, reduciendo la zona de extrema presión EP, consiguiendo así reducir la criticidad de las tres variaciones antes mencionadas [13].

## 1.2. TIPOS DE ACEITE PARA MOTORES DIÉSEL

Existen múltiples clasificaciones de los aceites lubricantes de motor.



La más conocida es la adoptada por la SAE<sup>1</sup> que los clasifica según la viscosidad siguiendo la norma SAE J300 [17]: Clasificación de la viscosidad de aceites para motores (Engine Oil Viscosity Classification), en la que se explica, que la viscosidad del aceite puede variar de 0 a 60 en aceite mono grado. Existe otro tipo de clasificación para aceites multigrado en la que se usa la denominación 10W-30. Esto quiere decir que el lubricante tiene características que le permiten trabajar en condiciones de baja temperatura como un aceite de viscosidad 10 y como un aceite de viscosidad 30 en temperatura de trabajo.

También existe la clasificación determinada por el Instituto Americano del Petróleo (API), en la que se identifica con la letra C a los lubricantes creados para el uso en motores de encendido por compresión, seguido de otra letra que denota el comportamiento del aceite según el año en que es fabricado del vehículo [18].

*Tabla 1 Designación API para lubricantes de motores diésel [19]*

<b>Designación de letra</b>	<b>Descripción</b>
<b>CA (obsoleta)</b>	Usado en motores diésel anteriores al año 1959
<b>CB (obsoleta)</b>	Usado en motores diésel anteriores al año 1961
<b>CC (obsoleta)</b>	Usado en motores diésel anteriores al año 1990
<b>CD (obsoleta)</b>	Usado en motores diésel anteriores al año 1994
<b>CD-II (obsoleta)</b>	Usado en motores diésel anteriores al año 1994
<b>CE (obsoleta)</b>	Usado en motores diésel anteriores al año 1994
<b>CF-2 (obsoleta)</b>	Usado en motores dos tiempos, en condiciones de trabajo severo; posterior al año 1994
<b>CF-4(obsoleta)</b>	Usado en motores de cuatro tiempos de aspiración natural o cuatro tiempos desde el año 1990; se utilizó en reemplazo de los aceites CD y CE.
<b>CG-4 (obsoleta)</b>	Usado en motores de alta velocidad, trabajo severo y cuatro tiempos que usan combustible con 0.5% de contenido de azufre en peso, cumpliendo normativas de 1994; pueden ser usados en reemplazo de los aceites CD, CE y CF-4.

<sup>1</sup> Siglas de la Sociedad de Ingenieros de Automoción, en inglés *Society of Automotive Engineers*.



<b>CH-4 (vigente)</b>	Usado en motores con alta velocidad, cuatro tiempos, con un combustible que contenga 0.5% de azufre en peso, cumpliendo normativas de 1998; pueden ser usados en reemplazo de los aceites CD, CE, CF-4 y CG-4.
<b>CI-4 (vigente)</b>	Usado en motores de alta velocidad, cuatro tiempos, que usan combustible con 0.5% de contenido de azufre en peso y usan sistemas de recirculación de gases de escape para el cumplimiento de normas anticontaminación implementadas en el año 2002
<b>CJ-4 (vigente)</b>	Usados en motores de alta velocidad, cuatro tiempos, que usan combustible con 0.05% de contenido de azufre en peso o 500 p.p.m. son muy eficaces para mantener la durabilidad de los elementos de control de emisiones como retenedores de partículas, sistemas de tratamiento de gases de escape y brindan una adecuada protección en formación de depósitos, espesamiento a causa de la oxidación, pérdida de viscosidad por cizallamiento y formación de espuma.

### 1.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO

A continuación, se describe brevemente los diferentes mantenimientos que tienen el fin de mantener operativa y protegida la máquina de cualquier avería, para obtener una mayor confiabilidad.

#### 1.3.1. Mantenimiento correctivo

Se basa en reparar las averías de acuerdo a como estas se dan, en este tipo de mantenimiento el encargado u operario es el que detecta la falla en la maquina al ponerla en operación, teniendo en consideración que si la avería no interfiere en gran medida con el desarrollo del trabajo no se dará parte de la falla. Es decir que si el operario no es experto en fallas omitirá ruidos y anomalías llevando a la maquina al límite de su funcionamiento.

#### 1.3.2. Mantenimiento Preventivo

Tiene el objetivo de notar las condiciones actuales del equipo, por medio de sistemas, para programar su mantenimiento, contrarrestando anomalías y evitando averías potenciales.

#### 1.3.3. Mantenimiento Predictivo

Consiste en conocer continuamente el estado y la condición de operatividad de las maquinas, por medio de la medición de determinados parámetros. El diagnostico de



los cambios de estos parámetros determinará si hay que actuar o no en este tipo de mantenimiento [20].

El surgimiento del mantenimiento predictivo se da en respuesta a la reducción de los costos y métodos tradicionales en cuanto se refiere a los mantenimientos, preventivo y correctivo, y por la escasa información del estado del equipo. Este mantenimiento posee dos pilares incondicionales que son los indicadores del equipo o conocidos como parámetros de funcionamiento y la del monitoreo continuo de los equipos, con el objetivo de detectar una falla antes de que esta se produzca, contribuyendo con el adecuado funcionamiento y con la predicción de la vida útil de cada componente.

Este mantenimiento presenta una dificultad de implementación, pues se debe localizar la variable que identifica y relaciona los niveles de aceptar o de rechazar la misma por medio del estado real de la máquina que es fácilmente medible. También tiene que poseer técnicas estadísticas las cuales determinan la variación minuciosa de cada uno de las variables para un posible tratamiento.

El análisis de aceite es uno de los métodos más empleados en el mantenimiento predictivo, pues ayuda a establecer el lapso de cambio óptimo para un lubricante y las posibles causas que generan su degradación y contaminación prematura[21].

#### 1.4. ANÁLISIS DE ACEITE

El análisis de aceite se basa en realizar distintas pruebas de laboratorio, empleadas para evaluar las propiedades del lubricante y establecer su condición actual. Además es utilizado con fines de diagnóstico ya que, permite conocer los tipos de contaminación inmersos en el (siendo la sangre del motor). Es un importante instrumento que permite obtener dos posibilidades:

- Conocer el estado actual del aceite, brinda valiosa información que permite establecer con exactitud nuevos periodos de cambio; modificando los dados por el fabricante. Si el cambio se realiza antes, es posible que exista contaminación por líquidos o degradación prematura de aditivos y si es después contribuye con el ahorro de aceite.



- El aceite acumula gran cantidad de partículas de desgaste por medio del arrastre que este genera, por lo que permite la evaluación total del motor al determinar las fallas mediante el diagnóstico de:

- Partículas metálicas de desgaste.
- Características impropias del aceite (combustible, agua, sílice, carbón).

El análisis del aceite se basa en extraer la muestra durante el funcionamiento del vehículo ya sea de manera periódica, pudiendo coincidir con cambio o con el relleno.

#### 1.4.1. Beneficios de un programa de análisis de aceite.

- Establecer el periodo de cambio exacto del aceite.
- Contribuye con el ahorro de personal y de materia prima al no hacer cambios de aceite indebidos.
- Identificar el equipo que opera adecuadamente permitiendo alargar el tiempo de servicio.
- Elude los riesgos por el uso de filtros y aceites en condición de degradación los cuales pueden causar grandes fallos en el motor.
- Los peligros rotundos pueden evitarse en su etapa inicial, ayudando a programar un mantenimiento idóneo disminuyendo los períodos de inactividad e imprevistos [22].

#### 1.4.2. Desgaste

El desgaste se evita con el uso del adecuada lubricante para el motor, teniendo en cuenta la temperatura y el tipo de uso que se le va dar a dicho motor, esto tendrá gran impacto en el rendimiento del motor y el tiempo de vida útil [23].

En todos los análisis de aceite va existir contaminación debido a que el motor desprende partículas con el uso, luego se observan estas en los diferentes análisis como son el conteo de partículas y los análisis de ferrografía analítica. Los desgastes de las piezas internas del motor se dan de diferentes formas y normalmente es por pérdida de la película lubricante. Los diferentes tipos de desgaste pueden ser:

- **Desgaste adhesivo:** Este tipo de desgaste ocurre cuando no existe una película lubricante que separe las piezas en movimiento. Las piezas metálicas contienen asperezas con forma de picos en todas las superficies, cuando estas



superficies entran en contacto, actúan grandes presiones sobre los picos, generando gran cantidad de calor que terminan constituyéndose en soldaduras, por lo tanto el rozamiento trata de romper estas soldaduras y permitir el movimiento entre superficies, esto se da hasta que las superficies se deforman y tienen una área mayor de contacto a esto se le llama rodaje, también existe la posibilidad de que se dé la degradación acelerada del mecanismo y provoque un gripado de este.

- **Desgaste fatiga superficial** Este tipo de degradación se da en rodamientos. La repetición cíclica de esfuerzos a la que son sometidos produce grietas y picaduras en la superficie [5].
- **Desgaste corrosivo:** Este tipo de desgaste se da cuando el aceite alcanza un nivel muy alto de degradación en el que se crean compuestos corrosivos para las piezas del motor.
- **Desgaste abrasivo:** Este desgaste se da cuando existen desprendimiento de partículas de un material muy duro o rugoso que se mueve sobre superficies más blandas. El desgaste abrasivo también se da cuando existe la incrustación de partículas extrañas entre dos superficies blandas.
- **Desgaste erosivo:** El desgaste erosivo se da cuando las superficies metálicas están siendo cubiertas por un líquido que se mueve a alta velocidad con partículas duras y/o sólidas, que provocan deformación y desprendimiento de materia.

En la tabla 2, se observan los elementos que se puede encontrar en un análisis de aceite y la posible fuente de procedencia del material [24].

*Tabla 2 Elementos de desgaste en motores diésel [25].*

<b>Elemento</b>	<b>Fuente más común</b>
<b>Hierro</b>	Bloque motor, guías de válvulas, árbol de levas.
<b>Cobre</b>	Cojinetes de biela y bancada.
<b>Plomo</b>	Cojinetes
<b>Níquel</b>	Árbol de levas, Cigüeñal



<b>Plata</b>	Rodamientos
<b>Vanadio</b>	Válvulas, alabes de turbina
<b>Aluminio</b>	Rodamientos, arena
<b>Zinc</b>	Sellos de neopreno
<b>Cobre</b>	Cojinetes, tubos de intercambiadores de calor de aceite
<b>Silicio</b>	Líquido refrigerante
<b>Sodio</b>	Líquido refrigerante
<b>Potasio</b>	Líquido refrigerante

### 1.5. PRINCIPALES TÉCNICAS DE MEDICIÓN

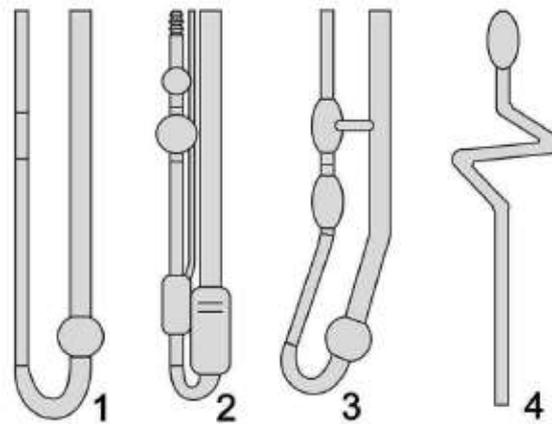
Para el diagnóstico de los aceites usados se pueden usar distintas metodologías que realizan un análisis basándose en diferentes técnicas como son: métodos electroquímicos, cromatógrafos, térmicos, análisis de propiedades y métodos ópticos. Los métodos le dan múltiples posibilidades de evaluación del aceite en el que el analista es el encargado de elegir la que mejor se adapte a la muestra que se va analizar.

#### 1.5.1. Viscosímetros

La viscosidad es una propiedad que se ve muy influenciada por la variación en la composición química del lubricante y de los contaminantes que arrastra un aceite cuando está en uso. Las condiciones como la temperatura y la presión en las que se use un lubricante también afectan de manera negativa esta propiedad.

Existe múltiples técnicas para medir esta propiedad, los equipos más usados son los viscosímetros capilares y rotacionales. Los estudios de viscosidad cinemática se efectúan a temperaturas controladas de 40 °C y 100 °C.

Los viscosímetros de tipo Ostwald – Fenske como el especificado en la figura con el número 3 se usan para líquidos transparentes y los viscosímetros de tipo Cannon – Fenske como el especificado en la figura con el número 1 se usan para líquidos opacos.



*Figura 12 Tipos de viscosímetros capilares*

### 1.5.2. Viscosímetros dinámicos a baja temperatura

Estos viscosímetros se usan en el mundo de la automoción siguiendo la normativa SAE J300: Clasificación de la viscosidad de aceites para motores [26], estos equipos funcionan por principios de rotación. Los equipos de este tipo cuentan con dos cilindros coaxiales, donde el cilindro interno es fijo y el cilindro externo gira con un par preestablecido, se produce un cizallamiento y el equipo determina la viscosidad dinámica. El par de torsión es proporcional a la resistencia viscosa sobre el eje sumergido, y a la viscosidad del fluido.

Existen múltiples equipos rotatorios que se usan en automoción alguno ejemplos son:

Cold Cranking Simulator o CCS: Consta de un motor que mueve un rotor cilíndrico aislado con un par de planos paralelos contra un cilindro frío que varía la temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $-35^{\circ}\text{C}$ . La muestra de aceite es cizallado a distintas velocidades periódicamente, simulando el cizallado al que será sometido dentro de un motor de combustión interna. Esto se realiza siguiendo el estándar ASTM D5293 [4]: Standard Test Method for Apparent Viscosity of Engine Oils and Base Stocks Between  $-10_{\text{C}}$  and  $-35_{\text{C}}$  Using Cold-Cranking Simulator.



*Figura 13 Viscosímetro rotatorio frio [27]*

- Mini-Rotary Viscometer o MRV: es un dispositivo para medir la viscosidad de los lubricantes para motores de combustión interna en temperaturas que van de  $-15^{\circ}\text{C}$  a  $-40^{\circ}\text{C}$ , y cumple los siguientes estándares:
- ASTM D4684 [28]: Standard Test Method for Determination of Yield Stress and Apparent Viscosity of Engine Oils at Low Temperature.
- ASTM D3829 [29]: Standard Test Method for Predicting the Borderline Pumping Temperature of Engine Oil.
- ASTM D6821 [30]: Standard Test Method for Low Temperature Viscosity of Drive Line Lubricants in a Constant Shear Stress Viscometer.
- ASTM D6896 [31]: Standard Test Method for Determination of Yield Stress and Apparent Viscosity of Used Engine Oils at Low Temperature.



*Figura 14 Mini viscosímetro rotatorio [32]*



### 1.5.3. Viscosidad dinámica HTHS (High Temperatura High Shear)

La viscosidad HTHS es un parámetro de gran importancia por la relación que tiene con el ahorro de combustible de un aceite de baja viscosidad. Existen diferentes tipos de métodos para cuantificar el parámetro de viscosidad dinámica de un fluido. Hay tres diferentes metodologías para calcular la viscosidad HTHS de un lubricante de motor.

#### - **Viscosímetro TBS (Tapered Bearing Simulator)**

Se usa para medir la viscosidad del aceite a 150°C y velocidad de cizallamiento de  $10^6 S^{-1}$ . El equipo tiene un motor de dos velocidades que transmite el mecanismo cónico que se encuentra instalado en el interior de un estator, el motor y el rotor suben y bajan por acción de una plataforma. El esfuerzo realizado en el movimiento con presencia de aceite es transferido a la celda de carga por el plato giratorio que está asentado sobre el rotor. El plato rotatorio tiene un brazo que forma una palanca en la que tiene montada una bola de contacto. El rotor gira a una velocidad de 50 a 60 revoluciones por segundo. Cuando el rotor en presencia de aceite tiene resistencia a girar, la fuerza de reacción presiona la bola contra el rodillo de la celda de carga que registra la resistencia creada por la viscosidad del aceite. Los resultados se obtienen cuando el rotor se encuentra con una resistencia viscosa de un aceite que ocupe el espacio entre el rotor y el estator. Para establecer la distancia entre rotor y estator se usan dos tipos de aceite uno para calibración y otro de referencia. La distancia es la correcta cuando la velocidad de cizallamiento es de  $10^6 S^{-1}$ . Por último, se emplea otro aceite para determinar la relación viscosidad/par de torsión en la temperatura de ensayo que son 150°C. Para aceites con viscosidades muy altas se usa un sistema de refrigeración de aire comprimido. En la imagen se puede observar un equipo HTHS TBS que cumple con el estándar ASTM D4683 [33]: Standard Test Method for Measuring Viscosity of New and Used Engine Oils at High Shear Rate and High Temperature by Tapered Bearing Simulator Viscometer at 150\_C.



*Figura 15 Viscosímetro HTHS TBS, de Tannas CO*

- **Viscosímetro TPV (Tapered Plug Viscometer)**

Se usa para medir viscosidades de aceites de motor de 100°C a 150°C con velocidad de cizallamiento de  $10^6 S^{-1}$ . el funcionamiento es similar al anterior, la base y el pilar principal son fijos y el cabezal del equipo es móvil y va montado sobre un deslizador de bola pre-cargado. El rotor tiene paletas estas crean una cuña hidrodinámica de aceite que auto centra el rotor. El rotor gira a una velocidad conocida y la viscosidad del lubricante se fija con las mediciones de la torsión de reacción.

Existen equipos del modelo BE/C que funcionan a una velocidad constante y equipos BS/C que cuentan con varias velocidades. En la muestra no deben existir partículas de tamaño mayor a 3 micras por lo que se debe tratar la muestra previa al ingreso en el equipo. El dispositivo debe cumplir el estándar ASTM D4741 [34]: Standard Test Method for Measuring Viscosity at High Temperature and High Shear Rate by Tapered-Plug Viscometer y se muestra en la siguiente imagen.



*Figura 16 Viscosímetro TPV, de Ravenfield Inc*

- **Viscosímetro capilar multicelda**

Su funcionamiento es similar a los viscosímetros capilares normales con la diferencia que se aplica presión externa que da una velocidad de cizallamiento en la pared del capilar. Para determinar la velocidad se aplica la siguiente ecuación y esta es independiente del fluido que se use en el capilar.

$$S_A = \frac{4V}{\pi * R^3 * t} \quad (2)$$

Dónde: V es el volumen en milímetros cúbicos del capilar, R su radio en milímetros y t el tiempo de flujo medido en segundos.

Se usan normalmente para medir la velocidad de flujo de un volumen fijo de aceite a través de un pequeño orificio. La temperatura de ser constante y debe constatar que el aceite alcanzo la temperatura de prueba que es de 150°C y el cizallado contra la pared debe ser de  $1.4 * 10^6 S^{-1}$ . El equipo necesita nitrógeno en estado gaseoso que es usado como gas de impulsión en presiones que van de 100 a 500 psi.

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de este tipo de viscosímetro que cumple el estándar ASTM D5481 [35]: Standard Test Method for Measuring Apparent Viscosity at High-Temperature and High-Shear Rate by Multicell Capillary Viscometer.



*Figura 17 Viscosímetro capilar HTHS, Cannon Instrument Co.*

#### 1.5.4. Valoración Potenciométrica y Termométrica.

El lubricante durante su vida útil sufre procesos químicos que ayudan a la creación de ácidos fuertes o débiles. Estos ácidos dependiendo de la concentración afectan la capacidad del lubricante de proteger las superficies, es por esto que se deben controlar y neutralizar [36]. Esta propiedad solo se puede cuantificar mediante una valoración ácido-base. Para realizar la valoración se usa una disolución de concentración conocida de un reactivo, en otro lugar se realiza una disolución en la que se agrega el reactivo de forma gradual hasta alcanzar un punto de equivalencia, que marca la concentración de la dilución desconocida.

Esto se usa para definir los números ácido y básico del aceite, establecidos en los siguientes estándares:

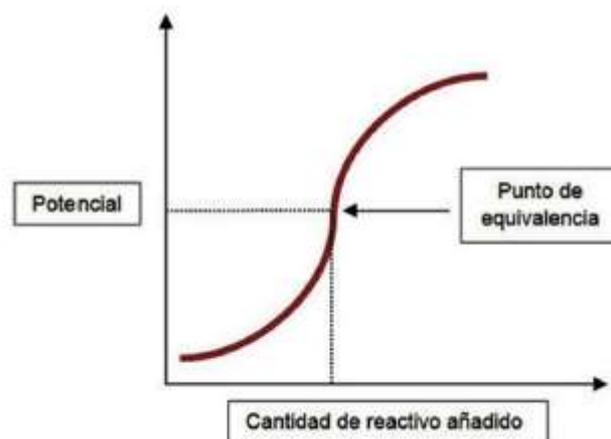
- ASTM D664 [37]: Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration.
- ASTM D974 [38]: Standard Test Method for Acid and Base Number by Color-Indicator Titration. 2 de enero de 2017
- ASTM D2896 [39]: Standard Test Method for Base Number of Petroleum Products by Potentiometric Perchloric Acid Titration.



- ASTM D3339 [40]: Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Semi-Micro Color Indicator Titration.
- ASTM D4739 [41]: Standard Test Method for Base Number Determination by Potentiometric Hydrochloric Acid Titration.
- ASTM D5984 [42]: Standard Test Method for Semi-Quantitative Field Test Method for Base Number in New and Used Lubricants by Color-Indicator Titration.

La técnica más usada es la potenciometría. Con la que se determina la concentración electro actica de una disolución. Para esto se emplea dos elementos por un lado un electrodo que tiene un potencial constante en el tiempo. Por el otro se usa electrodos de membrana para la capacitación de iones y medida de pH.

Para determinar el punto de equivalencia se utiliza un potenciómetro, el cual nos permite generar la curva de titulación potenciométrica de la reacción cuya gráfica resulta de la medición del pH del sistema contra el volumen de ácido o de base agregado en la titulación [43]. Esto lo demuestra la siguiente imagen en la que se observa el desarrollo teórico ideal.



**Figura 18** Valoración potencimétrica teórico ideal.

Si el ácido es fuerte se encuentra más cercano al punto de equilibrio del pH y si es un ácido débil se encuentra más lejano al punto de equilibrio del pH.

Existe incalculable cantidad de equipos automatizados para el desarrollo de estas mediciones un ejemplo es el Titrotherm 859 que se muestra en la siguiente imagen.



**Figura 19** Valorador termométrico Titrotherm 859

#### 1.5.5. Voltamperometría lineal de barrido

La voltamperimetría es la medición de intensidad de corriente en función del potencial aplicado sobre un analito, se obtiene en condiciones que ayudan a la polarización de un electrodo indicador. Las técnicas de voltamperometría en lubricantes deben cumplir los siguientes estándares:

- ASTM D7590 [44]: Standard Guide for Measurement of Remaining Primary Antioxidant Content In In-Service Industrial Lubricating Oils by Linear Sweep Voltammetry.
- ASTM D6971 [45]: Standard Test Method for Measurement of Hindered Phenoli and Aromatic Amine Antioxidant Content in Non-zinc Turbine Oils by Linear Sweep Voltammetry.
- ASTM D6810 [46]: Standard Test Method for Measurement of Hindered Phenolic Antioxidant Content in Non-Zinc Turbine Oils by Linear Sweep Voltammetry.

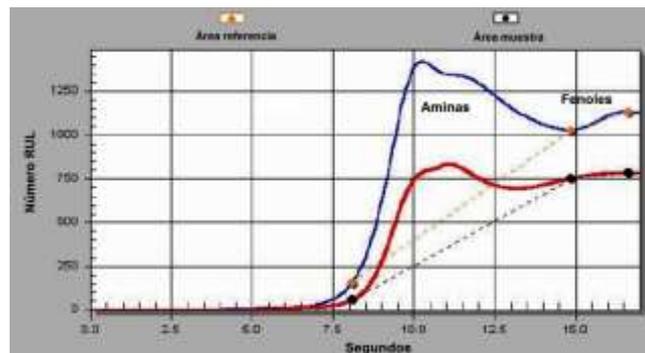
Esta técnica se usa para medir la concentración de antioxidantes en el lubricante aplicando una tensión de 0 a 1,7 V a velocidades de 0.1V/s para oxidarlos esto lo realiza equipos como el mostrado en la figura 20. El resultado que se obtiene es un voltamperograma, en el que muestra la relación entre el RUL Number y el tiempo. El RUL Number es adimensional y arbitrario, es igual a la intensidad necesaria en cada instante del ensayo, y esta intensidad es proporcional a la concentración presente de antioxidantes en el medio evaluado. El tiempo marca el tipo de aditivo que contiene el aceite. Cuanto menor sea el potencial de oxidación su oxidación se dará en un



periodo de tiempo menor y eso se demostrará en voltamperograma, un ejemplo de voltamperograma se observa en la figura 21.



*Figura 20 Equipo voltamperométrico*



*Figura 21 Voltamperograma*

### 1.5.6. Espectrometría ICP-OES (Plasma de Acoplamiento Inductivo- Espectrofotómetro de Emisión Óptico)

Para determinar la cantidad de metales en los lubricantes de motores diésel se pueden usar varios métodos de análisis. Estos métodos se basan en la medición de radiación por los átomos de una muestra [47], que se deben excitar previamente.

Las fuentes de energía utilizadas para la excitación son bastante variadas y se observa en la tabla 3.



Tabla 3 Espectrometría atómica

Fuente de excitación	Forma de liberación de energía	Técnica analítica
<b>Radiación electromagnética</b>	Calor o energía cinética	Espectrometría de absorción atómica (AAS)
	Radiación electromagnética	Espectrometría de fluorescencia atómica (AAS)
<b>Térmica (llama)</b>	Radiación electromagnética	Fotometría de llama
<b>Eléctrica</b>	Radiación	Electrodo de disco rotatorio (RDE-OES)
<b>Plasma</b>	Radiación electromagnética	ICP-AES
<b>Rayos X</b>	Radiación electromagnética	Fluorescencia de Rayos X

Existe otro método que usa como fuente de excitación una descarga eléctrica, esta descarga vaporiza la muestra. Estos equipos almacenan energía en un condensador que luego se descarga bruscamente sobre la muestra mediante un electrodo de grafito y un disco rotante [48], que se debe mantener a una distancia normalizada. El proceso crea plasma local, alcanza temperatura entre  $5000^{\circ}\text{C}$  y  $600^{\circ}\text{C}$ . Este arco eléctrico produce luz que es analizada por el sistema óptico.

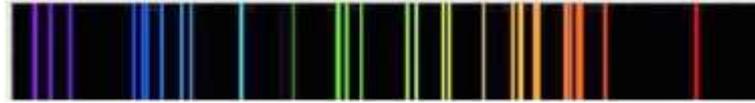
En el proceso se usa gran cantidad de energía para excitar la muestra, esto produce la disociación de compuestos químicos en sus elementos ionizados. Esto crea espectros característicos de los átomos que forman parte de la muestra y se constituyen por una línea fina y definida.

Esto presenta dos tipos de líneas de emisión por un lado líneas atómicas cuando se desprende un electrón de un átomo y por otras líneas iónicas que emite un catión luego de perder un electrón. Este método puede usarse con fines cualitativos y cuantitativos.

El trayecto del espectro de emisión de un determinado objeto corresponden a transiciones electrónicas de los varios niveles energéticos de sus átomo[47]. En la



siguiente figura se presenta un ejemplo de espectro de emisión que corresponde al aluminio.



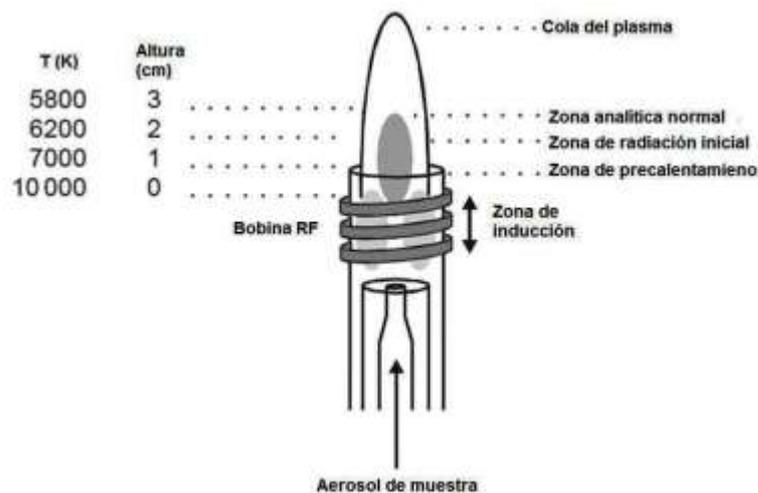
*Figura 22 Espectro de emisión de aluminio*

### **Espectrometría de emisión atómica con fuentes de plasma**

El plasma es una mezcla gaseosa que conduce electricidad en la que están contenidos cationes y electrones, en la que la carga es neutra. El equipo usa plasma de argón que es el usado para los análisis de emisión.

El plasma alcanza temperaturas muy elevadas oscilan entre 6000 K y 1000 K, esto aumenta la eficiencia en el proceso de vaporización, atomización, excitación y ionización de matrices.

En la imagen 23 se puede observar las diferentes zonas del plasma según las temperaturas.



*Figura 23 Rangos de temperatura en el plasma.*

Para la espectroscopia de argón se usan tres clases de fuentes: plasma de corriente continua, plasma acoplado inductivamente y plasma inducido por microondas. Para el análisis de aceites lubricantes se usa plasma acoplado inductivamente y cumpliendo el estándar ASTM D5185 [49]: Standard Test Method for Multielement

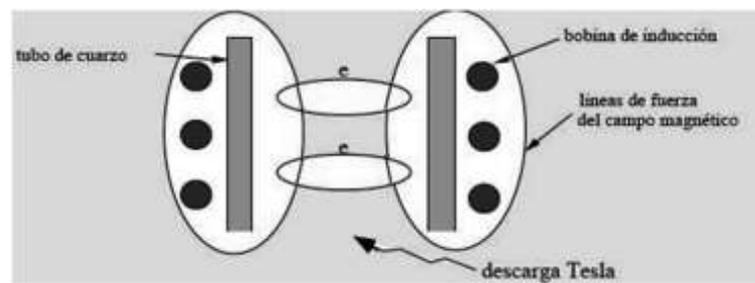


Determination of Used and Unused Lubricating Oils and Base Oils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES).

### **Plasma**

El plasma se genera en un proceso de excitación radio magnética del gas argón. El gas es transferido por tubería de cuarzo, que en su extremo superior consta de unos anillos de una bobina de inducción que es alimentada por radiofrecuencia que oscila entre 27 y 40MHz y tiene una potencia de 700 a 1500 W.

En la imagen 24 se puede observar esquemáticamente el flujo de corriente de elevada frecuencia en la bobina de inducción.



*Figura 24 Representación esquemática de la formación del plasma*

El aumento de temperatura se da por calentamiento óhmico, lo que da como resultado un gas altamente ionizado que alcanza temperaturas de hasta 10000 K.

### **Sistema de introducción de la muestra**

Para transportar la muestra hacia el tubo interior de la antorcha, se utiliza el sistema de introducción de muestras ya sea como vapor, gas, partículas sólidas o aerosol de partículas finas

Existen varios métodos de introducción de muestras como la generación de hidruros, la nebulización, ablación con láser y vaporización electrotérmica. Aun así, la nebulización es el método más empleado.

En los nebulizadores neumáticos, hay una iteración de la corriente gaseosa y líquida que va a alta velocidad generando el pulverizador, debido a que se transfiere parte de la energía cinética que posee. La viscosidad del disolvente empleado para la

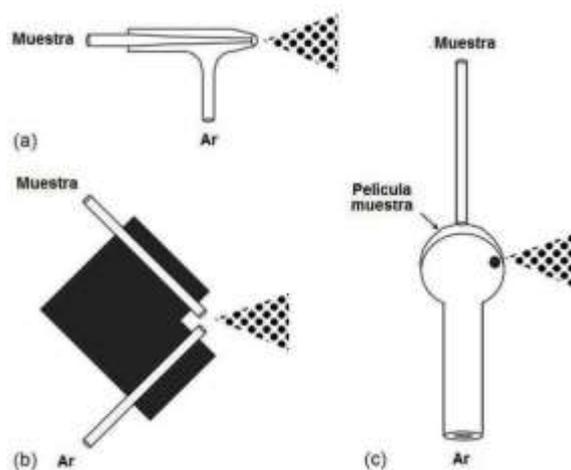


muestra tiene un efecto importante sobre la estructura que genera el aerosol. Mientras menor viscosidad, el tamaño de las gotas generadas serán menores.

Existen diferentes tipos de nebulizadores neumáticos, siendo tres los más empleados en ICP-OES: nebulizador concéntrico, Babington y de flujo cruzado.

- **Nebulizador concéntrico de vidrio:** Aplicaciones que son dotadas con poco flujo de gas. En la muestra se genera una rotura en finas partículas de aerosol cuando llegan al extremo del capilar, debido a que el gas posee una alta presión. La muestra se puede introducir sin necesidad de bobear externamente, debido al efecto Venturi que se produce.
- **Nebulizador de flujo cruzado:** En la muestra se rompe un chorro ascendente en el momento que es atravesado por un flujo horizontal de gas.
- **Nebulizador Babington:** El gas que es bombeado a alta presión sobre una esfera sale por un orificio de la misma. Al caer la muestra líquida se forma una película sobre la esfera y se nebuliza al encontrarse con el chorro de gas que se expulsa. Este mecanismo lo convierte en un nebulizador que tiene un riesgo menor de sufrir obstrucción, siendo de mayor utilidad para muestras con un elevado contenido en partículas.

Se observa en la Figura 25 los tres tipos de nebulizadores neumáticos.

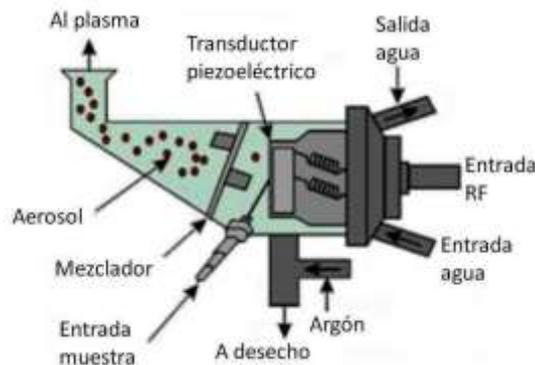


**Figura 25** *Nebulizadores neumáticos: (a) concéntrico; (b) flujo cruzado; (c) Babington.*

Los nebulizadores ultrasónicos producen un aerosol mucho más fino en comparación con los neumáticos, proporcionando mejores límites de detección para algunos



elementos, como halógenos, pero puede haber más interferencias y el transductor requiere de refrigeración porque gran porción de energía acústica es transformada en térmica [50]. La Figura 26 muestra el nebulizador antes mencionado.



*Figura 26 Ejemplo de nebulizador ultrasónico.*

Los nebulizadores poseen una amplia distribución de tamaños cuando producen aerosoles, necesitando dispositivos para homogeneizar el aerosol. Para evitar esto hay que ubicar una cámara de nebulizar entre la antorcha y el nebulizador permitiendo eliminar gotas grandes de aerosol, al disminuir los posibles pulsos que ocurran durante la nebulización. En función del diseño, hay varios tipos de cámara:

- **Cámara de nebulización paso simple:** Es el trayecto horizontal con aspecto cónica o cilíndrica mediante la cual pasa el aerosol. Las gotas de plasma que llegan a esta cámara son de un tamaño mayor que para otra cámara, se debe utilizar un micronebulizadores.
- **Cámara de nebulización de paso doble:** Compuesto por dos tubos concéntricos. El tubo interno está abierto, permitiendo separar los 2 flujos del aerosol los cuales van en sentido contrario, mientras que el tubo externo se encuentra cerrado en su parte final.
- **Cámara de nebulización ciclónica:** Se introduce el aerosol de forma tangencial adquiriendo en su interior una trayectoria circular descendente. Cuando llega el aerosol a la parte baja de la cámara, altera su movimiento iniciando otra espiral que es nueva y ascendente concéntrica diferente hasta que las gotas se van a la salida de conexión del inyector de la antorcha. Son conocidos como cámaras de doble dado que el trayecto se realiza dos veces.



Las diferentes cámaras especificadas se muestran en la Figura 27.



*Figura 27 Cámara de nebulización ciclónica (izq.), tipo concéntrica de paso doble (centro) y tipo concéntrica de paso simple (der.)*

### Antorcha

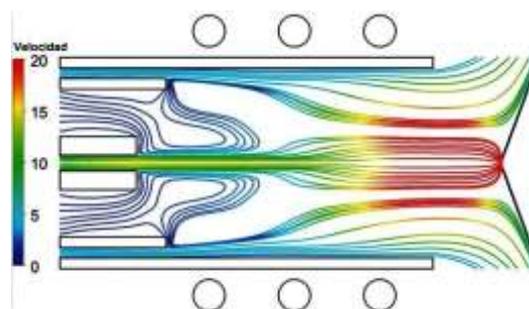
La antorcha o contenedor del plasma son habituales de cuarzo y está constituida por tres tubos concéntricos, como se muestra en la Figura 28: exterior, intermedio e interior. El diámetro del tubo exterior varía entre 9 y 27 mm.



*Figura 28 Antorcha de cuarzo para configuración radial.*

La muestra es transportada por el tubo interior, arrastrada por el gas portador (argón) a un flujo relativamente pequeño (0.5-1.5 l/min aprox.).

La temperatura que alcanzada el plasma es muy elevada, por lo que se necesita aislar térmicamente el plasma protegiendo del sobrecalentamiento y evitando rotura del tubo de cuarzo. Para ello se introduce argón tangencialmente por el tubo más externo con un flujo entre 10 y 15 l/min, estabilizando y centrando el plasma y a la vez enfriando las paredes internas del tubo de cuarzo externo [51]. Como ejemplo, la evolución de los flujos de argón a lo largo de la antorcha se ven en la Figura 29.

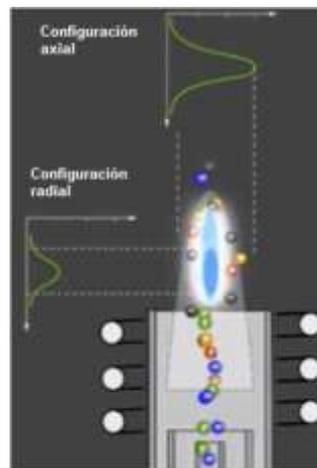




**Figura 29 Diagrama de los flujos en argón que circulan por la antorcha [52].**

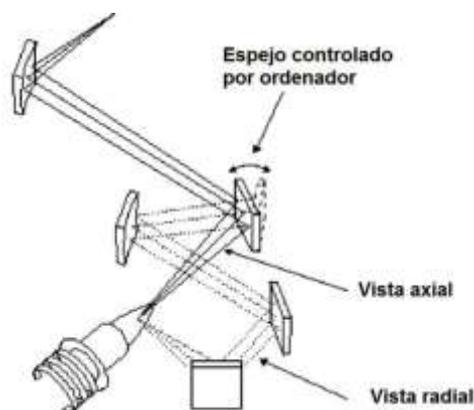
Se observa desde el lateral del plasma la zona de análisis y la vista radial es la configuración tradicional. Esta configuración limita el volumen de la zona normal de análisis y disminuye el efecto de posibles interferencias espectrales y de fondo.

Se observa desde la parte superior en la vista axial la zona de análisis, es decir, por la cola del plasma. Esta configuración conlleva una trayectoria más larga y mayor precisión, lo que mejora los límites inferiores de detección del equipo. En la Figura 30 se observa el esquema de los diferentes sistemas de medida en la emisión del plasma.



**Figura 30 Configuración radial y axial de la antorcha.**

Si las matrices de la muestra son muy complicadas con un rango de concentraciones de elementos bastante amplio, se podría utilizar la configuración dual view, que combina la vista radial y la axial, tal y como se ve en la Figura 31 [51].



**Figura 31 Configuración típica de una medida dual view.**

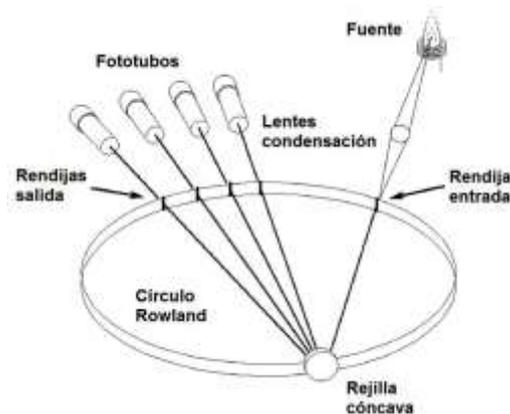


## Sistema óptico

El sistema óptico un equipo separa toda la radiación monocromática que lo compone la haz policromática que emiten los átomos excitados de la muestra. Contando con un dispositivo de dispersión que puede ser un monocromador o un policromador.

Para el análisis multielemental, si se emplean varias rendijas de salida y detectores en el mismo espectrofotómetro, el dispositivo se llama policromador. Las rendijas de salida del policromador está asociada por medio de una línea atómica de emisión logrando un análisis multielemental simultáneo.

El policromadores convencionales más conocido es el diseño de Paschen-Runge, que consiste en una rendija de entrada, varias de salida y una rejilla cóncava, todo situado en la periferia del círculo de Rowland, como se observa en la Figura 32.



*Figura 32 Policromador diseño de Paschen-Runge.*

El montaje de Echelle es otra configuración del sistema óptico. La rejilla del mismo nombre aleja las radiaciones policromáticas mediante distancia de onda produciendo varias órdenes de espectros que se superponen [47]. En la Figura 33, se puede observar un montaje con rejilla Echelle

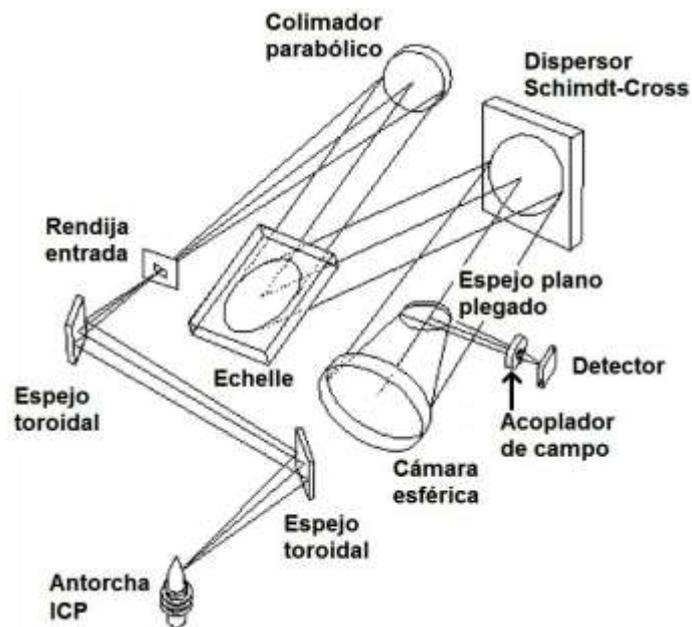


Figura 33 Montaje óptico tipo Echelle

Un monocromador utiliza normalmente sólo un detector y una rendija de salida. Son utilizados en el análisis monoelemental, cambiando de una línea de emisión a otra mediante un movimiento mecánico de la rejilla lo que modifica el ángulo de difracción, o vaivén el detector en los planos del monocromador, con rejillas que poseen posiciones fijas.

Los monocromadores convencionales más conocidos son los montajes de Ebert y Czerny-Turner, en la Figura 34. Se muestran ambos funcionan con una rendija de entrada y una gradilla plana, pero disponen de un espejo o dos respectivamente. Estos espejos actúan como colimadores enfocando la luz en una sola rendija de salida [51].

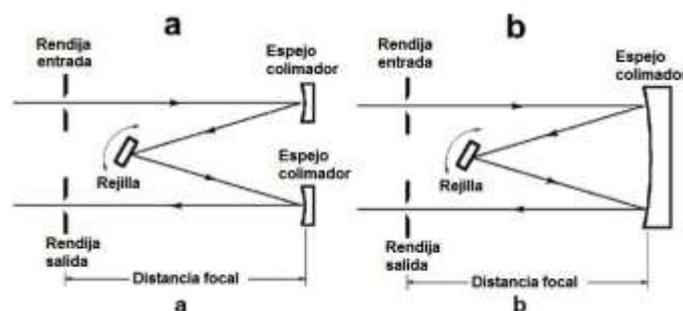


Figura 34 Montajes de monocromadores Czerny -Turner (a) y Ebert (b).



## Detectores

El detector agrupa las radiaciones dadas por la muestra, y transforma la señal óptica en impulsos eléctricos haciendo que las herramientas informáticas la cuantifiquen e identifiquen. Hay dos tipos de detectores:

- **Tubos fotomultiplicadores:** Posee dos electrodos sellados dentro de una cubierta de sílice. El cátodo tiene una gran área superficial con forma de medio cilindro hueco. Constituido con material fotoemisor como óxidos de metales alcalinos. El ánodo es un anillo o rejilla colector de electrones.
- **Detectores de estado sólido:** Son circuitos que contienen un número determinado de condensadores acoplados, y que presentan una elevada sensibilidad.

### 1.5.7. Espectrometría FT-IR

En la técnica de caracterización de aceites lubricantes, se puede aplicar la espectrometría de reflexión y absorción en la región del infrarrojo. Estas técnicas son importantes herramientas que ayudan a determinar las estructuras moleculares de especies bioquímicas y orgánicas [36].

El funcionamiento básico de un sistema de espectrometría es una fuente que irradia una muestra y un detector. Sin embargo, los equipos FT- IR actuales poseen un sistema óptico basado en un interferómetro de Michelson, como ve en la Figura 35.

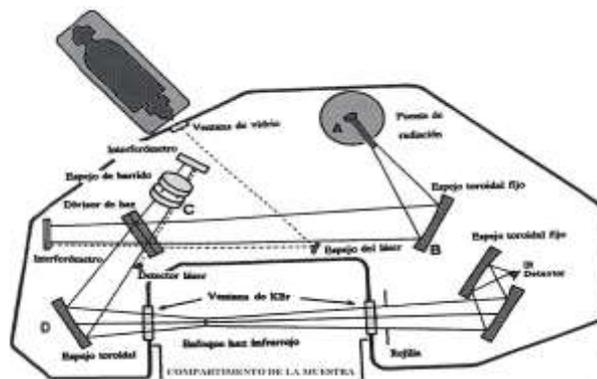


Figura 35 Esquema de un espectrómetro de FT-IR.

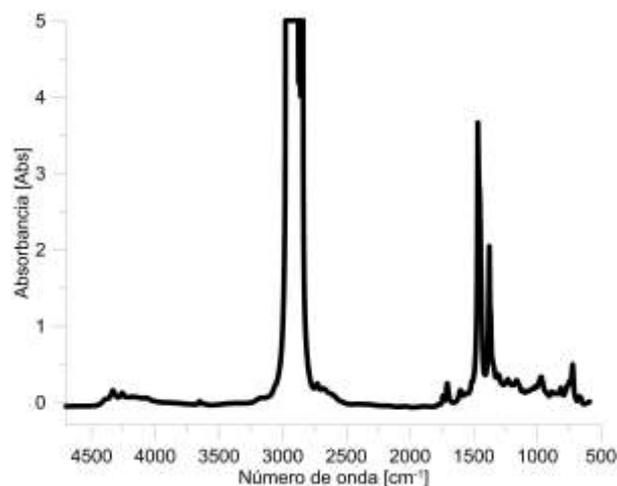
Por lo que la radiación que da en la muestra atraviesa el espejo semirreflejante, que divide el haz de luz en dos. Todos haces de luz se reflejan sobre otros 2 espejos, que



son móviles y fijos e interfiriendo en el viaje de vuelta y dicha interferencia recoge el detector. El resultado de la interposición de los dos haces de luz da la intensidad, medición como parte del desfase (s) referente al espejo móvil en traslado respecto la posición media. La gráfica que resulta (Intensidad vs. Desfase) se conoce como interferograma.

Para el desarrollo en serie del interferograma se emplea el proceso matemático de la transformada de Fourier, obteniendo las frecuencias elementales contenidas en el interferograma. De hecho, el interferograma agrupa la absorción total de la muestra establecida de cada una de las longitudes de onda por el efecto de disminuir la intensidad luminosa.

Para incrementar la permeabilidad de la radiación en espectroscopia IR se utiliza dos magnitudes diferentes. Como la transmitancia (T) y absorbancia (A). La absorbancia es el número intenso de luz infrarroja que succiona la muestra. Al incidir el haz de luz se introduce en un objeto translúcido, una porción de la luz absorbe el cuerpo y una parte de este haz lo atraviesa. Si absorbe una gran cantidad de luz posee una elevada absorbancia siendo menor la cantidad de luz transmitida por el mismo. Con respecto a la absorbancia está relacionada linealmente con la presencia y concentración de los elementos que pueden estar presentes en la muestra y por tanto puede utilizarse con fines de análisis cuantitativo, de acuerdo con la Ley de Beer. El espectro FT-IR en absorbancia para un aceite lubricante es el mostrado en la Figura 36.



**Figura 36** Ejemplo de un espectro FT-IR de un aceite lubricante.

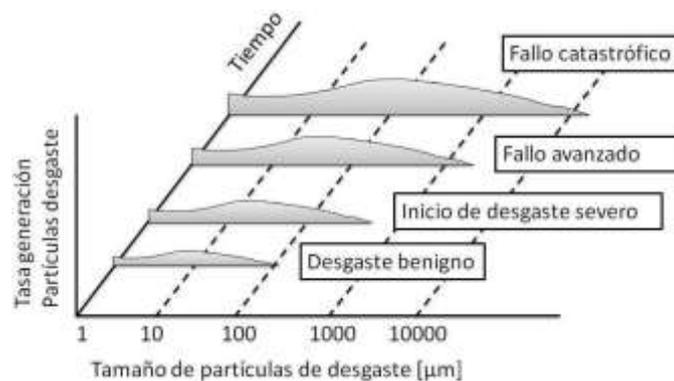


Al analizar el comportamiento lubricante en uso, el interés de esta técnica radica en realizar un análisis de tendencias a lo largo de la vida útil. Es decir, observar la aparición y presencia de compuestos característicos de algunos fenómenos de contaminación habituales y degradación en el uso en MCIA, para cuantificarlos y seguir su evolución.

Desde el campo militar durante la segunda mitad del siglo XX [53], se presenció que la técnica FT-IR dentro del campo del análisis de aceites poseía un gran potencial, debido a la facilidad de uso, a su rapidez de respuesta, coste de los ensayos y equipos, así como una gran información tanto a nivel cuantitativo como cualitativo, obteniendo un elevado conocimiento del estado químico del aceite y evaluar con gran precisión la degradación y contaminación a que puede estar expuesto el MCIA.

#### 1.6. Análisis del desgaste en MCIA mediante sensores en línea

El parámetro con más interés es la presencia de partículas metálicas provenientes del sistema lubricado, al relacionar el estado del sistema lubricado con la distribución de partículas presentes en el lubricante [54][55][56]. El paso del tiempo provoca la aparición de diferentes tamaños de partículas y concentración de éstas, por lo que se podría definir la ocurrencia de desgaste en una multiplicadora, como se ve en la Figura 37.



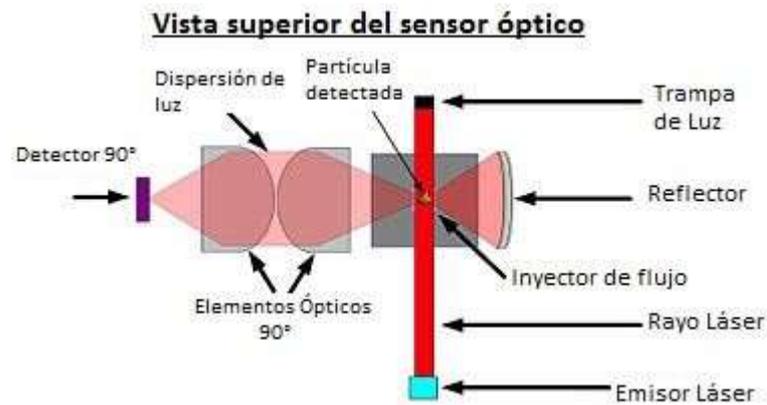
**Figura 37** *Distribución de partículas asociadas a diferentes estados de desgaste en una multiplicadora de aerogenerador [57].*

##### 1.6.1. Tecnologías de monitorizado on-line del desgaste en lubricantes

Existen gran variedad de técnicas de sensorización para detectar partículas presentes en el lubricante [58], a continuación, se nombran algunas de ellas.

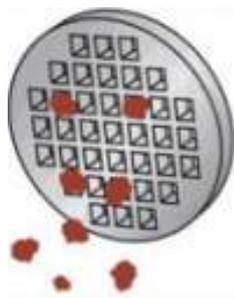


- **Constante dieléctrica:** Es la tasa de densidad de flujo eléctrico producido en un material sobre el valor en el espacio libre proporcionado por la misma intensidad de campo eléctrico. Esta técnica es capaz de detectar cuando ha ocurrido un cambio en el lubricante. Las características del lubricante que afectan a la constante dieléctrica son tanto procesos degradativos, de contaminación, como de presencia de partículas de desgaste.
- **Flujo magnético:** Por medio de un campo magnético fijo se puede encontrar la concentración de partículas. La presencia de partículas hace modificar el campo, y la variación la detecta el sensor. Por medio de un algoritmo, el cambio del flujo es convertido en la concentración de partículas ferromagnéticas.
- **Sensores de inducción:** Modificando el flujo magnético se crea el fenómeno físico de la inducción magnética. Por lo que si aparecen perturbaciones en forma de partículas entran en el campo magnético. Habitualmente, para crear un campo magnético coloca una bobina de inducción alrededor de un tubo o recipiente para hacer pasar el fluido. Es posible diferenciar entre partículas de origen ferroso y no ferroso, así como eliminar las señales de burbujas de aire, mediante el uso de circuitos electrónicos.
- **Contadores ópticos:** El contador de bloqueo de luz blanca cuenta con un rayo de luz perpendicular al fluido, que hace pasar las partículas a través de la celda de detección crenado una sombra detrás del fluido. De esta forma se produce una caída de voltaje o energía, que es proporcional al tamaño de sombra y, por tanto, de partícula. Otro tipo de contador es el de dispersión de luz en donde la difusión de luz es prácticamente nula hasta que no pase una partícula por el haz. Cuando el haz golpea la partícula, la luz se dispersa y llega al fotodetector. Produciendo un cambio de voltaje, asociado a las dimensiones de la partícula. Haciendo que este tipo de contador sea más exacto que el primero. Sin embargo, hay que tener en cuenta que este tipo de sensores pueden dar datos erróneos cuando hay en el sistema burbujas de aire y gotas de agua[58][59]. En la Figura 55, se observa el principio de funcionamiento básico de un sensor óptico, para el conteo de partículas.



*Figura 38 Principio óptico para el conteo de las partículas [60]*

- **Contadores por bloqueo de poro:** Emplean una malla fina por la cual se acumulan partículas en la malla Figura 39. Estos contadores de partículas se basan en un diseño de flujo constante o de presión constante. Los instrumentos de flujo constante miden la caída de presión a través de la malla mientras mantienen el flujo constante[61]. Cuentan con la ventaja medir solo partículas sólidas, al no verse afectados por la existencia de aire o agua en el fluido. El problema que presenta este tipo de contadores es que dependen de la exactitud del algoritmo utilizado, y estiman la distribución de partículas de manera aproximada [58][59].



*Figura 39 Rejilla contador bloqueo de poros [61]*



## *Capítulo 2*

---

# Adquisición De Las Muestras

---

En el presente capítulo se dará a conocer los materiales utilizados para la obtención de las muestras, además del desarrollo de un protocolo de muestreo con el fin de evitar la contaminación de las mismas por agentes externos. Se detallan también sus condiciones de almacenamiento.

## 2.1. ELABORACIÓN DE UN PROTOCOLO DE MUESTREO PARA LA RECOLECCIÓN DE ACEITE USADO

Se debe establecer una secuencia de pasos para realizar la toma de muestras con el propósito de preservarla, evitando así la contaminación por agua, silicio, partículas metálicas entre otras, contribuyendo con un diagnóstico idóneo en la gestión de la flota de autobuses Lancomtri S.A.

### 2.1.1. Protocola de muestreo

Una muestra de lubricante debe ser tomada mientras la máquina se encuentra en operación, con los elementos mostrados en la Figura 40 los cuales garantizarán una correcta toma de aceite, impidiendo la contaminación por agentes externos. Con respecto a la toma del lubricante usado, el muestreo bomba de vacío y manguera (Figura 41), es una opción simple y de bajo costo para la obtención y posterior análisis de aceite, además es el más utilizado en motores diésel pues estos no se encuentran equipados con válvulas para una toma directa de la muestra. En este proceso se deben reducir los riesgos de contaminación y en cada toma hay que utilizar una nueva sonda debido a que se pueden quedar depósitos de partículas y aditivos, alterando así la siguiente muestra [63].



*Figura 40 Materiales para la toma de la muestra de aceite* [62]



*Figura 41 Muestra con Bomba de vacío* [63]

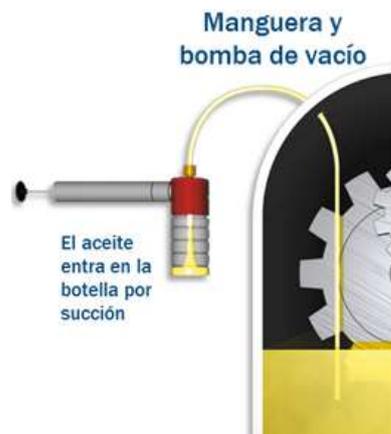
### 2.1.2. Punto de toma de la muestra de aceite

La elección de la zona correcta de donde se debe obtener la muestra es sumamente importante, pues si se toma de distintas partes, es probable que el diagnóstico no muestre la condición exacta del lubricante. El lugar de extracción del aceite tiene que ver con el tipo de lubricación que posee el equipo rotativo del cual se va a tomar el lubricante, en particular se consideran los sistemas más comunes de lubricación como el de salpicadura, el de circulación y por presión de lubricante que es el caso de sistemas hidráulicos.

Los motores diésel poseen un sistema en el cual el lubricante es extraído y descargado a los conductos de lubricación con la ayuda de una bomba de engranes, o de movimiento positivo. El sistema de lubricación lo conforma un cárter integrado, por una bomba de movimiento positivo, un enfriador de aceite, un filtro, instrumentos de medición de presión, tuberías que circulan y retornan de aceite.



En este caso particular la ubicación para la obtención de aceite en los motores diésel es el compartimiento donde se encuentra la varilla que mide el nivel del aceite, por este orificio se ingresará una sonda la cual extraerá el aceite en un envase de plástico mediante una bomba de vacío (Figura 42), es un método muy común debido a que el lubricante se encuentra trabajando y arrastrando las impurezas que se generan dentro del motor [63].



*Figura 42 Representación de la Toma de muestra [63]*

Como primer paso se debe identificar el lugar de donde se va a obtener la muestra de aceite, asegurándose de que esta zona este limpia, caso contrario hay que limpiar con un paño que no desprenda pelusas ni hilachas.

### 2.1.3. Recipiente de almacenaje

Para extraer el aceite se debe utilizar un recipiente plástico transparente que cuente con una tapa hermética. Hecho de polietileno de alta densidad, el cual es resistente a golpes, temperatura y humedad. Figura 43.



*Figura 43 Frasco de plástico*



Cuando las pruebas del análisis de lubricante incluyen el conteo de partículas, es importante considerar la limpieza del envase de recolección para evitar distorsión de los resultados de laboratorio.

En términos generales, mientras más limpio se espera que se encuentre el fluido a muestrear, más limpio tiene que estar el recipiente para evitar que las partículas que se encuentran dentro del envase nuevo puedan influir en el resultado.

Los recipientes se clasifican de acuerdo con el estándar ISO 3722 [64], en tres categorías de limpieza:

- **Ultra-limpia:** Menos de 1 partícula mayor a 10  $\mu\text{m}$ /ml de fluido.
- **Súper-limpia:** Menos de 10 partículas mayores a 10  $\mu\text{m}$ /ml de fluido.
- **Limpia:** Menos de 100 partículas mayores a 10  $\mu\text{m}$ /ml de fluido [62].



*Figura 44 Importancia de la limpieza de la botella de muestra Fuente [62]*

#### 2.1.4. Método para aislamiento del ambiente

Algunas de las pruebas del análisis de lubricante pueden verse afectadas por los contaminantes del ambiente que se introducen en los elementos usados durante el proceso de recolección. Entre estas pruebas podemos considerar el conteo de partículas, ferrografía de metales y contaminación por agua. En situaciones en las que existe una considerable cantidad de partículas o una elevada humedad en el ambiente al momento de extraer el lubricante, debe asegurarse que esta



contaminación no ingrese al recipiente que se va a usar para la recolección del aceite. Algunos ejemplos de estas condiciones se encuentran en la industria de la construcción, en la obtención de metales primarios, en la minería, en fundición, en operaciones al aire libre y en puertos de extracción cercanos al piso.

Cuando las condiciones de contaminación del ambiente son extremas o cuando los niveles de limpieza del fluido son muy altos (fluidos muy limpios), es necesario aplicar el “método de muestreo limpio”, en el cual el envase de muestra se coloca en el interior de la bolsa plástica hermética del tipo “resellable o Ziplock” (Figura 45) y la muestra se extrae sin abrir la bolsa. De esta manera no se expone el fluido o el envase a la atmósfera contaminada del ambiente [65].



*Figura 45 Muestra de aceite sellada del ambiente*

#### 2.1.5. Identificación de la muestra de aceite

El recipiente donde se va albergar el lubricante usado debe poseer una etiqueta de identificación. Un ejemplo de etiquetado se muestra en la figura 46, la cual recoge la siguiente información:

- Compañía.
- N° de la unidad del bus.
- Marca del aceite.
- Zona de extracción.
- Volumen de aceite.
- Fecha.
- Grado del aceite usado.
- Horas/km de trabajo del aceite y el bus.



- Observaciones importantes del proceso de muestreo y del bus.

Identificación De la Muestra	
Compañía	
Número de la unidad	
Placa	
Marca Y Modelo	
Zona de Extracción	
Volumen de Aceite	
Tipo de Combustible	
Fecha De Muestreo	
Horas/Km	
Marca del Aceite	
Grado	
Observaciones	

*Figura 46 Etiquetado de la muestra. Fuente [Autores]*

## 2.2. ESTANDARIZACIÓN DE MUESTREO

A continuación, se presenta una secuencia “paso a paso” para obtener una muestra de aceite limpia y representativa:

1. Preparar una bolsa de cierre hermético (tipo zip-lock), que se ajuste al tamaño del recipiente. Figura 47.



*Figura 47 Prepara la bolsa de cierre hermético [Autores]*

2. Seleccionar el envase que se va usar para recolectar la muestra (Figura 48), previamente debe estar limpio y seco.



**Figura 48** *Seleccionar envase limpio para recolección de muestra [Autores]*

3. Introducir el envase en la bolsa hermética, figura 49.



**Figura 49** *Introducir el envase dentro de la bolsa hermética [Autores]*

4. Colocar el recipiente la etiqueta de identificación con los datos del vehículo (Figura50), del que se realizó la extracción.

Identificación De la Muestra	
Compañía	Lancomtri S.A
Número de la unidad	55
Placa	AAU-0402
Marca Y Modelo	Mercedes Benz
Zona de Extracción	Varilla de medición del aceite
Volumen de Aceite	200 ml
Tipo de Combustible	Diésel
Fecha De Muestreo	28/8/2018
Horas/Km	N/D
Marca del Aceite	Gulf
Grado	15W40
Observaciones	N/D

**Figura 50** *Colocar datos de identificación en la muestra [Autores]*



5. Sin abrir la bolsa (Figura 51), colocar el orificio del envase contra un extremo de la pared de la bolsa de plástico y enroscar en la bomba, (colocar teflón en la rosca para un mejor sellado).



*Figura 51 Ajustar en envase en la bomba de extracción [Autores]*

6. Retirar la varilla de nivel del aceite motor. Figura 52.



*Figura 52 Retirar la varilla de medición del aceite de motor [Autores]*

7. Medir el largo de la varilla de nivel de aceite, como se observa en la figura 53.



*Figura 53 Medir el largo de la varilla [Autores]*



8. Cortar un tramo de manguera 6 cm mayor a la longitud de la varilla de nivel para la extracción (Figura 54).



*Figura 54 Manguera usada para la extracción de aceite [Autores]*

9. Insertar la manguera de muestreo en la botella perforando la bolsa (Figura 55) y apretar la tuerca de sujeción de la manguera.



*Figura 55 Introducir manguera de muestreo [Autores]*

10. Introducir la manguera por completo por el tubo donde se ubica la varilla de medición del aceite motor hasta el cárter, Figura 56.



*Figura 56 Insertar la manguera por el tubo de la varilla [Autores]*



11. Accionar la bomba (Figura 57) y llenar el envase hasta el nivel deseado. (preferentemente lleno para evitar oxidación).



*Figura 57 Extracción de aceite desde el cárter [Autores]*

12. Retirar el envase de la bomba, manteniéndola en posición vertical para que no se derrame el aceite y sin sacarla de la bolsa de plástico, colocar la tapa.
13. Extraer la manguera de muestreo de la bomba y desecharla.
14. Colocar la bomba de vacío nuevamente en la bolsa de plástico hermética.

#### 2.2.1. Almacenamiento de muestras de aceite

Para un correcto diagnóstico se debe tener un cuidado especial con el almacenamiento de las muestras. El almacenamiento es de vital importancia para impedir la oxidación de la muestra por contacto con oxígeno de la atmosfera causando así un deterioro, cambios químicos por variación brusca de temperatura, cambios por reacciones fotoquímicas al exponer las muestras a la luz solar, cambios biológicos al permitir el crecimiento de bacterias en la muestra, es por ello que se deben tener algunas consideraciones:

- Mantener las muestras en un lugar oscuro a una temperatura de entre 18 y 21 °C, de esta manera se mantiene todas las características.
- Las muestras de aceite no tienen caducidad alguna.

Si no se tiene en cuenta las recomendaciones de almacenamiento el aceite podría alterarse y esto causaría un diagnóstico erróneo lo que conlleva a soluciones erróneas de problemas que no se están desarrollando en el interior del motor del vehículo o flota de vehículos.



## Análisis De Resultados

En el presente capítulo se analizan los resultados de las muestras de aceite usado, partiendo de la obtención de los valores de cada uno de los parámetros del aceite base a una temperatura de hasta 100°C. Además, se establecen los límites de variación que puede tener el aceite usado, con respecto al aceite nuevo.

### 3.1. DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE VARIACIÓN EN LOS DISTINTOS PARÁMETROS DEL ACEITE

Según Noria, empresa especializada en análisis de aceite en motores de encendido por compresión, recomienda cambiar el aceite cuando la viscosidad supere la zona límite comprendida en un rango superior de ascenso en 15% y en descenso 8% con respecto a la viscosidad del aceite base [66].

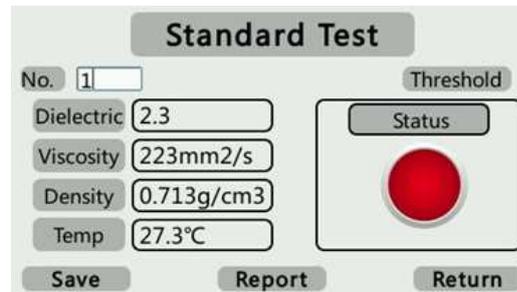
Según varias fuentes bibliográficas establecen que la constante dieléctrica puede tener una variación máxima de  $\pm 0,1 @ 100^\circ$  [5], con referencia al aceite nuevo. También hacen hincapié en que las principales causas para que la constante dieléctrica se vea afectada en un incremento o descenso se da comúnmente por la contaminación de agua y de combustible respectivamente.

Estudios previos [67] determinan que el análisis de la densidad en cuanto a su medida proporciona escasa información debido a que la variación vendría dada por el paquete aditivo que lo compone, por la degradación en cuanto a su uso y por la entrada de contaminantes sólidos que podrían ocasionar el incremento, o contaminantes líquidos (combustible) que pueden ocasionar una disminución de la densidad.



### 3.1.1. Valores normales y máximos de variación

Con la ayuda del analizador rápido de aceite (Figura 47), se puede encontrar las variaciones en cada uno de los parámetros del aceite usado, al someter la muestra a una temperatura que varía desde los 40 °C hasta los 100°C.



*Figura 58 Interfaz analizador rápido de aceite*

En la tabla 4. Se muestra los parámetros normales del lubricante nuevo que es utilizado por la empresa de transporte Lancomtri S.A, también se observa la variación máxima que debe tener el aceite usado según experiencias de estudios ya realizados [66] [5] [67]. Dichos valores se toman de referencia para realizar el diagnóstico de la flota de autobuses y determinar si es posible, alargar o acortar los periodos de cambio.

*Tabla 4 Límites de variación de los distintos parámetros. Fuente [Autores]*

Descripción	Aceite Base @100 °C	Variación Máxima @ 100 °C
<b>Viscosidad</b>	13,8 cSt	Precaución +8% & -4% Limite +15% & -8%
<b>Densidad</b>	0,768 g/ml	N/d
<b>Constante Dieléctrica</b>	2.58	+/- 0,1 es decir 3,88%

## 3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 3.2.1. Análisis rápido de aceite

Los datos obtenidos de cada una de las muestras recolectadas son comparados con las del aceite base de forma gráfica, aquí se determinan los porcentajes de variación de cada parámetro para diagnosticar las condiciones en la que se encuentra el lubricante. A continuación, se muestran de forma aleatoria los resultados de 6 unidades de la empresa Lancomtri. El detalle del análisis de cada una de las unidades se presenta en el Anexo B.



Tabla 5 Análisis de resultados unidad 5

Análisis Unidad 5	
Características de la unidad	Marca: ISUZU
	Placa: AAT-291
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,45 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica sobrepasa los límites máximos de variación. Por lo que se deduce que el aceite, puede estar contaminado por combustible.</p>	
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 9,7 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 30%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad excede el máximo de variación. Se deduce que su descenso se da por la degradación acelerada de sus aditivos, y por la contaminación de combustible.</p>	
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,818 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 6,5%  <b>Diagnóstico</b>            Se deduce que el ascenso de la densidad se da por contaminación de sólidos, presencia de partículas metálicas de desgaste y por la oxidación del aceite.</p>	



Tabla 6 Análisis de resultados unidad 9

Análisis Unidad 9	
Características de la unidad	Marca: ISUZU
	Placa: AAW-024
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,51 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 2,7 %  <b>Diagnóstico</b>                      La variación de la constante dieléctrica se mantiene dentro de una zona tolerable. Se deduce que la disminución se da por la degradación normal del aceite.</p>	<p>Estado de aceite unidad #9</p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,4 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 4%  <b>Diagnóstico</b>                      La viscosidad se encuentra en la zona de precaución. Por lo que se deduce que el aceite de esta unidad tiene una degradación normal.</p>	<p>Estado de aceite unidad #9</p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,806 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>                      El incremento de la densidad del lubricante se da comúnmente por la existencia de partículas metálicas, por la contaminación de sólidos o por la oxidación del aceite.</p>	<p>Estado de aceite unidad #9</p>



Tabla 7 Análisis de resultados unidad 18

Análisis Unidad 18																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: AAU-935																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,46 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica sobrepasa los límites aceptables. Por lo que se deduce que está disminución se da por la contaminación de combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #18</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant vs Temperature</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.46</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.55</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.52</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.50</td><td>2.52</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.48</td><td>2.54</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.46</td><td>2.56</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.46</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.46	50	2.55	2.48	60	2.52	2.50	70	2.50	2.52	80	2.48	2.54	90	2.46	2.56	100	2.46	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.46																							
50	2.55	2.48																							
60	2.52	2.50																							
70	2.50	2.52																							
80	2.48	2.54																							
90	2.46	2.56																							
100	2.46	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,6 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 1%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad se mantiene dentro de los límites máximos de variación. Se deduce que la disminución se da por la degradación normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #18</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity vs Temperature</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>85</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>60</td><td>60</td></tr> <tr><td>60</td><td>45</td><td>45</td></tr> <tr><td>70</td><td>35</td><td>35</td></tr> <tr><td>80</td><td>25</td><td>25</td></tr> <tr><td>90</td><td>18</td><td>18</td></tr> <tr><td>100</td><td>13.6</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	85	85	50	60	60	60	45	45	70	35	35	80	25	25	90	18	18	100	13.6	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	85	85																							
50	60	60																							
60	45	45																							
70	35	35																							
80	25	25																							
90	18	18																							
100	13.6	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,807 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            El aumento de la densidad se puede deber a que se encuentra contaminado por sílice, partículas metálicas de desgaste o por la oxidación del lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #18</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density vs Temperature</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.768</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.780</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.790</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.800</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.805</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.807</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.807</td><td>0.768</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.768	0.768	50	0.780	0.768	60	0.790	0.768	70	0.800	0.768	80	0.805	0.768	90	0.807	0.768	100	0.807	0.768
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.768	0.768																							
50	0.780	0.768																							
60	0.790	0.768																							
70	0.800	0.768																							
80	0.805	0.768																							
90	0.807	0.768																							
100	0.807	0.768																							



Tabla 8 Análisis de resultados unidad 39

Análisis Unidad #39																									
Características de la unidad	Marca: ISUZU																								
	Placa: AAU-348																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,73 @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,81%  <b>Diagnóstico</b>            En el análisis de la constante dieléctrica se determina que existe contaminación presumiblemente por combustible que ha cambiado las características químicas del aceite y también una fuerte oxidación.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #39</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.75</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.75</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.75</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.75</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.75</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.75</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.73</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.75	2.45	50	2.75	2.45	60	2.75	2.45	70	2.75	2.45	80	2.75	2.45	90	2.75	2.45	100	2.73	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.75	2.45																							
50	2.75	2.45																							
60	2.75	2.45																							
70	2.75	2.45																							
80	2.75	2.45																							
90	2.75	2.45																							
100	2.73	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 10 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 27,53%  <b>Diagnóstico</b>            Los resultados obtenidos del análisis de la viscosidad del aceite muestran una disminución muy marcada, esto nos lleva a concluir que el motor está mezclando combustible en el lubricante lo que disminuye la viscosidad del aceite de motor.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #39</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>55</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>38</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>25</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>18</td><td>28</td></tr> <tr><td>80</td><td>12</td><td>20</td></tr> <tr><td>90</td><td>8</td><td>15</td></tr> <tr><td>100</td><td>10</td><td>15</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	55	85	50	38	55	60	25	40	70	18	28	80	12	20	90	8	15	100	10	15
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	55	85																							
50	38	55																							
60	25	40																							
70	18	28																							
80	12	20																							
90	8	15																							
100	10	15																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,823 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 7,16%  <b>Diagnóstico</b>            La densidad nos muestra que existe un aumento de esta característica lo que significa que existe contaminación por fluidos que han provocado un aumento en la oxidación del aceite lo que conlleva a un aumento de esfuerzo para bombear el líquido en todo el rango de temperaturas.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #39</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.82</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.82</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.82</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.82</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.82</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.82</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.823</td><td>0.78</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.82	0.78	50	0.82	0.78	60	0.82	0.78	70	0.82	0.78	80	0.82	0.78	90	0.82	0.78	100	0.823	0.78
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.82	0.78																							
50	0.82	0.78																							
60	0.82	0.78																							
70	0.82	0.78																							
80	0.82	0.78																							
90	0.82	0.78																							
100	0.823	0.78																							



Tabla 9 Análisis de resultados unidad 41

Análisis Unidad #41	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAU-407
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,47 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 4,26%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio de la constante dieléctrica nos arrojó resultados de variación en decrecimiento, lo que encaja al vehículo en el grupo de unidades en condiciones normales y se supone una disminución por oxidación normal debido al uso del lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #41</b></p> <p>— Const. Dieléctrica aceite usado  — Const. Dieléctrica aceite base</p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,6 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,79%  <b>Diagnóstico:</b> La viscosidad de esta unidad se establece que existe un aumento respecto al valor normal de un aceite fresco con lo que la unidad encaja en el grupo de vehículos que se encuentran en condiciones de precaución.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #41</b></p> <p>— Viscosidad aceite usado (mm²/s)  — Viscosidad aceite base (mm²/s)</p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,805 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 4,81%  <b>Diagnóstico:</b> Los resultados obtenidos del análisis de densidad nos muestran una variación baja, lo que nos da indicios de una ligera contaminación del aceite con restos de partículas metálicas y hollín.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #41</b></p> <p>— Densidad aceite usado (g/cm³)  — Densidad aceite base (g/cm³)</p>



Tabla 10 Análisis de resultados unidad 57

Análisis Unidad #57	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAU-937
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,56 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 0,77%  <b>Diagnóstico:</b> Los ensayos realizados a la constante dieléctrica de la unidad nos muestran que existe una disminución por degradación del aceite y sobrepasa levemente los valores límites y encaja al vehículo en condiciones de precaución para este parámetro.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #57</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,9 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 0,72%  <b>Diagnóstico:</b> Los resultados que se obtuvieron en el análisis de la viscosidad nos indican que el motor de este vehículo se encuentra en perfecto estado de funcionamiento y se engloba en el grupo de vehículos en condiciones normales.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #57</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,809 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,33%  <b>Diagnóstico:</b> Los análisis de la densidad nos muestran valores aceptables de cambios respecto al aceite base ya que presenta niveles bajos de contaminación por partículas metálicas y también presenta niveles bajos de oxidación.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #57</b></p>



### 3.2.2. Conteo De partículas

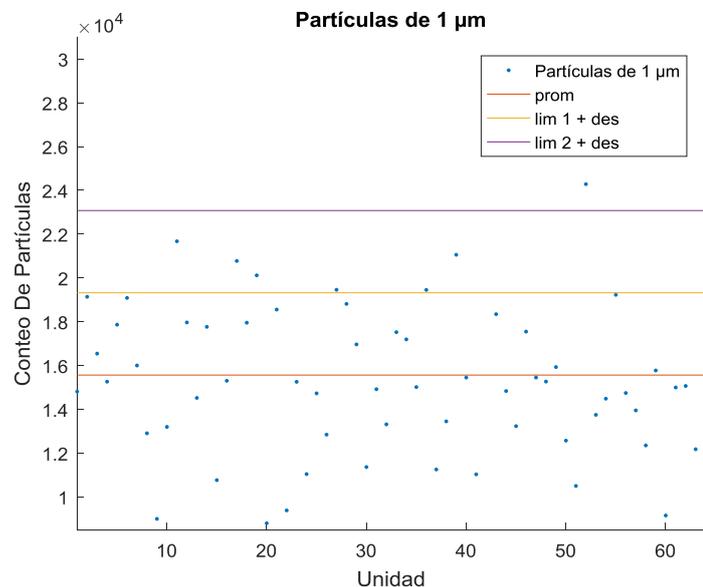
Para el análisis de resultados del conteo de partículas sólidas se realizó la técnica de límites estadísticos los cuales se basan en desviaciones de los promedios de todas las unidades bajo condiciones normalizadas. Esto se aplica únicamente para medir el nivel de desgaste metálico, se obtiene el valor promedio y la desviación estándar para establecer los topes de rangos.

Para vehículos que se encuentran en condiciones normales el valor máximo debe ser la media de la población más una desviación estándar.

Las condiciones anormales o alarma de precaución se dan cuando el valor de partículas está por encima de la media más una desviación estándar, pero por debajo de la media más dos desviaciones estándar.

El último caso se da cuando se obtienen valores superiores a la media más dos desviaciones estándar y se lo considera una alarma crítica.

#### - **Análisis de partículas de 1 $\mu\text{m}$**



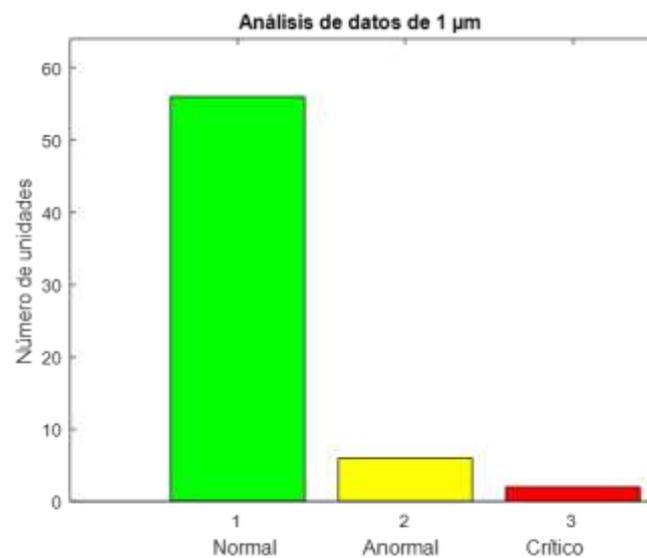
**Figura 59** *Dispersión de partículas de 1  $\mu\text{m}$*

En la figura 60 se puede observar que el 3,12% de los vehículos posee una condición crítica y se requiere tomar acciones inmediatas, pues sobrepasa el límite establecido para el conteo de partículas de 1  $\mu\text{m}$ . El 9,36% de los vehículos presentan una



condición anormal, en la que se debe tomar especial atención al 50% de las unidades que comprenden este grupo están próximos a los valores en los que tendrán condición crítica, debido a que podría aumentar el conteo de partículas en futuros análisis, si no se realizan acciones para mantener o disminuir la cantidad de partículas. El 87,36% presentan condiciones normales, un 7,7% de las unidades que se encuentran en condiciones normales están próximas a pasar a condiciones anormales.

La posible causa de este alto contenido de partículas es el excesivo deterioro de los filtros de aire, y una fuerte oxidación del aceite lubricante.

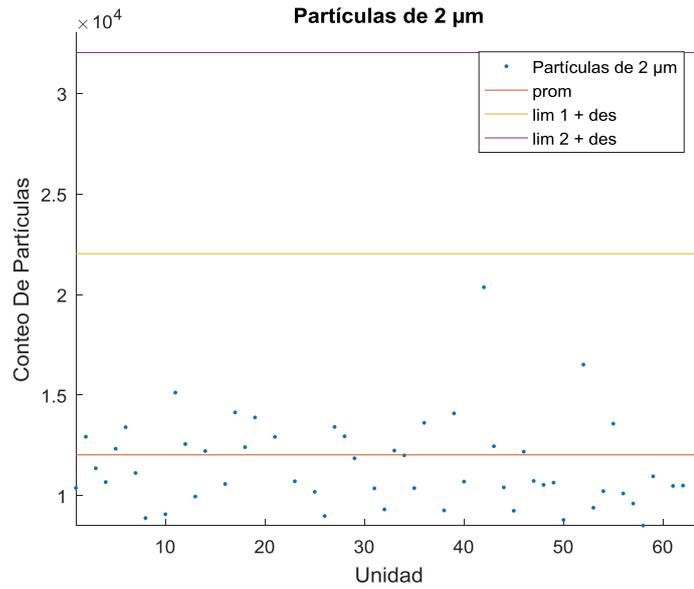


*Figura 60 Diagrama de barras conteo de partículas de 1 μm*

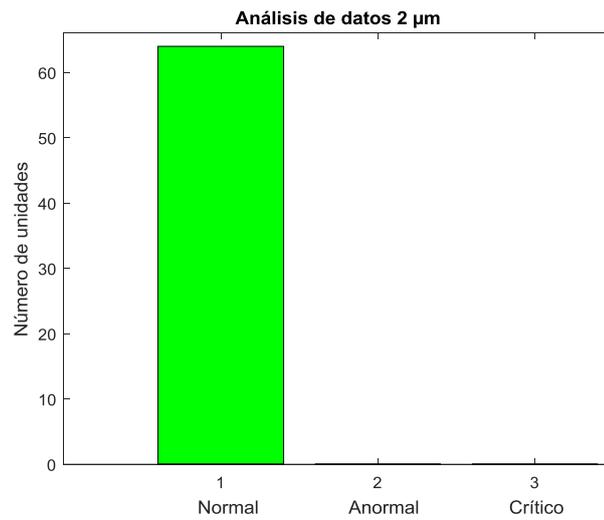
**- Análisis de partículas de 2 μm**

En el conteo de partículas de hasta 2 μm se determinó que no existe vehículos en condiciones críticas. Figura 61.

El 100% de unidades se ubican dentro de niveles en donde se encuentran condiciones normales de desgaste, y solo un 4,68% muestra tendencia a condiciones anormales de desgaste, como es observa en la figura 62.



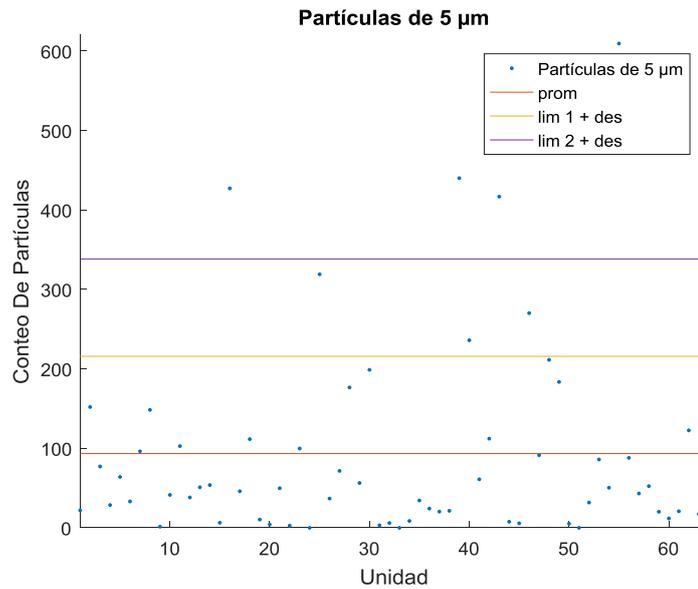
**Figura 61** *Dispersión de partículas de 2 µm*



**Figura 62** *Diagrama de barras conteo de partículas de 2 µm*

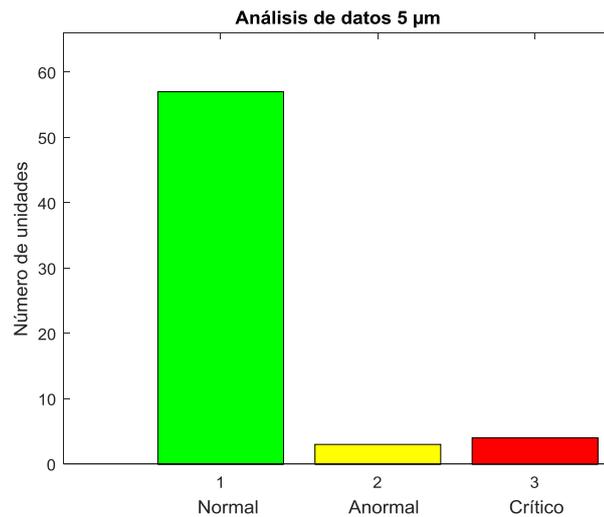
**- Análisis de partículas de 5 µm**

En la figura 63 se puede observar la dispersión de partículas de 5 µm aplicada la desviación estándar.



**Figura 63** *Dispersión de partículas de 5 µm*

Como se muestra en la figura 64, el 6,24% de las unidades presentan condiciones críticas. Por otro lado 4.68% de los automotores se encuentran dentro de los vehículos en condiciones anormales y de este porcentaje el 3,33% están muy próximo para alcanzar el nivel de condiciones críticas. Y por último el 88,92 de las unidades se mantiene en un rango de condiciones normales, pero existe un 10,52 % de estas unidades que están próximas a llegar al nivel de condiciones anormales.

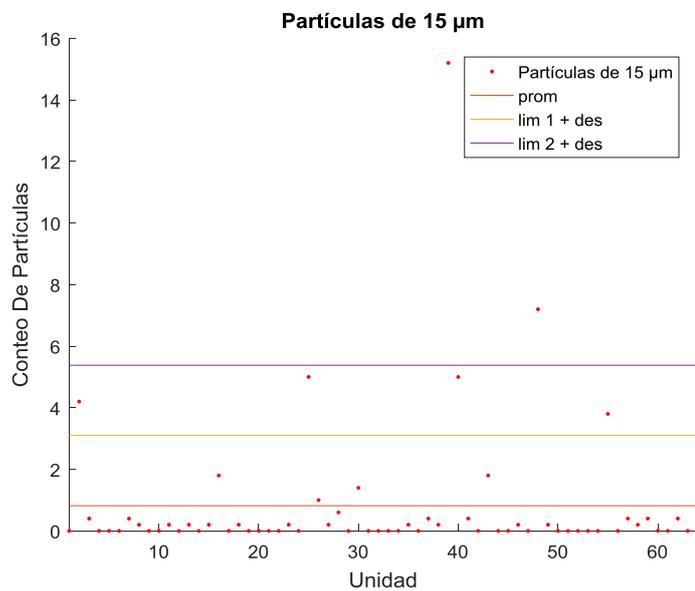


**Figura 64** *Diagrama de barras conteo de partículas de 5 µm*

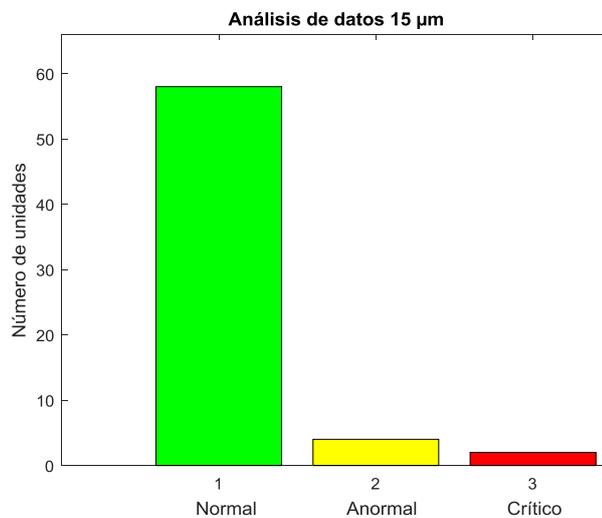


- **Análisis de partículas de 15 µm**

Como se muestra en la figura 66 del análisis de partículas de 15 µm, existe un 3.12% del total de unidades que presentan condiciones críticas. Un 6,24% del total de unidades se encuentran en la zona de condiciones anormales y de estas unidades un 50% se encuentran muy próximas a cumplir valores con los que pasarían al grupo de condiciones críticas. El 90,4 % de las unidades se presentan en un estado de condiciones normales y solo el 3,44% de las unidades presentan cierta cercanía con la zona de condiciones anormales.



**Figura 65** *Dispersión de partículas de 15 µm*



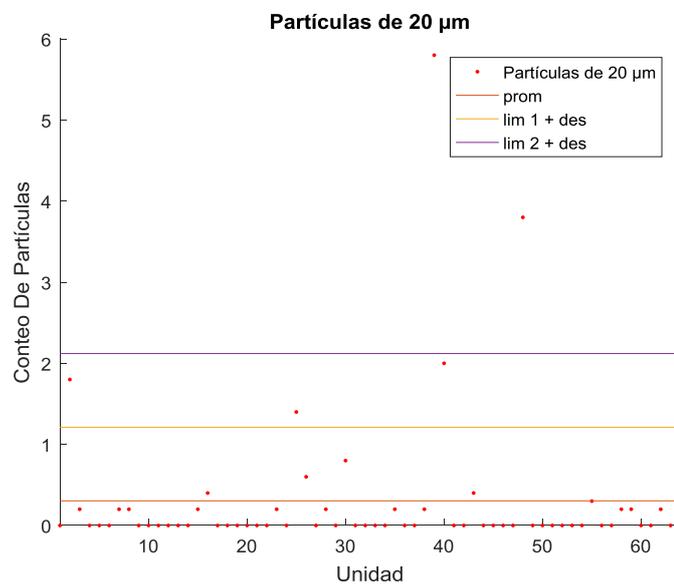
**Figura 66** *Diagrama de barras conteo de partículas de 15 µm*



Un tema importante a tener en cuenta con las partículas de hasta 15  $\mu\text{m}$  es que estas partículas tienen tamaños similares a las películas de lubricación por lo que son partículas que pueden causar muchísimo daño a las piezas móviles del motor. La principal recomendación que se puede dar al personal encargado del mantenimiento de la flota de autobuses es el uso de filtros de mayor calidad y mayor duración.

- **Análisis de partículas de 20  $\mu\text{m}$**

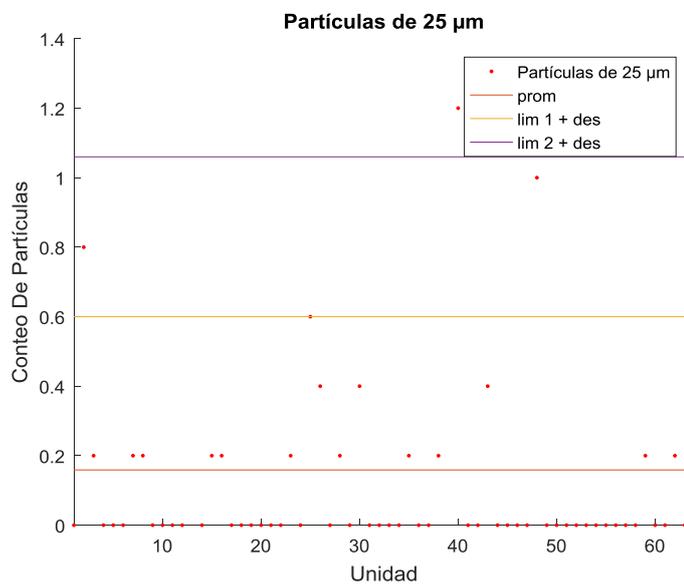
El análisis de partículas de tamaño 20  $\mu\text{m}$  nos arrojó los siguientes resultados con respecto a la dispersión de datos como se ve en la figura 67:





En la figura 68 se puede observar que el 3,12% de las unidades tiene condiciones críticas con valores muy por encima del límite. Un 4,68% de las unidades tiene valores que los encajan en los parámetros de condiciones anormales, de estas unidades el 66,6% obtuvo valores próximos a ubicarse en condiciones críticas. Las unidades que comprenden el 92,04% se encuentran en condiciones normales y de estas unidades solamente el 3,38 presentan valores relativamente altos, pero que aún se mantienen lejos de los valores que encajan en condiciones anormales.

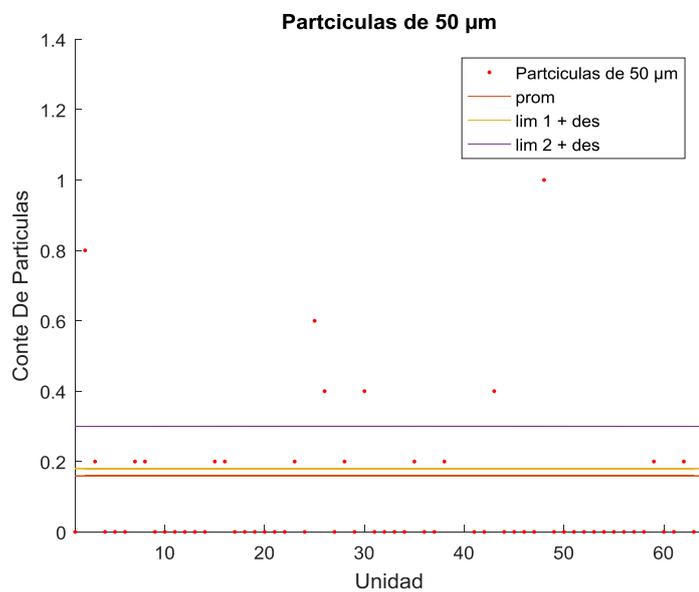
- **Análisis de partículas de 25  $\mu\text{m}$**





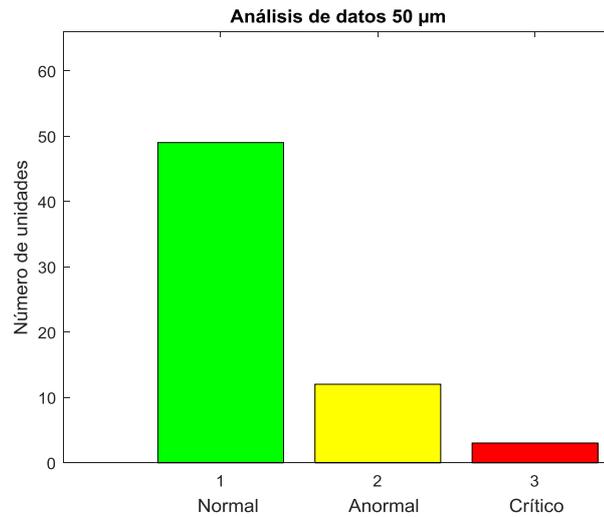
En la figura 69 se observa la dispersión de partículas con tamaño de 25  $\mu\text{m}$ . La representación porcentual del mismo se observa en la figura 70, en la cual se obtuvo que el 1,53% de unidades cumplen las condiciones críticas. Por otro lado, existe un 6,12% de unidades que cuentan con las condiciones anormales, de este porcentaje el 75% tienen valores elevados que se aproximan a cumplir condiciones críticas. El 88,74% de unidades cumplen con las condiciones normales y no se presentan unidades cercanas a cumplir condiciones anormales.

- **Análisis de partículas de 50  $\mu\text{m}$**



**Figura 71** *Dispersión de partículas de 50  $\mu\text{m}$*

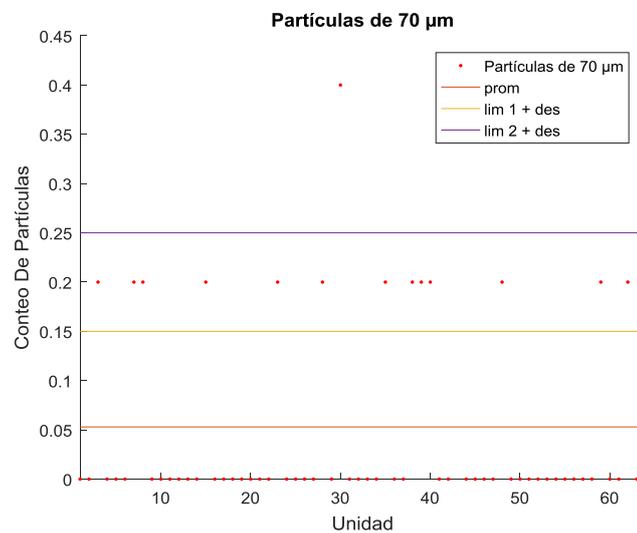
En las imágenes tanto en la 71 como 72, se observa que el 4,685% de los vehículos de la empresa se encuentra en condiciones críticas. El 18,75% de las unidades cumplen el nivel de condiciones anormales, el 100% de estas unidades presentan condiciones favorables y alejadas de los límites de condiciones críticas. Las unidades que comprenden el 76,56% de la flota se encuentran dentro de los límites de condiciones normales con niveles muy bajo de partículas de 50  $\mu\text{m}$ .



**Figura 72 Diagrama de barras conteo de partículas de 50 µm**

**- Análisis de partículas de 70 µm**

El análisis de partículas de 70 µm se pueden observar en la figura 73 con la dispersión de datos mientras en la figura 74 se presenta el porcentaje de partículas las cuales se interpretan de la siguiente manera:

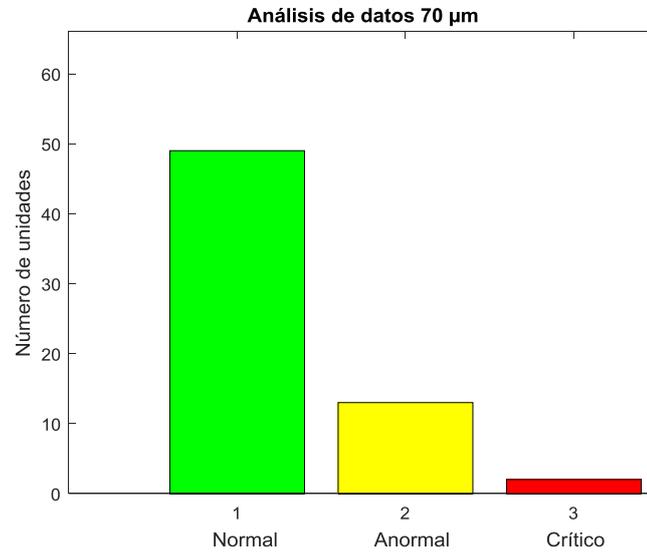


**Figura 73 Dispersión de partículas de 70 µm**

El 4,59% de las unidades tienen problemas críticos y superan por amplio margen el límite. En el límite de condiciones anormales se encuentran el 18,36% y el 100% de estas unidades se mantienen en un rango neutro en donde no se encuentran próximas al nivel de condiciones críticas ni al nivel de condiciones normales. Por último, el



74,97 % de las unidades cumplen las condiciones normales, y mantienen un nivel mínimo de partículas de tamaño de 70  $\mu\text{m}$ .



*Figura 74 Diagrama de barras conteo de partículas de 70  $\mu\text{m}$*



## Conclusiones y Recomendaciones

Tabla 11 Estado de los parámetros de la flota de autobuses

Parámetro medido	Estado		
	Normal	Precaución	Crítico
Const. dieléctrica	15,62%	25%	59,37%
Viscosidad	62,5%	23,43%	14,07%

En la tabla 11 se observan los resultados obtenidos del análisis de la constante dieléctrica y la viscosidad con los datos obtenidos se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- El 15,62% de las unidades presentan una constante dieléctrica dentro de rango permisible esto quiere decir que las unidades que forman parte de este porcentaje no presentan problemas de contaminación ni excesiva oxidación del lubricante.
- El 25% de unidades se encuentran en condiciones de precaución esto quiere decir que presentan valores superiores a los permisibles tanto en contaminación como en oxidación, esto muy probablemente se dé por entrada de partículas que no pasaron por el sistema de filtros en el sistema de alimentación o por contaminación por líquido refrigerante que llegó a mezclarse con el lubricante.
- En el parámetro de condiciones críticas se encuentran el 59,37% de unidades, estos vehículos presentan altos niveles de contaminación y oxidación del lubricante y pueden tener problemas en el corto plazo si no se realiza un



seguimiento a la variación de esta característica. Los análisis para el seguimiento se deben realizar no solo al momento de cambiar el lubricante sino en periodos más cortos para determinar la forma en la que se degrada el lubricante y encontrar el problema de raíz que causa la notable variación de la constante dieléctrica.

- En los resultados de la viscosidad se determinó que existe un 62,5% de unidades que mantienen valores normales de variación de viscosidad, y esto conlleva a concluir que este porcentaje de vehículos cuentan con buena lubricación de las piezas móviles y además cuentan con buena refrigeración ya que el aceite también transfiere calor.
- El 23,43% de las unidades se encuentran en condiciones de precaución, esto quiere decir que tienen un problema de agotamiento de aditivos, lo que conlleva a variaciones un poco elevadas, esto puede ser producto de exceso de temperatura en las cámaras de combustión o en el turbo, lo que conlleva a al agotamiento de los aditivos que ayudan a estabilizar la viscosidad a temperatura de trabajo.
- Las unidades que se encuentran en condiciones críticas son el 14,07% estas unidades superan con amplio margen los límites permisibles, es por esto que encajan en el grupo de vehículos que necesitan atención urgente, y así prevenir problemas que ocasionen paradas indefinidas y de altos costos para la empresa.



## Recomendaciones

---

Se recomienda realizar un análisis metalográfico para determinar el tipo de metal del que están compuestas las partículas que se encuentran en el lubricante, de esta manera se podrá suponer el lugar o lugares de donde proviene el metal y determinar la causa del desprendimiento de las partículas.

Se recomienda el cambio de filtros actuales por filtros de mayor gama tanto en filtro de aire como en filtro de aceite por unos que puedan realizar la retención de partículas menores a 10  $\mu\text{m}$  con el fin de evitar el desgaste ya que estas partículas son las que más daño causan al motor debido a que la película de lubricación es de tamaño similar y al tener estas partículas ocupan el lugar de dicha película acelerando el desgaste de las piezas móviles.

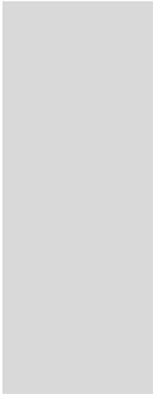
Se debe revisar las toberas de admisión desde que pasa por el depurador hasta la entrada al turbo en busca de perforaciones o grietas por donde pueda ingresar aire sin filtrar que puede llegar a las cámaras de combustión lo que provoca un aumento de contaminación del aceite y daños en las paredes de los cilindros.

Se debe realizar mantenimiento preventivo a los diferentes sistemas que componen el motor, teniendo especial énfasis en el sistema de alimentación de combustible debido al alto riesgo de contaminación que representa para la lubricación del motor, pues si existiera dilución por combustible el aceite disminuirá su capacidad de lubricar por la degradación de los aditivos provocando una disminución en la vida útil del motor. Es por ello que el sistema de lubricación debe ser revisado periódicamente, en cuanto al



estado de los elementos que lo componen, nivel y presión de lubricante. Con esto se puede asegurar que el vehículo se encuentra en buen estado.

Por parte de los conductores evitar lavar los buses mientras se está desarrollando el mantenimiento de las unidades, pues en este proceso el aceite nuevo puede contaminarse con agua contribuyendo así con el deterioro del lubricante.



## Desarrollos Futuros

---

- Para el desarrollo de proyectos futuros se sugiere dar un seguimiento periódico del aceite usado, con el fin de establecer intervalos exactos en el cambio del lubricante.
- Es importante desarrollar un protocolo de muestreo específico para la extracción de muestras en los diferentes sistemas de lubricación tanto en motores (diésel, gasolina) como en máquinas que posean componentes hidráulicos.
- Protocolo o impacto del almacenamiento de las muestras del aceite (oxidación)
- Estudio sobre la influencia de la calidad y estado del filtro de aire en la contaminación del aceite por partículas sólidas.
- Análisis ferrográfico para determinar con exactitud el tipo de metal y la posible ubicación de donde proviene las partículas metálicas.



## Bibliografía

- [1] J. L. R. Escudero Secundino, Jesús González, *Motores*. Madrid, 2009.
- [2] Maria Zolano Padilla, “El motor diesel | Taringa!,” 2014. [Online]. Available: [https://www.taringa.net/+autos\\_motos/el-motor-diesel\\_12o4n0](https://www.taringa.net/+autos_motos/el-motor-diesel_12o4n0). [Accessed: 15-Oct-2018].
- [3] W. H. Crouse and W. H. Crouse, *Mecánica del automóvil*. Marcombo, 1983.
- [4] Armando Alvarado Chaves, *Maquinaria Y Mecanización Agrícola - Google Libros*. 2004.
- [5] B. T. Martinez, *Diagnóstico de motores diesel mediante el análisis del aceite usado*. Reverté, 2005.
- [6] R. Bosch, *Manual de la técnica del automóvil*. R. Bosch, 2005.
- [7] Napoleón Murillo García, “Tractores Y Maquinaria Agrícola - Google Books,” *Universidad Estatal San José De Costa Rica*, 1987. [Online]. Available: [https://books.google.com.ec/books?id=x9ASH-e4g9sC&pg=PA58&dq=sistemas+de+lubricacion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjfqs\\_msofeAhUo1lkKHUYnBmAQ6AEIOjAD#v=onepage&q=sistemas de lubricacion&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=x9ASH-e4g9sC&pg=PA58&dq=sistemas+de+lubricacion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjfqs_msofeAhUo1lkKHUYnBmAQ6AEIOjAD#v=onepage&q=sistemas de lubricacion&f=false). [Accessed: 15-Oct-2018].
- [8] A. Picabea Zubía and J. Ortega Oliva, *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. Arán, 2010.
- [9] D. 1981- González Calleja, *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares*. Paraninfo, 2015.
- [10] Manuela Rivas Sánchez, *Mantenimiento de sistemas de refrigeración y lubricación de los motores térmicos - Google Books*, 6th ed. 2017.
- [11] Widman International SRL, “La Relación entre Viscosidad y Lubricación Hidrodinámica,” *10 de Julio*, 2018. [Online]. Available: <https://www.widman.biz/Seleccion/hidrodinamica.html>. [Accessed: 15-Oct-2018].
- [12] Richard Widman y Omar Linares O., “Los Efectos de Lubricación Elastohidrodinámica en la Fricción y la Selección de la Viscosidad,” 2018. [Online]. Available: <https://widman.biz/boletines/45.html>. [Accessed: 21-Sep-2018].



- [13] " Diseño *et al.*, "ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción Previo a la obtención del Título de: INGENIERO MECÁNICO."
- [14] Roberto García, "Teoría de Lubricantes (Tribología) - Ingeniero Marino," 2015. [Online]. Available: <https://ingenieromarino.com/lubricantes-tribologia/>. [Accessed: 15-Oct-2018].
- [15] R. Santiago, B. Becerra, and P. C. López, "UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO S E N T A N."
- [16] F. A. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería., F. M. Toro-Botero, and J. M. Vélez-Restrepo, *Ingeniería, investigación y tecnología.*, vol. 13, no. 3. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.
- [17] SAE International, "J300: Engine Oil Viscosity Classification." [Online]. Available: [https://www.sae.org/standards/content/j300\\_200901/](https://www.sae.org/standards/content/j300_200901/). [Accessed: 15-Oct-2018].
- [18] Instituto Americano del Petróleo, "El aceite para motor es Importante ¿Qué tipo de aceite es el adecuado para usted?," 2012.
- [19] D. González Calleja, *Motores: transporte y mantenimiento de vehículos, electromecánica de vehículos*. Paraninfo, 2011.
- [20] and J. M. M. L. Luis Navarro Elola, Ana Clara Pastor Tejedor, *Gestión integral de mantenimiento*. 1997.
- [21] F. Saldivia, "Aplicación De Mantenimiento Predictivo. Caso Estudio: Análisis De Aceite Usado En Un Motor De Combustión Interna," 2013.
- [22] F. M. M. Pérez, "DIAGNÓSTICO A TRAVÉS DEL ACEITE A MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA."
- [23] J. A. Álvarez Flórez, I. Callejón Agramunt, and S. Forns Farrús, *Motores alternativos de combustión interna.* .
- [24] Widman International SRL, "Análisis: Desgaste en el aceite," 2018. [Online]. Available: <https://www.widman.biz/Analisis/desgaste.html>. [Accessed: 21-Sep-2018].
- [25] Lublearn by Noria Latin America, "Análisis de elementos," 2014. [Online]. Available: <http://noria.mx/lublearn/analisis-de-elementos/>. [Accessed: 15-Oct-2018].
- [26] | Widman International SRL, "SAE J300," 2018, 2015. [Online]. Available: <https://www.widman.biz/English/Tables/J300.html>. [Accessed: 18-Oct-2018].
- [27] LabPlant, "CCS-2100 / CCS-2100LT, Cold Cranking Simulator." [Online]. Available: <https://labplant-zematra.com/joomla/index.php/108-viscosity/2195/ccs-2100-ccs-2100lt-cold-cranking-simulator>. [Accessed: 18-Oct-2018].
- [28] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D4684, "Standard Test Method for Determination of Yield Stress and Apparent Viscosity of Engine Oils at Low



- Temperature,” West Conshohocken, 2014.
- [29] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D3829, “Standard Test Method for Predicting the Borderline Pumping Temperature of Engine Oil,” West Conshohocken, 2014.
- [30] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D6821, “Standard Test Method for Low Temperature Viscosity of Drive Line Lubricants in a Constant Shear Stress Viscometer,” West Conshohocken, 2014.
- [31] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D6896, “Standard Test Method for Determination of Yield Stress and Apparent Viscosity of Used Engine Oils at Low Temperature,” West Conshohocken, 2014.
- [32] “High Temperature High Shear Viscometer High Temperature High Shear Viscometer [G-109-HTHS Series II].” [Online]. Available: [http://www.hoskin.ca/catalog/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=1358&zenid=v43aeanse2ui2me4u63l0bqoq6](http://www.hoskin.ca/catalog/index.php?main_page=product_info&products_id=1358&zenid=v43aeanse2ui2me4u63l0bqoq6). [Accessed: 18-Oct-2018].
- [33] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D4683, “Standard Test Method for Measuring Viscosity at High Shear Rate and High Temperature by Tapered Bearing Simulator,” West Conshohocken, 2014.
- [34] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D4741, “Standard Test Method for Measuring Viscosity at High Temperature and High Shear Rate by Tapered-Plug Viscometer,” West Conshohocken, 2014.
- [35] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D5481, “Standard Test Method for Measuring Apparent Viscosity at High-Temperature and High-Shear Rate by Multicell Capillary Viscometer,” West Conshohocken.
- [36] B. Tormos, P. Olmeda, Y. Gomez, and D. Galar, “Monitoring and analysing oil condition to generate maintenance savings: A case study in a CNG engine powered urban transport fleet,” *Insight*, vol. 55, pp. 84–87, 2013.
- [37] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D664, “Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration,” West Conshohocken, 2014.
- [38] A. I. A. D974, “Standard Test Method for Acid and Base Number by Color-Indicator Titration,” West Conshohocken, 2014.
- [39] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D2896, “Standard Test Method for Base Number of Petroleum Products by Potentiometric Perchloric Acid Titration,” West Conshohocken, 2014.
- [40] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D3339, “Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Semi-Micro Color Indicator Titration,” West Conshohocken, 2014.
- [41] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D4739, “Standard Test Method for Base Number Determination by Potentiometric Hydrochloric Acid Titration,” West Conshohocken, 2014.
- [42] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D5984, “Standard Test Method for



- SemiQuantitative Field Test Method for Base Number in New and Used Lubricants by Color-Indicator Titration,” West Conshohocken, 2014.
- [43] J. B. y B. J. M. UMLAND, *Química General*, 3era Edici. Mexico: International Thomson, 2000.
- [44] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D7590, “Standard Guide for Measurement of Remaining Primary Antioxidant Content In In-Service Industrial Lubricating Oils by Linear Sweep Voltammetry,” West Conshohocken, 2014.
- [45] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D6971, “Standard Test Method for Measurement of Hindered Phenolic and Aromatic Amine Antioxidant Content in Non-zinc Turbine Oils by Linear Sweep Voltammetry,” West Conshohocken, 2014.
- [46] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D6810, “Standard Test Method for Measurement of Hindered Phenolic Antioxidant Content in Non-Zinc Turbine Oils by Linear Sweep Voltammetry,” West Conshohocken, 2014.
- [47] H. XIANDENG and T. J. BRADLEY, “Inductively Coupled Plasma/Optical Emission Spectrometry,” *14th Int. Congr. Exhib. Cond. Monit. Diagnostic Eng. Manag.* 20.1, pp. 9468–9485, 2006.
- [48] SPECTRO SCIENTIFIC INC, “Oil Analysis Handbook for Predictive Equipment Maintenance,” 2016.
- [49] ASTM INTERNATIONAL. ASTM D5185, “Standard Test Method for Multielement Determination of Used and Unused Lubricating Oils and Base Oils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES),” West Conshohocken, 2014.
- [50] B. ALMAGRO, “Desarrollo de nebulizadores neumáticos basados en las tecnologías Flow Focusing y Flow Blurring para su uso en técnicas analíticas basadas en plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES e ICP-MS),” Universidad Alicante, 2008.
- [51] C. B. y K. J. F. BOSS, “Concepts, Instrumentation and techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry.,” New York: Perkin Elmer, 1997.
- [52] M. Aghaei, L. Flamigni, H. Lindner, D. Günther, and A. Bogaerts, “Occurrence of gas flow rotational motion inside the ICP torch: a computational and experimental study,” *J. Anal. At. Spectrom.*, vol. 29, no. 2, pp. 249–261, Jan. 2014.
- [53] TOMS, A., J. POWELL, and J. DIXON, “The Utilization of FT-IR for Army Oil Condition Monitoring,” *US Def. Tech. Inf. Cent.*, 1998.
- [54] Dempsey and P. J., “Gear Damage Detection Using Oil Debris Analysis,” Sep. 2001.
- [55] R. Dupuis, “Application of Oil Debris Monitoring For Wind Turbine Gearbox Prognostics and Health Management,” 2010.
- [56] S. Sheng, J. Keller, N. A. Greco, R. Errichello, and G. S. Sheng, “Wind Turbine Tribology Seminar Wind Turbine Tribology Seminar A Recap,” 2011.
- [57] E. Wiggelinkhuizen *et al.*, “Condition Monitoring for Offshore Wind Farms,”



- CONMOW. Final Report. Inf. téc. The Netherlands: Energy Research Centre of the Netherlands, 2007.
- [58] T. M. Hunt, *Handbook of wear debris analysis and particle detection in liquids*. Elsevier Applied Science, 1993.
- [59] M. H. Jones, “Wear debris associated with diesel engine operation,” *Wear*, vol. 90.1, pp. 75–88, 1983.
- [60] “Medidor de Partículas.” [Online]. Available: <https://www.tecnometrica.com.mx/Medidores-de-particulas.html>. [Accessed: 18-Oct-2018].
- [61] K. Caldwell, “PARTICLE COUNTERS FOR OIL ANALYSIS: DESIGN AND SPECIFICATIONS.”
- [62] Corral Y, Corral I, and Franco A, “Procedimientos de muestreo,” *Rev. ciencias la Educ.*, vol. 26, no. 46, pp. 151–167, 2015.
- [63] N. I. Pilares and D. E. L. Programa, “Ubicación y Tipos de Puertos de Muestra,” *Rev. ciencias la Educ.*, vol. 26, no. 46, pp. 485–512, 2015.
- [64] “ISO 3722 : 1976(R2014) | HYDRAULIC FLUID POWER - FLUID... | SAI Global.” [Online]. Available: [https://infostore.saiglobal.com/en-us/Standards/ISO-3722-1976-R2014--613423\\_SAIG\\_ISO\\_ISO\\_1407275/](https://infostore.saiglobal.com/en-us/Standards/ISO-3722-1976-R2014--613423_SAIG_ISO_ISO_1407275/). [Accessed: 04-Nov-2018].
- [65] Noria Latín América Estrategias en Lubricación, “La toma de muestra es la clave para un análisis de lubricante preciso | Noria Latín América,” *02 de junio*, 2014. [Online]. Available: <http://noria.mx/lublearn/la-toma-de-muestra-es-la-clave-para-un-analisis-de-lubricante-preciso/>. [Accessed: 20-Jul-2018].
- [66] Lublearn by Noria Latín América, “Interpretación sistemática del análisis de aceite – Técnica SACODE | Noria Latín América,” 2013. [Online]. Available: [http://noria.mx/lublearn/interpretacion-sistemica-del-analisis-de-aceite-tecnica-sacode/?fbclid=IwAR2gPB9x22Py-wukmA3Aeb67N5A\\_JgxUV2pyhCkz7CLK50Eg5er7xxWFUOg](http://noria.mx/lublearn/interpretacion-sistemica-del-analisis-de-aceite-tecnica-sacode/?fbclid=IwAR2gPB9x22Py-wukmA3Aeb67N5A_JgxUV2pyhCkz7CLK50Eg5er7xxWFUOg). [Accessed: 26-Nov-2018].
- [67] L. Montoro Moreno, “Contribución al desarrollo y mejora de técnicas para la detección y análisis de partículas metálicas y contaminantes en aceites lubricantes usados,” *Riunet*, pp. 23–24.



---

*Anexo A*

---

## Infraestructura y zona de recolección de aceite

---

En las siguientes imágenes se pueden observar la infraestructura de la empresa *LANCOMTRI S.A*, así como la zona en la que es extraído el aceite.



*Figura 75 Infraestructura empresa Lancomtri*



*Figura 76 Zona de extracción del aceite usado*



## Anexo B: Análisis de resultados de cada unidad

Tabla 12 Análisis de resultados unidad 1

Análisis Unidad 1	
Características de la unidad	Marca: ISUZU
	Placa: AAU-953
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,4 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 3,88%  <b>Diagnóstico</b>                      La constante dialéctica se encuentra en el límite máximo de variación. Se deduce que esta variación es consecuencia de la degradación normal.</p>	
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,6 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 1,4%  <b>Diagnóstico</b>                      La viscosidad se encuentra dentro de la zona de precaución. Por lo que deduce que su deterioro se da por una degradación normal debido a su uso.</p>	
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,807 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5,1%  <b>Diagnóstico</b>                      Se deduce que el aceite puede estar contaminado por elementos solidos o por elementos propios de desgaste del motor.</p>	



Tabla 13 Análisis de resultados unidad 2

Análisis Unidad 2	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAU-381
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,37 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 8,14%  <b>Diagnóstico</b>            Se deduce que el aceite se encuentra contaminado por combustible ya que es uno de los principales indicadores para su reducción.</p>	
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,1 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad del aceite usado se encuentra en el rango límite de descenso. Se deduce que su disminución se da por el deterioro de los aditivos o por contaminación de combustible.</p>	
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,807 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 4,82%  <b>Diagnóstico</b>            Se deduce que la densidad aumenta a causa de la contaminación de elementos sólidos o por el propio desgaste interno del motor.</p>	



Tabla 14 Análisis de resultados unidad 3

Análisis Unidad 3	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAU-354
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,42 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 6 %  <b>Diagnóstico</b>                      La constante dieléctrica sobrepasa los límites aceptables de variación. Se deduce que esta disminución se da por la contaminación de combustible.</p>	<p>Estado de aceite unidad #3</p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,4 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 3%  <b>Diagnóstico</b>                      La viscosidad se encuentra en la zona de precaución. Se deduce que su variación se dar por la degradación normal del aceite.</p>	<p>Estado de aceite unidad #3</p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,803 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>                      Se deduce que la variación de la densidad se da por la existencia de material de desgaste o por la oxidación del lubricante.</p>	<p>Estado de aceite unidad #3</p>



Tabla 15 Análisis de resultados unidad 4

Análisis Unidad 4	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAU-934
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,42 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 6,2 %  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica sobrepasa los límites aceptables de variación. Se deduce que esta disminución se da por la contaminación de combustible.</p>	<p>Estado de aceite unidad #4</p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,1 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 5,1%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad del aceite usado se encuentra en el rango límite de descenso. Se deduce que su disminución se da por el deterioro de los aditivos o por contaminación de combustible.</p>	<p>Estado de aceite unidad #4</p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,801 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 4,3%  <b>Diagnóstico</b>            Se deduce que el aumento de densidad se puede dar por la contaminación de elementos sólidos de desgaste además de la oxidación del aceite.</p>	<p>Estado de aceite unidad #4</p>



Tabla 16 Análisis de resultados unidad 5

Análisis Unidad 5																									
Características de la unidad	Marca: ISUZU																								
	Placa: AAT-291																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,45 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica sobrepasa los límites máximos de variación. Por lo que se deduce que el aceite ya puede estar contaminado por combustible.</p>	<p>Estado de aceite unidad #5</p> <table border="1"> <caption>Datos estimados del gráfico de Constante Dieléctrica</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.55</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.52</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.50</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.48</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.45</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.45</td><td>2.45</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.45	50	2.55	2.45	60	2.52	2.45	70	2.50	2.45	80	2.48	2.45	90	2.45	2.45	100	2.45	2.45
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.45																							
50	2.55	2.45																							
60	2.52	2.45																							
70	2.50	2.45																							
80	2.48	2.45																							
90	2.45	2.45																							
100	2.45	2.45																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 9,7 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 30%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad sobrepasa los límites máximos de variación. Se deduce que su descenso se da por la degradación acelerada de sus aditivos, y por la contaminación de combustible.</p>	<p>Estado de aceite unidad #5</p> <table border="1"> <caption>Datos estimados del gráfico de Viscosidad</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>70</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>40</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>25</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>18</td><td>30</td></tr> <tr><td>80</td><td>14</td><td>22</td></tr> <tr><td>90</td><td>11</td><td>16</td></tr> <tr><td>100</td><td>9.7</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	70	85	50	40	55	60	25	40	70	18	30	80	14	22	90	11	16	100	9.7	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	70	85																							
50	40	55																							
60	25	40																							
70	18	30																							
80	14	22																							
90	11	16																							
100	9.7	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,818 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 6,5%  <b>Diagnóstico</b>            Se deduce que el ascenso de la densidad se da por contaminación de sólidos, presencia de partículas metálicas de desgaste y por la oxidación del aceite.</p>	<p>Estado de aceite unidad #5</p> <table border="1"> <caption>Datos estimados del gráfico de Densidad</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.82</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.82</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.82</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.82</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.82</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.82</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.818</td><td>0.768</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.82	0.77	50	0.82	0.78	60	0.82	0.79	70	0.82	0.79	80	0.82	0.79	90	0.82	0.78	100	0.818	0.768
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.82	0.77																							
50	0.82	0.78																							
60	0.82	0.79																							
70	0.82	0.79																							
80	0.82	0.79																							
90	0.82	0.78																							
100	0.818	0.768																							



Tabla 17 Análisis de resultados unidad 6

Análisis Unidad 6																									
Características de la unidad	Marca: ISUZU																								
	Placa: AAU-368																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,38 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 8%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica sobrepasa los límites máximos de variación. Por lo que se deduce que el aceite ya cumplido su vida útil además de que puede estar contaminado por combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #6</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.55</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.50</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.45</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.40</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.38</td><td>2.55</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.38</td><td>2.65</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.45	50	2.55	2.45	60	2.50	2.45	70	2.45	2.45	80	2.40	2.50	90	2.38	2.55	100	2.38	2.65
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.45																							
50	2.55	2.45																							
60	2.50	2.45																							
70	2.45	2.45																							
80	2.40	2.50																							
90	2.38	2.55																							
100	2.38	2.65																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 10,3 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 25%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad sobrepasa los límites aceptables de variación. Su descenso puede darse porque el aceite se encuentra contaminado por combustible y por el deterioro de los aditivos del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #6</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>50</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>35</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>25</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>18</td><td>28</td></tr> <tr><td>80</td><td>12</td><td>20</td></tr> <tr><td>90</td><td>8</td><td>15</td></tr> <tr><td>100</td><td>10.3</td><td>15</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	50	85	50	35	55	60	25	40	70	18	28	80	12	20	90	8	15	100	10.3	15
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	50	85																							
50	35	55																							
60	25	40																							
70	18	28																							
80	12	20																							
90	8	15																							
100	10.3	15																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,804 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            Se deduce que el incremento de densidad puede ser causada por la contaminación de sólidos, presencia de partículas metálicas de desgaste o por la oxidación del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #6</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.82</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.82</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.82</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.82</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.82</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.804</td><td>0.78</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.82	0.78	50	0.82	0.78	60	0.82	0.78	70	0.82	0.78	80	0.82	0.78	90	0.81	0.78	100	0.804	0.78
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.82	0.78																							
50	0.82	0.78																							
60	0.82	0.78																							
70	0.82	0.78																							
80	0.82	0.78																							
90	0.81	0.78																							
100	0.804	0.78																							



Tabla 18 Análisis de resultados unidad 7

Análisis Unidad 7																									
Características de la unidad	Marca: ISUZU																								
	Placa: AAU-345																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,44 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 5,4%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica sobrepasa los límites permisibles. La causa probable para esta disminuya se da por la contaminación de combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #7</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.44</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.55</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.52</td><td>2.46</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.50</td><td>2.47</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.48</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.46</td><td>2.49</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.44</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.44	50	2.55	2.45	60	2.52	2.46	70	2.50	2.47	80	2.48	2.48	90	2.46	2.49	100	2.44	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.44																							
50	2.55	2.45																							
60	2.52	2.46																							
70	2.50	2.47																							
80	2.48	2.48																							
90	2.46	2.49																							
100	2.44	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 11,5 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 17%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad sobrepasa los límites aceptables de variación. Su descenso puede darse porque el aceite se encuentra contaminado por combustible y por el deterioro de los aditivos del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #7</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>85</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>40</td><td>50</td></tr> <tr><td>60</td><td>30</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>25</td><td>30</td></tr> <tr><td>80</td><td>20</td><td>25</td></tr> <tr><td>90</td><td>15</td><td>20</td></tr> <tr><td>100</td><td>11.5</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	85	85	50	40	50	60	30	40	70	25	30	80	20	25	90	15	20	100	11.5	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	85	85																							
50	40	50																							
60	30	40																							
70	25	30																							
80	20	25																							
90	15	20																							
100	11.5	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,806 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            Se deduce que el incremento de densidad puede ser causada por la contaminación de sólidos, presencia de partículas metálicas de desgaste o por la oxidación del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #7</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.78</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.806</td><td>0.78</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.78	0.78	50	0.80	0.78	60	0.81	0.78	70	0.81	0.78	80	0.81	0.78	90	0.81	0.78	100	0.806	0.78
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.78	0.78																							
50	0.80	0.78																							
60	0.81	0.78																							
70	0.81	0.78																							
80	0.81	0.78																							
90	0.81	0.78																							
100	0.806	0.78																							



Tabla 19 Análisis de resultados unidad 8

Análisis Unidad 8	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAU-356
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,54 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 1,6%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica se encuentra dentro de los límites aceptables de variación. Por lo que se deduce que el aceite posee las características idóneas para la protección del motor.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #8</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14 cSt @ 100°C  <b>Incremento:</b> 1%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad se mantiene dentro de la variación aceptable. Por lo que se deduce que el aceite aún puede cumplir con las exigencias internas del motor al no presentar una degradación acelerada.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #8</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,806 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            El aumento de la densidad se puede dar porque en el aceite existen partículas metálicas de desgaste, también por la contaminación de sólidos.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #8</b></p>



Tabla 20 Análisis de resultados unidad 9

Análisis Unidad 9	
Características de la unidad	Marca: ISUZU
	Placa: AAW-024
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,51 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 2,7 %  <b>Diagnóstico</b>            La variación de la constante dieléctrica se mantiene dentro de una zona tolerable. Se deduce que la disminución se da por la degradación normal del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #9</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,4 cSt @ 100°C  <b>Incremento:</b> 4%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad se encuentra en la zona de precaución. Por lo que se deduce que el aceite de esta unidad tiene una degradación normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #9</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,806 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            El incremento de la densidad del lubricante se da comúnmente por la existencia de partículas metálicas, por la contaminación de sólidos o por la oxidación del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #9</b></p>



Tabla 21 Análisis de resultados unidad 11

Análisis Unidad 10																									
Características de la unidad	Marca: ISUZU																								
	Placa: AAU-978																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,09 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 19 %  <b>Diagnóstico</b>            La constante sobrepasa el limite aceptable de variación. Por lo que se deduce que el aceite se encuentra contaminado por combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #10</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.09</td><td>2.58</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.10</td><td>2.55</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.11</td><td>2.52</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.12</td><td>2.49</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.13</td><td>2.46</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.14</td><td>2.43</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.09</td><td>2.40</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.09	2.58	50	2.10	2.55	60	2.11	2.52	70	2.12	2.49	80	2.13	2.46	90	2.14	2.43	100	2.09	2.40
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.09	2.58																							
50	2.10	2.55																							
60	2.11	2.52																							
70	2.12	2.49																							
80	2.13	2.46																							
90	2.14	2.43																							
100	2.09	2.40																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,7 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 1%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica se mantiene en una zona de precaución. Su disminución se da por el deterioro normal, aunque en la constante dieléctrica muestre signos de contaminación de combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #10</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>70</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>60</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>45</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>30</td><td>25</td></tr> <tr><td>80</td><td>20</td><td>15</td></tr> <tr><td>90</td><td>15</td><td>10</td></tr> <tr><td>100</td><td>13.7</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	70	85	50	60	55	60	45	40	70	30	25	80	20	15	90	15	10	100	13.7	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	70	85																							
50	60	55																							
60	45	40																							
70	30	25																							
80	20	15																							
90	15	10																							
100	13.7	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,801 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 4%  <b>Diagnóstico</b>            El incremento en la densidad se puede dar por la contaminación de partículas metálicas de desgaste, por contaminación de solidados o por la oxidación del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #10</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.80</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.81</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.81</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.81</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.81</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.801</td><td>0.768</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.80	0.78	50	0.80	0.79	60	0.81	0.80	70	0.81	0.80	80	0.81	0.80	90	0.81	0.80	100	0.801	0.768
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.80	0.78																							
50	0.80	0.79																							
60	0.81	0.80																							
70	0.81	0.80																							
80	0.81	0.80																							
90	0.81	0.80																							
100	0.801	0.768																							



Tabla 22 Análisis de resultados unidad 11

Análisis Unidad 11	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAU-403
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,68 @ 100°C  <b>Incremento:</b> 3,88 %  <b>Diagnóstico</b>            La constante dialéctica se encuentra en el límite máximo de variación. Se deduce que esta variación es consecuencia de la degradación normal.</p>	<p>Estado de aceite unidad #11</p> <p>Este gráfico muestra la constante dieléctrica en función de la temperatura para el aceite usado (línea azul) y el aceite base (línea roja). El eje Y representa la Constante Dieléctrica (rango 0 a 3) y el eje X representa la Temperatura en °C (rango 40 a 100). La constante dieléctrica del aceite usado es ligeramente superior a la del aceite base, y ambas muestran un ligero aumento con la temperatura.</p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,4 cSt @ 100°C  <b>Incremento:</b> 4%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad se manteniéndose en los valores aceptables de variación con relación al aceite base. Se deduce que el aceite está siendo contaminado por agua o por la formación de lodos.</p>	<p>Estado de aceite unidad #11</p> <p>Este gráfico muestra la viscosidad en función de la temperatura para el aceite usado (línea azul) y el aceite base (línea roja). El eje Y representa la Viscosidad (rango 10 a 90) y el eje X representa la Temperatura en °C (rango 40 a 100). La viscosidad de ambos aceites disminuye significativamente al aumentar la temperatura, con el aceite usado manteniendo un valor ligeramente superior al del aceite base.</p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,81 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            El incremento de la densidad del aceite se puede deber por la presencia de partículas metálicas de desgaste, por la contaminación de sólidos, o por la oxidación del aceite.</p>	<p>Estado de aceite unidad #11</p> <p>Este gráfico muestra la densidad en función de la temperatura para el aceite usado (línea azul) y el aceite base (línea roja). El eje Y representa la Densidad (rango 0 a 1) y el eje X representa la Temperatura en °C (rango 40 a 100). La densidad del aceite usado es notablemente superior a la del aceite base y permanece relativamente constante a lo largo del rango de temperatura.</p>



Tabla 23 Análisis de resultados unidad 12

Análisis Unidad 12	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAV-140
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,61 @ 100°C  <b>Incremento:</b> 1 %  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica se mantiene dentro del límite de variación. El incremento se pudo dar por el deterioro normal del aceite,</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #12</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,3 cSt @ 100°C  <b>Incremento:</b> 4%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad mantiene en la zona de precaución, por lo que se deduce que su deterioro es debido a la degradación normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #12</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,812 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 6%  <b>Diagnóstico</b>            El incremento de la densidad se puede dar por la contaminación de materiales sólidos, presencia de partículas metálicas de desgaste y por la oxidación del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #12</b></p>



Tabla 24 Análisis de resultados unidad 13

Análisis Unidad 13	
Características de la unidad	Marca: ISUZU
	Placa: AAU-342
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,61 @ 100°C  <b>Incremento:</b> 1 %  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica se mantiene dentro de los límites máximos de variación. Por lo que el aceite de esta unidad tiene una degradación normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #13</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,2 cSt @ 100°C  <b>Incremento:</b> 3%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad se mantiene en la zona de precaución. Por lo que se deduce que su incremento es por la degradación normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #13</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,811 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 6%  <b>Diagnóstico</b>            El incremento de la viscosidad comúnmente se da por la presencia de material sólido, partículas metálicas propias del desgaste del motor, y por la oxidación del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #13</b></p>



Tabla 25 Análisis de resultados unidad 14

Análisis Unidad 14	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAT-892
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,52 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 2 %  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica posee un incremento. Se deduce que este aumento se da por la degradación normal del aceite.</p>	<p>Estado de aceite unidad #14</p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,1 cSt @ 100°C  <b>Incremento:</b> 2%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad del aceite se mantiene dentro de los límites máximos de variación. Por lo que se deduce que su incremento se da por la degradación normal.</p>	<p>Estado de aceite unidad #14</p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,81 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            El incremento de la densidad se puede deber por contaminación de elementos sólidos, por la presencia de material metálicos de desgaste o por la oxidación del aceite.</p>	<p>Estado de aceite unidad #14</p>



Tabla 26 Análisis de resultados unidad 15

Análisis Unidad 15	
Características de la unidad	Marca: ISUZU
	Placa: AAU-959
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,54 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 2 %  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica se encuentra aún en el rango máximo de variación. Se deduce que esta variación se da por la presencia de combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #15</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,9 cSt @ 100°C  <b>Incremento:</b> 8%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad aún se mantiene en la zona de variación. Es probable que su incremento sea causa del deterioro normal del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #15</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,823 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 7%  <b>Diagnóstico</b>            El incremento de la densidad del aceite se puede producir por la existencia de partículas metálicas, elementos solidos suspendidos en aceite o por la oxidación del lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #15</b></p>



Tabla 27 Análisis de resultados unidad 16

Análisis Unidad 16																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: AAU-474																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,38 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 8%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica sobrepasa los límites aceptables. Se puede deducir que esta disminución se debe a la contaminación por combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #16</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.55</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.50</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.45</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.40</td><td>2.55</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.38</td><td>2.60</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.38</td><td>2.60</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.45	50	2.55	2.45	60	2.50	2.45	70	2.45	2.50	80	2.40	2.55	90	2.38	2.60	100	2.38	2.60
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.45																							
50	2.55	2.45																							
60	2.50	2.45																							
70	2.45	2.50																							
80	2.40	2.55																							
90	2.38	2.60																							
100	2.38	2.60																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 6%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad se encuentra en la zona límite. La caída de este parámetro se puede deber a contaminación por combustible o por la degradación de aditivos.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #16</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>95</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>65</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>45</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>35</td><td>30</td></tr> <tr><td>80</td><td>25</td><td>20</td></tr> <tr><td>90</td><td>18</td><td>15</td></tr> <tr><td>100</td><td>13</td><td>12</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	95	85	50	65	55	60	45	40	70	35	30	80	25	20	90	18	15	100	13	12
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	95	85																							
50	65	55																							
60	45	40																							
70	35	30																							
80	25	20																							
90	18	15																							
100	13	12																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,807 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            El incremento de la densidad se puede dar por la contaminación de elementos sólidos, partículas metálicas de desgaste o por la oxidación del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #16</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.78</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.807</td><td>0.78</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.78	0.78	50	0.80	0.78	60	0.81	0.78	70	0.81	0.78	80	0.81	0.78	90	0.81	0.78	100	0.807	0.78
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.78	0.78																							
50	0.80	0.78																							
60	0.81	0.78																							
70	0.81	0.78																							
80	0.81	0.78																							
90	0.81	0.78																							
100	0.807	0.78																							



Tabla 28 Análisis de resultados unidad 17

Análisis Unidad 17	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAU-344
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,46 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 4,65%  <b>Diagnóstico</b>                      La constante dieléctrica sobrepasa el valor máximo admisible de variación. Se deduce que esta disminución se da por la contaminación de combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #17</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,7 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 0,7%  <b>Diagnóstico</b>                      La viscosidad se encuentra en condiciones para cumplir con las exigencias internas de lubricación en el motor. Se deduce que este descenso se da por la degradación normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #17</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,807 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>                      El incremento de la densidad comúnmente se suele dar por la contaminación de elementos sólidos por la oxidación de aceite y por la presencia de partículas metálicas de desgaste.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #17</b></p>



Tabla 29 Análisis de resultados unidad 18

Análisis Unidad 18																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: AAU-935																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,46 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica sobrepasa los límites aceptables. Por lo que se deduce que está disminución se da por la contaminación de combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #18</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant vs Temperature</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.46</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.55</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.52</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.50</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.48</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.46</td><td>2.55</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.46</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.46	50	2.55	2.45	60	2.52	2.45	70	2.50	2.48	80	2.48	2.50	90	2.46	2.55	100	2.46	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.46																							
50	2.55	2.45																							
60	2.52	2.45																							
70	2.50	2.48																							
80	2.48	2.50																							
90	2.46	2.55																							
100	2.46	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,6 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 1%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad se mantiene dentro de los límites máximos de variación. Se deduce que la disminución se da por la degradación normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #18</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity vs Temperature</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>85</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>60</td><td>60</td></tr> <tr><td>60</td><td>40</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>25</td><td>25</td></tr> <tr><td>80</td><td>18</td><td>18</td></tr> <tr><td>90</td><td>14</td><td>14</td></tr> <tr><td>100</td><td>13.6</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	85	85	50	60	60	60	40	40	70	25	25	80	18	18	90	14	14	100	13.6	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	85	85																							
50	60	60																							
60	40	40																							
70	25	25																							
80	18	18																							
90	14	14																							
100	13.6	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,807 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            El aumento de la densidad se puede deber a que se encuentra contaminado por sílice, partículas metálicas de desgaste o por la oxidación del lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #18</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density vs Temperature</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.78</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.80</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.81</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.81</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.81</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.81</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.807</td><td>0.76</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.78	0.768	50	0.80	0.77	60	0.81	0.77	70	0.81	0.77	80	0.81	0.77	90	0.81	0.77	100	0.807	0.76
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.78	0.768																							
50	0.80	0.77																							
60	0.81	0.77																							
70	0.81	0.77																							
80	0.81	0.77																							
90	0.81	0.77																							
100	0.807	0.76																							



Tabla 30 Análisis de resultados unidad 19

Análisis Unidad 19	
Características de la unidad	Marca: ISUZU
	Placa: AAU-347
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,44 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica sobrepasa los límites aceptables. Esto es un indicador de que el aceite se encuentra contaminado por combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #19</b></p> <p>Const. Dieléctrica</p> <p>Temperatura (°C)</p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,3 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 4%  <b>Diagnóstico</b>            la viscosidad del aceite usado se encuentra en la zona máxima de precaución. Su disminución se puede deber a la degradación normal o por la contaminación de combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #19</b></p> <p>Viscosidad</p> <p>Temperatura (°C)</p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,806 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La densidad puede verse incrementada debido a la contaminación por, sílice, partículas metálicas de desgaste o por la oxidación del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #19</b></p> <p>Densidad</p> <p>Temperatura (°C)</p>



Tabla 31 Análisis de resultados unidad 20

Análisis Unidad 20	
Características de la unidad	Marca: ISUZU
	Placa: AAT-047
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,49 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 3%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica aún se encuentra dentro de los límites. Sin embargo, este parámetro se encuentra próximo a cumplir su vida útil debido a la degradación normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #20</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,5 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 2%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad se encuentra dentro de los valores aceptables. Por lo que se deduce que este parámetro aún puede cumplir con las funciones idóneas en el interior del motor.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #20</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,808 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            Un aumento en la densidad puede darse comúnmente por la contaminación de partículas metálicas, contaminación por sílice o por la oxidación del lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #20</b></p>



Tabla 32 Análisis de resultados unidad 21

Análisis Unidad 21																									
Características de la unidad	Marca: ISUZU																								
	Placa: AAU-507																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,48 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 3,88%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica se encuentra en el límite máximo de variación. Se deduce que este descenso se da por la degradación normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #21</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.58</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.58</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.58</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.58</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.58</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.48</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.48	50	2.58	2.48	60	2.58	2.48	70	2.58	2.48	80	2.58	2.48	90	2.58	2.48	100	2.48	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.48																							
50	2.58	2.48																							
60	2.58	2.48																							
70	2.58	2.48																							
80	2.58	2.48																							
90	2.58	2.48																							
100	2.48	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,1 cSt @ 100°C  <b>Aumento:</b> 2%  <b>Diagnóstico</b>            La densidad se mantiene dentro de los límites máximos de variación. Este aumento se puede deber por la degradación normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #21</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>85</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>75</td><td>75</td></tr> <tr><td>60</td><td>45</td><td>45</td></tr> <tr><td>70</td><td>30</td><td>30</td></tr> <tr><td>80</td><td>22</td><td>22</td></tr> <tr><td>90</td><td>18</td><td>18</td></tr> <tr><td>100</td><td>14.1</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	85	85	50	75	75	60	45	45	70	30	30	80	22	22	90	18	18	100	14.1	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	85	85																							
50	75	75																							
60	45	45																							
70	30	30																							
80	22	22																							
90	18	18																							
100	14.1	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,825 g/ml @ 100°C  <b>Aumento:</b> 7%  <b>Diagnóstico</b>            El incremento de la densidad se puede dar por contaminación de sílice o de partículas metálicas de desgaste además por la oxidación del lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #21</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.768</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.768</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.768</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.768</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.768</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.768</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.825</td><td>0.768</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.768	0.768	50	0.768	0.768	60	0.768	0.768	70	0.768	0.768	80	0.768	0.768	90	0.768	0.768	100	0.825	0.768
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.768	0.768																							
50	0.768	0.768																							
60	0.768	0.768																							
70	0.768	0.768																							
80	0.768	0.768																							
90	0.768	0.768																							
100	0.825	0.768																							



Tabla 33 Análisis de resultados unidad 22

Análisis Unidad 22																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: AAU-405																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,46 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dialéctica sobrepasa los límites aceptables. Por lo que se deduce que este descenso se debe a la contaminación por combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #22</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.46</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.55</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.52</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.50</td><td>2.52</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.48</td><td>2.54</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.46</td><td>2.56</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.46</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.46	50	2.55	2.48	60	2.52	2.50	70	2.50	2.52	80	2.48	2.54	90	2.46	2.56	100	2.46	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.46																							
50	2.55	2.48																							
60	2.52	2.50																							
70	2.50	2.52																							
80	2.48	2.54																							
90	2.46	2.56																							
100	2.46	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,2 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 4%  <b>Diagnóstico</b>            La contaminación se mantiene en la zona de precaución. Por lo se deduce que el aceite se encuentra contaminado por combustible ya que presenta una disminución.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #22</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>85</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>55</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>35</td><td>35</td></tr> <tr><td>70</td><td>25</td><td>25</td></tr> <tr><td>80</td><td>18</td><td>18</td></tr> <tr><td>90</td><td>14</td><td>14</td></tr> <tr><td>100</td><td>13.2</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	85	85	50	55	55	60	35	35	70	25	25	80	18	18	90	14	14	100	13.2	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	85	85																							
50	55	55																							
60	35	35																							
70	25	25																							
80	18	18																							
90	14	14																							
100	13.2	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,805 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La densidad se ve incrementado. Las principales causas se dan por la presencia de partículas metálicas de desgaste, también por la oxidación del aceite o por la presencia de sílice.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #22</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.78</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.80</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.81</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.81</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.81</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.805</td><td>0.768</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.78	0.78	50	0.80	0.79	60	0.81	0.79	70	0.81	0.79	80	0.81	0.79	90	0.81	0.78	100	0.805	0.768
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.78	0.78																							
50	0.80	0.79																							
60	0.81	0.79																							
70	0.81	0.79																							
80	0.81	0.79																							
90	0.81	0.78																							
100	0.805	0.768																							



Tabla 34 Análisis de resultados unidad 23

Análisis Unidad 23																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: PUH-618																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,46 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La contante dieléctrica sobrepasa los límites aceptables. Por lo que se deduce que esta disminución se da por la contaminación de combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #23</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.46</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.55</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.52</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.50</td><td>2.52</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.48</td><td>2.54</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.46</td><td>2.56</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.46</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.46	50	2.55	2.48	60	2.52	2.50	70	2.50	2.52	80	2.48	2.54	90	2.46	2.56	100	2.46	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.46																							
50	2.55	2.48																							
60	2.52	2.50																							
70	2.50	2.52																							
80	2.48	2.54																							
90	2.46	2.56																							
100	2.46	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,9 cSt @ 100°C  <b>Incremento:</b> 0,7%  <b>Diagnóstico</b>            El incremento de la viscosidad no es muy notorio. Se deduce que su incremento se da por el deterioro normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #23</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>90</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>55</td><td>50</td></tr> <tr><td>60</td><td>40</td><td>38</td></tr> <tr><td>70</td><td>30</td><td>28</td></tr> <tr><td>80</td><td>22</td><td>20</td></tr> <tr><td>90</td><td>16</td><td>15</td></tr> <tr><td>100</td><td>13.9</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	90	85	50	55	50	60	40	38	70	30	28	80	22	20	90	16	15	100	13.9	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	90	85																							
50	55	50																							
60	40	38																							
70	30	28																							
80	22	20																							
90	16	15																							
100	13.9	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,804 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            El incremento de la densidad del aceite se puede dar por la presencia de partículas metálicas de desgaste, además de la presencia de sílice o por la oxidación del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #23</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.78</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.81</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.81</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.81</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.81</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.804</td><td>0.80</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.78	0.768	50	0.80	0.78	60	0.81	0.79	70	0.81	0.79	80	0.81	0.79	90	0.81	0.79	100	0.804	0.80
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.78	0.768																							
50	0.80	0.78																							
60	0.81	0.79																							
70	0.81	0.79																							
80	0.81	0.79																							
90	0.81	0.79																							
100	0.804	0.80																							



Tabla 35 Análisis de resultados unidad 24

Análisis Unidad 24																									
Características de la unidad	Marca: ISUZU																								
	Placa: AAS-437																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,44 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica sobrepasa los límites aceptables. Por lo que se presume que este aceite se encuentra contaminado por combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #24</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.44</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.55</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.52</td><td>2.46</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.50</td><td>2.47</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.48</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.45</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.44</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.44	50	2.55	2.45	60	2.52	2.46	70	2.50	2.47	80	2.48	2.48	90	2.45	2.50	100	2.44	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.44																							
50	2.55	2.45																							
60	2.52	2.46																							
70	2.50	2.47																							
80	2.48	2.48																							
90	2.45	2.50																							
100	2.44	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 11,1 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 20%  <b>Diagnóstico</b>            Se presume que la caída en la viscosidad del aceite es por la contaminado de combustible, así como se mencionó en la constante dieléctrica, por la acelerada degradación de los aditivos.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #24</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>55</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>45</td><td>60</td></tr> <tr><td>60</td><td>35</td><td>45</td></tr> <tr><td>70</td><td>28</td><td>35</td></tr> <tr><td>80</td><td>22</td><td>25</td></tr> <tr><td>90</td><td>18</td><td>18</td></tr> <tr><td>100</td><td>11.1</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	55	85	50	45	60	60	35	45	70	28	35	80	22	25	90	18	18	100	11.1	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	55	85																							
50	45	60																							
60	35	45																							
70	28	35																							
80	22	25																							
90	18	18																							
100	11.1	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,804 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            Se presume que el aceite se encuentra contaminado por partículas metálicas de desgaste, por la presencia de sílice o por la oxidación del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #24</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.804</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.804</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.804</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.804</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.804</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.804</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.804</td><td>0.768</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.804	0.768	50	0.804	0.768	60	0.804	0.768	70	0.804	0.768	80	0.804	0.768	90	0.804	0.768	100	0.804	0.768
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.804	0.768																							
50	0.804	0.768																							
60	0.804	0.768																							
70	0.804	0.768																							
80	0.804	0.768																							
90	0.804	0.768																							
100	0.804	0.768																							



Tabla 36 Análisis de resultados unidad 25

Análisis Unidad 25	
Características de la unidad	Marca: ISUZU
	Placa: AAU-355
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,43 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 6%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica sobrepasa el límite aceptable máximo que es de 3,88%. Se presume que el aceite está siendo contaminado por combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #25</b></p> <p>Const. Dieléctrica</p> <p>Temperatura (°C)</p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,1 cSt @ 100°C  <b>Incremento:</b> 2%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad se mantiene en la zona de precaución, poseyendo una amplia tasa de cambio pues en aumento el máximo cambio tolerable es del 15%. Se presume que su leve incremento está dado por la oxidación del lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #25</b></p> <p>Viscosidad</p> <p>Temperatura (°C)</p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,805 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La densidad aumenta, de modo que se presume que el incremento de la densidad se da por la presencia de sílice, oxidación del aceite o por la existencia de partículas metálicas de desgaste.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #25</b></p> <p>Densidad</p> <p>Temperatura (°C)</p>



Tabla 37 Análisis de resultados unidad 26

Análisis Unidad 26																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: AAV-223																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,41 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 7%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica disminuye sobrepasando los límites máximo. Debido a su descenso se presume que el aceite se encuentra contaminado por combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #26</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.55</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.52</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.48</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.45</td><td>2.52</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.42</td><td>2.55</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.41</td><td>2.60</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.45	50	2.55	2.45	60	2.52	2.45	70	2.48	2.48	80	2.45	2.52	90	2.42	2.55	100	2.41	2.60
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.45																							
50	2.55	2.45																							
60	2.52	2.45																							
70	2.48	2.48																							
80	2.45	2.52																							
90	2.42	2.55																							
100	2.41	2.60																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 6%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad del aceite usado se encuentra en la zona límite a punto de exceder el máximo permisible. Por lo que se deduce que este descenso se debe se da por la degradación normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #26</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>90</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>50</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>35</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>25</td><td>30</td></tr> <tr><td>80</td><td>18</td><td>22</td></tr> <tr><td>90</td><td>14</td><td>16</td></tr> <tr><td>100</td><td>13</td><td>13</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	90	85	50	50	55	60	35	40	70	25	30	80	18	22	90	14	16	100	13	13
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	90	85																							
50	50	55																							
60	35	40																							
70	25	30																							
80	18	22																							
90	14	16																							
100	13	13																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,805 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La densidad aumenta. Por lo que se presume que el aceite se encuentra contaminado por sílice o por la oxidación del lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #26</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.78</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.79</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.805</td><td>0.78</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.78	0.78	50	0.79	0.78	60	0.80	0.78	70	0.80	0.78	80	0.80	0.78	90	0.80	0.78	100	0.805	0.78
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.78	0.78																							
50	0.79	0.78																							
60	0.80	0.78																							
70	0.80	0.78																							
80	0.80	0.78																							
90	0.80	0.78																							
100	0.805	0.78																							



Tabla 38 Análisis de resultados unidad 27

Análisis Unidad 27	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: PUD-616
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,47 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 4,3%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad sobrepasa los límites aceptables. Por consiguiente, se presume que el aceite se encuentra contaminado por combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #27</b></p> <p>Const. Dieléctrica</p> <p>Temperatura (°C)</p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 12,3 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 11%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad sobrepasa los límites aceptables. Se presume que su descenso se da por la contaminación de combustible o por la degradación de sus aditivos pues son las principales causas.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #27</b></p> <p>Viscosidad</p> <p>Temperatura (°C)</p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,805 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            El aumento de la densidad se presume que se da por la contaminación de sílice, por la presencia de partículas metálicas o por la oxidación del lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #27</b></p> <p>Densidad</p> <p>Temperatura (°C)</p>



Tabla 39 Análisis de resultados unidad 28

Análisis Unidad 28	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAT-321
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,48 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 3,88%  <b>Diagnóstico</b>            Se deduce que la constante dieléctrica ya cumplió con su vida útil su disminución puede deberse por la contaminación de combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #28</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,3 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 4%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad del aceite usado está próxima a pasar a la zona limite, debido a que tiene un rango bajo de variación, el descenso se puede dar por la contaminación de combustible o degradación de los aditivos.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #28</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,809 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            Se presume que su incremento se da porque el aceite se encuentra contaminado por sílice, además de que se encuentran partículas metálicas de desgaste o por la oxidación del lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #28</b></p>



Tabla 40 Análisis de resultados unidad 29

Análisis Unidad 29	
Características de la unidad	Marca: ISUZU
	Placa: AAS-719
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,42 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 6%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica sobrepasa los límites aceptables. Por lo que se deduce que su descenso se debe a que el aceite se encuentra contaminado por combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #29</b></p> <p>Const. Dieléctrica</p> <p>Temperatura (°C)</p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,4 cSt @ 100°C  <b>Incremento:</b> 4%  <b>Diagnóstico</b>            Este parámetro aún posee un amplio rango de variación ya que el máximo admisible se encuentra en la zona límite con un incremento del 15%. Su incremento se puede deber a la degradación normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #29</b></p> <p>Viscosidad</p> <p>Temperatura (°C)</p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,803 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La densidad se ve incrementada. Por lo que se presume que el aceite se encuentra contaminado por partículas metálicas de desgaste, sílice o la oxidación del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #29</b></p> <p>Densidad</p> <p>Temperatura (°C)</p>



Tabla 41 Análisis de resultados unidad 30

Análisis Unidad 30																									
Características de la unidad	Marca: ISUZU																								
	Placa: AAT-306																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,48 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 3,88%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica del aceite usado se encuentra justo en el límite máximo de variación. Se presume que su descenso se da por la degradación normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #30</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.57</td><td>2.46</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.56</td><td>2.47</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.55</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.54</td><td>2.49</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.53</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.48</td><td>2.55</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.45	50	2.57	2.46	60	2.56	2.47	70	2.55	2.48	80	2.54	2.49	90	2.53	2.50	100	2.48	2.55
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.45																							
50	2.57	2.46																							
60	2.56	2.47																							
70	2.55	2.48																							
80	2.54	2.49																							
90	2.53	2.50																							
100	2.48	2.55																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,3 cSt @ 100°C  <b>Incremento:</b> 4%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad del aceite usado se ubica en la zona de precaución, por lo que aún posee un amplio rango de variación. Su degradación es normal.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #30</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>95</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>55</td><td>50</td></tr> <tr><td>60</td><td>40</td><td>38</td></tr> <tr><td>70</td><td>28</td><td>25</td></tr> <tr><td>80</td><td>20</td><td>18</td></tr> <tr><td>90</td><td>15</td><td>14</td></tr> <tr><td>100</td><td>14.3</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	95	85	50	55	50	60	40	38	70	28	25	80	20	18	90	15	14	100	14.3	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	95	85																							
50	55	50																							
60	40	38																							
70	28	25																							
80	20	18																							
90	15	14																							
100	14.3	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,807 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La densidad se ve incrementada. De esta forma se deduce que el aceite se encuentra contaminado por sílice o por partículas metálicas de desgaste además de la oxidación del lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #30</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.78</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.807</td><td>0.78</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.78	0.78	50	0.80	0.78	60	0.81	0.78	70	0.81	0.78	80	0.81	0.78	90	0.81	0.78	100	0.807	0.78
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.78	0.78																							
50	0.80	0.78																							
60	0.81	0.78																							
70	0.81	0.78																							
80	0.81	0.78																							
90	0.81	0.78																							
100	0.807	0.78																							



Tabla 42 Análisis de resultados unidad 31

Análisis Unidad 31	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAT-864
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,53 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 2%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica del aceite usado se encuentra dentro de los límites de variación. Por lo que se deduce que se encuentra en buen estado y aun puede seguir cumpliendo con las exigencias de lubricación del motor.</p>	
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Variación:</b> 0%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad no posee variacion. Por lo que se deduce que el aceite de esta unidad se encuentra en buen estado, al no presentar un cambio significativo en su viscosidad.</p>	
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,81 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 5%  <b>Diagnóstico</b>            La densidad se ve incrementada. Por lo que se deduce que su variación se debe por la presencia de sílice.</p>	



Tabla 43 Análisis de resultados unidad 32

Análisis Unidad 32	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAT-194
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,82 @ 100°C  <b>Incremento:</b> 9%  <b>Diagnóstico</b>            La constante dieléctrica del aceite usado mantiene un incremento en todo el análisis. Por lo que se presume que el aceite de esta unidad se encuentra contaminado por agua.</p>	
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,6cSt @ 100°C  <b>Incremento:</b> 6%  <b>Diagnóstico</b>            La viscosidad del aceite usado se mantiene en la zona limite, Con la ayuda de este parámetro se puede presumir también que el aceite se encuentra contaminado por agua haciendo que el aceite comience a oxidarse de manera prematura. Sin embargo, este parámetro aún se encuentra dentro de los valores aceptables de cambio</p>	
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,812 g/ml @ 100°C  <b>Incremento:</b> 6%  <b>Diagnóstico</b>            La densidad se ve incrementada. Por lo que se presume que el aceite se encuentra contaminado por sílice o por la existencia de partículas metálicas de desgaste.</p>	



Tabla 44 Análisis de resultados unidad 33

Análisis Unidad #33	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAT-363
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,37 @ 100°C            Disminución del 8.14%  <b>Diagnóstico:</b> El valor de la constante dieléctrica nos muestra indicios de contaminación con combustible diésel.</p>	
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,1 cSt @ 100°C            Disminución del 5,07%  <b>Diagnóstico:</b> El valor de la viscosidad se encuentra en niveles de degradación de un aceite en estado de precaución, pero en niveles no tan superiores al límite de un aceite en estado normal lo que determina que existe degradación normal debido al uso.</p>	
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,805 g/ml @ 100°C            Aumento del 4,81%  <b>Diagnóstico:</b> La densidad de aceite usado por la unidad nos muestra un aumento desde muy baja temperatura esto muy probablemente sucede por excesiva oxidación del lubricante y por el trabajo realizado por los aditivos.</p>	



Tabla 45 Análisis de resultados unidad 34

Análisis Unidad #34																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: AAU-485																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 1,93 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 25,19%  <b>Diagnóstico:</b> Existe una disminución muy grande en la constante dieléctrica lo que nos demuestra gran contaminación del aceite, que supera en 14 veces el limite permisible para esta característica.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #34</b></p> <table border="1"> <caption>Constante Dieléctrica vs Temperatura</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>1.5</td><td>2.4</td></tr> <tr><td>50</td><td>1.6</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>60</td><td>1.7</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>70</td><td>1.8</td><td>2.55</td></tr> <tr><td>80</td><td>1.9</td><td>2.6</td></tr> <tr><td>90</td><td>1.95</td><td>2.65</td></tr> <tr><td>100</td><td>1.93</td><td>2.6</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	1.5	2.4	50	1.6	2.45	60	1.7	2.5	70	1.8	2.55	80	1.9	2.6	90	1.95	2.65	100	1.93	2.6
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	1.5	2.4																							
50	1.6	2.45																							
60	1.7	2.5																							
70	1.8	2.55																							
80	1.9	2.6																							
90	1.95	2.65																							
100	1.93	2.6																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 12,4 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 10,14%  <b>Diagnóstico:</b> La unidad en estudio presenta variaciones de hasta el 10,14% a temperatura de trabajo, por lo que la unidad encaja en los vehículos que se encuentran en condiciones críticas.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #34</b></p> <table border="1"> <caption>Viscosidad vs Temperatura</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>45</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>35</td><td>50</td></tr> <tr><td>60</td><td>28</td><td>35</td></tr> <tr><td>70</td><td>22</td><td>25</td></tr> <tr><td>80</td><td>18</td><td>18</td></tr> <tr><td>90</td><td>15</td><td>14</td></tr> <tr><td>100</td><td>12.4</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	45	85	50	35	50	60	28	35	70	22	25	80	18	18	90	15	14	100	12.4	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	45	85																							
50	35	50																							
60	28	35																							
70	22	25																							
80	18	18																							
90	15	14																							
100	12.4	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,798 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 3.90%  <b>Diagnóstico:</b> El aceite de esta unidad presenta contaminación por combustible, y al contar con un aumento considerable en el valor de la densidad a temperatura de trabajo nos hace suponer que existe un agotamiento de aditivos y un alto índice de oxidación y contaminación por partículas</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #34</b></p> <table border="1"> <caption>Densidad vs Temperatura</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.65</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.68</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.75</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.78</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.79</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.795</td><td>0.775</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.798</td><td>0.775</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.65	0.78	50	0.68	0.79	60	0.75	0.79	70	0.78	0.78	80	0.79	0.78	90	0.795	0.775	100	0.798	0.775
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.65	0.78																							
50	0.68	0.79																							
60	0.75	0.79																							
70	0.78	0.78																							
80	0.79	0.78																							
90	0.795	0.775																							
100	0.798	0.775																							



Tabla 46 Análisis de resultados unidad 35

Análisis Unidad #35	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAV-341
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,46 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 4,65%  <b>Diagnóstico:</b> Los resultados obtenidos nos indica que el motor se encuentra trabajando muy cerca de valores normales y que existe contaminación y agotamiento de aditivos muy cercano al límite normal, con lo que esta unidad se ubicaría en el grupo de unidades en estado de precaución.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #35</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,6 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 1,44%  <b>Diagnóstico:</b> Los resultados nos presentan una baja variación a temperatura de trabajo, presenta valores muy cercanos a la de un aceite fresco lo que significa que tiene un desgaste normal y ubica el automotor en el grupo de vehículos en condiciones normales.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #35</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,809 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,33%  <b>Diagnóstico:</b> La densidad del aceite de la unidad estudiada se mantiene en valores poco elevados en donde se puede presumir contaminación por líquido refrigerante y partículas metálicas, y también la oxidación del lubricante producto del trabajo normal en el motor de esta unidad.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #35</b></p>



Tabla 47 Análisis de resultados unidad 36

Análisis Unidad #36	
Características de la unidad	Marca: ISUZU
	Placa: AAV-004
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,43 @ 100°C            Disminución del 5,81%  <b>Diagnóstico:</b> La contante dieléctrica de la unidad analizada tiene una variación muy marcada, esto lo ubica en valores de condiciones críticas y se presume contaminación por combustible.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #36</b></p> <p>Const. Dieléctrica</p> <p>Temperatura (°C)</p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,7 cSt @ 100°C            Aumento del 6,52%  <b>Diagnóstico:</b> La viscosidad del aceite analizado se encuentra por encima de los valores normales ubicándose un 9,06% lo que demuestra la existencia de alta oxidación del aceite, la posible cocción del aceite a temperatura de trabajo y posible contaminación con líquido refrigerante o agua.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #36</b></p> <p>Viscosidad</p> <p>Temperatura (°C)</p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,821 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 6,90%  <b>Diagnóstico:</b> Se pueden determinar que existe un aumento en la oxidación del lubricante esto puede deberse a partículas en suspensión en el aceite, y una posible contaminación con líquidos refrigerantes.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #36</b></p> <p>Densidad</p> <p>Temperatura (°C)</p>



Tabla 48 Análisis de resultados unidad 37

Análisis Unidad #37	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAU-388
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,4 @ 100°C  <b>Disminución:</b> 6,97%  <b>Diagnóstico:</b> Los resultados de la constante dieléctrica del lubricante analizado nos lleva a concluir que existe contaminación por partículas metálicas que se mantienen en suspensión en el lubricante.</p>	<p>Estado de aceite unidad #37</p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,6 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 1,44%  <b>Diagnóstico:</b> Se determina que el estado del aceite es bueno ya que presenta una variación bastante baja que lo mantiene en valores de un aceite degradado por el uso normal y que mantiene las características deseadas para el uso que se está dando al lubricante durante todo el rango de temperatura.</p>	<p>Estado de aceite unidad #37</p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,805 g/ml @ 100°C  <b>Aumento:</b> 4,81%  <b>Diagnóstico:</b> Se determina que existe un aumento del 4,81% con respecto al valor normal de un aceite fresco, lo que nos lleva a confirmar la existencia de contaminación por partículas metálicas, hollín y oxidación del lubricante debido al uso.</p>	<p>Estado de aceite unidad #37</p>



Tabla 49 Análisis de resultados unidad 38

Análisis Unidad #38	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAU-343
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,43 @ 100°C  Disminución del 5,81%  <b>Diagnóstico:</b> En el análisis de constante dieléctrica podemos observar que existe un aumento del valor hacia el final lo que nos indica que existe acusada oxidación en el lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #38</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,5 cSt @ 100°C  <b>Disminución:</b> 2,37%  <b>Diagnóstico:</b> Se determina que el lubricante de la unidad se encuentra en buen estado con una disminución del 2,17% lo que lo ubica en el grupo de vehículos que se encuentran en condiciones normales.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #38</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,805 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 4,81%  <b>Diagnóstico:</b> Se obtuvo una variación de 4,81% con respecto al valor normal de un aceite fresco, lo que nos lleva a estar seguros de la existencia de partículas metálicas y la oxidación del lubricante que causa un aumento en el valor de la densidad.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #38</b></p>



Tabla 50 Análisis de resultados unidad 39

Análisis Unidad #39																									
Características de la unidad	Marca: ISUZU																								
	Placa: AAU-348																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,73 @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,81%  <b>Diagnóstico:</b> En el análisis de constante dieléctrica se determina que existe contaminación presumiblemente por combustible que ha cambiado las características químicas del aceite y también una fuerte oxidación.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #39</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.8</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.8</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.8</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.8</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.8</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.8</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.8</td><td>2.5</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.8	2.5	50	2.8	2.5	60	2.8	2.5	70	2.8	2.5	80	2.8	2.5	90	2.8	2.5	100	2.8	2.5
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.8	2.5																							
50	2.8	2.5																							
60	2.8	2.5																							
70	2.8	2.5																							
80	2.8	2.5																							
90	2.8	2.5																							
100	2.8	2.5																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 10 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 27,53%  <b>Diagnóstico:</b> Los resultados obtenidos del análisis de viscosidad del aceite muestran una disminución muy marcada, esto nos lleva a concluir que el motor está mezclando combustible en el lubricante lo que disminuye la viscosidad del aceite de motor.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #39</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>55</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>38</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>25</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>18</td><td>28</td></tr> <tr><td>80</td><td>12</td><td>20</td></tr> <tr><td>90</td><td>8</td><td>15</td></tr> <tr><td>100</td><td>10</td><td>15</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	55	85	50	38	55	60	25	40	70	18	28	80	12	20	90	8	15	100	10	15
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	55	85																							
50	38	55																							
60	25	40																							
70	18	28																							
80	12	20																							
90	8	15																							
100	10	15																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,823 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 7,16%  <b>Diagnóstico:</b> La densidad nos muestran que existe un aumento de esta característica lo que significa que existe contaminación por fluidos que han provocado un aumento en la oxidación del aceite lo que conlleva a un aumento de esfuerzo para bombear el líquido en todo el rango de temperaturas.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #39</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.85</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.85</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.85</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.85</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.85</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.85</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.85</td><td>0.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.85	0.8	50	0.85	0.8	60	0.85	0.8	70	0.85	0.8	80	0.85	0.8	90	0.85	0.8	100	0.85	0.8
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.85	0.8																							
50	0.85	0.8																							
60	0.85	0.8																							
70	0.85	0.8																							
80	0.85	0.8																							
90	0.85	0.8																							
100	0.85	0.8																							



Tabla 51 Análisis de resultados unidad 40

Análisis Unidad #40																									
Características de la unidad	Marca: ISUZU																								
	Placa: AAT-787																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,48 @ 100°C            Disminución del 3,87%  <b>Diagnóstico:</b> El resultado obtenido de la constante dieléctrica de esta unidad nos demuestra que existe una variación de 0.1 unidades lo que nos da indicios de que el aceite mantiene en buen estado aditivos para la eliminación de residuos sólidos.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #40</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.58</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.58</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.58</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.58</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.58</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.48</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.48	50	2.58	2.48	60	2.58	2.48	70	2.58	2.48	80	2.58	2.48	90	2.58	2.48	100	2.48	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.48																							
50	2.58	2.48																							
60	2.58	2.48																							
70	2.58	2.48																							
80	2.58	2.48																							
90	2.58	2.48																							
100	2.48	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 15,2 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 10,14%  <b>Diagnóstico:</b> Los resultados del análisis de viscosidad de la unidad estudiada determinan una tendencia que incrementa el valor de esta característica lo que nos da muestras de la existencia líquido refrigerante y evaporación de líquidos dentro del motor, lo que podría tender a un alza del valor de esta característica.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #40</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>95</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>70</td><td>60</td></tr> <tr><td>60</td><td>50</td><td>45</td></tr> <tr><td>70</td><td>35</td><td>30</td></tr> <tr><td>80</td><td>25</td><td>20</td></tr> <tr><td>90</td><td>18</td><td>15</td></tr> <tr><td>100</td><td>15.2</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	95	85	50	70	60	60	50	45	70	35	30	80	25	20	90	18	15	100	15.2	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	95	85																							
50	70	60																							
60	50	45																							
70	35	30																							
80	25	20																							
90	18	15																							
100	15.2	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,818 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 6,51%  <b>Diagnóstico:</b> El análisis de la densidad nos indica que existe un aumento considerable, que indica la presencia de líquidos diluidos en el lubricante y la presencia de partículas metálicas que son están presentes en todo el rango de trabajo del lubricante</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #40</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.768</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.818</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.818</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.818</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.818</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.818</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.818</td><td>0.768</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.768	0.768	50	0.818	0.768	60	0.818	0.768	70	0.818	0.768	80	0.818	0.768	90	0.818	0.768	100	0.818	0.768
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.768	0.768																							
50	0.818	0.768																							
60	0.818	0.768																							
70	0.818	0.768																							
80	0.818	0.768																							
90	0.818	0.768																							
100	0.818	0.768																							



Tabla 52 Análisis de resultados unidad 41

Análisis Unidad #41	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAU-407
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,47 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 4,26%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio de la constante dieléctrica nos arrojó resultados de variación en decrecimiento, lo que encaja al vehículo en el grupo de unidades en condiciones normales y se supone una disminución por oxidación normal debido al uso del lubricante.</p>	<p>Estado de aceite unidad #41</p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,6 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,79%  <b>Diagnóstico:</b> La viscosidad de esta unidad se establece que existe un aumento respecto al valor normal de un aceite fresco con lo que la unidad encaja en el grupo de vehículos que se encuentran en condiciones de precaución.</p>	<p>Estado de aceite unidad #41</p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,805 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 4,81%  <b>Diagnóstico:</b> La densidad nos muestran una variación baja, lo que nos da indicios de una ligera contaminación del aceite con restos de partículas metálicas y hollín.</p>	<p>Estado de aceite unidad #41</p>



Tabla 53 Análisis de resultados unidad 42

Análisis Unidad #42	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAT-443
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,5 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 3,1%  <b>Diagnóstico:</b> La constante dieléctrica determino que el motor del vehículo se encuentra en buen estado con un bajo nivel de oxidación, así como un bajo nivel en contaminación por sedimentos que son los principales compuestos que disminuyen el nivel de esta característica.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #42</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,5 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 2,17%  <b>Diagnóstico:</b> El análisis de viscosidad realizado a esta unidad cuanta con una variación normal, que lo ubica en valores de condiciones normales y la variación se da por agotamiento normal de los aditivos y oxidación debido al uso al que ha sido sometido el lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #42</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,81 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,46%  <b>Diagnóstico:</b> En los resultados obtenidos en el análisis de la densidad se obtuvo una variación un tanto elevada, lo que nos lleva a estar seguros de la existencia de partículas metálicas o restos de hollín del lubricante que causa un aumento en el valor de la densidad, pero se mantiene dentro de valores tolerables.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #42</b></p>



Tabla 54 Análisis de resultados unidad 43

Análisis Unidad #43																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: AAU-394																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,43 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 5,81%  <b>Diagnóstico:</b> En el análisis de constante dieléctrica se determina que existe contaminación presumiblemente por combustible que ha cambiado las características químicas del aceite y también una oxidación un poco acelerada.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #43</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant vs Temperature</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.43</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.55</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.52</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.50</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.48</td><td>2.52</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.45</td><td>2.55</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.43</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.43	50	2.55	2.45	60	2.52	2.48	70	2.50	2.50	80	2.48	2.52	90	2.45	2.55	100	2.43	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.43																							
50	2.55	2.45																							
60	2.52	2.48																							
70	2.50	2.50																							
80	2.48	2.52																							
90	2.45	2.55																							
100	2.43	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,6 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 1,44%  <b>Diagnóstico:</b> El análisis de viscosidad realizado a esta unidad cuanta con una variación normal, que lo ubica en valores de condiciones normales y la variación se da por agotamiento normal de los aditivos y oxidación debido al uso al que ha sido sometido el lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #43</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity vs Temperature</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>90</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>50</td><td>45</td></tr> <tr><td>60</td><td>35</td><td>30</td></tr> <tr><td>70</td><td>25</td><td>20</td></tr> <tr><td>80</td><td>18</td><td>15</td></tr> <tr><td>90</td><td>14</td><td>13</td></tr> <tr><td>100</td><td>13.6</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	90	85	50	50	45	60	35	30	70	25	20	80	18	15	90	14	13	100	13.6	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	90	85																							
50	50	45																							
60	35	30																							
70	25	20																							
80	18	15																							
90	14	13																							
100	13.6	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,805 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 4,81%  <b>Diagnóstico:</b> La densidad muestra una variación dentro de límites normales, lo que establece que se encuentra en valores dentro de rango que demuestran un agotamiento normal de los aditivos, así como una normal oxidación del lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #43</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density vs Temperature</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.78</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.79</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.80</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.80</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.80</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.80</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.805</td><td>0.768</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.78	0.768	50	0.79	0.77	60	0.80	0.77	70	0.80	0.77	80	0.80	0.77	90	0.80	0.77	100	0.805	0.768
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.78	0.768																							
50	0.79	0.77																							
60	0.80	0.77																							
70	0.80	0.77																							
80	0.80	0.77																							
90	0.80	0.77																							
100	0.805	0.768																							



Tabla 55 Análisis de resultados unidad 44

Análisis Unidad #44	
Características de la unidad	Marca: VOLKSWAGEN
	Placa: AAA-2306
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,44 @ 100°C  Disminución del 5,42%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio de la constante dieléctrica determina que existe un desgaste un poco acusado y algo de contaminación con restos metálicos probablemente debido al desgaste normal del motor.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #44</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 1,44%  <b>Diagnóstico:</b> Los resultados obtenidos del análisis de la viscosidad para el aceite usado de esta unidad determinaron que el vehículo encaja en el grupo de vehículos en condiciones normales con degradación normal del lubricante y oxidación normal debido al uso.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #44</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,801 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 4,29%  <b>Diagnóstico:</b> El análisis de la densidad nos indica que es un desgaste normal debido al uso y la contaminación por restos de hollín que llegan al lubricante en el uso normal del mismo.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #44</b></p>



Tabla 56 Análisis de resultados unidad 45

Análisis Unidad #45	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAX-037
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,48 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 3,87%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio de la constante dieléctrica determino que existe un desgaste normal y la contaminación con restos metálicos se encuentra normal la variación solo representa el desgaste normal del motor.</p>	<p>Estado de aceite unidad #45</p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,9 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 0,72%  <b>Diagnóstico:</b> La viscosidad nos indica que el motor de este vehículo se encuentre en perfecto estado de funcionamiento y se engloba en el grupo de vehículos en condiciones normales.</p>	<p>Estado de aceite unidad #45</p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,806 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 4,94%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio de la densidad del aceite de la unidad analizada nos ayuda a determinar que el autobús se encuentra en condiciones normales de funcionamiento con un desgaste y contaminación normal del aceite.</p>	<p>Estado de aceite unidad #45</p>



Tabla 57 Análisis de resultados unidad 46

Análisis Unidad #46	
Características de la unidad	Marca: ISUZU
	Placa: AAU-963
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,48 @ 100°C  <b>Disminución del :</b>3,87%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio de la constante dieléctrica determino que existe una variación de 0,1 unidades con lo que se determina que existe un desgaste normal y la contaminación con restos metálicos se encuentra normal la variación solo representa el desgaste normal del motor.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #46</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,6 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,79%  <b>Diagnóstico:</b> La prueba realizada a la viscosidad de la unidad determino que el parámetro medido en el aceite nos lleva a determinar que el vehículo se encuentra en condiciones de precaución y se deben tener en cuenta los niveles de contaminación para mantener bajo control la viscosidad y evitar el daño a los elementos móviles del motor.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #46</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,822 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 7,03%  <b>Diagnóstico:</b> La investigación realizada a la densidad del aceite lubricante nos indica que existe un aumento de viscosidad muy probablemente por aumento de la contaminación por partículas de desgaste y oxidación por el trabajo del motor.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #46</b></p>



Tabla 58 Análisis de resultados unidad 47

Análisis Unidad #47	
Características de la unidad	Marca: ISUZU
	Placa: AAU-479
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,49 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 3,48%  <b>Diagnóstico:</b> Los ensayos realizados a la constante dieléctrica de la unidad nos muestran una tendencia al decrecimiento, lo que indica que es una disminución por desgaste normal del lubricante y encaja al vehículo en condiciones normales para este parámetro.</p>	
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 15,1 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 9,49%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio realizado a la viscosidad del aceite de esta unidad nos indica que el vehículo se encuentra en condiciones de precaución donde se debe tener en cuenta la temperatura de trabajo del motor y el nivel de oxidación del lubricante.</p>	
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,823 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 7,16%  <b>Diagnóstico:</b> El análisis de la densidad nos ha dado como resultado una variación por encima de los valores de un aceite nuevo, lo que nos lleva a concluir una carga un poco alta de partículas metálicas como una pequeña cantidad de líquido refrigerante.</p>	



Tabla 59 Análisis de resultados unidad 48

Análisis Unidad #48																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: AAV-396																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,63 @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 1,93%  <b>Diagnóstico:</b> El resultado obtenido en el análisis de la constante dieléctrica está dentro del rango permisible, lo que evidencia el buen estado de la unidad y la poca degradación que existe en el motor de este vehículo.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #48</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.65</td><td>2.40</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.65</td><td>2.40</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.65</td><td>2.40</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.65</td><td>2.40</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.65</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.65</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.63</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.65	2.40	50	2.65	2.40	60	2.65	2.40	70	2.65	2.40	80	2.65	2.45	90	2.65	2.50	100	2.63	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.65	2.40																							
50	2.65	2.40																							
60	2.65	2.40																							
70	2.65	2.40																							
80	2.65	2.45																							
90	2.65	2.50																							
100	2.63	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,1 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 2,17%  <b>Diagnóstico:</b> En el análisis de viscosidad realizado a esta unidad se determinó que existe que existe poca degradación en los aditivos y un nivel bajo de oxidación del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #48</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>90</td><td>90</td></tr> <tr><td>50</td><td>55</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>40</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>28</td><td>28</td></tr> <tr><td>80</td><td>20</td><td>20</td></tr> <tr><td>90</td><td>15</td><td>15</td></tr> <tr><td>100</td><td>14.1</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	90	90	50	55	55	60	40	40	70	28	28	80	20	20	90	15	15	100	14.1	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	90	90																							
50	55	55																							
60	40	40																							
70	28	28																							
80	20	20																							
90	15	15																							
100	14.1	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,811 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,59%  <b>Diagnóstico:</b> En los resultados del análisis de la densidad se obtuvieron variaciones muy bajas con respecto al aceite base lo que nos indica que aún no cumple con el periodo de vida útil.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #48</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.811</td><td>0.768</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.81	0.78	50	0.81	0.78	60	0.81	0.78	70	0.81	0.78	80	0.81	0.78	90	0.81	0.78	100	0.811	0.768
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.81	0.78																							
50	0.81	0.78																							
60	0.81	0.78																							
70	0.81	0.78																							
80	0.81	0.78																							
90	0.81	0.78																							
100	0.811	0.768																							



Tabla 60 Análisis de resultados unidad 49

Análisis Unidad #49	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAU-371
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,46 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 4,65%  <b>Diagnóstico:</b> Los ensayos realizados a la constante dieléctrica de la unidad nos muestran una tendencia al decrecimiento, que indica una disminución por degradación del aceite y sobrepasa levemente los valores límites y encaja al vehículo en condiciones de precaución para este parámetro.</p>	
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,4 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 2,89%  <b>Diagnóstico:</b> En el análisis de viscosidad realizado a esta unidad se determinó que existe poca degradación en los aditivos y un nivel bajo de oxidación del aceite por lo que se esté lubricante aun no completa su vida útil.</p>	
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,803 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 4,55%  <b>Diagnóstico:</b> En los resultados del análisis de la densidad nos indica que se puede seguir usando el aceite ya que existe una contaminación muy baja.</p>	



Tabla 61 Análisis de resultados unidad 50

Análisis Unidad #50	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAU-966
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,59 @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 0,38%</p> <p><b>Diagnóstico:</b> Los análisis realizados a la constante dieléctrica de la unidad nos muestran un lubricante en buen estado, con un nivel bajo de degradación y una leve oxidación que no representa ningún problema para el vehículo por lo que encaja perfectamente en los vehículos que se encuentra en buen estado de funcionamiento.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #50</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 1,44%</p> <p><b>Diagnóstico:</b> En el estudio de la viscosidad realizado a esta unidad se determinó que existe poca degradación en los aditivos y un nivel bajo de oxidación del aceite por lo que esta unidad encaja en el grupo de vehículos que se encuentran en buen estado de funcionamiento.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #50</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,813 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,85%</p> <p><b>Diagnóstico:</b> Los análisis de la densidad nos muestran valores bajos de variaciones con respecto al aceite base presenta niveles normales de contaminación por partículas metálicas y presenta niveles bajos de oxidación.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #50</b></p>



Tabla 62 Análisis de resultados unidad 51

Análisis Unidad #51																									
Características de la unidad	Marca: ISUZU																								
	Placa: AAU-340																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,35 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 8,91%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio de la constante dieléctrica determino que existe contaminación por combustible y es bastante notorio debido a que duplica el limite permisible para este parámetro.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #51</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.45</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.45</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.45</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.45</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.45</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.45</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.35</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.45	2.45	50	2.45	2.45	60	2.45	2.45	70	2.45	2.45	80	2.45	2.45	90	2.45	2.45	100	2.35	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.45	2.45																							
50	2.45	2.45																							
60	2.45	2.45																							
70	2.45	2.45																							
80	2.45	2.45																							
90	2.45	2.45																							
100	2.35	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,3 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 3,62%  <b>Diagnóstico:</b> En el análisis de viscosidad realizado a esta unidad indica que existe poca degradación en los aditivos y un nivel bajo de oxidación del aceite por lo que esta unidad forma parte de los vehículos que se encuentran en buenas condiciones.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #51</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>80</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>50</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>35</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>25</td><td>30</td></tr> <tr><td>80</td><td>18</td><td>22</td></tr> <tr><td>90</td><td>14</td><td>16</td></tr> <tr><td>100</td><td>13.3</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	80	85	50	50	55	60	35	40	70	25	30	80	18	22	90	14	16	100	13.3	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	80	85																							
50	50	55																							
60	35	40																							
70	25	30																							
80	18	22																							
90	14	16																							
100	13.3	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,8 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 4,16%  <b>Diagnóstico:</b> Los análisis de la densidad nos muestran valores relativamente bajos de variaciones respecto al aceite base lo que nos indica un nivel bajo de contaminación por partículas metálicas y presenta niveles bajos de oxidación.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #51</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.80</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.80</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.80</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.80</td><td>0.77</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.80	0.78	50	0.80	0.79	60	0.80	0.79	70	0.80	0.79	80	0.80	0.78	90	0.80	0.78	100	0.80	0.77
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.80	0.78																							
50	0.80	0.79																							
60	0.80	0.79																							
70	0.80	0.79																							
80	0.80	0.78																							
90	0.80	0.78																							
100	0.80	0.77																							



Tabla 63 Análisis de resultados unidad 52

Análisis Unidad #52	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAT-231
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,65 @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 2,71%  <b>Diagnóstico:</b> Los análisis realizados a la constante dieléctrica de la unidad nos indican que se encuentra en buen estado con un nivel bajo de degradación y un bajo nivel de oxidación que no representa ningún problema para el vehículo por lo que encaja perfectamente en los vehículos que se encuentra en buen estado de funcionamiento.</p>	
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,5 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,07%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio realizado a la viscosidad del aceite de esta unidad nos muestra que el vehículo se encuentra en condiciones de precaución donde se debe tener en cuenta la temperatura de trabajo del motor y el nivel de oxidación del lubricante para mantener bajo control este parámetro ya que es importante para mantener la película de lubricación de las unidades.</p>	
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,813 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,85%  <b>Diagnóstico:</b> Los análisis de la densidad nos muestran valores aceptables de variación respecto al aceite base lo que nos indica, con niveles tolerables de contaminación por partículas metálicas y presenta niveles bajos de oxidación.</p>	



Tabla 64 Análisis de resultados unidad 53

Análisis Unidad #53																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: AAV-016																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,42 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 6,20%  <b>Diagnóstico:</b> Los ensayos realizados a la constante dieléctrica de la unidad nos muestran una tendencia al crecimiento del valor de esta variable por 0.16 lo que indica que existe una disminución por degradación del aceite y sobrepasa levemente los valores límites y encaja al vehículo en condiciones de precaución para este parámetro.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #53</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.42</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.55</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.52</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.48</td><td>2.52</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.45</td><td>2.55</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.42</td><td>2.58</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.42</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.42	50	2.55	2.45	60	2.52	2.48	70	2.48	2.52	80	2.45	2.55	90	2.42	2.58	100	2.42	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.42																							
50	2.55	2.45																							
60	2.52	2.48																							
70	2.48	2.52																							
80	2.45	2.55																							
90	2.42	2.58																							
100	2.42	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,3 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 3,62%  <b>Diagnóstico:</b> El análisis de viscosidad del aceite de esta unidad nos muestra poca degradación en los aditivos y un nivel bajo de oxidación del aceite por lo que esta unidad encaja en el grupo de vehículos que se encuentran en buenas condiciones.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #53</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>85</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>55</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>35</td><td>35</td></tr> <tr><td>70</td><td>25</td><td>25</td></tr> <tr><td>80</td><td>18</td><td>18</td></tr> <tr><td>90</td><td>14</td><td>14</td></tr> <tr><td>100</td><td>13.3</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	85	85	50	55	55	60	35	35	70	25	25	80	18	18	90	14	14	100	13.3	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	85	85																							
50	55	55																							
60	35	35																							
70	25	25																							
80	18	18																							
90	14	14																							
100	13.3	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,804 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 4,68%  <b>Diagnóstico:</b> Los resultados del análisis de la densidad nos muestran valores relativamente bajos de variaciones con respecto al aceite base lo que nos indica que se puede seguir usando el aceite ya que no presenta valores considerables de contaminación por partículas metálicas y presenta niveles bajos de oxidación.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #53</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.804</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.804</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.804</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.804</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.804</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.804</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.804</td><td>0.768</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.804	0.768	50	0.804	0.768	60	0.804	0.768	70	0.804	0.768	80	0.804	0.768	90	0.804	0.768	100	0.804	0.768
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.804	0.768																							
50	0.804	0.768																							
60	0.804	0.768																							
70	0.804	0.768																							
80	0.804	0.768																							
90	0.804	0.768																							
100	0.804	0.768																							



Tabla 65 Análisis de resultados unidad 54

Análisis Unidad #54	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAU-328
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,49 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 3,48%  <b>Diagnóstico:</b> Los ensayos realizados a la constante dieléctrica de la unidad nos muestran una tendencia al decrecimiento del valor de esta variable, lo que indica que es una disminución por desgaste normal del lubricante y encaja al vehículo en condiciones normales para este parámetro.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #54</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,4 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 2,89%  <b>Diagnóstico:</b> En el análisis de viscosidad realizado a esta unidad nos indica que existe poca degradación en los aditivos y un nivel bajo de oxidación del aceite por lo que este lubricante aun no completa su vida útil y podría seguir siendo usado.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #54</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,808 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,20%  <b>Diagnóstico:</b> Los análisis de la densidad nos muestran valores aceptables de variaciones, con valores bajos de contaminación por partículas metálicas y también presenta niveles bajos de oxidación.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #54</b></p>



Tabla 66 Análisis de resultados unidad 55

Análisis Unidad #55																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: AAU-0402																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,41 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 6,58%  <b>Diagnóstico:</b> En el análisis de constante dieléctrica se determina que existe contaminación presumiblemente por combustible que ha cambiado las características químicas del aceite y también una considerable oxidación.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #55</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.55</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.52</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.50</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.48</td><td>2.55</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.45</td><td>2.60</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.41</td><td>2.65</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.45	50	2.55	2.45	60	2.52	2.48	70	2.50	2.50	80	2.48	2.55	90	2.45	2.60	100	2.41	2.65
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.45																							
50	2.55	2.45																							
60	2.52	2.48																							
70	2.50	2.50																							
80	2.48	2.55																							
90	2.45	2.60																							
100	2.41	2.65																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 5,79%  <b>Diagnóstico:</b> La prueba realizada a la viscosidad de la unidad determino que el vehículo se encuentra en condiciones de precaución y se deben tener en cuenta los niveles de contaminación para mantener bajo control la viscosidad y evitar el daño a los elementos móviles del motor.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #55</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>75</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>50</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>35</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>25</td><td>30</td></tr> <tr><td>80</td><td>18</td><td>22</td></tr> <tr><td>90</td><td>14</td><td>16</td></tr> <tr><td>100</td><td>13</td><td>13</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	75	85	50	50	55	60	35	40	70	25	30	80	18	22	90	14	16	100	13	13
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	75	85																							
50	50	55																							
60	35	40																							
70	25	30																							
80	18	22																							
90	14	16																							
100	13	13																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,805 @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 4,81%  <b>Diagnóstico:</b> Los análisis de la densidad nos muestran valores relativamente bajos de variaciones respecto al aceite base lo que nos indica que se puede seguir usando el aceite ya que no presenta elevada contaminación por partículas metálicas y presenta niveles bajos de oxidación.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #55</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.78</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.80</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.805</td><td>0.78</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.78	0.78	50	0.80	0.78	60	0.80	0.78	70	0.80	0.78	80	0.80	0.78	90	0.80	0.78	100	0.805	0.78
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.78	0.78																							
50	0.80	0.78																							
60	0.80	0.78																							
70	0.80	0.78																							
80	0.80	0.78																							
90	0.80	0.78																							
100	0.805	0.78																							



Tabla 67 Análisis de resultados unidad 56

Análisis Unidad #56																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: AAU-969																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,37 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 8,13%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio de la constante dieléctrica determino que existe contaminación por combustible y es bastante notorio debido a que duplica el limite permisible para este parámetro.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #56</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.5</td><td>2.4</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.5</td><td>2.4</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.45</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.4</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.4</td><td>2.55</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.4</td><td>2.6</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.37</td><td>2.6</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.5	2.4	50	2.5	2.4	60	2.45	2.45	70	2.4	2.5	80	2.4	2.55	90	2.4	2.6	100	2.37	2.6
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.5	2.4																							
50	2.5	2.4																							
60	2.45	2.45																							
70	2.4	2.5																							
80	2.4	2.55																							
90	2.4	2.6																							
100	2.37	2.6																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,1 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 5,07%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio realizado a la viscosidad del aceite de esta unidad que indica que el vehículo se encuentra en condiciones de precaución donde se debe tener en cuenta la temperatura de trabajo del motor y el nivel de oxidación del lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #56</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>85</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>55</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>40</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>28</td><td>28</td></tr> <tr><td>80</td><td>20</td><td>20</td></tr> <tr><td>90</td><td>15</td><td>15</td></tr> <tr><td>100</td><td>13.1</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	85	85	50	55	55	60	40	40	70	28	28	80	20	20	90	15	15	100	13.1	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	85	85																							
50	55	55																							
60	40	40																							
70	28	28																							
80	20	20																							
90	15	15																							
100	13.1	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,807 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,07%  <b>Diagnóstico:</b> Los análisis de la densidad nos muestran valores aceptables que nos indica que se puede seguir usando el aceite ya que no presenta una elevada contaminación por partículas metálicas y presenta niveles bajos de oxidación.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #56</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.8</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.8</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.8</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.8</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.8</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.8</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.807</td><td>0.768</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.8	0.78	50	0.8	0.78	60	0.8	0.78	70	0.8	0.78	80	0.8	0.78	90	0.8	0.78	100	0.807	0.768
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.8	0.78																							
50	0.8	0.78																							
60	0.8	0.78																							
70	0.8	0.78																							
80	0.8	0.78																							
90	0.8	0.78																							
100	0.807	0.768																							



Tabla 68 Análisis de resultados unidad 57

Análisis Unidad #57																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: AAU-937																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,56 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 0,77%  <b>Diagnóstico:</b> Los ensayos realizados a la constante dieléctrica de la unidad nos muestran que existe una disminución por degradación del aceite y sobrepasa levemente los valores límites y encaja al vehículo en condiciones de precaución para este parámetro.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #57</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.65</td><td>2.40</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.62</td><td>2.42</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.60</td><td>2.44</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.58</td><td>2.46</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.56</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.56</td><td>2.52</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.56</td><td>2.56</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.65	2.40	50	2.62	2.42	60	2.60	2.44	70	2.58	2.46	80	2.56	2.48	90	2.56	2.52	100	2.56	2.56
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.65	2.40																							
50	2.62	2.42																							
60	2.60	2.44																							
70	2.58	2.46																							
80	2.56	2.48																							
90	2.56	2.52																							
100	2.56	2.56																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,9 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 0,72%  <b>Diagnóstico:</b> La viscosidad nos indican que el motor de este vehículo se encuentre en perfecto estado de funcionamiento y se engloba en el grupo de vehículos en condiciones normales.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #57</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>85</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>55</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>40</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>28</td><td>28</td></tr> <tr><td>80</td><td>20</td><td>20</td></tr> <tr><td>90</td><td>15</td><td>15</td></tr> <tr><td>100</td><td>13.9</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	85	85	50	55	55	60	40	40	70	28	28	80	20	20	90	15	15	100	13.9	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	85	85																							
50	55	55																							
60	40	40																							
70	28	28																							
80	20	20																							
90	15	15																							
100	13.9	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,809 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,33%  <b>Diagnóstico:</b> Los análisis de la densidad nos muestran valores aceptables de cambios respecto al aceite base ya que presenta niveles bajos de contaminación por partículas metálicas y también presenta niveles bajos de oxidación.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #57</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.77</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.78</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.78</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.78</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.78</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.78</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.809</td><td>0.77</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.77	0.768	50	0.78	0.77	60	0.78	0.77	70	0.78	0.77	80	0.78	0.77	90	0.78	0.77	100	0.809	0.77
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.77	0.768																							
50	0.78	0.77																							
60	0.78	0.77																							
70	0.78	0.77																							
80	0.78	0.77																							
90	0.78	0.77																							
100	0.809	0.77																							



Tabla 69 Análisis de resultados unidad 58

Análisis Unidad #58	
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz
	Placa: AAT-790
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,51 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 2,71%  <b>Diagnóstico:</b> Los análisis realizados a la constante dieléctrica de la unidad nos muestran que se encuentra en buen estado con un nivel bajo de degradación y un bajo nivel de oxidación que no representa ningún problema para el vehículo por lo que encaja perfectamente en los vehículos que se encuentra en buen estado de funcionamiento.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #58</b></p>
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,5 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 2,17%  <b>Diagnóstico:</b> En el análisis de viscosidad realizado a esta unidad se determinó que existe poca degradación en los aditivos y un nivel bajo de oxidación del aceite por lo que esta unidad forma parte de los vehículos que se encuentran en buenas condiciones.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #58</b></p>
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,808 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,20%  <b>Diagnóstico:</b> Los análisis de la densidad nos muestran valores aceptables de variaciones, con lo que se puede seguir usando el aceite ya que no presenta una elevada contaminación por partículas metálicas y presenta niveles bajos de oxidación.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #58</b></p>



Tabla 70 Análisis de resultados unidad 59

Análisis Unidad #59	
Características de la unidad	Marca: VOLKSWAGEN
	Placa: AAA-2142
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,43 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 5,81%  <b>Diagnóstico:</b> Los ensayos realizados a la constante dieléctrica de la unidad nos muestran que existe una disminución por degradación del aceite y sobrepasa levemente los valores límites y encaja al vehículo en condiciones de precaución para este parámetro.</p>	
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 1,44%  <b>Diagnóstico:</b> En el estudio de la viscosidad realizado a esta unidad se determinó que existe poca degradación en los aditivos y un nivel bajo de oxidación del aceite por lo que esta unidad encaja en el grupo de vehículos que se encuentran en buen estado de funcionamiento.</p>	
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,803 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 4,55%  <b>Diagnóstico:</b> Los análisis de la densidad nos muestran valores relativamente bajos de variaciones, lo que nos indica no presenta elevada contaminación por partículas metálicas y presenta niveles bajos de oxidación.</p>	



Tabla 71 Análisis de resultados unidad 60

Análisis Unidad #60																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: AAV-011																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,32 @ 100°C  Disminución del 10,07%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio de la constante dieléctrica determino que existe contaminación por combustible y es bastante notorio debido a que su valor es más del doble del límite permisible para este parámetro.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #60</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.4</td><td>2.4</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.4</td><td>2.4</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.4</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.4</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.35</td><td>2.55</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.35</td><td>2.6</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.32</td><td>2.6</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.4	2.4	50	2.4	2.4	60	2.4	2.45	70	2.4	2.5	80	2.35	2.55	90	2.35	2.6	100	2.32	2.6
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.4	2.4																							
50	2.4	2.4																							
60	2.4	2.45																							
70	2.4	2.5																							
80	2.35	2.55																							
90	2.35	2.6																							
100	2.32	2.6																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 12,6 cSt @ 100°C  Disminución del: 8,69%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio realizado a la viscosidad del aceite de esta unidad indica que el vehículo se encuentra en condiciones de precaución donde se debe tener en cuenta la temperatura de trabajo del motor y el nivel de oxidación del lubricante para mantener bajo control este parámetro.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #60</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>65</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>50</td><td>60</td></tr> <tr><td>60</td><td>35</td><td>45</td></tr> <tr><td>70</td><td>25</td><td>35</td></tr> <tr><td>80</td><td>18</td><td>25</td></tr> <tr><td>90</td><td>14</td><td>18</td></tr> <tr><td>100</td><td>12.6</td><td>14</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	65	85	50	50	60	60	35	45	70	25	35	80	18	25	90	14	18	100	12.6	14
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	65	85																							
50	50	60																							
60	35	45																							
70	25	35																							
80	18	25																							
90	14	18																							
100	12.6	14																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,797 g/ml @ 100°C  Aumento del: 3,77%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio de la densidad del aceite de la unidad lo ubica en el grupo de vehículos en condiciones normales de funcionamiento con un desgaste y contaminación normal del aceite.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #60</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.8</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.8</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.8</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.8</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.8</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.8</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.8</td><td>0.78</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.8	0.78	50	0.8	0.78	60	0.8	0.78	70	0.8	0.78	80	0.8	0.78	90	0.8	0.78	100	0.8	0.78
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.8	0.78																							
50	0.8	0.78																							
60	0.8	0.78																							
70	0.8	0.78																							
80	0.8	0.78																							
90	0.8	0.78																							
100	0.8	0.78																							



Tabla 72 Análisis de resultados unidad 61

Análisis Unidad #61																									
Características de la unidad	Marca: ISUZU																								
	Placa: AAU-387																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,44 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 5,42%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio de la constante dieléctrica determino que existe un desgaste un poco acusado y algo de contaminación con restos metálicos probablemente debido al desgaste normal del motor y combustible diluido en el lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #61</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.58</td><td>2.44</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.55</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.52</td><td>2.46</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.48</td><td>2.47</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.45</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.44</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.44</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.58	2.44	50	2.55	2.45	60	2.52	2.46	70	2.48	2.47	80	2.45	2.48	90	2.44	2.50	100	2.44	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.58	2.44																							
50	2.55	2.45																							
60	2.52	2.46																							
70	2.48	2.47																							
80	2.45	2.48																							
90	2.44	2.50																							
100	2.44	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 13,3 cSt @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 3,62%  <b>Diagnóstico:</b> En el análisis de viscosidad realizado a esta unidad nos indica que existe poca degradación en los aditivos y un nivel bajo de oxidación del aceite por lo que esta unidad forma parte de los vehículos que se encuentran en buenas condiciones.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #61</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>90</td><td>85</td></tr> <tr><td>50</td><td>60</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>40</td><td>40</td></tr> <tr><td>70</td><td>30</td><td>30</td></tr> <tr><td>80</td><td>25</td><td>25</td></tr> <tr><td>90</td><td>20</td><td>20</td></tr> <tr><td>100</td><td>13.3</td><td>13.8</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	90	85	50	60	55	60	40	40	70	30	30	80	25	25	90	20	20	100	13.3	13.8
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	90	85																							
50	60	55																							
60	40	40																							
70	30	30																							
80	25	25																							
90	20	20																							
100	13.3	13.8																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,81 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,46%  <b>Diagnóstico:</b> Se determinó la existencia de partículas metálicas o restos de hollín del lubricante que causa un aumento en el valor de la densidad, pero se mantiene dentro de valores tolerables.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #61</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.78</td><td>0.768</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.80</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.81</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.81</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.81</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.81</td><td>0.77</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.81</td><td>0.77</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.78	0.768	50	0.80	0.77	60	0.81	0.77	70	0.81	0.77	80	0.81	0.77	90	0.81	0.77	100	0.81	0.77
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.78	0.768																							
50	0.80	0.77																							
60	0.81	0.77																							
70	0.81	0.77																							
80	0.81	0.77																							
90	0.81	0.77																							
100	0.81	0.77																							



Tabla 73 Análisis de resultados unidad 62

Análisis Unidad #62	
Características de la unidad	Marca: IZUSU
	Placa: PAU-606
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,49 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 3,48%  <b>Diagnóstico:</b> Los análisis realizados a la constante dieléctrica de la unidad nos muestran un que se encuentra en buen estado con un nivel bajo de degradación y un bajo nivel de oxidación que no representa ningún problema para el vehículo por lo que encaja perfectamente en los vehículos que se encuentra en buen estado de funcionamiento.</p>	
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,6 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,79%  <b>Diagnóstico:</b> En el resultado conseguido en el análisis de la viscosidad de esta unidad se establece que la unidad encaja en el grupo de vehículos que se encuentran en condiciones de precaución ya que presenta indicios de trabajo a temperatura muy elevada.</p>	
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,824 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 7,29%  <b>Diagnóstico:</b> La densidad nos muestran que existe un aumento en esta característica debido a que existe contaminación por fluidos que han provocado un aumento de la oxidación del aceite.</p>	



Tabla 74 Análisis de resultados unidad 63

Análisis Unidad #63	
Características de la unidad	Marca: ISUZU
	Placa: ATT-437
Estado de Aceite	
Resultados	Parámetro medido
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,51 @ 100°C  <b>Disminución del:</b> 2,71%  <b>Diagnóstico:</b> Los ensayos realizados a la constante dieléctrica de la unidad nos muestran una tendencia al decrecimiento debido al desgaste normal del lubricante y encaja al vehículo en condiciones normales para este parámetro.</p>	
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,6 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,79%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio realizado a la viscosidad del aceite de esta unidad nos indica que el vehículo se encuentra en condiciones de precaución donde se debe tener en cuenta la temperatura de trabajo del motor y el nivel de oxidación del lubricante para mantener bajo control este parámetro.</p>	
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,807 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,07%  <b>Diagnóstico:</b> Los análisis de la densidad nos muestran que se puede seguir usando el aceite ya que no presenta una elevada contaminación por partículas metálicas y presenta niveles bajos de oxidación.</p>	



Tabla 75 Análisis de resultados unidad 64

Análisis Unidad #64																									
Características de la unidad	Marca: Mercedes Benz																								
	Placa: PUB-963																								
Estado de Aceite																									
Resultados	Parámetro medido																								
<p><b>Constante Dieléctrica</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 2,58 @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 2,81 @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 8,91%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio de la constante dieléctrica determina que existe contaminación por combustible y es bastante notorio debido a que duplica el limite permisible para este parámetro.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #64</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Dielectric Constant Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Const. Dieléctrica aceite usado</th> <th>Const. Dieléctrica aceite base</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>2.75</td><td>2.40</td></tr> <tr><td>50</td><td>2.75</td><td>2.42</td></tr> <tr><td>60</td><td>2.75</td><td>2.45</td></tr> <tr><td>70</td><td>2.75</td><td>2.48</td></tr> <tr><td>80</td><td>2.75</td><td>2.50</td></tr> <tr><td>90</td><td>2.75</td><td>2.52</td></tr> <tr><td>100</td><td>2.81</td><td>2.58</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base	40	2.75	2.40	50	2.75	2.42	60	2.75	2.45	70	2.75	2.48	80	2.75	2.50	90	2.75	2.52	100	2.81	2.58
Temperatura (°C)	Const. Dieléctrica aceite usado	Const. Dieléctrica aceite base																							
40	2.75	2.40																							
50	2.75	2.42																							
60	2.75	2.45																							
70	2.75	2.48																							
80	2.75	2.50																							
90	2.75	2.52																							
100	2.81	2.58																							
<p><b>Viscosidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 13,8 cSt @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 14,5 cSt @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,07%  <b>Diagnóstico:</b> El estudio realizado a la viscosidad del aceite de esta unidad nos indica que el vehículo se encuentra en condiciones de precaución donde se debe tener en cuenta la temperatura de trabajo del motor y el nivel de oxidación del lubricante.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #64</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Viscosity Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Viscosidad aceite usado (mm²/s)</th> <th>Viscosidad aceite base (mm²/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>90</td><td>90</td></tr> <tr><td>50</td><td>60</td><td>55</td></tr> <tr><td>60</td><td>40</td><td>35</td></tr> <tr><td>70</td><td>25</td><td>22</td></tr> <tr><td>80</td><td>18</td><td>15</td></tr> <tr><td>90</td><td>14</td><td>12</td></tr> <tr><td>100</td><td>13.8</td><td>14.5</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)	40	90	90	50	60	55	60	40	35	70	25	22	80	18	15	90	14	12	100	13.8	14.5
Temperatura (°C)	Viscosidad aceite usado (mm²/s)	Viscosidad aceite base (mm²/s)																							
40	90	90																							
50	60	55																							
60	40	35																							
70	25	22																							
80	18	15																							
90	14	12																							
100	13.8	14.5																							
<p><b>Densidad</b>  <b>Aceite Nuevo:</b> 0,768 g/ml @ 100°C  <b>Aceite Usado:</b> 0,813 g/ml @ 100°C  <b>Aumento del:</b> 5,85%  <b>Diagnóstico:</b> Los análisis de la densidad nos muestran que se puede seguir usando el aceite ya que no presenta contaminación por partículas metálicas y presenta niveles bajos de oxidación.</p>	<p><b>Estado de aceite unidad #64</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Density Graph</caption> <thead> <tr> <th>Temperatura (°C)</th> <th>Densidad aceite usado (g/cm³)</th> <th>Densidad aceite base (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>40</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.81</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>60</td><td>0.81</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>70</td><td>0.81</td><td>0.79</td></tr> <tr><td>80</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>90</td><td>0.81</td><td>0.78</td></tr> <tr><td>100</td><td>0.813</td><td>0.768</td></tr> </tbody> </table>	Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)	40	0.81	0.78	50	0.81	0.79	60	0.81	0.79	70	0.81	0.79	80	0.81	0.78	90	0.81	0.78	100	0.813	0.768
Temperatura (°C)	Densidad aceite usado (g/cm³)	Densidad aceite base (g/cm³)																							
40	0.81	0.78																							
50	0.81	0.79																							
60	0.81	0.79																							
70	0.81	0.79																							
80	0.81	0.78																							
90	0.81	0.78																							
100	0.813	0.768																							