

**Universidad Internacional del Ecuador**



**Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz**

**Artículo Investigativo para la obtención del Título en Ingeniería Mecánica  
Automotriz**

**Análisis Físico-Químico de las propiedades mecánicas de aceites lubricantes GL4-GL5  
en metales de transmisión duros y blandos.**

**Ana Paula Vásquez Vásquez**

**Director: Msc. Gorky G. Reyes C.**

**Quito, 2020**



## CERTIFICACION

Yo, ANA PAULA VÁSQUEZ VÁSQUEZ declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoria; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado profesional y que se ha consultado la bibliográfica detallada.

Cedo los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de propiedad intelectual, reglamentos y leyes.



Ana Paula Vásquez Vásquez

Yo, Ing. Gorky Reyes, certifico que conozco a la señorita ANA PAULA VÁSQUEZ VÁSQUEZ autor exclusivo de la presente investigación siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Gorky Reyes

## **DEDICATORIA**

Cada trabajo, exposición, lección y examen rendido y sobre todo este proyecto final es dedicado para mis padres, Patsy Vásquez y Tito Vásquez quienes forjaron mi camino con apoyo incondicional y económico, con su paciencia y tolerancia al resultado de mis emociones y pasos laborales y sobre todo por su confianza y cuidado. De igual manera mi dedicatoria incluye a mi hermana menor Isabella Vásquez por aumentar mi motivación e inspiración a fortalecer mi disciplina.

Y, finalmente a cada persona que brinde su tiempo a leer la presente investigación y crea alguna inquietud en referencia y posterior a culminar su lectura, seguir investigando más.



## **AGRADECIMIENTO**

Culminar cinco años de estudio para la obtención de un título de tercer nivel no contempla simplemente los cinco años de carrera, los cuales empiezan con la primera matrícula y terminan con la presentación del proyecto final. Sino incluye todos los años de niñez y adolescencia donde florecen sueños y metas, todos los años de vivencia en una sociedad donde nacen expectativas y objetivos de realización personal, todos los años que aún no han transcurrido donde la ilusión de realizar lo que a cada persona le apasiona renace cada día y todos los años donde personalmente trato de dar orgullo, influenciar y ser ejemplo a seguir por cada decisión tomada y actitud formada.

Este agradecimiento es para todas las personas que fueron dejando un granito de arena a lo largo de mi vida para enseñarme hasta el más mínimo detalle en temas de estudio o de desarrollo personal, a cada persona que compartió conmigo cada alegría, estrés y sobretodo adrenalina que la Ingeniería Automotriz brinda.

## Índice de Contenido

<b>CERTIFICACION DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	5
<b>ABSTRACT</b> .....	5
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	6
<b>2. FUNDAMENTACION TEORICA</b> .....	7
<b>2.2 Sistemas de transmisión caja de cambios</b> .....	7
<b>2.3 Sistemas de transmisión diferenciales</b> .....	7
<b>2.4 Lubricación de sistemas de transmisión</b> .....	7
<b>2.4.1 Lubricación limítrofe</b> .....	7
<b>2.4.2 Lubricación hidrodinámica</b> .....	7
<b>2.4.3 Lubricación mezclada</b> .....	8
<b>2.4.4 Lubricación elasto-hidrodinámica</b> .....	8
<b>2.5 Aceites Lubricantes API GL</b> .....	8
<b>3. MATERIALES Y METODOS</b> .....	9
<b>3.1 Método</b> .....	9
<b>3.2 Materiales</b> .....	9
<b>3.2.1 Lubricante</b> .....	9
<b>3.2.2 Características del lubricante</b> .....	10
<b>3.2.3 Equipo</b> .....	10
<b>3.2.4 Normativa</b> .....	11
<b>3.2.5 Ensayo</b> .....	12
<b>3.2.6 Escenarios de extracción</b> .....	12
<b>3.2.6.1 Válvulas de drenaje:</b> .....	12
<b>3.2.6.2 Bombas de vacío:</b> .....	13
<b>3.2.7 Características de las muestras</b> .....	13
<b>3.2.8 Sistema de Transmisión</b> .....	13
<b>4. RESULTADOS Y DICUSION</b> .....	13
<b>4.1 Pruebas de laboratorio con aceite comúnmente usado.</b> .....	13
<b>4.2 Pruebas de laboratorio con aceite recomendado por el fabricante.</b> .....	14
<b>4.3 Comparativa de resultados</b> .....	14

<b>4.4 Discusión de pruebas según variables</b> .....	14
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	17
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	18
<b>ANEXOS</b> .....	20
INTRODUCCION .....	20
ANEXO 1. Norma técnica ecuatoriana: productos derivados del petróleo. Aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor. Requisitos .....	20
FUNDAMENTACION TEORICA .....	31
ANEXO 2. Cajas de cambios manuales ZF para camiones .....	31
MATERIALES Y METODOS .....	36
ANEXO 3. Ejemplo de especificaciones del aceite para engranajes GL4 .....	36
ANEXO 4. Ejemplo de especificaciones del aceite para engranajes GL5 .....	38
RESULTADOS Y DISCUSION .....	40
ANEXO 5. Resultados de análisis de aceite en laboratorio .....	40
ANEXO 6. Datos para tabulación de resultados de análisis de aceite .....	65
ANEXO 7. TABULACION DE RESULTADOS .....	66
ANEXO 8. Informes Técnicos sobre fallas en cajas de cambios y diferenciales ....	69
ANEXO 9. Imágenes de sincronizados de las unidades analizadas .....	86

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Viscosidades de lubricantes para transmisiones.....	8
<b>Tabla 2.</b> Especificaciones de aceite en pruebas .....	10
<b>Tabla 3.</b> Pruebas típicas lubricante API GL4.....	10
<b>Tabla 4.</b> Pruebas típicas lubricante API GL5.....	10
<b>Tabla 5.</b> Características mecánicas del aceite .....	14
<b>Tabla 6.</b> Unidades dentro de los parametros analisis con aceite GL4 en cajas de cambios .....	16
<b>Tabla 7.</b> Unidades fuera de los parámetros análisis con aceite GL5 en cajas de cambios .....	16
<b>Tabla 8.</b> Unidades fuera de los parametros analisis con aceite GL4 en diferenciales .....	16
<b>Tabla 9.</b> Unidades dentro de los parametros analisis con aceite GL5 en diferenciales .....	16

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Viscosidad de aceites de transmisión y diferencial de 20°C a 100° .....	9
<b>Figura 2.</b> Viscosidad de aceites de transmisión y diferencial de 40°C a 80° .....	9
<b>Figura 3.</b> Viscosidad de aceites de transmisión y diferencial de 20°C a 40° .....	9
<b>Figura 4.</b> Viscosímetro-densímetro .....	11
<b>Figura 5.</b> Equipo de plasma o espectrometría de emisión.....	11
<b>Figura 6.</b> Titulador TBN .....	11
<b>Figura 7.</b> Franja de Cobre.....	12
<b>Figura 8.</b> Pirometro laser .....	12
<b>Figura 9:</b> Válvulas de drenaje .....	13
<b>Figura 10.</b> Bombas de vacío .....	13
<b>Figura 11:</b> Extracción de muestras .....	13
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de desgaste de partículas de cobre según aceite .....	15
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de desgaste de partículas de hierro según aceite aplicado .....	17

# Análisis Físico-Químico de las propiedades mecánicas de aceites lubricantes GL4-GL5 en metales de transmisión duros y blandos.

Ing. Guillermo Gorky Reyes Campaña MSc., [gureyesca@uide.edu.ec](mailto:gureyesca@uide.edu.ec),  
Ana Paula Vásquez Vásquez, [anvasquezva@uide.edu.ec](mailto:anvasquezva@uide.edu.ec)

## RESUMEN

La lubricación es importante en partes sujetas a fricción, considerar su uso previene daños a los elementos involucrados. En vehículos de carga pesada su correcto empleo garantiza la marcha de su trabajo. Existen varios tipos de lubricación y el análisis de lubricante determina causas de afectación y se avanza en cuanto a tecnología y mejoras. Los lubricantes de transmisión se categorizan en escala API-GL la cual depende de su carga de trabajo y materiales que los constituyen. La categoría API GL aumenta según su porcentaje de aditivo de extrema presión. El método inductivo estableció resultados y conclusiones técnicas sobre el desgaste por utilizar lubricantes no apropiados en sistemas de transmisión. Estos resultados fueron posibles por equipos de laboratorio con especificaciones técnicas, normativas y ensayos que analizan los tipos de muestras. Es sumamente importante conocer lo que el fabricante especifica en el manual de uso de cada equipo automotor y de igual manera la especificación técnica de materiales empleados en los mismos, sin embargo, existe apertura a la realización de pruebas para conocer mejor la razón de las cosas. Un número mayor representa una mejora del número que antecede, pero en este estudio no necesariamente. Si bien el lubricante API GL5 tiene en mayor porcentaje de un aditivo para la extrema protección que el lubricante API GL4 no sería 100 por ciento correcto su sustitución ya que, a sometidos los elementos a altas temperaturas y presiones, API GL5 tiene efectos desfavorables sobre superficies metálicas fabricadas de cobre que componen sistemas de transmisión.

**Palabras clave:** Lubricación, transmisión, API GL4 y GL5, protección, daños abrasivos.

## ABSTRACT

Lubrication is important in parts subject to friction, considering its use prevents damage to the elements involved. In transportation vehicles, its correct use guarantees the progress of their work. There are several types of lubrication and the analysis of lubricant determine causes of affectation making progress in terms of technology and improvements. Lubricating for transmission are categorized on an API-GL scale, which depends on its workload and the materials that make it up. The API GL category increases according to its percentage of extreme pressure additive. The inductive method established results and technical conclusions about the wear by using inappropriate lubricants in transmission systems. These results were possible by to laboratory equipment with technical specifications, standards and tests that analyze the types of samples. It is extremely important to know what the manufacturer specifies in the manual of use of each automotive equipment and likewise the technical specification of materials used in them, however, there is openness to testing to better understand the reason for things. A higher number in most cases represents an improvement on the above, but not necessarily in this study. Although the lubricant API GL5 has a higher percentage of an additive for extreme protection than lubricant API GL4, its replacement would not be 100 percent correct since. When elements are subjected to high temperatures and pressures, API GL5 has unfavorable effects on metallic surfaces made of copper that make up transmission systems.

**Keywords:** Lubrication, transmission, API GL4 and GL5, protection, abrasive damage.

## 1. INTRODUCCION

La lubricación es primordial para el funcionamiento mecánico, juega un papel importante en el cuidado y vida útil de los componentes. Razón por la cual se examinará la destitución de aceites API GL en cajas de cambios y diferenciales cuyos efectos afecten a componentes internos ocasionando problemas de operación. Al delimitar su comportamiento se podrá evitar fallos y prolongar la vida útil de los sistemas.

La presente investigación establecerá un aporte técnico a la comunidad sobre un cuidado más minucioso a los elementos de los sistemas de transmisión automotrices. Añadiendo a las posibles causas de daños prematuros de sobre esfuerzo o mala conducción, el uso inapropiado de aceite.

Los vehículos de carga pesada sujetos a estudio son unidades de trabajo donde cada hora extra del tiempo planificado para mantenimiento genera perdida de viajes e ingresos. El inconveniente para empresas se presenta al momento que los operarios reportan dificultades operativas de los sistemas de transmisión. En cajas de cambios respecto a su operación mientras que en diferenciales reportan daños de componentes por fatiga y ruptura de sus elementos colaterales.

El estudio establece parámetros de buena Gestión de Lubricación [1] Existen pruebas ASTM para determinar el estado del aceite, ASTM 2896 para aceite nuevo y ASTM 4397 para un usado. [2] El análisis de aceite usado informa según los componentes metálicos encontrados, qué partes están sufriendo un mayor desgaste. [3]. Investigaciones sobre fallas mecánicas en cuerpos móviles reflejan que un 75% se debe al desgaste producto del rozamiento y que la presencia de agua puede acortar la vida útil hasta el 1%. [4]

Una prueba para evaluar el aditivo de presión extrema se llama L-42, realizada en todo el eje trasero del camión. En cuanto a viscosidad, acides y solubilidad se coloca el lubricante en una caja de engranajes rectos y se opera 50 minutos a 163 ° C en presencia de un catalizador de cobre mientras el aire burbujea a través del aceite. [5]

Por otro lado, con un aparato de cuatro bolas y un probador de desgaste de cilindro cruzado se determina los niveles de rendimiento API GL para engranajes automotrices sobre la base de la prueba Brugger. [6]

En un ensayo de temperaturas con un pirómetro láser en sistemas con SAE 85W-140 se reemplazó por SAE 80W-90 reduciéndose la temperatura de 94°C a 56°C. [7]. Sin embargo, esto depende de la carga. Entre más alta sea la fuerza que resiste, más alta la protección. En un aceite GL-1 su protección es máximo de 5 libras, mientras los GL-5 protegen entre 30 y 75 libras Así, se definió que vehículos recolectores de basura en la ciudad de Cuenca, hacen uso de aceite GL4 con viscosidad 80w90 en sus cajas de cambios y GL5, 85w140 en sus diferenciales.

Tomando en cuenta estas pruebas de aceite, la investigación se desarrolló por medio del método inductivo. Partiendo del desgaste de partículas en lubricantes con diferente cantidad de aditivos usados en sistemas de engranajes cuya composición de metales es variada, acero y cobre para establecer conclusiones sobre su empleo. Se empezó por observar las partículas de desgaste para un registro, en este caso mediante pruebas de laboratorio, los resultados se clasificaron y se estudiaron. Dentro de este estudio se comparó la degradación de componentes metálicos por el uso y funcionamiento según el lubricante aplicado para delimitar el problema.

## **2. FUNDAMENTACION TEORICA**

### **2.1 Antecedentes**

Cada reporte de funcionamiento inadecuado en sistemas de transmisión tiene como consecuencia el desarmado del mismo para identificar las piezas afectadas y su causa de ruptura o avería. Y, la mayor cantidad de daños registrados en varias empresas es mal estado en el conjunto sincronizador de cajas de cambios. Ver anexos, informes técnicos.

Un aporte muy fundamental para notar el desgaste presente en sistemas con lubricación es el análisis de aceite empleado, de esta manera se puede tener un reporte interno del comportamiento de sus partes, predecir cualquier anomalía y poder tomar medidas de acción como mejoras tecnológicas en cuanto a refuerzos en materiales de lubricante y piezas.

### **2.2 Sistemas de transmisión caja de cambios**

La caja de cambios se constituye por grupos de engranajes accionados por la palanca, disponiendo de varias desmultiplicaciones de velocidad para aprovechar al máximo el rendimiento del motor, sin ella las RPM se transmitirían directamente a las ruedas. Las cajas de cambios son diseñadas con fin de obtener un par motor necesario dependiendo de las condiciones.

Los elementos que constituyen la caja de cambios son cojinetes, elementos de sincronización y trenes de engranajes. Los cuerpos de sincronización aceleran o frenan el eje primario y árbol de entrada con el eje intermedio para igualar sus velocidades al seleccionar una marcha. [8]

### **2.3 Sistemas de transmisión diferenciales**

El diferencial se constituye por planetarios, caja de satélites, semipalier, corona, satélites y un piñón de ataque cuya función es minimizar las revoluciones desde la caja de cambios e incrementar la fuerza de movimiento. Cuando

el vehículo gira el diferencial absorbe la diferencia de rotación de las ruedas, es decir, en una curva los semiejes giran a distintas velocidades y el diferencial ajusta el giro de cada rueda según corresponda. Así mismo, las irregularidades en línea recta, las diferencias de presión de inflado de los neumáticos, diferentes terrenos, y demás son absorbidas por el diferencial. [9]

### **2.4 Lubricación de sistemas de transmisión**

El lubricante se introduce entre superficies en movimiento, evitando el contacto directo. Su objetivo es disminuir el desgaste y ruido, facilitar el arranque en frío, disipar un 10 a 25% de calor generado, eliminar impurezas, prevenir la herrumbre y anticorrosión, sellar y transmitir energía.

Los principales tipos de lubricación son: límite, hidrodinámica, mezclada y elasto-hidrodinámica. El tipo de lubricación que se presente depende de la presión entre componentes, la velocidad relativa, la viscosidad del lubricante y otras. [8]

#### **2.4.1 Lubricación límite**

Ocurre en velocidades bajas al no tener una capa completa de aceite protegiendo completamente los componentes. En esta situación existe contacto físico, por ende, desgaste.

#### **2.4.2 Lubricación hidrodinámica**

Ocurre cuando el lubricante cubre completamente los componentes y la presión del mismo mediante el bombeo del aceite impide el contacto. El espesor del lubricante depende del balance entre la entrada y la salida de aceite el cual puede modificarse por: aumento de carga o temperatura, que expulsa aceite.



### 2.4.3 Lubricación mezclada

Ocurre cuando la velocidad y esfuerzo de los componentes varía por ejemplo al aumentar la temperatura el lubricante puede quemarse, permitiendo así la lubricación mezclada, entre lubricación limítrofe e hidrodinámica lo que producirá mayor desgaste.

### 2.4.4 Lubricación elasto-hidrodinámica

Ocurre cuando dos superficies se deforman elásticamente debido a la presión del lubricante, esta presión aumenta la viscosidad que separa ambas superficies. El efecto del incremento en la carga es deformar las superficies e incrementar el área de contacto, antes que disminuir el espesor de la capa de lubricante.

### 2.5 Aceites Lubricantes API GL

El sistema de clasificación API (American Petroleum Institute) diseña nomenclaturas según el tipo de sistema al que se le aplique un lubricante. API con letras GL (Gear lubricant) son aceites para transmisión y diferenciales. Cuanto mayor es el aditivo de extrema presión, mayor es la categoría GL. [10]

GL-1: Aceite mineral puro posiblemente con antioxidantes y anti espuma diseñado para engranajes con cargas ligeras y uniformes. Para servicio poco severo bajo condiciones normales. Obsoleto.

GL-2: Aceite mineral sin aditivos EP, contiene materiales grasos, antioxidantes y anti espuma para condiciones severas de carga. Obsoleto.

GL-3: Aceite con aditivos anti desgaste y presión extrema moderados. Para aplicaciones severas de cargas. Obsoleto.

GL-4: Sustituye a GL-1, GL-2 y GL-3. Aceite hasta con 4% de aditivos de presión extrema, protección contra la herrumbre y la corrosión, buena estabilidad térmica, resistente a oxidación a temperaturas elevadas y buena lubricación a temperaturas bajas. Para aplicaciones de moderada a severas de velocidad y carga, pero sin carga de choque.

Pueden ser para transmisiones sincronizadas y diferenciales con engranajes cónicos espirales e hipoides.

GL-5: Aceite con hasta 6.5% de aditivos de presión extrema, contiene compuestos de azufre para evitar la soldadura en puntos de contacto metal-metal adicional de fósforo y base de plomo. Para aplicaciones de grandes ejes bajo varias combinaciones de alta velocidad y carga de choque y condiciones de alto par a baja velocidad. No para cambios sincronizados, no supe a GL-4.

GL-6: Aceite para diferenciales cuyos engranajes son hipoides con grandes distancias entre ejes de la corona y del piñón. Obsoleto.

MT-1: Aceite con protección contra la degradación térmica, desgaste y deterioro del sello. Para aplicaciones cuyas cajas de cambio manual no sean sincronizadas y trabajen con servicio muy severo. Menor oxidación y mayor vida útil que un GL-4 o GL-5.

**Tabla 1.** Viscosidades de lubricantes para transmisiones

	Sintético/Semisintético	Mineral
GL4	75W80/75W90	80W90
GL5	75W90/80W140	80W90 85W90 85W140

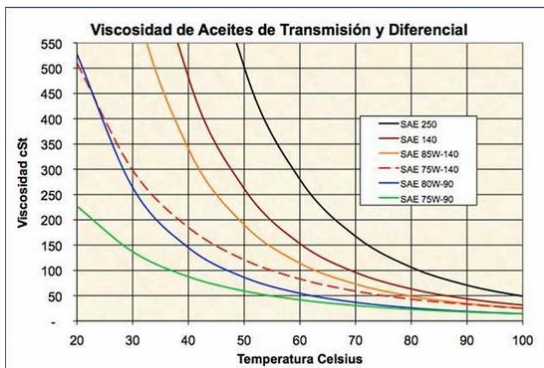
Fuente. [11] Viscosidades

La viscosidad establece el fabricante según el clima de utilización: demasiado baja no proveerá lubricación hidrodinámica y habrá mayor desgaste. Demasiado alta causará problemas de circulación, calentará la transmisión y los cambios serán más duros. [11]

Internamente cada equipo de analisis de aceite esta diseñado para entregar los resultados según algoritmos matematicos cumpliendo las normas especificas dependiendo el analisis a realizar. En pruebas de viscosidad, el aceite es calentado a temperatura de trabajo para analizar sus propiedades despues de cierto

tiempo de servicio, a continuación las gráficas a diferentes rangos de temperatura.

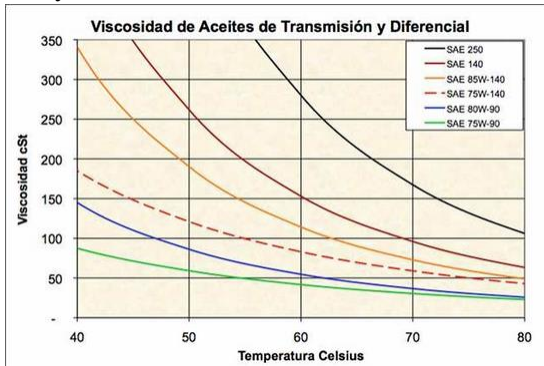
El aceite de caja y diferencial tiene que fluir al arrancar a bajas temperaturas y continuar con su lubricación, por lo cual la curva debe ser lo más plana posible. La grafica corresponde al rango de 20° a 100° presente en montañas o alto tráfico.



**Figura 1.** Viscosidad de aceites de transmisión y diferencial de 20°C a 100°

Fuente: [12] Comparación de viscosidad

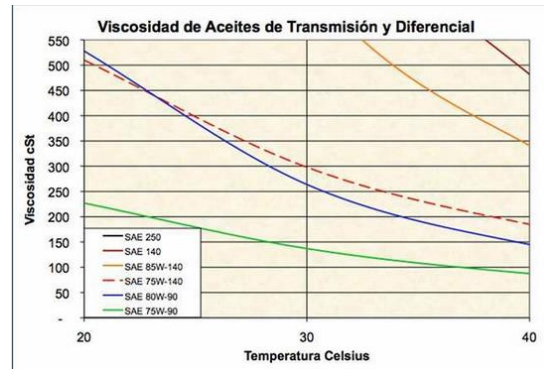
En viajes y operatividad normal, la caja y el diferencial se calientan por la fricción de los rodamientos, engranajes, y la resistencia del aceite. Su temperatura normalmente es entre 50° y 75°.



**Figura 2.** Viscosidad de aceites de transmisión y diferencial de 40°C a 80°

Fuente: [12] Comparación de viscosidad

En ciudad y viajes cortos, la caja y el diferencial trabajan entre 20° y 50°. A estas temperaturas, se requiere un aceite que circule y desplace las piezas para sincronizar los engranajes.



**Figura 3.** Viscosidad de aceites de transmisión y diferencial de 20°C a 40°

Fuente: [12] Comparación de viscosidad

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Método

El desarrollo del método inductivo, guió la investigación para establecer conclusiones sobre la comparación del desgaste de partículas en lubricantes cuya cantidad de aditivos varía. Los resultados indican mayor desgaste de ciertos metales cuando estos trabajan con aceites lubricantes no ideales disminuyendo su vida útil, con probabilidad alta de perjudicar a los demás componentes del sistema.

Este método inicia identificando el problema, en este caso el desgaste prematuro de componentes metálicos para emitir una hipótesis que contenga las causas y razones del mencionado deterioro. Al tener claro la estructura teórica y objetos a estudiar, se construyó un criterio para la seleccionar muestras de aceite lubricante, teniendo como resultado una explicación e interpretación sustentable de uso apropiado.

#### 3.2 Materiales

##### 3.2.1 Lubricante

Los materiales físicos sujetos a análisis fueron aceites lubricantes API GL4 y GL5 dispuestos en cajas de cambios con sincronizados y diferenciales. Los resultados de laboratorio

válidos para el análisis comparativo fueron parámetros de viscosidad, degradación química, desgaste, contaminantes y aditivos.

**Tabla 2.** Especificaciones de aceite en pruebas

	<b>Limite API GL4</b>	<b>Limite API GL5</b>
Viscosidad a 100°C, cst	18.5-24	13.5-18.5
<b>Degradación Química</b>		
Oxidación	18 Abs/cm	18 Abs/cm
<b>Desgaste</b>		
Aluminio	Max 30	Max 30
Cromo	Max 15	Max 15
Cobre	Max 80	Max 80
Hierro	Max 300	Max 300
Plomo	Max 80	Max 80
<b>Contaminantes</b>		
Humedad	Positivo	Positivo
Silicio	Max 60	Max 60

**Fuente:** Formato de comparación resultados de aceite Total Lubricantes

### 3.2.2 Características del lubricante

Los aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales del equipo automotor se clasifican según el grado SAE y API.

**Tabla 3.** Pruebas típicas lubricante API GL4.

<b>Grado SAE</b>	<b>80W90</b>	<b>85W140</b>
Densidad a 15°C, kg/l	0.8867	0.8974
Viscosidad cinemática	134	359
CST a 40°C		
Viscosidad cinemática	14.2	25
CST a 100°C		
Viscosidad Brookfield CP a -12°C	-	81.500
Viscosidad Brookfield CP a -26°C	70.000	-
Indice de viscosidad	95	95
Punto de inflamación °C	180	180
Punto de fluidez °C	-37	-19

**Fuente:** Caltex aceite, producida por Chevron lubricantes.

Los valores de la tabla anterior corresponden a datos de pruebas típicas de aceite nuevo, en

perfecto estado de un lubricante API GL4 dependiendo sus grados de viscosidad.

**Tabla 4.** Pruebas típicas lubricante API GL5.

<b>Grado SAE</b>	<b>80W90</b>	<b>85W140</b>
Densidad a 15°C, kg/l	0.8867	0.9003
Viscosidad cinemática	145	341
CST a 40°C		
Viscosidad cinemática	14.2	25
CST a 100°C		
Viscosidad Brookfield CP a -12°C	-	128.600
Viscosidad Brookfield CP a -26°C	53.900	-
Indice de viscosidad	95	95
Punto de inflamación °C	218	226
Punto de fluidez °C	-35	-12

**Fuente:** Caltex aceite, producida por chevron lubricantes.

Los valores de la tabla anterior corresponden a datos de pruebas típicas de aceite nuevo, en perfecto estado de un lubricante API GL5 dependiendo sus grados de viscosidad.

### 3.2.3 Equipo

Existen varios equipos y análisis de laboratorio para evaluar lubricantes. *Total Lubricantes* por ejemplo desarrolla el Análisis ANAC, siglas correspondientes a análisis comparativo de límites de desgaste, en el cual se emplean las siguientes máquinas: viscosímetro-densímetro, un equipo de plasma o espectrometría de emisión para aditivos y desgaste en aceite usados, equipos de simulador de arranque en frío, espectros infrarrojos para características cualitativas, un titulador para el TBN correspondiente, hasta estabilizadores de oxidación y método de crepitación. [12]



**Figura 4.** Viscosímetro-densímetro

Fuente: Direct Industry, Virtualexpo group

Se calcula automáticamente el índice de viscosidad según la ASTM D2270: con variación en la viscosidad cinemática debido a cambios en la temperatura de un producto de petróleo entre 40 °C y 100 °C. [13]

Mide la viscosidad cinemática del lubricante a 40 °C, mientras mide la densidad simultáneamente a 15 °C. en un volumen de muestra de 2.5 ml. [14]



**Figura 5.** Equipo de plasma o espectrometría de emisión

Fuente: Monica Optoele Co., Ltd.

Especificaciones técnicas

- Rango de contenido de muestra líquida: 0.01ppm ~ varios miles de ppm
- Rango de contenido de muestra sólida o en polvo: 0,001% ~ 70%
- Velocidad de prueba: 5 ~ 8 elementos / min.
- Frecuencia: 27.12MHz [15]
- Entrada de energía: 110 V CA o 220 V CA
- Elementos medibles: desde azufre hasta uranio (76 elementos en total)
- Tiempo de prueba: 30 segundos
- Estabilidad de frecuencia: <0,05% [16]



**Figura 6.** Titulador TBN

Fuente: Aceite Lubricante Tan Tbn Potenciómetro  
Titulador

El TBN se rige según la norma ASTM D2896. ASTM D2896 fue diseñado exclusivamente para determinar la reserva de alcalinidad en lubricantes nuevos, mide el producto de titulación para determinar la fuerza de la reserva alcalina. [17]

En funcionamiento normal:

- Temperatura ambiente: (5,0 ~ 35,0) °C;
- Humedad Relativa: 80 80%;
- Fuente de alimentación: (100-240) V
- Frecuencia: (50/60) Hz;

### 3.2.4 Normativa

La segunda revisión de la normativa NTE INEN 2028:2011 se denomina: Productos derivados del petróleo, aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor. La misma que establece los requisitos a cumplir y los ensayos para aceites lubricantes en transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor. Se aplica a lubricantes bajo condiciones de las categorías API GL-4, GL-5, GL-6, MT-1 y posteriores. [18]

La normativa se guía por las siguientes normas, para viscosidad la ASTM D 445 y ASTM D 2983; índice de viscosidad, ASTM D 2270; ensayo de espuma, ASTM D 892; determinación del punto de escurrimiento, ASTM D 97; determinación del punto de inflamación, ASTM D92; ensayo de corrosión, ASTM D 130; contenido de aditivo,

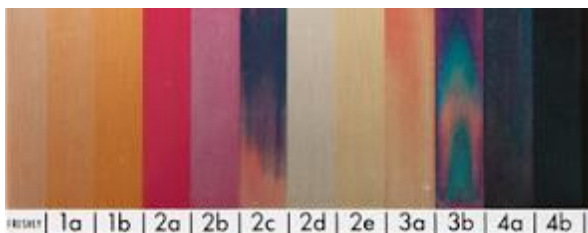
ASTM D 4951, D 4047, D 1091; materiales en suspensión, ASTM D 2273. [19] Pruebas de aceites tribológicas y fisicoquímicas SAE J2360; Método 4 bolas, T-02; capacidad del aceite, aditivos a resistir de presiones, ASTM D2782. Para prueba de corrosión y determinar el azufre empleado en aceite con aditivos de extrema presión se usa el experimento Franja de Cobre con normativa ASTM D130.

Especificaciones Técnicas de la normativa ASTM D130

- Exactitud de temperatura: 0.02°C
- Volumen del baño: 16 litros
- Altura del baño: 480mm
- Temperatura mínima: 5°C
- Temperatura máxima: 250°C

### 3.2.5 Ensayo

Franja de cobre: Una tira de cobre es sumergida en el líquido a 40 °C y luego a 100 °C. Los resultados varían desde 1a hasta 4c, si el resultado está en el área de 1b a 2a, quiere decir que los metales amarillos en cajas de engranajes podrían estar en riesgo de ataque químico. [20]



**Figura 7.** Franja de Cobre

Fuente: Libertucci 2013 [20]

Al estudiar un aceite GL-1 se evidencia que su protección contra extrema presión llega a las 5 libras, mientras los aceites GL-5 protegen de 30 a 75 libras. [21]

Al analizar temperaturas con un pirómetro láser, se encontró que transmisiones de camiones recomendadas a usar SAE 80W90 utilizaban SAE 85W-140. El cambio de

viscosidad provoca aumento de temperatura que adelgaza el aceite, por lo cual se reemplazó a lo indicado y su temperatura se redujo de 94°C a 56°C. [21]



**Figura 8.** Pirómetro laser

Fuente: PCE Instruments

El pirómetro PCE-670 indica en pantalla la temperatura instantánea a la medición en objetos calientes, peligrosos o de difícil acceso.

- Rango de medición IR: -33 ... 500 °C
- Precisión:  $\pm 2$  % del valor o  $\pm 2$  °C
- Unidades: °C o °F
- Óptica de 9:1

### 3.2.6 Escenarios de extracción

Las muestras de lubricante para enviar a análisis se extraen por el tapón de drenaje de cada sistema preferiblemente cuando el lubricante está a temperatura elevada para que arrastre consigo la mayor cantidad de alimaya y poder determinar con mayor exactitud su estado interno, existen dos formas de extracción

**3.2.6.1 Válvulas de drenaje:** se utilizan para extraer pequeñas muestras de lubricante de cajas de transmisión o depósitos sin tapones o líneas de retorno.





**Figura 9:** Válvulas de drenaje  
Fuente: Kos&Kiel, Comercializadora internacional.

**3.2.6.2 Bombas de vacío:** se utilizan para analizar las propiedades fisicoquímicas del aceite usado, y determinar la condición del aceite. [22]



**Figura 10.** Bombas de vacío  
Fuente: [23] Caterpillar-Wilbort Encomenderos

### 3.2.7 Características de las muestras

Un correcto envasado de muestras favorece al análisis de resultado. Las muestras deben estar claramente etiquetadas en su envase con el modelo de equipo, la marca, tipo de aceite, viscosidad, tiempo de servicio del lubricante, tiempo de servicio del equipo, fecha de muestra y el envase relleno y sellado.

### 3.2.8 Sistema de Transmisión

La lubricación en sistemas de transmisión: caja y diferenciales consideradas para análisis fueron de vehículos pesados de carga marca Kenworth y DAF cuyas cajas de cambios tengan componentes de cobre y diferenciales componentes de acero y sean sujetos a alta carga de trabajo.



**Figura 11:** Extracción de muestras  
Fuente: Autores

## 4. RESULTADOS Y DICUSION

El procedimiento para la obtención de resultados fue obtener extracciones de muestras completando correctamente el etiquetado con los siguientes parámetros para ser evaluado en laboratorios: fecha de recepción de la muestra, fecha de muestreo, cliente, equipo, marca, modelo, tiempo de servicio del equipo, tipo de lubricante, tiempo de servicio del lubricante y observaciones. Partiendo de estos parámetros como datos de entrada, se obtiene los siguientes resultados como datos de salida: degradación química del lubricante, cantidad de desgaste, presencia de contaminantes y alteración en porcentaje de aditivos.

### 4.1 Pruebas de laboratorio con aceite comúnmente usado.

En la actualidad, alrededor del mundo se comercializa lubricantes automotrices de calidad API hasta la generación GL-5 para los ejes traseros. Sin embargo, en países asiáticos y otros en desarrollo aún se utilizan aceites API GL-4 para pruebas de carga y uso normal en transmisiones. [24]

El diferencial es el sistema que aplica el torque final, razón por la cual no es necesaria tanta protección EP en la transmisión, donde hay aproximadamente un 30% menos de torque aplicado. En caso de que sea elevada la protección EP para parar el giro de los

engranajes y lograr sincronizarse se toma un tiempo bastante largo.

#### 4.2 Pruebas de laboratorio con aceite recomendado por el fabricante.

En condiciones normales, el aditivo de lubricante Extrema Presión crea una capa negra sobre los engranajes y componentes sometidos a temperatura y presión. Al girar los engranajes, en lugar de gastarse la capa es removida de los engranajes. Esta situación es admisible en engranajes de acero, pero al haber presencia de superficies de bronce o metales blandos la capa es más fuerte por lo cual, cada vez que se pela se lleva consigo ciertos micrones del bronce que protegía. [25]

El descubrimiento que el azufre/fosforo, considerado como azufre activo causa corrosión del bronce y otros metales blandos utilizados en los diferenciales y cajas dio apertura a mayores investigaciones sobre los efectos de los elementos y su resistencia al desgaste de los revestimientos. A continuación, unos ejemplos. Esferas de borato inorgánico se adhiere eléctricamente a superficies metálicas para rodar y causar resbalamiento de piezas. Este diseñado para proteger bronce y hierro, y proveer el doble de vida útil. La combinación de zinc y fósforo no provee el mismo nivel de protección para engranajes, pero no es ofensivo para metales amarillos. La mezcla de molibdeno rociado con plasma se utiliza para los anillos sincronizadores con el objetivo de mejorar la resistencia al desgaste.

**Tabla 5.** Características mecánicas del aceite

Característica	Aceite usado GL4	Aceite recomendado GL5
Viscosidad a 100°C, cSt	13,5-18,5	24-32.5
Oxidación, Abs/cm	18	18
Aditivos	Calcio, Magnesio, Fosforo y Zinc	Calcio, Magnesio, Fosforo y Zinc

Fuente: Resultados de análisis de aceite

#### 4.3 Comparativa de resultados

Al usar mayor protección EP se habla de un aceite API GL-5 y, al usar este lubricante en una transmisión que requiere un API GL-4 da como resultado de desgaste mayor cantidad de partículas de cobre lo cual genera un acelerado deterioro en los componentes fabricados del mencionado material, es decir, los sincronizados, al punto de no tener contacto entre sí interrumpiendo su función de frenado entre engranajes. [25] Por otro lado, si el GL-4 no cubre suficiente protección, su resultado de desgaste será mayor en partículas de hierro. Esto quiere decir que lubricantes API GL5 restan de a poco partículas de bronce a las arandelas cuando tienen contacto con el engranaje de acero. Estas arandelas tienen terminación cónica en la sección que se fricciona con el engranaje y, a mediano plazo la parte cónica será más amplia, es decir, menor contacto en el engranaje impidiendo sincronizar las velocidades de entrada y salida generando resultados de sonidos bruscos y dureza al seleccionar la marcha. [26]

#### 4.4 Discusión de pruebas según variables

Los aditivos Extrema Presión habitualmente son elaborados del compuesto azufre/fósforo que se adhiere a superficies metálicas por medio de atracción polar y al someterse a calor y/o presión, ataca químicamente a los metales amarillos. Esto se debe a que la mezcla de calor y cobre forma sulfuro de cobre y a

extrema presión, disulfuro de cobre. Ambas creaciones del cobre son muy duras y pueden provocar daño abrasivo a las superficies de la máquina. La segunda opción de tipo de azufre usado para aditivos Extrema Presión es azufre inactivo el cual tiene menor probabilidad de enlace a las superficies y reacción químicamente desfavorable. [20]

Los fabricantes de engranes, proporcionan orientación sobre el lubricante a usar, mas no publican temas sobre la condición de desgaste o límites de advertencia. Por ejemplo, hacen énfasis en la viscosidad que es un indicador independiente de la clasificación API de lubricante para engranajes. API varía según los aditivos para mayor Extrema Presión mientras que la viscosidad recomendada por el fabricante depende del clima donde circula la unidad.

Los resultados de análisis de aceite tienen como objetivo conocer la salud del mismo y alertar condiciones anormales. Los siguientes compuestos son proactivos, ya que se dirigen a las causas raíz de falla.

- Aditivos del lubricante: Bario, Calcio, Magnesio, Fosforo, Boro.
- Contaminantes: Silicio, Sodio, Potasio, Bario.
- Por otro lado, hay presencia de compuestos predictivos que se dirigen a la principal causa de desgaste de la maquinaria y falla del lubricante.
- Metales de Desgaste: Hierro, Cobre, Plomo, Plata, Aluminio, Niquel.

Progreso del desgaste mecánico

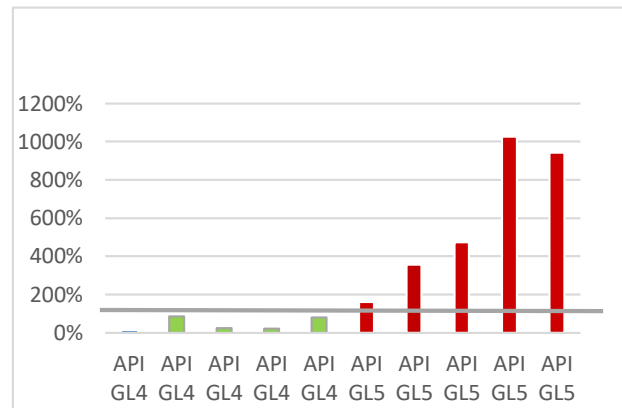
Lento: presencia de pocas partículas pequeñas  
 Incipiente: presencia de más partículas más grandes.

Avanzado: presencia de numerosas partículas grandes.

Falla catastrófica: presencia de densa población de partículas y extremadamente grandes.

Al pasar de partículas de tamaño de 50 micrones a partículas de 20 micrones, la vida del engranaje se extiende por 4,5. [4]

Unidades a analizar individualmente:  
 Marca DAF, Modelo CF85, Placas: PAB5072, PAA3356  
 Marca Kenworth, Modelo T800, Placas: PAA3338, TAA1978, PAC7639, PAC6820  
 Marca International, Modelo 9200, Placas: TAU0992, PAA2350



**Figura 12.** Porcentaje de desgaste de partículas de cobre según aceite aplicado  
 Fuente: Autores

Se ha colocado aleatoriamente aceite GL4 y GL5 en cajas de cambio y diferenciales en las unidades previamente mencionadas durante un periodo de servicio del lubricante de aproximadamente 60.000km teniendo como resultados los siguientes:

Para que un aceite sea favorable a la caja de cambios su desgaste de partículas de cobre permisible es máximo hasta 80ppm.

El desgaste de cobre hace referencia al desprendimiento de partículas de los componentes fabricados a base de cobre, y su medida es tomada en cuenta para determinar el deterioro de los mismos componentes.

Desgaste de cobre PPM (mg/kg) Max 80ppm, figura 12.



**Tabla 6.** Unidades dentro de los parámetros análisis con aceite GL4 en cajas de cambios

Placa de la unidad	PPM de cobre	# de Medición
PAB5072	68	1
PAA3338	63	1
TAU0992	19	1
TAU0992	17	2
PAA2350	4	1

Fuente: Resultados de análisis de aceite

Las cajas de cambio analizadas en las unidades previamente mencionadas utilizaron un aceite API GL4 recomendando por el fabricante

**Tabla 7.** Unidades fuera de los parámetros análisis con aceite GL5 en cajas de cambios.

Placa de la unidad	PPM de cobre	# de Medición
TAA1978	820	1
TAA1978	754	2
PAC7639	378	1
PAC7639	286	2
PAA3356	129	1

Fuente: Resultados de análisis de aceite

Las cajas de cambio analizadas en las unidades previamente mencionadas utilizaron un aceite API GL5.

La línea gris corresponde al límite máximo permitido considerado como el 100% de partículas admisibles

Un aceite GL-5, es desfavorable para sincronizadores ya que rompe la película de aceite por presencia de partículas de metal. Al tener partículas de metal en aceite API GL4 o GL5, el lubricante se vuelve muy viscoso, no se desplaza, dificulta los engranajes, aumenta la fricción y la temperatura de los mecanismos de igual manera se eleva producto del roce oxidando el aceite y provocando daños al sistema completo.

Para que un aceite sea favorable al diferencial su desgaste de partículas de hierro permisible máximo es hasta 300ppm.

El desgaste de hierro hace referencia al desprendimiento de partículas de los componentes fabricados a base de hierro, y su medida es tomada en cuenta para determinar el deterioro de los mismos componentes.

Desgaste de hierro PPM (mg/kg) Max 300ppm, figura 13.

**Tabla 8.** Unidades fuera de los parámetros análisis con aceite GL4 en diferenciales.

Placa de la unidad	PPM de hierro	# de Medición	Diferencial
TAA1978	2200	1	Primer
TAA1978	1759	2	Primer
TAA1978	530	1	Segundo
TAA1978	425	2	Segundo
PAC5072	1657	1	Primer
PAC5072	696	2	Primer
PAC7639	1056	1	Primer
PAC7639	971	2	Primer
PAC6820	410	1	Primer
PAA3356	451	1	Primer
PAA2350	414	1	Primer
PAA3338	363	1	Primer

Fuente: Resultados de análisis de aceite

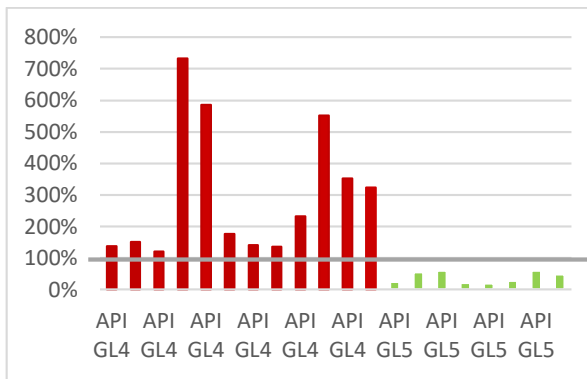
Los diferenciales analizados en las unidades previamente mencionadas utilizaron un aceite API GL4.

**Tabla 9.** Unidades dentro de los parámetros análisis con aceite GL5 en diferenciales.

Placa de la unidad	PPM de hierro	# de Medición	Diferencial
PAA3338	179	1	Primer
PAA2350	73	1	Primer
PAB2353	163	1	Primer
PAC6820	146	1	Primer
TAU0992	178	1	Primer
TAU0992	85	2	Primer
TAU0992	65	1	Segundo
TAU0992	55	2	Segundo

Fuente: Resultados de análisis de aceite

Los diferenciales analizados en las unidades previamente mencionadas utilizaron un aceite API GL5 recomendando por el fabricante.



**Figura 13.** Porcentaje de desgaste de partículas de hierro según aceite aplicado  
Fuente: Autores

La línea gris corresponde al límite máximo permitido considerado como el 100% de partículas admisibles

Por otro lado, un aceite GL-5 es el recomendado y diseñado para diferenciales cuyos componentes son netamente metales duros y sujetos a presión extrema y soporte de alta carga de trabajo lo cual protege a los elementos de sobre esfuerzo y fatiga de trabajo. Cuando existe alguna ruptura instantánea de algún eje de este sistema el reporte de daño es por causa de sobre esfuerzo del material y poco soporte de la carga del momento aludiendo este problema a modo de conducción. Sin embargo, al aportar un buen lubricante a engranajes de transmisión se mantienen las propiedades del material y prolonga la vida útil brindando al operario la capacidad de carga y peso al cual fue diseñada la unidad en análisis.

A pesar de que existan resultados que dupliquen el valor permisible. Tabla 8. Es poco posible establecer un tiempo exacto para que una falla catastrófica ocurra dentro del sistema, sin embargo, es un valor indicativo para estar alerta y mejorar el cuidado del mismo.

## 5. CONCLUSIONES

Para lubricantes de sistemas de transmisión como caja y diferencial, al tratar términos de aditivos para protección de engranajes en

Extrema Presión es válida la afirmación que un lubricante GL-5 puede cubrir las necesidades de un GL-4. Pero se debe tomar en cuenta otros parámetros como el material del cual están fabricados los engranajes sujetos a dicha lubricación. El aditivo Extrema Presión compuesto por azufre/fosforo no tiene mayor impacto en engranajes de metales duros, sin embargo, al evitar este compuesto se brinda protección y cuidado a metales blandos, en particular a los sincronizadores de ciertas cajas de cambios.

En un aceite con mayor porcentaje de extrema presión como aditivo, es decir, categoría API GL5, la presencia de partículas de cobre en el lubricante empleado en cajas de cambio con sincronizadores de cobre es mayor, aumenta la viscosidad del aceite y los componentes de este material se ven reducidos. Como porcentaje en promedio de partículas de cobre desprendidas con un aceite adecuado para metales amarillo se obtiene un 43% mientras que el promedio de partículas de cobre desprendidas con un aceite extremo para metales amarillos se obtiene un 592%.

En un aceite con menor porcentaje de extrema presión como aditivo, es decir, categoría API GL4, la protección a componentes de componentes de hierro a altas cargas no es tan buena, lo cual provoca acelerada fatiga del material y aparece de igual manera mayores partículas de hierro en el lubricante, o lo que es peor su ruptura instantánea y por ende de igual manera aumenta la viscosidad del aceite. Como porcentaje en promedio de partículas de hierro desprendidas con un aceite no adecuado para alta carga se obtiene un 304% mientras que el promedio de partículas de hierro desprendidas con un aceite extremo para alta carga se obtiene un 39%.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. J. Diaz, «DOCUMENTO DE APOYO A LA GESTION DE MANTENIMIENTO, PARA LA SELECCION Y APLICACION DE LUBRICANTES,» *UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE*, p. 150, 2006.
- [2] C. V. Arevalo, «ESTUDIO DE LA DEGRADACION DE LUBRICANTES UTILIZADOS EN MOTOR Y TRANSMISION DE LOS VEHICULOS RECOLECTORES A DIESEL DE LA EMAC EP,» *UNIVERSIDAD DE AZUAY*, p. 167, 2012.
- [3] J. G. Orellana, «ESTUDIO DE LUBRICACIÓN PARA EL AHORRO DE RECURSOS EN UNA EMPRESA DEDICADA A LA RENTA DE GRÚAS INDUSTRIALES,» *UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA*, p. 141, 2005.
- [4] D. Lantos, «INTERPRETACION DE ANALISIS LUBRICANTES,» *NORIA ARGENTINA Y URUGUAY*, p. 45.
- [5] H. W. y. K. Michaelis, FZG Munich, Alemania.
- [6] M. Trzos, «Un estudio sobre la posibilidad de la aplicación de prueba Brugger para la diferenciación entre los niveles de rendimiento API GL de aceites para engranajes,» *Instituto de Tecnologías Sostenibles – Instituto Nacional de Investigación*, p. 7, 2012.
- [7] J. Sunil, «Análisis de estabilidad de Sol lubricante de engranajes API GL-5 suspendido CuO,» *Revista de líquidos moleculares*, p. 6, 2017.
- [8] D. F. Sarmiento, de *IPEM N°49*, Dto. Automotores, p. 17.
- [9] K. P. Y. C. ANGAMARCA, «BANCO DIDACTICO DEL SISTEMA DIFERENCIAL,» LATACUNGA, 2011, p. 106.
- [1] V. M. E. SEGARRA,  
0] «DEGRADACION DE LOS LUBRICANTES UTILIZADOS EN MOTOR Y TRANSMISION DE LOS VEHICULOS RECOLECTORES A DIESEL DE LA EMAC EP,» CUENCA, FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA, 2012, p. 167.
- [1] A. S.A, «Lubricantes: Especificaciones y  
1] Normativa,» de *Mantenimiento de vehiculos*, Doc\_05.00, p. 31.
- [1] T. ESPAÑA, Escritor, *ANALISIS DE  
2] ACEITE ANAC*. [Performance]. TOTAL EUROPA.
- [1] «PRACTICA ESTANDAR PARA  
3] CALCULAR INDICE DE VISCOSIDAD,» ESPAÑA, FORO DE MARCAS RENOMBRADAS ESPAÑOLA, 2017.
- [1] A. PAAR, «DIRECT INDUSTRY,»  
4] VIRTUALEXPO GROUP, [En línea]. Available: <https://www.directindustry.es/prod/anton-paar/product-16352-1801438.html>. [Último acceso: 2020 08 26].
- [1] «Skyray,» Skryray Instruments, [En  
5] línea]. Available: <http://en.skyray->

- instrument.com/product/detail/72/717.  
[Último acceso: 2020 08 25].
- [1 «Skyray,» Skyray Instrument Inc., [En  
6] línea]. Available:  
<http://www.skyrayinstrument.com/icp2060.html>. [Último acceso: 2020 08 25].
- [1 D. SWANSON, «Dangers of ASTM  
7] D2896 Base Number Testing,»  
POLARIS LABORATORY, 2020.
- [1 I. E. D. NORMALIZACION, «NORMA  
8] TECNICA ECUATORIANA,» NTE  
INEN, QUITO, 2011.
- [1 «ACEITES Y GRASAS LUBRAL  
9] LUBRICANTES,» LUBRICANTES DE  
AMERICA, [En línea]. Available:  
<https://www.lubral.com/tabla-de-pruebas/>. [Último acceso: 03 05 2020].
- [2 W. CASH, «MARIO LIBERTUCCI,»  
0] 11 04 2013. [En línea]. Available:  
<http://mariolibertucci.blogspot.com/2013/04/cuidado-al-lubricar-sistemas-de.html>. [Último acceso: 03 05 2020].
- [2 «MALPA,» LA LUBRICACION  
1] CORRECTA DE LA TRANSMISION  
Y LOS DIFERENCIALES, [En línea].  
Available:  
<http://www.malpa.mx/2018/11/21/la-lubricacion-correcta-la-transmision-los-diferenciales/>. [Último acceso: 26 04 2020].
- [2 «INTRODUCCION AL  
2] ANALISIS/MUESTREO DE ACEITE,»  
*TRICO*, p. 5.
- [2 «wilbort encomenderos,» YOUTUBE,  
3] 19 05 2010. [En línea]. Available:  
<https://www.youtube.com/watch?v=REhCshaW4Rw>. [Último acceso: 2020 08 24].
- [2 «PETROTECH-99,» de A  
4] *LABORATORY SCREENING TEST*,  
NEW DELHI, THIRD INT. PET CONF.  
& EXBN, pp. 373-376.
- [2 R. WIDMAN, «La Diferencia entre  
5] aceites para engranajes GL-4 y GL-5,»  
LATINOAMERICA.
- [2 «MECANICA BASICA CR,» Aceite  
6] GL5 y daños en la transmisión manual  
sincronizada, 29 07 2015. [En línea].  
Available:  
<https://mecanicabasicacr.com/transmision/aceite-gl5-y-danos-en-la-transmision-manual-sincronizada.html/>.
- [2 E. BV, «ANALISIS CUALITATIVO Y  
7] CUANTITATIVO DE ADITIVOS DE  
ACEITE LUBRICANTE POR  
DIRECTO ANALISIS EN REAL  
MASA,» *REVISTA INTERNACIONAL  
DE MISA ESPECTOMETRIA*, p. 8,  
2016.

## ANEXOS

### INTRODUCCION

ANEXO 1. Norma técnica ecuatoriana: productos derivados del petróleo. Aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor. Requisitos



## INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2028:2011**  
**Segunda revisión**

---

---

### **PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO. ACEITES LUBRICANTES PARA TRANSMISIONES MANUALES Y DIFERENCIALES DE EQUIPO AUTOMOTOR. REQUISITOS.**

#### **Primera Edición**

PETROLEUM DERIVATED PRODUCTS. LUBRICANT OILS FOR MANUAL TRANSMISSIONS AND DIFFERENTIALS  
AUTOMOTIVE EQUIPMENT. REQUIREMENTS.

Second Edition

---

DESCRIPTORES: Derivados del petróleo, aceites lubricantes, transmisiones, requisitos.  
PE: 02.02-435  
CDU: 621.892:621  
CIU: 3530  
ICS: 75.100

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO. ACEITES LUBRICANTES PARA TRANSMISIONES MANUALES Y DIFERENCIALES DE EQUIPO AUTOMOTOR. REQUISITOS.</b>	<b>NTE INEN 2028:2011 Segunda revisión 2011-07</b>
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse los aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los aceites lubricantes utilizados en transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor, bajo las condiciones de las categorías API GL-4, GL-5, GL-6, MT-1 y posteriores.</p> <p>2.2 Esta norma no se aplica a los aceites lubricantes para engranajes de transmisiones automáticas de equipo automotor.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Aceites básicos minerales.</i> Producto derivado directo de la refinación del petróleo usado en la producción de lubricantes.</p> <p>3.1.2 <i>Aceites básicos sintéticos.</i> Aquellos obtenidos por procedimientos petroquímicos</p> <p>3.1.3 <i>Aceites básicos semisintéticos.</i> Son productos obtenidos de la mezcla de aceites básicos minerales con aceites básicos sintéticos.</p> <p>3.1.4 <i>Aceite monógrado.</i> Aquel que tiene un solo grado de viscosidad SAE.</p> <p>3.1.5 <i>Aceite multigrado.</i> Aquel que tiene dos grados de viscosidad SAE.</p> <p>3.1.6 <i>Aditivos.</i> Compuesto que se agrega a los aceites básicos con el fin de impartir nuevas propiedades o reforzar algunas ya existentes.</p> <p>3.1.7 <i>API.</i> Siglas en el idioma inglés del Instituto Americano del Petróleo, organismo con sede en los Estados Unidos de Norteamérica, que, entre otras actividades, establece la clasificación y nomenclatura de los aceites lubricantes, según el nivel de desempeño.</p> <p>3.1.8 <i>ASTM.</i> Siglas en el idioma inglés de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales, organismo con sede en los Estados Unidos de Norteamérica, que, entre otras actividades, establece estándares de calidad y métodos de ensayo de laboratorio.</p> <p>3.1.9 <i>Clasificación API.</i> Orden sistemático de las categorías de acuerdo con los diferentes niveles de desempeño en ensayos patrón para <i>transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor.</i></p> <p>3.1.10 <i>Categoría API.</i> Designación tal como GL-4, GL-5, GL-6, MT-1 o superiores, que definen un nivel de desempeño del lubricante, conforme la clasificación API.</p> <p>3.1.11 <i>SAE.</i> Siglas en el idioma inglés de la Sociedad Americana de Ingenieros Automotrices, organismo con sede en los Estados Unidos de Norteamérica, que, entre otras actividades, establece la clasificación de los aceites lubricantes para <i>transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor.</i></p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Derivados del petróleo, aceites lubricantes, transmisiones, requisitos.</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno EB-29 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción

**3.1.12 Transmisión mecánica.** Elemento que comunica movimiento de un mecanismo a otro. Las transmisiones usadas en automotores son combinaciones de ruedas dentadas y engranadas entre sí, que transmiten movimiento desde el motor hasta las ruedas u orugas de un vehículo.

**3.1.13 Transmisión manual, llamada también caja de cambios.** Mecanismo que comunica el movimiento del motor, se encuentra localizado a la salida de éste. Consta generalmente de los árboles primario y secundario, en cada uno de los cuales va montada una serie de engranajes con la finalidad de mantener el motor dentro de un régimen de funcionamiento, variando la velocidad del vehículo o cambiando el sentido de giro. Estos cambios se efectúan mediante una palanca accionada manualmente a voluntad.

**3.1.14 Diferencial.** Mecanismo conformado por engranajes que reducen ampliamente el movimiento modificando el par de potencia; además permiten velocidades en el sentido axial, con lo cual el vehículo puede girar equilibradamente. Se incluyen los diferenciales con mecanismos de auto bloqueo y deslizamiento limitado.

**3.1.15 Lote.** Es la cantidad específica de producción de aceite lubricante, que cuenta con características uniformes, que se somete a inspección como una unidad.

**3.1.16 Muestra.** Es una cantidad representativa de aceite lubricante, extraída de un lote, a la que se le realiza los análisis de laboratorio, cuyos resultados permitirán evaluar una o más características de calidad de ese lote. Esto servirá para tomar decisiones sobre dicho lote o sobre el proceso que lo produjo.

#### 4. CLASIFICACIÓN

**4.1** Los aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales del equipo automotor se clasifican de la siguiente manera:

**4.1.1 Según el grado SAE de viscosidad en:** 70W, 75W, 80W, 85W, 80, 85, 90, 110, 140, 190, 250 (ver nota 1).

**4.1.2 Según las condiciones de servicio en API:** GL-4, GL-5, GL-6, MT-1 y posteriores.

**4.1.2.1 API GL-4.** Designa el tipo de características de servicio en las transmisiones manuales y diferenciales con engranajes hipoidales en vehículos para transporte de pasajeros y otros equipos similares que trabajen en condiciones de alta velocidad- bajo torque y baja velocidad-alto torque. Los lubricantes apropiados para este servicio son los que contienen aditivos de moderada actividad: aditivos de extrema presión y aditivos que proporcionen protección contra el desgaste y soldaduras por impacto. Para que un lubricante de engranaje califique como GL- 4 debe cumplir los ensayos de la especificación MIL-L-2105 (ver nota 2).

**4.1.2.2 API GL-5** Designa el tipo de características de servicio en transmisiones manuales y diferenciales con engranajes hipoidales, incluidos los diferenciales con mecanismos de autobloqueo, deslizamiento limitado en vehículos de pasajeros y otro equipo similar que opere en condiciones de alta velocidad-bajo torque y baja velocidad-alto torque. Los lubricantes apropiados para este tipo de servicio son aquellos que contienen aditivos de alta actividad y extrema presión, además de aditivos que proporcionan protección contra el rayado. Para que un lubricante de engranaje califique como GL- 5, debe cumplir los ensayos de la especificación MIL-L-2105 D (ver nota 3).

NOTA 1. Corresponde a:

- a) Los números seguidos de la letra "W" están basados en la medida de baja temperatura predeterminada y que aceptan una viscosidad absoluta de 150 000 mPa/s como máximo y en valores mínimos de viscosidad cinemática a 100°C.
- b) Los números sin la letra "W" están basados en la medida de la viscosidad cinemática a 100°C.

NOTA 2. La especificación MIL-L-2105, comprende varios ensayos relacionados con aceites para engranajes de tipo automotriz y está orientada principalmente para vehículos que desarrollan trabajo liviano y moderado.

NOTA 3. La especificación MIL-L-2105 D comprende varios ensayos relacionados con aceite para engranajes automotrices que efectúan trabajos, desde livianos hasta pesados.

(Continúa)

**4.1.2.3 API GL-6.** Designa el tipo de características de servicio en transmisiones manuales y diferenciales con engranajes diseñados para una muy alta compensación de los piñones. Tales diseños suelen requerir protección extra a los engranajes que no proveen el aceite API GL-5.

**4.1.2.4 API MT-1.** Designa el tipo de características de servicio en transmisiones manuales no sincrónicas usadas en buses y camiones de servicio pesado. Los lubricantes que cumplen los requerimientos para este servicio, poseen alta estabilidad térmica, proporcionan mejor protección contra el desgaste de los componentes y deterioro de los sellos.

## 5. DISPOSICIONES GENERALES

**5.1** Los aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor deben estar libres de materiales en suspensión, sedimentos, agua y cualquier otra impureza extraña.

**5.2** Los aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor deben ser fabricados con bases lubricantes que cumplan lo establecido en la NTE INEN 2029.

**5.3** El nivel mínimo de calidad del lubricante para transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor, que se comercializará en el Ecuador, será el API GL-4.

## 6. REQUISITOS

### 6.1 Requisitos específicos

#### 6.1.1 Requisitos físicoquímicos

**6.1.1.1 Viscosidad.** Los valores de la viscosidad deben ajustarse a los valores de la tabla 1, cuando se sometan a los ensayos indicados en el numeral 8.1.

**TABLA 1. Requisitos de viscosidad de los aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales de equipo automotor (SAE J 306-2005)**

Clasificación por grado de viscosidad	Viscosidad a 100°C (mm <sup>2</sup> /s)		Temperatura máxima para una viscosidad 150 000 mPa/s
	Mín.	Máx.	
70W	4,1	No se requiere	- 55°C
75W	4,1	No se requiere	- 40°C
80W	7,0	No se requiere	- 26°C
85W	11,0	No se requiere	- 12°C
80	7,0	< 11,0	no se requiere
85	11,0	< 13,5	no se requiere
90	13,5	< 18,5	no se requiere
110	18,5	< 24,0	no se requiere
140	24,0	< 32,5	no se requiere
190	32,5	< 41,0	no se requiere
250	41,0		no se requiere

**6.1.1.2 Índices de viscosidad.** Los índices de viscosidad deben ajustarse a los valores de la tabla 2, según su clasificación de servicio, cuando se sometan al ensayo indicado en el numeral 8.2.

(Continúa)



**TABLA 2. Requisitos de índice de viscosidad de los aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales del equipo automotor**

Índice de viscosidad (mínimo)		
Clasificación por condiciones de servicio	Grado de viscosidad 70W, 75W, 80W y 85W	Grado de viscosidad 80,85,90,110 , 140 y 250
GL - 4	90	85
GL - 5	90	85
GL -6	90	85
MT -1	90	85

6.1.1.3 *Espuma.* Los aceites comprendidos en esta norma deben presentar el comportamiento indicado en la tabla 3, cuando se sometan al ensayo indicado en el numeral 8.3.

**TABLA 3. Requisitos de espuma de los aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales del equipo automotor**

Temperatura	Tendencia de la espuma después de 5 min del período de soplado en cm <sup>3</sup> , máx.	Estabilidad de la espuma después de 10 min de período de reposo en cm <sup>3</sup> , máx.
Secuencia I a 24 ± 0,5 <sup>o</sup> C	20	0
Secuencia II a 93 ± 0,5 <sup>o</sup> C	50	0
Secuencia III a 24 ± 0,5 <sup>o</sup> C	20	0

6.1.1.4 *Punto de escurrimiento.* Los valores del punto de escurrimiento deben corresponder a un valor máximo de -18<sup>o</sup>C para los aceites designados con números y la letra "W", y a un valor máximo de -3<sup>o</sup>C para los aceites designados con números sin la letra "W", cuando se sometan al ensayo indicado en el numeral 8.4.

6.1.1.5 *Punto de inflamación.* Los aceites lubricantes comprendidos en esta norma, deben reportar el valor obtenido del ensayo indicado en el numeral 8.5.

6.1.1.6 *Corrosión sobre la lámina de cobre.* Los aceites lubricantes comprendidos en esta norma, deben tener una clasificación máxima de 2a, a 121<sup>o</sup>C ± 1<sup>o</sup>C durante 3 h, cuando se sometan al ensayo indicado en el numeral 8.6.

6.1.1.7 *Presencia de aditivo.* El contenido de elementos de la tabla 4 deben reportarse de acuerdo a los ensayos del numeral 8.7. El aceite lubricante debe contener al menos uno de los elementos señalados en la tabla 4.

(Continúa)

**TABLA 4. Elementos de aditivación de los aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales del equipo automotor**

Azufre
Fósforo
Nitrógeno
Boro
Zinc
Potasio
Cloro
Componentes órgano metálicos

**6.1.1.8 Contenido de agua.** Los aceites lubricantes comprendidos en esta norma deben estar exentos de agua, cuando se sometan al ensayo indicado en el numeral 8.8.

**6.1.1.9 Materiales en suspensión.** Los aceites lubricantes comprendidos en esta norma, no deben contener sedimentos, cuando se sometan al ensayo indicado en el numeral 8.9.

#### **6.2 Requisitos complementarios**

**6.2.1** El transporte, almacenamiento y manejo de aceites lubricantes de transmisiones manuales y diferenciales automotrices debe realizarse de conformidad con lo establecido por las autoridades de control.

**6.2.2** La comercialización se realizará en m<sup>3</sup>, sus múltiplos y submúltiplos (litros), de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

### **7. INSPECCIÓN**

#### **7.1 Muestreo**

**7.1.1** El lote debe conformarse por unidades de una misma clasificación.

**7.1.1.1** Para verificar la conformidad del lote con los requisitos establecidos en esta norma, debe tomarse aleatoriamente dos muestras de un litro cada una y debe someterse a los ensayos indicados en el numeral 6.

**7.1.1.2** El recipiente para la toma de muestras debe ser nuevo, limpio, seco y de cierre hermético, además debe ser de un material adecuado que no afecte las características del producto.

**7.1.1.3** Las muestras extraídas deben almacenarse como muestra testigo por un período de seis meses, la que debe ser requerida por la entidad competente.

**7.1.2** *Identificación de las muestras:*

**7.1.2.1** Las muestras se identificarán de la siguiente manera:

- a) Número de la muestra.
- b) Nombre del producto.
- c) Identificación del lote.
- d) Lugar, fecha y hora en que se toma la muestra.
- e) Nombre y firma del muestreador.

#### **7.2 Aceptación o rechazo**

**7.2.1** Con la muestra obtenida se determinarán los requisitos del producto, establecidos en el numeral 6 de esta norma.

*(Continúa)*

**7.2.2** Si la muestra ensayada no cumple con uno o más requisitos del numeral 6 de esta norma, se evaluará la muestra número 2.

**7.2.3** Si la muestra número 2 no cumpliera con alguno o algunos de los requisitos establecidos en esta norma, se rechazará el lote correspondiente.

## 8. ENSAYOS

**8.1 Determinación de la viscosidad.** Efectuar el ensayo de acuerdo a lo indicado en las Normas ASTM D 445 y ASTM D 2983, según corresponda.

**8.2 Determinación del índice de viscosidad.** Efectuar el ensayo de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM D 2270.

**8.3 Ensayo de espuma.** Efectuar el ensayo de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM D 892.

**8.4 Determinación del punto de escurrimiento.** Efectuar el ensayo de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM D 97

**8.5 Determinación del punto de inflamación.** Efectuar el ensayo de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM D 92

**8.6 Ensayo de corrosión sobre la lámina de cobre.** Efectuar el ensayo de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM D 130

**8.7 Determinación del contenido de aditivo.** Efectuar el ensayo de acuerdo a lo indicado en las normas ASTM D 4951, ASTM D 4047, ASTM D 1091 según corresponda.

**8.8 Determinación del contenido de agua.** Efectuar el ensayo mediante el método de crepitación como se indica a continuación:

**8.8.1 Crepitación.** Es el método de laboratorio utilizado para determinar la presencia de agua en un fluido de mayor punto de ebullición que el agua, consiste en dejar caer una gota sobre una plancha metálica a 200 °C y escuchar si se produce chisporroteo, lo cual es indicativo de la presencia de agua contaminante.

**8.9 Determinación de los materiales en suspensión.** Efectuar el ensayo de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM D 2273.

## 9. ENVASADO

**9.1** Los aceites para transmisiones manuales y diferenciales debe envasarse en recipientes de un material tal, que no vaya en detrimento de su calidad o modifique sus propiedades durante el transporte y almacenamiento.

## 10. ETIQUETADO

**10.1** Cada envase debe presentar un rótulo perfectamente legible que incluya la siguiente información:

**10.1.1** Nombre o denominación del producto

**10.1.2** Marca comercial del producto

**10.1.3** Número de lote del producto.

**10.1.4** Contenido neto en unidades del SI

**10.1.5** Nombre o razón social y dirección completa de la empresa productora o comercializadora

(Continúa)

- 10.1.6** País de fabricación del producto.
- 10.1.7** Grado de viscosidad SAE
- 10.1.8** Clasificación del servicio API, destacada en el cuerpo del envase
- 10.1.9** Aceite reciclado (ver nota 4).
- 10.1.10** Advertencia del riesgo por contacto prolongado del aceite lubricante con la piel
- 10.1.11** Advertencia del riesgo para el ambiente por la inadecuada disposición del aceite lubricante usado.
- 10.1.12** Aplicaciones del producto, destacando el uso para transmisiones manuales y diferenciales.
- 10.1.13** Fecha máxima de uso
- 10.1.14** Condiciones de conservación
- 10.1.15** La información debe estar en español, sin perjuicio a que se pueda presentar en otros idiomas adicionales, de preferencia en inglés.

NOTA 4. Si el aceite es obtenido de un proceso de reciclado, esto debe constar en la información del rotulado.

*(Continúa)*

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2029	<i>Derivados del petróleo. Bases lubricantes para uso automotor. Requisitos</i>
Norma ASTM D 892	<i>Test Method for Foaming Characteristics of Lubricating oils.</i>
Norma ASTM D 1091	<i>Standard Test Methods for Phosphorus in Lubricating Oils and Additives.</i>
Norma ASTM 2270	<i>Practice for Calculating Viscosity index from Kinematics. Viscosity 40 and 100°C.</i>
Norma ASTM D 4047	<i>Standard Test Method for Phosphorus in Lubricating Oils and Additives by Quinoline Phosphomolybdate Method.</i>
Norma ASTM D 4951	<i>Standard Test Method for Determination of Additive Elements in Lubricating Oils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry.</i>
Norma ASTM D 445	<i>Test Method for Kinematics Viscosity of transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity</i>
Norma ASTM D 2983	<i>Test Method for Low-Temperature Viscosity of Lubricants Measured by Brookfield Viscometer</i>
Norma ASTM D 97	<i>Test Method for Pour Point by Petroleum Products.</i>
Norma ASTM D 92	<i>Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester.</i>
Norma ASTM D 130	<i>Test Method for corrosiveness to Copper from Petroleum Products by Copper Strip Test</i>
Norma ASTM D 2273	<i>Test Method for Trace Sediments in Lubricants Oils.</i>
Norma MIL-L-2 105	<i>Ensayos para lubricantes de engranajes automotrices.</i>
Norma MIL-L-2 105 D	<i>Ensayos para lubricantes de engranajes automotrices.</i>
Ley 2007-76	<i>Del sistema Ecuatoriano de la Calidad, Publicado en el R. O No. 26 de 2007-02-22</i>

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Colombiana ICONTEC 1399 (6R). *Petróleo y sus derivados. Aceites lubricantes para transmisiones manuales y diferenciales para equipo automotor.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá. 2004.

Society of Automotive Engineers. *Axle and Manual Transmission Lubricants.* New York, 1974. Part 1. ii (information Report SAE J308 b).

Society of Automotive Engineers. *Axle Manual Transmission Lubricants Viscosity Classification.* New York, 1974. Part 1. Oil (Recommended Practice SAE J306 a).

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

<b>Documento:</b>	<b>TÍTULO: PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO. Código:</b>
<b>NTE INEN 2028</b>	<b>ACEITES LUBRICANTES PARA TRANSMISIONES PE 02.02-435</b>
<b>Segunda revisión</b>	<b>MANUALES Y DIFERENCIALES DE EQUIPO AUTOMOTOR. REQUISITOS.</b>

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio:	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 2009-10-13 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Resolución No. 092-2009 de 2009-11-27 publicado en el Registro Oficial No. 107 de 2010-01-13  Fecha de iniciación del estudio:
--	---

Fechas de consulta pública: de \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_

Comité Interno del INEN:  
 Fecha de iniciación: 2011-02-18 Fecha de aprobación: 2011-02-18  
 Integrantes del Comité Interno:

NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:
Ing. Mauricio Alminate (Presidente)	DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS
Ing. Fausto Lara	DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN (E)
Ing. Enrique Troya	DIRECTOR DEL ÁREA TÉCNICA DE VERIFICACIÓN
Ing. Elizabeth Guerra	ÁREA TÉCNICA DE DE CERTIFICACIÓN
Ing. Sandra Armijos (Secretaria técnica)	ÁREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN

Otros trámites: ♦<sup>9</sup> La NTE INEN 2028:2009 (Primera Revisión), sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución No. 009-2010 de 2010-03-05, publicada en el Registro Oficial No. 152 del 2010-03-17

Esta NTE INEN 2028:2011 (Segunda Revisión), reemplaza a la NTE INEN 2028:2010 (Primera Revisión)

La Subsecretaría de Industrias, Productividad e Innovación Tecnológica del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma  
 Oficializada como: Voluntaria Por Resolución No. 11 147 de 2011-05-20  
 Registro Oficial No. 484 de 2011-07-05

---

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre  
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567816  
Dirección General: E-Mail: [direccion@inen.gov.ec](mailto:direccion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Normalización: E-Mail: [normalizacion@inen.gov.ec](mailto:normalizacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Certificación: E-Mail: [certificacion@inen.gov.ec](mailto:certificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Verificación: E-Mail: [verificacion@inen.gov.ec](mailto:verificacion@inen.gov.ec)  
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: [inenlaboratorios@inen.gov.ec](mailto:inenlaboratorios@inen.gov.ec)  
Regional Guayas: E-Mail: [inenguayas@inen.gov.ec](mailto:inenguayas@inen.gov.ec)  
Regional Azuay: E-Mail: [inencuenca@inen.gov.ec](mailto:inencuenca@inen.gov.ec)  
Regional Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@inen.gov.ec](mailto:inenriobamba@inen.gov.ec)  
URL: [www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)**

# FUNDAMENTACION TEORICA

## ANEXO 2. Cajas de cambios manuales ZF para camiones



Commercial Vehicle Technology

**Cajas de cambios manuales de ZF para camiones con la inscripción "TE-ML 01" en la placa de identificación**

**Lista de lubricantes TE-ML 01**

Índice	Página
<a href="#">1. Clases de lubricantes aprobados</a> .....	1
<a href="#">2. Intervalos de cambio de aceite y de filtro (el cambio de filtro sólo afecta al mecanismo con intarder o WSK)</a> .....	2
<a href="#">3. Límites de bajas temperaturas</a> .....	2
<a href="#">4. Explicación de notas a pie de página y otras observaciones</a> .....	3
<a href="#">5. Clases de lubricantes y productos comerciales aprobados</a> .....	4

### 1. Clases de lubricantes aprobados

Grupos de productos Camiones	Clases de lubricantes	
	Primer llenado <sup>(3)</sup>	Lenado de servicio <sup>(4)</sup>
<b>Nota:</b> En lugar de "0" también puede figurar 2;3;4;5 como última cifra (Ejemplo: 16S2223)		
<b>Ecomid sin Intarder</b> 8S1110, 9S1110, 9S1310, 9S1510	<a href="#">ZF-Ecofluid M 01E</a>	<a href="#">ZF-Ecofluid M 01E / 01L</a>
<b>Ecomid con Intarder</b> 8S1111, 9S1111, 9S1311	<a href="#">ZF-Ecofluid M 01E</a>	<a href="#">ZF-Ecofluid M 01E / 01L</a>
<b>Ecosplit sin Intarder</b> 8S151, 16S151, 8S181, 16S181, 16S221, 16S251 8S1620, 16S1620, 8S1820, 16S1820, 8S1920, 16S1920, 16S2020, 8S2220, 16S2220, 16S2520, 16S2720 16S1580, 16S1680, 16S2180, 16S2280 16S231, 16S2320, 16S2330 12S2130, 12S2330, 12S2830 8S1630, 16S1630, 8S1830, 16S1830, 8S1930, 16S1930, 16S2030, 8S2230, 16S2230, 16S2530, 16S2733	<a href="#">ZF-Ecofluid M 01E</a>	<a href="#">ZF-Ecofluid M 01E / 01L</a>
<b>Ecosplit con Intarder</b> 8S151IT, 16S151IT, 8S181IT, 16S181IT, 16S221IT, 16S251IT 8S1621, 16S1621, 8S1821, 16S1821, 8S1921, 16S1921, 16S2021, 8S2221, 16S2221, 16S2521, 16S2721 16S1581, 16S1681, 16S2181, 16S2281 16S231IT, 16S2321, 12S2331 12S2131, 12S2331, 12S2831 16S1631, 8S1831, 16S1831, 8S1931, 16S1931, 16S2031, 8S2231, 16S2231, 16S2531, 16S2731	<a href="#">ZF-Ecofluid M 01E</a>	<a href="#">ZF-Ecofluid M 01E / 01L</a>

La lista de lubricantes TE-ML 01, edición 01.07.2018 sustituye a todas las anteriores ediciones. La lista válida en cada momento puede solicitarse en cualquier Servicio Oficial-ZF o consultarse en Internet: <a href="http://www.zf.com/lubricants">www.zf.com/lubricants</a> .	<b>ZF Friedrichshafen AG</b> D-88038 Friedrichshafen <a href="http://www.zf.com/contact">www.zf.com/contact</a>
---	---




## 2. Intervalos de cambio de aceite y de filtro (el cambio de filtro sólo afecta al mecanismo con intarder o WSK)

**Atención:** Las clases de lubricantes autorizadas para cada una de los grupos de productos pueden verse en las tablas en la sección 1 en las páginas precedentes!

El ZF-Ecofluid M ha sido desarrollado especialmente para la aplicación en el cambio de marchas manual y en mecanismos automáticos para NKW. La combinación de un aceite básico hidrocrackeado con un aditivo especial equilibrado proporciona una excelente estabilidad ante la oxidación y es por ello muy apropiada para intervalos de cambio de aceite prolongados. Esto garantiza una protección de alta calidad de todos los componentes del engranaje, en especial la sincronización y el dentado. Debido a su característica de viscosidad plana, el aceite es apropiado para su aplicación en todas las zonas climáticas, especialmente en regiones cálidas o frías. Además, con el ZF-Ecofluid M se puede reducir el consumo de combustible entre un 0,5% y un 1,0%, si se compara con los aceites minerales para engranajes.

Clase de lubricantes	01L	ZF-Ecofluid M 01E
<b>Aplicación</b>	<b>Intervalos de cambio de aceite y de filtro <sup>(2)</sup></b>	
- Funcionamiento todo terreno por ejemplo empleo en minas - Velocidad promedio hasta 20 km/h	5.000 h 100.000 km 1 año	10.000 h 200.000 km 2 años <sup>(1)</sup>
- Empleo en país cálido <sup>(5)</sup> - Servicio de largas rutas > 44 t - Tráfico de cercanías /distribución - Servicio pesado - Tráfico en serv. línea (autobuses) - Velocidad promedio 20 hasta 60 km/h	240.000 km 2 años	360.000 km 3 años <sup>(1)</sup>
- Servicio de largas rutas (Camión) - Serv. transporte viajeros (autocares) - Velocidad promedio a partir de 60 km/h	360.000 km 2 años	540.000 km 3 años <sup>(1)</sup>

## 3. Límites de bajas temperaturas

Clases de lubricantes	Tipo de aceite / Clases de viscosidad SAE	Puesta en marcha del vehículo cuando las temperaturas del cárter de aceite son
ZF-Ecofluid M, 01E, 01L	75W-80	- 40°C 

#### 4. Explicación de notas a pie de página y otras observaciones

##### Notas a pie

- (1) Estos intervalos son sólo válidos en caso de ventilación con latiguillo desde un compartimento con aire seco. Sin ventilación con un latiguillo desde un compartimento con aire seco, son válidos los intervalos de cambio de aceite conforme a lo tipo de lubricantes 01L. Esta limitación no tiene validez para aplicaciones en autobuses/autocares.  
Dentro de los primeros dos años a partir de la primera matriculación, las cajas de cambios que han sido llenadas en fábrica con aceite de la clase de lubricantes 01E, no deben ser sometidas a un cambio de aceite. En el caso de instalaciones posteriores o reparaciones en éste período, sólo es autorizado utilizar aceites de la clase de lubricantes 01E. Excepción: Los límites de aplicación según TE-ML 01 (horas de servicio, kilometraje) se alcanzan ya antes del transcurso de los primeros dos años.
- (2) Es necesario un cambio de aceite y de filtro, según lo que se cumpla en primer lugar. Utilizar solamente en cartucho de filtro original ZF:  
- Intarder 2: 6085 298 026  
- Intarder 3: 0501 215 163  
- WSK: 0501 202 378
- (3) Primer llenado: Para el primer llenado de la caja de cambios sólo se permiten las clases de lubricantes indicadas. ZF recomienda el tipo de aceite designado en la tabla 1.
- (4) Llenado de servicio: Las clases de lubricantes indicadas valen para el cambio de aceite de servicio según los intervalos de cambio de aceite indicados en el apartado 2. **En el caso de un cambio de aceite en cajas de cambios con un kilometraje de menos de 7.500 km sólo se permiten aceites aptos para el primer llenado.** En el caso de las cajas de cambios que han sido llenadas en fábrica con aceite de la clase de lubricantes 01E, es imprescindible observar la nota explicativa 1 al pie de la página.
- (5) Lo determinante para la denominación "empleo en país cálido" no es un país en el sentido de un estado, sino la zona de empleo del vehículo.  
En relación con conjuntos ZF, hablamos de empleo en país cálido cuando:  
1. La temperatura promedio mensual en más de 2 meses de un año sobrepasa los 25°C  
2. O cuando, en más de 7 días del año, se presentan temperaturas superiores a los 40°C.

##### Observaciones

1. Hay que respetar las instrucciones relativas a la ventilación (respiradero) de la caja de cambios según el folleto Recomendaciones para la instalación de cajas de cambios ref. 1203 765 310 y 1328 765 301.
2. En los puntos de engrase hay que utilizar una grasa universal, mezclable con aceites minerales saponificada a base de litio de la clase NLGI 2 (identificación de la grasa KP2K-30 según DIN 51825 o bien ISO-L-XCCHB2 según ISO 6743-9).
3. Los aditivos, de cualquier tipo, que se le añadan al aceite **posteriormente**, modifican el aceite en una forma no calculable y por tanto no son admisibles. ZF no se hace responsable de todas aquellas averías derivadas de la utilización de este tipo de aditivos.
4. ZF no asume la responsabilidad para daños que resultan de la inobservancia de nuestras instrucciones de mantenimiento.

**5. Clases de lubricantes y productos comerciales aprobados****Clase de lubricantes 01E**

<b>Fabricante (01E)</b>	<b>Denominación del producto (01E)</b>	<b>Número de homologación de ZF</b>
ARAL AG, BOCHUM/DE	ARAL GETRIEBEÖL SNS-M 75W-80	ZF000130
CASTROL LTD, LONDON/GB	CASTROL SYNTRANS Z LONG LIFE 75W-80	ZF000609
CASTROL LTD, LONDON/GB	CASTROL TRANSMAX MANUAL Z LONG LIFE 75W-80	ZF002157
CEPSA COMERCIAL PETRÓLEO S.A.U., MADRID/ES	CEPSA TRANSMISIONES Z5 FE+LD 75W80	ZF002240
DAF TRUCKS NV, EINDHOVEN/NL	DAF XTREME 75W-80	ZF002124
FUCHS PETROLUB SE, MANINHEIM/DE	FUCHS TITAN CYTRAC ULTRA SYNTH SAE 75W-80	ZF001457
HUILES BERLIET S.A., SAINT-PIERRE/FR	RTO LONGEVIA BZV ECO 75W-80	ZF001260
PETRONAS LUBRICANTS INTERNATIONAL SDN BH, KUALA LUMPUR/MY	TUTELA TRANSMISSION XT-D 540 (SAE 75W-80)	ZF000532
TOTAL LUBRIFIANTS S.A., NANTERRE/FR	TOTAL TRANSMISSION GEAR 9 FE 75W-80	ZF001773
ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, FRIEDRICHSHAFEN/DE	ZF-ECOFLUID M SAE 75W-80	ZF002155

## Clase de lubricantes 01L

Fabricante (01L)	Denominación del producto (01L)	Número de homologación de ZF
ADDINOL LUBE OIL GMBH, LEUNA/DE	ADDINOL GETRIEBEÖL GS 75W-80 SL	ZF000974
BARDAHL ASIA PACIFIC PTE LTD, SINGAPORE/SG	SYNMAXTRAN 4000 SAE 75W-80	ZF003331
BAYWA AG MÜNCHEN, MÜNCHEN/DE	TECTROL SYNTOGEAR MA 7580	ZF001935
BUCHER AG LANGENTHAL, LANGENTHAL/CH	MOTOREX PRISMA TF SAE 75W/80	ZF001660
CASTROL LTD, LONDON/GB	CASTROL SYNTRANS Z 75W-80	ZF000219
CASTROL LTD, LONDON/GB	CASTROL TRANSMAX MANUAL Z 75W-80	ZF002214
CEPSA COMERCIAL PETRÓLEO S.A.U., MADRID/ES	CEPSA TRANSMISIONES FE+LD 75W-80	ZF000472
CEPSA COMERCIAL PETRÓLEO S.A.U., MADRID/ES	MAN SUPER GEAR 75W-80	ZF000862
CHEVRON LUBRICANTS, SAN RAMON, CA/US	MULTIGEAR MTF 75W-80	ZF000813
CHEVRON LUBRICANTS, SAN RAMON, CA/US	MULTIGEAR MTF 75W-80	ZF001220
CHEVRON LUBRICANTS, SAN RAMON, CA/US	DELO SYN-MTF XZ 75W-80	ZF002275
CONDAT LUBRIFIANTS, CHASSE SUR RHONE/FR	GEAR TDS 75W80	ZF001040
DAF TRUCKS NV, EINDHOVEN/NL	DAF PREMIUM 75W-80	ZF002123
DE OLIEBRON BV, ZWIJNDRECHT/NL	TOR MT/LD GEAR OIL 75W80	ZF000634
DONGFENG COMMERCIAL VEHICLE CO. LTD, HUBEI/CN	DFCV-HDT 31	ZF001809
ENI S.P.A., ROME/IT	ENI ROTRA MULTIGEAR 75W-80	ZF000861
EUROPART TRADING GMBH, HAGEN/DE	EUROPART SYNTHOGEAR INT. 75W80	ZF001875
EXXONMOBIL CORPORATION, HOUSTON, TX/US	MOBIL DELVAC XHP TRANSMISSION OIL 75W-80	ZF000089
EXXONMOBIL CORPORATION, HOUSTON, TX/US	MOBIL DELVAC 1 TRANSMISSION FLUID 75W-80	ZF001683
FINKE MINERALÖLWERK GMBH, 27374 VISSELHÖVEDE/DE	AVIATICON GOLD MTF 75W-90	ZF002294
FUCHS PETROLUB SE, MANNHEIM/DE	FUCHS TITAN CYTRAC MAN SYNTH SAE 75W-80	ZF001140
FUCHS PETROLUB SE, MANNHEIM/DE	PENTOSIN TLD 75W-80	ZF001423
FUCHS PETROLUB SE, MANNHEIM/DE	GEARWAY S4 75W-80	ZF001710
FUCHS PETROLUB SE, MANNHEIM/DE	FUCHS TITAN CYTRAC MAT SAE 75W-80	ZF003373
FUCHS PETROLUB SE, MANNHEIM/DE	FUCHS TITAN CYTRAC MAT SAE 75W-80	ZF003374
GULF OIL INTERNATIONAL, MUMBAI/IN	GULF SYNGEAR FE 75W-80	ZF000683
HAFSA FRANCE, YVETOT/FR	GEARTARDER SAE 75W-80	ZF000384
INA MAZIVA LTD, ZAGREB/HR	INA TRANSMOL HD SAE 75W-80	ZF003344
KUWAIT PETROLEUM INTERNATIONAL LUBRICANT, ANTWERP/NL	Q8 T 60 NTECH SAE 75W-80	ZF000324
MOTUL SA, AUBERVILLIERS/FR	MOTUL GEAR SYNTH XD 75W-80	ZF001987
OOO "LLK" INTERNATIONAL, MOSCOW/RU	LUKOIL TRANSMISSION SYNTH MPV 75W-80	ZF003412
OY TEBOIL AB, HELSINKI/FI	TEBOIL GEAR MTF-V	ZF003339
PAZ LUBRICANTS & CHEMICALS, HAIFA/IL	PAZ TRANS ULTRA 75W-80	ZF003387
PETROBRAS DISTRIBUIDORA S.A., DUQUE DE CAXIAS/BR	LUBRAX GOLD XP SAE 75W-80	ZF001337
PETROMIN CORPORATION, JEDDAH/SA	PETROMIN GEAR BOX Z2 SAE 75W80	ZF001967
PETRONAS LUBRICANTS INTERNATIONAL SDN BH, KUALA LUMPUR/MY	TUTELA TRANSMISSION FE-GEAR (SAE 75W-80)	ZF000530
PHI OIL GMBH, ST. GEORGEN/AT	GEAR OIL MDV SILVER 75W80	ZF001386
RAVENSBERGER SCHMERSTOFFVERTRIEB GMBH, WERTHER/DE	RAVENOL SSG SPEC SYNT LKW GETRIEBEÖL 75W-80	ZF001111
REPSOL LUBRICANTES Y ESPECIALIDADES, S.A. MADRID/ES	REPSOL CARTAGO CAJAS FE LD 75W80	ZF001673
SHELL INTERNATIONAL PETROLEUM COMP. LTD, LONDON/GB	SHELL SPIRAX S6 GXM 75W-80	ZF001481
SINOPEC LUBRICANT CO., LTD., BEIJING/CN	SINOPEC GREATWALL MTF 02L 75W-80	ZF002047
SINOPEC LUBRICANT CO., LTD., BEIJING/CN	SINOPEC GREATWALL MTF 02L 75W-80	ZF003393
TAMOI ITALIA SPA, MILANO/IT	TAMOI TAMGEAR PLUS SAE 75W-80	ZF001338
TOTAL LUBRIFIANTS S.A., NANTERRE/FR	TOTAL TRANSMISSION GEAR 8 FE 75W-80	ZF001779
UNIL OPAL, SAUMUR/FR	GERION LD 75W80	ZF000367
VALVOLINE EUROPE, DORDRECHT/NL	VALVOLINE HEAVY DUTY GEAR OIL PRO 75W-80 LD	ZF001830
VEEDOL INTERNATIONAL LIMITED, GLASGOW/GB	VEEDOL GEAR OIL LD 75W-80	ZF002025
YACCO SAS, ST PIERRE LES ELBEUF/FR	BVX Z 1000 75W-80	ZF001042
ZELLER+GMELIN GMBH&CO.KG., EISLINGEN/DE	DIVINOL SYNTHOGEAR INT. 75W80	ZF001679

## MATERIALES Y METODOS

### ANEXO 3. Ejemplo de especificaciones del aceite para engranajes GL4



Aceite para engranajes GL-4  
SAE 80W-90, SAE 85W-140

Hoja de datos del producto



#### Beneficios del cliente

Caltex aceite para engranajes GL-4 ofrece valor a través de:

- Buena vida de los engranajes - propiedades de presión extrema protegen tipos hipoides y otros de engranajes de desgaste abrasivo y el desgaste.
- El óxido y la protección contra la corrosión - paquete inhibidor eficaz protege contra la oxidación o la corrosión del equipo y las superficies de apoyo.
- el rendimiento general del mercado - Aceptable estabilidad térmica ya la oxidación permite la protección de engranajes apropiada en operaciones no críticas
- Buena vida útil del lubricante - Sobresaliente estabilidad térmica ya la oxidación permite el funcionamiento a alta temperatura con una larga vida útil del lubricante.
- Protección del sello - Formulado para proteger contra el deterioro del sello de aceite.

#### Características

Caltex aceite para engranajes GL-4 son lubricantes multipropósito.

Están hechas de materiales base parafínicos y contienen un paquete de aditivos cuidadosamente equilibrada para proporcionar protección a los engranajes y la larga vida del lubricante.

La tecnología de aditivo de presión extrema de azufre-fósforo utilizado en Caltex Aceite para engranajes GL-4 proporciona una buena protección de la oxidación y corrosión y protección de engranajes adecuada.

#### aplicaciones

Caltex Aceite para engranajes GL-4 está recomendado para uso en bisel espiral y diferenciales hipoides, divisores de potencia, y de dirección cojinetes de las ruedas del eje lubricados con aceite.

Caltex engranajes aceite GL-4 reúnen los requisitos de:

- Categorías de Servicio API GL-4

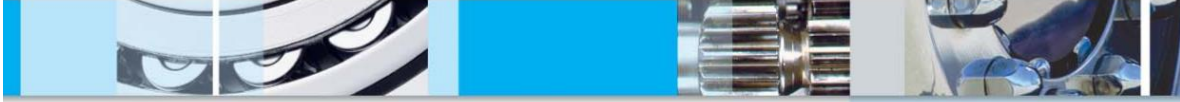
#### Descripción del producto

se recomiendan lubricantes Caltex Aceite para engranajes GL-4 de engranaje para uso en bisel espiral y diferenciales hipoides, divisores de potencia, y de dirección cojinetes de las ruedas del eje lubricados con aceite.

UN Chevron producto de la empresa

Todas las marcas registradas son propiedad de propiedad de Chevron Intellectual Property LLC.





datos de pruebas típicas

Aceite para engranajes GL-4	RESULTADOS	
Grado SAE	80W-90	85W-140
Número de producto	516296	516297
Densidad a 15 ° C, kg / L	0.8867	0.8974
Viscosidad cinemática		
cSt a 40 ° C	134	359
cSt a 100 ° C	14.2	25
Viscosidad Brookfield		
cP a -12 ° C	-	81.500
cP a -26 ° C	70000	-
Índice de viscosidad	95	95
Punto de inflamación, ° C	180	180
Punto de fluidez, °C	- 37	- 19

Este boletín fue preparado de buena fe de la mejor información disponible en el momento de su emisión. Mientras que los valores y características se consideran representativas, alguna variación, que no afectan el rendimiento, se puede esperar. Es responsabilidad del usuario asegurarse de que los productos que se utilizan en las aplicaciones para las que están destinados.

Producida por Chevron Lubricantes, África, Oriente Medio y Pakistán.

Medio ambiente, salud y seguridad está disponible para este producto en la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) y el Cliente Guía de seguridad. Se anima a los clientes a revisar esta información, siga las precauciones y cumplir con las leyes y reglamentos relativos a su uso y eliminación de productos. Para obtener una MSDS para este producto, visite [www.caltexoil.com](http://www.caltexoil.com).

Para obtener más información, visite [www.chevronlubricants.com](http://www.chevronlubricants.com)

UNI: Chevron producto de la empresa

Todas las marcas registradas son propiedad de propiedad de Chevron Intellectual Property LLC.

GEAROL GL-4 / GOUFO / PDSv1\_16 / 12/2016

© 2016 Chevron Lubricantes, África, Oriente Medio y Pakistán. Todos los derechos reservados.

## ANEXO 4. Ejemplo de especificaciones del aceite para engranajes GL5



Aceite para engranajes GL-5  
SAE 80W-90 y SAE 85W-140

Hoja de datos del producto



### Beneficios del cliente

Aceite para engranajes GL-5 ofrece un valor medio de:

- Buena vida de los engranajes - propiedades de presión extrema protegen tipos hipoides y otros de engranajes de desgaste abrasivo y el desgaste.
- El óxido y la protección contra la corrosión - paquete inhibidor eficaz protege contra la oxidación o la corrosión del equipo y las superficies de apoyo.
- Inhibición buena espuma - La formación de espuma minimizado mediante el uso de inhibidor de espuma.
- el rendimiento general del mercado - Buena estabilidad térmica ya la oxidación permite la protección de los engranajes adecuada en las operaciones generales.
- Protección del sello - Protege contra el deterioro del sello de aceite.

### Características

Aceite para engranajes GL-5 son lubricantes multipropósito.

Están hechas de materiales base parafínicos y contienen un paquete de aditivos equilibrada para proporcionar protección a los engranajes aceptable para el mercado general y la vida del lubricante.

La tecnología de aditivo de presión extrema de azufre-fósforo utilizado en Aceite para engranajes GL-5 proporciona una buena estabilidad térmica ya la oxidación. Además, este lubricante está fortificado con inhibidores de la herrumbre y la corrosión, un inhibidor de espuma, y un punto de fluidez depresor.

Los aditivos de presión extrema de azufre-fósforo en Aceite para engranajes GL-5 proporcionan una buena protección de los engranajes en aplicaciones de engranajes generales.

Los aceites base altamente refinados y varios inhibidores de la ayuda paquete de aditivos aseguran un rendimiento del lubricante y la vida equilibrada equipo adecuado.

### aplicaciones

Aceite para engranajes GL-5 se recomienda para su uso en bisel espiral y diferenciales hipoides, divisores de potencia, y cojinetes de las ruedas del eje de dirección lubricados con aceite a intervalos de drenaje normales.

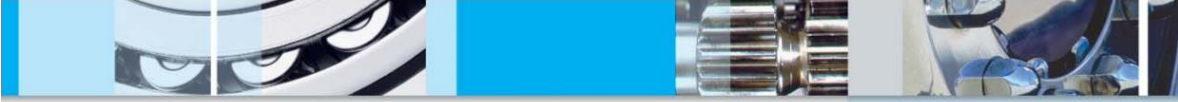
### Descripción del producto

Se recomiendan los lubricantes de aceite del engranaje GL-5 de engranaje para uso en bisel espiral y diferenciales hipoides, divisores de potencia, y de dirección cojinetes de las ruedas del eje lubricados con aceite.

UN Chevron producto de la empresa

Todas las marcas registradas son propiedad de propiedad de Chevron Intellectual Property LLC.





Sus características de viscosidad múltiple permiten su uso en funcionamiento del equipo en un amplio rango de temperatura ambiente. Este medio de buenas propiedades de flujo en frío y protección de los engranajes.

Acete para engranajes GL-5 cumple con los requisitos de:

- Categorías de Servicio API GL-5 y GL-4

datos de pruebas típicas

Acete para engranajes GL-5	RESULTADOS	
Grado SAE	80W-90	85W-140
Número de producto	516294	516295
Densidad a 15 ° C kg / L	0.8867	0.9003
Viscosidad cinemática		
cSt a 40 ° C	145	341
cSt a 100 ° C	14.2	25.0
Viscosidad Brookfield		
cP a -12 ° C	-	128.600
cP a -26 ° C	53.900	-
Índice de viscosidad	95	95
Punto de inflamación, ° C	218	226
Punto de fluidez, °C	- 35	- 12

Este boletín fue preparado de buena fe de la mejor información disponible en el momento de su emisión. Mientras que los valores y características se consideran representativas, alguna variación, que no afectan el rendimiento, se puede esperar. Es responsabilidad del usuario asegurarse de que los productos que se utilizan en las aplicaciones para las que están destinados.

Producida por Chevron Lubricantes, África, Oriente Medio y Pakistán.

Medio ambiente, salud y seguridad está disponible para este producto en la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) y el Cliente Guía de seguridad. Se anima a los clientes a revisar esta información, siga las precauciones y cumplir con las leyes y reglamentos relativos a su uso y eliminación de productos. Para obtener una MSDS para este producto, visite [www.chevrontx.com](http://www.chevrontx.com).

Para obtener más información, visite [www.chevronlubricants.com](http://www.chevronlubricants.com)

UNI Chevron producto de la empresa

Todas las marcas registradas son propiedad de propiedad de Chevron Intellectual Property LLC.

GEAROL GL-5 / GOLFO / PDSV2\_04 / 09/2015

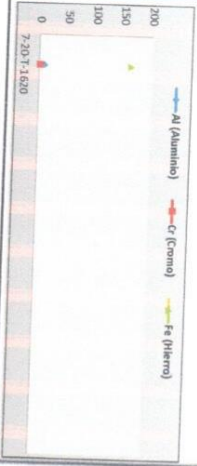
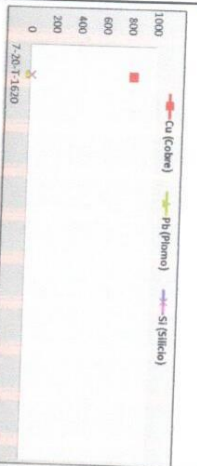
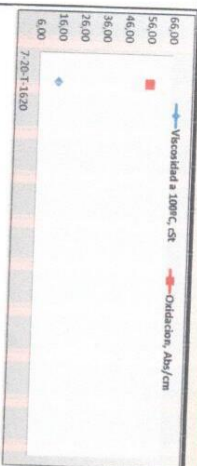
© 2016-2019 Chevron Lubricantes, África, Oriente Medio y Pakistán. Todos los derechos reservados.



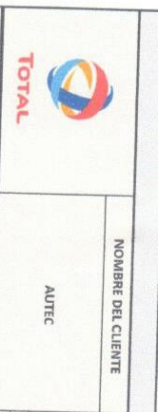
# RESULTADOS Y DISCUSION

## ANEXO 5. Resultados de análisis de aceite en laboratorio

REPORTE DE ENSAYOS																				
<b>NOMBRE DEL CLIENTE</b> AUTEC		<b>COMPARTIMENTO:</b> ENGRANAJE TAA-1978 MARCHAS: KENWORTH SERIE: T-400 MODELO: 75V90 LUBRICANTE: MARCA DEL LUBRICANTE:																		
<b>INFORMACION DE LA MUESTRA</b>		<b>ENGRANAJE</b> TAA-1978 MARCHAS: KENWORTH SERIE: T-400 MODELO: 75V90 LUBRICANTE: MARCA DEL LUBRICANTE:																		
Numero de muestra: 7-20-T-1620 Fecha de Muestra: 2020-05-26 Fecha del Informe: 2020-07-27 Estudio ICOLAS: 578849 Acaba ICOLAS:	Velocidad a 100°C, cSt: 14.81 Oxidacion, Abv/cm: 55.99	Tiempo: 135-185 Limas Condensador: 18 Abv/cm	<b>Evaluación de última muestra:</b> <b>PARAMETROS ANORMALES</b>																	
OXIDACION QUIMICA																				
ELEMENTOS - PPM (mg/lit)																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Elemento</th> <th>Resultado</th> <th>Limite Condensador</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Al (Aluminio)</td> <td>9</td> <td>Max. 30</td> </tr> <tr> <td>Cr (Cromo)</td> <td>1</td> <td>Max. 15</td> </tr> <tr> <td>Cu (Cobre)</td> <td>820</td> <td>Max. 80</td> </tr> <tr> <td>Fe (Hierro)</td> <td>163</td> <td>Max. 300</td> </tr> <tr> <td>Pb (Plomo)</td> <td>0</td> <td>Max. 80</td> </tr> </tbody> </table>				Elemento	Resultado	Limite Condensador	Al (Aluminio)	9	Max. 30	Cr (Cromo)	1	Max. 15	Cu (Cobre)	820	Max. 80	Fe (Hierro)	163	Max. 300	Pb (Plomo)	0
Elemento	Resultado	Limite Condensador																		
Al (Aluminio)	9	Max. 30																		
Cr (Cromo)	1	Max. 15																		
Cu (Cobre)	820	Max. 80																		
Fe (Hierro)	163	Max. 300																		
Pb (Plomo)	0	Max. 80																		
Humedad: NEGATIVO El (Efecto): 18		Limas Condensador: POSITIVO Max. 60																		
Comentarios:																				
Address:																				
C1 (Cedra): 50 Mg (Magnesio): 6 P (Fosforo): 1186 Zn (Zinc): 20																				
ELABORADO POR:																				
Analista Autorizada: Dpto. Laboratorio: Laboratorios Internacionales S.A. FIK1101D, Versión 4, 2019-01-NO-25																				



# REPORTE DE ENSAYOS



**NOMBRE DEL CLIENTE:** AUTEC

**COMPARTIMENTO:** ENGRANAJE

**Máquina:** TAA-1978

**Marca:** KENWORTH

**Serie:**

**Modelo:** T-800

**Lubricante:** 75W90

**Marca del lubricante:**

**Información de la muestra:**

**ENGRAJAJE**

**Evaluación de última muestra:**

**PARAMETROS NORMALES**

Numero de muestra	7-20-T-1620	8-20-T-1975			
Fecha de Muestra	2020-05-26	2020-07-13			
Fecha del Informe	2020-07-27	2020-08-18			
Ejemplo HORAS	578889	589762			
Acumul HORAS					

Viscosidad a 100°C, cSt	14.81	14.78				Rango	13.5 - 18.5
Oxidacion, Abs/cm	35.96	37.10				Limites Condicionales	18 Abs/cm

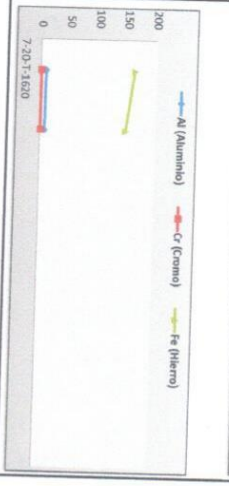
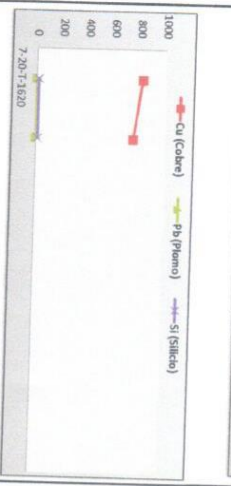
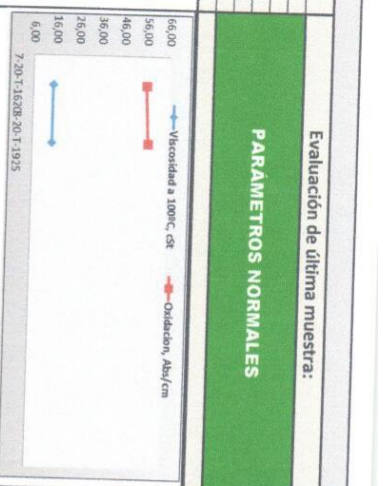
ELEMENTOS - ppm (mg/lit)		Diagnostico		Limites Condicionales	
Al (Aluminio)	9	8			
Cr (Cromo)	1	1			Max. 30
Cu (Cobre)	820	754			Max. 15
Fe (Hierro)	163	148			Max. 80
Pb (Plomo)	0	0			Max. 300
					Max. 80

Contaminantes		Limites Condicionales	
Humedad	NEGATIVO	NEGATIVO	POSITIVO
Si (Silicio)	16	15	Max. 60

Aditivos		Limites Condicionales	
Ca (Calcio)	50	53	
Mg (Magnesio)	6	6	
P (Fosforo)	1186	1103	
Zn (Zinc)	20	39	

ELABORADO POR:

Análisis Autorizado  
 Diplo, Laboratorio  
 Lubricantes Internacionales S.A.  
 FPG1101D Versión 4, 2019.FINNO.25









## REPORTE DE ENSAYOS



**NOMBRE DEL CLIENTE**  
AUTEC

**Compartimiento:**  
Máquina:  
Marca:  
Serie:  
Modelo:  
Lubricante:  
Marca del Lubricante:

PAA-3381  
KENNOCRTH  
CAJA  
T-800  
75W80

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Número de muestra	7-20-T-1619
Fecha de Muestreo	2020-07-01
Fecha del Informe	2020-07-27
Ejemplo HORAS	
Acabado HORAS	

Viscosidad a 100°C, cSt	16,88	Range	7 - 11
-------------------------	-------	-------	--------

Oxidación, Abx/1m	13,98	Lineas Condicionales	18 Mh/1cm
-------------------	-------	----------------------	-----------

**DEGRADACION QUIMICA**

ELEMENTOS - ppm (mg/kg)		Lineas Condicionales
Densidad		
Al (Aluminio)	3	Max. 30
Cr (Cromo)	1	Max. 15
Cu (Cobre)	63	Max. 80
Fe (Hierro)	109	Max. 300
Pb (Plomo)	0	Max. 80

Contaminantes		Lineas Condicionales
Humedad	NEGATIVO	POSITIVO
Si (Silicio)	27	Max. 60

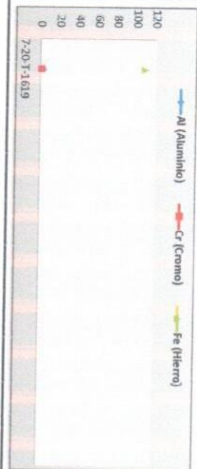
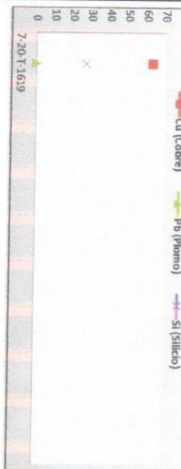
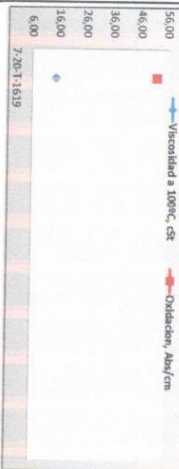
Aditivos	
Ca (Calcio)	94
Mg (Magnesio)	8
P (Fosforo)	1103
Zn (Zinc)	45

**LABORADO POR:**

Análisis Avanzada  
Opco, Laboratorio  
Lubricantes Internacionales S.A.  
EPG1101D Versión 4, 2019-JUNIO-25

**Evaluación de última muestra:**

**PARAMETROS ANORMALES**





# REPORTE DE ENSAYOS

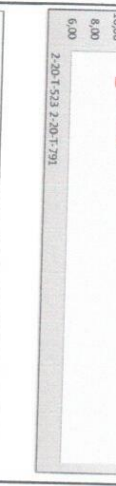
NOMBRE DEL CLIENTE		Compartimento:	
AUTEC		ENGRANAJE	
		Máquina: TAA-0992	
		Serie: INTERNACIONAL	
		Modelo: 9200	
		Lubrificante:	
		Marca del Lubrificante:	

Evaluación de última muestra:  
**PARAMETROS NORMALES**

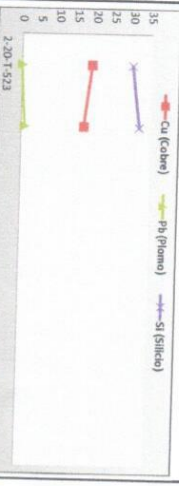
Identificación de muestra:	2-20-T-523	2-20-T-791	
Fecha de Muestreo:	2020-01-24	2020-11-07	
Fecha del Informe:	2020-02-17	2020-09-03	
Equipo HORNAS	611641		
Equipo HORNAS			



Oxidación, Abx/cm	18.46	10.73	
-------------------	-------	-------	--



ELEMENTOS - PPM (mg/kg)		Límites Condicionados	
	POSITIVO		Max. 60
Desechate			
Al (Aluminio)	7	7	
Cr (Cromo)	1	1	Max. 30
Cu (Cobre)	19	17	Max. 15
Fe (Hierro)	108	85	Max. 80
Pb (Plomo)	0	1	Max. 300
			Max. 80



Contaminantes		Límites Condicionados	
	POSITIVO		Max. 60
Si (Silicio)			
Número:	NEGATIVO	NEGATIVO	
Si (Silicio)	30	32	



Aditivos			
Ca (Calcio)	309	247	
Mg (Magnesio)	6	6	
P (Fósforo)	472	409	
Zn (Zinc)	106	90	



ELABORADO POR:

Análisis Ambiental  
Dpto. Laboratorio  
Laboratorios Internacionales S.A.  
EPI1101D, Version 4, 2019-11-NO-25





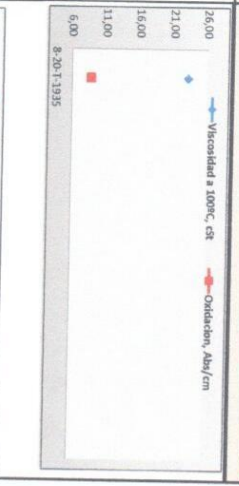


## REPORTE DE ENSAYOS

<b>NOMBRE DEL CLIENTE</b>	Compartimento: PAA-2350
<b>AUTTEC</b>	Matrícula: _____
	Serie: _____
	Modelo: _____
	Lubricante: _____
Materia del Lubricante: 75WB0	

**PARAMETROS ANORMALES**

<b>INFORMACION DE LA MUESTRA</b>	
Numero de muestra	8-20-1-1935
Fecha de Muestreo	2020-07-14
Fecha del Informe	2020-08-18
Equipo HOAS	626957
Acorte HOAS	100000
Viscosidad a 100°C, cSt	23,16
<b>DEGRADACION QUIMICA</b>	
Oxidacion, Abx/cm	8,80



<b>ELEMENTOS - PPM (mg/kg)</b>	
<b>Dióxido</b>	
Al (Aluminio)	3
Cr (Cromo)	1
Cu (Cobre)	4
Fe (Hierro)	69
Pb (Plomo)	2
<b>Contaminantes</b>	
Humedad	NEGATIVO
Si (Silicio)	9



<b>Aditivos</b>	
Ca (Calcio)	62
Mg (Magnesio)	32
P (Fósforo)	276
Zn (Zinc)	55



ELABORADO POR:

Análisis Ambiental  
 Depto. Laboratorio  
 Lubricantes Internacionales S.A.  
 PPG1101D Versión 4, 2019-ELNICO-25



**REPORTE DE ENSAYOS**

<b>NOMBRE DEL CLIENTE</b>		Compartimento:	
AUTEC		Máquina:	
		Marca:	
		Serie:	
		Modelo:	
		Lubricante:	
		Marca del Lubricante:	

**PARÁMETROS ANORMALES**

Evaluación de última muestra:

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Numero de muestra	5-20-T-1250	5-20-T-1258	5-20-T-1261	8-20-T-1918
Fecha de Muestreo	2020-05-27	2020-05-28	2020-05-30	2020-05-05
Fecha del Informe	2020-05-28	2020-05-30	2020-05-30	2020-07-08
Equipo H2045	466371			48
Equipo H2045				

Viscosidad a 100°C, cSt	25,11	23,18	23,05	24,92	Rango 24 - 32,5
Oxidacion, Abv/cm	54,20	60,50	59,90	46,80	Linker Condensantes 18 Abv/cm

**ELEMENTOS - PPM (mg/kg)**

Elemento	5-20-T-1250	5-20-T-1258	5-20-T-1261	8-20-T-1918	Linker Condensantes
Al (Aluminio)	6	12	17	7	Max. 30
Cr (Cromo)	2	3	4	2	Max. 15
Cu (Cobre)	1	22	3	2	Max. 80
Fe (Hierro)	484	1059	505	404	Max. 300
Pb (Plomo)	2	0	1	1	Max. 80

**Comentarios**

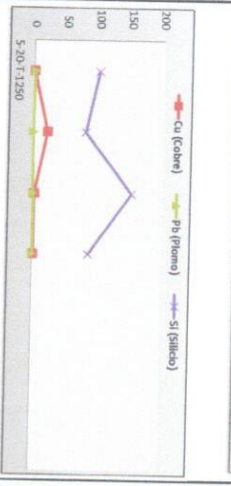
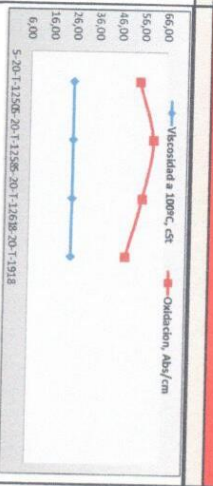
Humedad	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	Linker Condensantes
Sí (SiC4)	101	81	159	89	POSITIVO Max. 60

**Aditivos**

Aditivo	5-20-T-1250	5-20-T-1258	5-20-T-1261	8-20-T-1918
Ca (Calcio)	21	23	42	33
Mg (Magnesio)	3	3	8	19
P (Fósforo)	747	838	1045	653
Zn (Zinc)	6	8	9	43

ELABORADO POR:

Análisis autorizado  
Dpto. Laboratorio  
Lubricantes Industriales S.A.  
PIK1101D Versión 4, 2019-11-NO-25





# REPORTE DE ENSAYOS

NOMBRE DEL CLIENTE		Compartimento:	
AUTEC		Máquina: PAC-7639	
		Marca: KENWORTH	
		Serie: DIFERENCIAL 1	
		Medido: T-800	
		Lubricante: 85W140	
		Marca del Lubricante:	

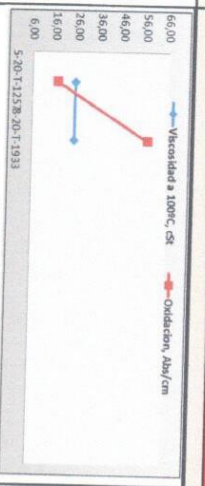
Evaluación de última muestra:

**PARAMETROS ANORMALES**

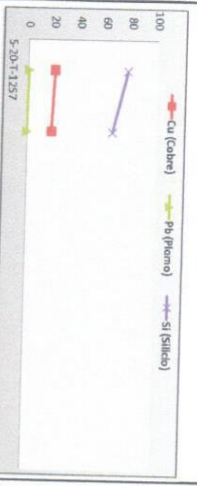
Información de muestra	5-20-T-1257	8-20-T-1933	
Fecha de Muestra	2020-02-29	2020-07-08	
Fecha del informe	2020-05-20	2020-09-18	
Equipo HP&S	464373	487433	
Acchil HP&S		100000	

Viscosidad a 100°C, cSt	25,05	24,86	Rango
			24 - 32,5

Oxidacion, Abx/cm	37,29	57,20	PREGRADACION QUIMICA	Unidad Condicionales
				18 Abx/cm



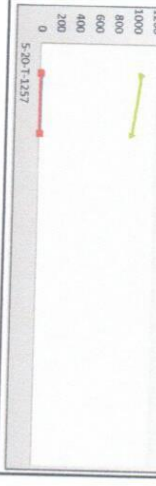
ELEMENTOS - ppm (mg/kg)		Degaste		Unidad Condicionales	
Al (Aluminio)	12	11		Max. 30	
Cr (Cromo)	3	3		Max. 15	
Cu (Cobre)	21	19		Max. 80	
Fe (Hierro)	105,6	97,1		Max. 300	
Pb (Plomo)	1	0		Max. 80	



Humedad		Centrifugados		Unidad Condicionales	
Si (Silicio)	NEGATIVO	NEGATIVO		POSITIVO	Max. 60



Aditivos			
Ca (Calcio)	23	18	
Mg (Magnesio)	3	3	
P (Fosforo)	831	779	
Zn (Zinc)	9	9	



ELABORADO POR:

Análisis Autorizado  
Dpto. Laboratorio  
Lubricantes Internacionales S.A.  
PR1110110 Versión 4, 2019-11-30-25





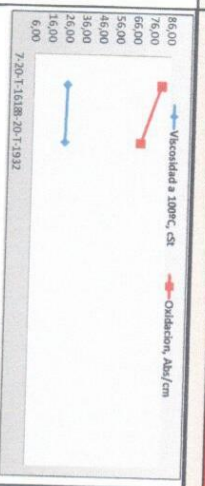
# REPORTE DE ENSAYOS



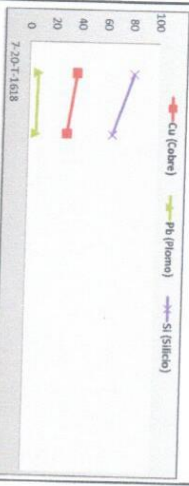
NOMBRE DEL CLIENTE		Compartimento:	
AUTEC		ENGRANAJE	
		Máquina: TAA-1978	
		Marca: KENWORTH	
		Serie:	
		Modelo: T-800	
		Lubricante: 85W140	
		Marca del Lubricante:	

Evaluación de última muestra:  
**PARAMETROS ANORMALES**

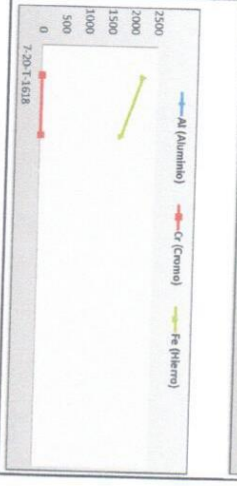
Numero de muestra	7-20-T-1618	8-20-T-1932		
Fecha de Muestreo	2020-05-28	2020-07-13		
Fecha del informe	2020-07-27	2020-08-18		
Equipo HORAS	278889	308162		
Acaba HORAS	100000			
Viscosidad a 100°C, cSt	25,96	25,13		Referido 24 - 32,5
Oxidacion, Abq/cm	30,30	69,40		Limite Condensacion 18 Abq/cm



ELEMENTOS - ppm (mg/kg)		Digesta		Limite Condensacion	
Al (Aluminio)	8	7		Max. 30	
Cr (Cromo)	10	9		Max. 15	
Cu (Cobre)	37	30		Max. 80	
Fe (Hierro)	2290	1753		Max. 300	
Pb (Plomo)	7	6		Max. 80	



Contaminantes		Limite Condensacion	
Humedad	NEGATIVO	NEGATIVO	POSITIVO
Si (Silicio)	31	16	Max. 60
Aditivos			
Ca (Calcio)	49	40	
Mg (Magnesio)	8	7	
P (Fosforo)	1592	1427	
Zn (Zinc)	66	37	



ELABORADO POR:

Analisis Automatado  
Dpto. Laboratorio  
Lubricantes Intercontinentales S.A.  
EPH10101D Versión 4 - 2019.JUNIO.25

## REPORTE DE ENSAYOS

	NOMBRE DEL CLIENTE	AUTEC	COMPARTIMENTO:	INGENIAJE
	Máquina:	PAB-5072	Serie:	
	Modelo:		Lubrificante:	
	Marca del Lubrificante:		85W140	

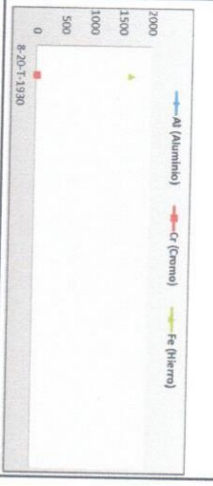
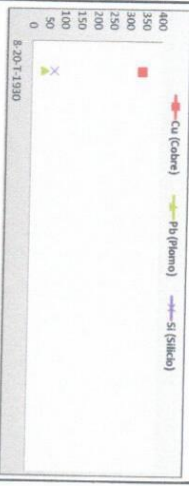
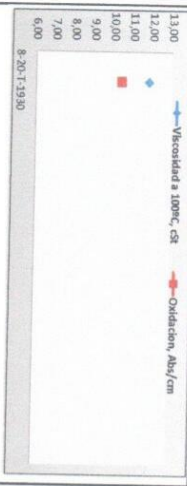
Evaluación de última muestra: <b style="background-color: red; color: white; padding: 5px;">PARÁMETROS ANORMALES</b>	
Número de muestra: 8-20-T-1930 Fecha de Muestreo: 2020-07-10 Fecha del Informe: 2020-08-18 Equipo: H294S Acero: H294S Cantidad a 100°C, cSt: 11.00 Oxidación, Abú/cm: 10.00	Límite Condensación: 24-32.5 Límite Condensación: 18 Abú/cm

ELEMENTOS : ppm(mg/kg)		Límite Condensación
Dañante		
Al (Aluminio)	4	
C (Cromo)	15	Max. 30
Ca (Calcio)	341	Max. 15
Fe (Hierro)	1857	Max. 80
Pb (Plomo)	42	Max. 300
		Max. 80

Contaminantes		Límite Condensación
Humedad	NEGATIVO	POSITIVO
Si (Silicio)	79	Max. 60
Aditivos		
Ca (Calcio)	84	
Mg (Magnesio)	4	
P (Fósforo)	154	
Zn (Zinc)	34	

ELABORADO POR:

Analiza Automática  
 Dyno, Laboratorio  
 Lubricantes Internacionales S.A.  
 FPG1101D Versión 4, 2019-ELN-NO-25

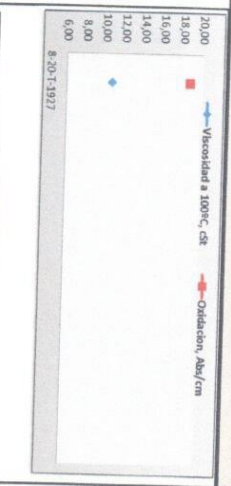


# REPORTE DE ENSAYOS

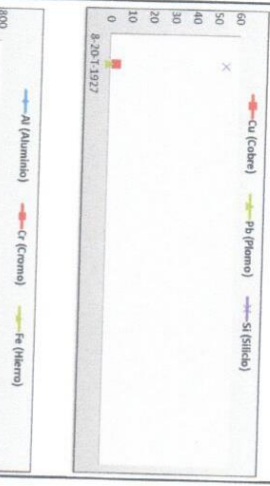


NOMBRE DEL CLIENTE		COMPARTIMENTO:		PROGRAMA:	
AUTEC		Máquina:		PAB-5072	
		Marca:			
		Serie:			
		Modelo:			
		Lubrificante:			
		Marca del Lubrificante:		85W140	

REGISTRACION DE LA MUESTRA		Fecha de Muestra		8-20-1-1927	
		Fecha del Informe		2020-07-10	
		Equipo HOIAS		2020-08-18	
		Muestra HOIAS		100000	
		Viscosidad a 100°C, cSt		10099	
		Oxidacion, Abx/cm		18,79	



ELEMENTOS - PPM (mg/kg)		Límites Condicionales	
Dañante		Límites Condicionales	
Al (Aluminio)	3		Max. 30
Cr (Cromo)	6		Max. 15
Cu (Cobre)	3		Max. 40
Fe (Hierro)	626		Max. 300
Pb (Plomo)	0		Max. 80
Contaminantes		Límites Condicionales	
Humedad	NEGATIVO		POSITIVO
Si (Silicio)	54		Max. 60



Aditivos		Límites Condicionales	
Ca (Calcio)	109		
Mg (Magnesio)	6		
P (Fósforo)	1453		
Zn (Zinc)	38		



ELABORADO POR:

Análisis Amorinde  
 Depto. Laboratorio  
 Lubricantes Internacionales S.A.  
 PPG1101D Versión 4, 2019/JUNIO-35

Evaluación de última muestra:  
**PARAMETROS ANORMALES**



## REPORTE DE ENSAYOS



NOMBRE DEL CLIENTE	COMPARTIMENTO:
AUTEC	ENGRANAJE
	PAC-6820
	Máquina:
	Marca:
	Serie:
	Modelo:
	Lubricante:
	Marca del Lubricante:
	85W140

INFORMACION DE LA MUESTRA	
Numero de muestra	8-20-T-1928
Fecha de Muestreo	2020-07-14
Fecha del Informe	2020-08-17
Equipo HDAS	559772
Modelo HDAS	100000
Viscosidad a 100°C, cSt	21.80
	Rango
	24 - 32.5
	Unidad Condensador
	18 Abv/cm
Condicion, Abv/cm	17.90
	Unidad Condensador
	18 Abv/cm

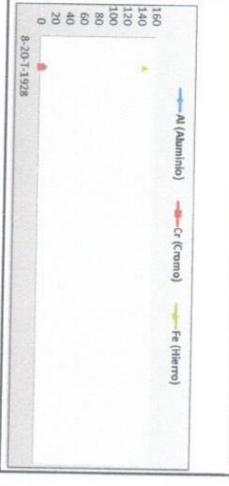
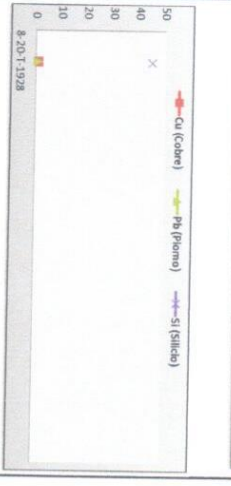
ELEMENTOS - PPM (mg/kg)		Límites Condensador	
Demanda			
Zn (Aluminio)	6		Max. 30
Cr (Cromo)	1		Max. 15
Cu (Cobre)	1		Max. 80
Fe (Hierro)	145		Max. 300
Pb (Plomo)	1		Max. 80
Contaminantes			
Humedad	NEGATIVO		Límites Condensador
Si (Silicio)	45		POSITIVO
			Max. 60

Aditivos	
Ca (Calcio)	16
Mg (Magnesio)	8
P (Fosforo)	599
Zn (Zinc)	7


ELABORADO POR:

Análisis Autorizado  
 Depto. Laboratorio  
 Lubricantes Internacionales S.A.  
 FPG101ID, Versión 4, 2019-ENNO-25

### Evaluación de última muestra: PARÁMETROS NORMALES



# REPORTE DE ENSAYOS

	NOMBRE DEL CLIENTE		COMPARTIMENTO:	
	AUTEC		PAC-6820	
INFORMACION DE LA MUESTRA		Máquina:		ENGRAJAJE
Número de muestra: 8-20-T-1923		Serie:		
Fecha de Muestreo: 2020-07-14		Modelo:		
Fecha del Informe: 2020-08-17		Lubricante:		
Equipo HCNAS: 559772		Marca del Lubricante:		
Aceite HCNAS: 100000				

Evaluación de última muestra:	
<b>PARAMETROS ANORMALES</b>	

Viscosidad a 100°C, cSt	2122	Rango	24 - 32,5
Óxidación, Abx/cm	24,89	Lineas Condensadas	18 Abx/cm

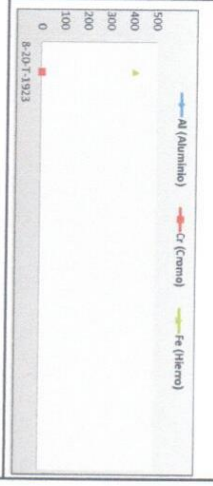
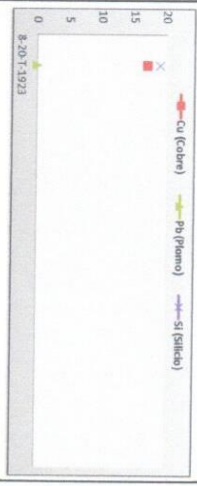
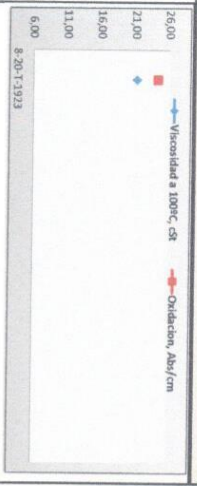
ELEMENTOS - ppm (mg/kg)		Lineas Condensadas	
Dióxido			
Al (Aluminio)	3	Max. 30	
Cr (Cromo)	2	Max. 15	
Cu (Cobre)	17	Max. 80	
Fe (Hierro)	410	Max. 300	
Pb (Plomo)	0	Max. 80	

Contaminantes		Lineas Condensadas	
Humedad	NEGATIVO	POSITIVO	
Si (Silicio)	19	Max. 40	

Aditivos	
Ca (Calcio)	61
Mg (Magnesio)	25
P (Fósforo)	599
Zn (Zinc)	43

LABORADO POR:

Instituto Autorizado  
 Laboratorio de Hidrocarburos y Lubrificantes S.A.  
 EXH1101D, Versión 4, 2019/JUNIO-25









# REPORTE DE ENSAYOS



NOMBRE DEL CLIENTE		COMPARTIMIENTO:		ENGRANJE	
AUTEC		Máquina: TAA-1978		KENWORTH	
		Serie:		T-800	
		Modelo:		85W140	
		Lubricante:			
		Marca del Lubricante:			

Numeración de muestra:		B-20-T-1921		Rango	
Fecha de Muestreo:		2020-07-13		24 - 32,5	
Fecha del Informe:		2020-08-17			
Equipo HOKAS:		589182			
Alcance HOKAS:					
Viscosidad a 100°C, cSt:		25,82			
Oxidación, Abs/cm:		79,38		Límites Condicionales	
				18 Abs/cm	

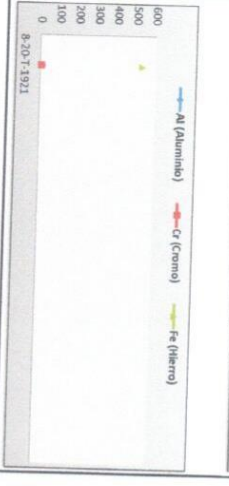
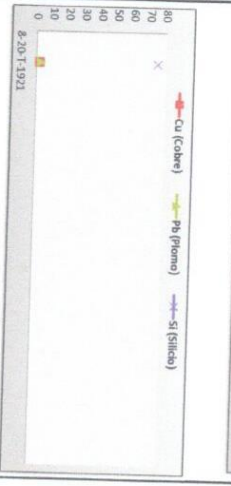
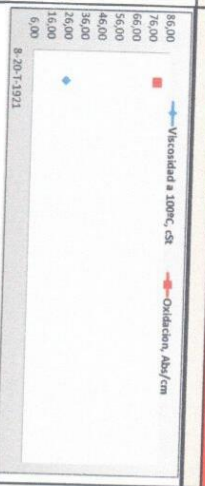
DEGRADACION QUIMICA		Límites Condicionales	
		18 Abs/cm	
ELEMENTOS - PPM (mg/lv)			
Dañados			
Al (Aluminio)	11	Límites Condicionales	
Cr (Cromo)	4	Max. 30	
Cu (Cobre)	2	Max. 15	
Fe (Hierro)	530	Max. 80	
Pb (Plomo)	3	Max. 300	
Contaminantes			
Humedad	NEGATIVO	Límites Condicionales	
Si (Silicio)	75	POSITIVO	
		Max. 60	

Aditivos			
Ca (Calcio)	50		
Mg (Magnesio)	6		
P (Fósforo)	1429		
Zn (Zinc)	25		

ELABORADO POR:

Análisis Autorizado  
 Dyno, Laboratorio  
 Lubricantes Internacionales S.A.  
 EQX1101D, Versión 4, 2019/01/NO-25

## Evaluación de última muestra: PARAMETROS ANORMALES





# REPORTE DE ENSAYOS



**AUTEC**

COMPARTIMENTO:

ENGRAJAME

MARCA:

TAJ-1978

SERIE:

KENWORTH

MODELO:

T-800

LUBRICANTE:

85W/140

MARCA DEL LUBRICANTE:

85W/140

NUMERACION DE LA MUESTRA

7-20-T-1618

FECHA DE MUESTRO

2020-05-26

FECHA DEL INFORME

2020-07-27

EQUIPO HORAS

278889

AGENTE HORAS

Viscosidad a 100°C, cSt

23,96

Elementos - PPM (mg/kg)	Unidades Condicionales
Al (Aluminio)	Max. 30
Cr (Cromo)	Max. 15
Cu (Cobre)	Max. 80
Fe (Hierro)	Max. 300
Pb (Plomo)	Max. 80

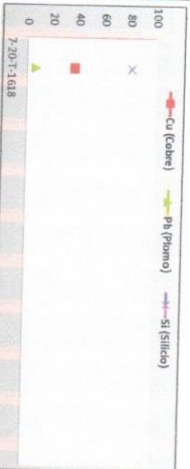
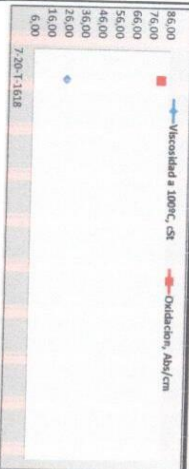
Contaminantes	Unidades Condicionales
Humedad	POSITIVO
Si (Silicio)	Max. 60

Aditivos	Unidades Condicionales
Ca (Calcio)	40
Mg (Magnesio)	8
P (Fosforo)	1392
Zn (Zinc)	64

ELABORADO POR:	
Análisis Autorizado	
Dpto. Laboratorio	
Lubricantes Internacionales S.A.	
FPG101ID, Versión 4, 2019.FINNO.25	

Evaluación de última muestra:

**PARAMETROS ANORMALES**





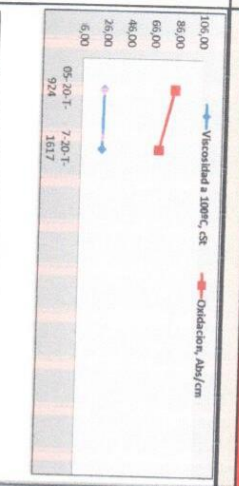
### REPORTE DE ENSAYOS

NOMBRE DEL CLIENTE		AUTEC	
Compartimento:		PAA-3338	
Máquina:		KW	
Serie:		DIFERENCIAL 1	
Modelo:		T-800	
Lubrificante:		85W/40	
Marca del Lubrificante:			

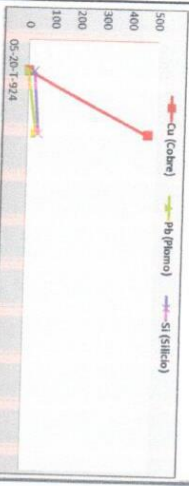
Evaluación de última muestra:

**PARAMETROS ANORMALES**

INFORMACION DE LA MUESTRA			
Numero de muestra	05-20-1-924	7-20-1-1817	
Fecha de Muestreo	2020-02-19	2020-07-01	
Fecha del informe	2020-05-19	2020-07-27	
Equipo ICOLAS	231632		
Activo ICOLAS			
Viscosidad a 100°C, cSt	24,24	23,67	Referido
			24 - 32,5
Oxidacion, Abx/cm	83,88	71,00	Unión Condensación
			18 Abx/cm



ELEMENTOS - ppm (mg/kg)			
Deagente			
Al (Aluminio)	0	1	Unión Condensación
Cr (Cromo)	1	3	Max. 30
Cu (Cobre)	1	601	Max. 15
Fe (Hierro)	112	305	Max. 80
Pb (Plomo)	1	33	Max. 300
			Max. 80
Contaminantes			
Humedad	NEGATIVO	NEGATIVO	Unión Condensación
Si (Silicio)	24	42	POSITIVO
			Max. 60



Aditivos			
Ca (Calcio)	11	20	
Mg (Magnesio)	1	2	
P (Fósforo)	1981	1633	
Zn (Zinc)	8	15	



ELABORADO POR:

Análisis Automatizado  
 Depto. Laboratorio  
 Lubricantes Internacionales S.A.  
 FPM101D Versión 4. 2019-JUNIO-25

# REPORTE DE ENSAYOS



**NOMBRE DEL CLIENTE**  
AUTEC

**Compartimento:** PAA-3338  
**Máquina:** KW  
**Serie:**  
**Modelo:** T-300  
**Lubricante:**  
**Marca del Lubricante:** 85W140

**Evaluación de última muestra:**  
**PARAMETROS NORMALES**

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Numeración de muestra	7-20-T-1614
Fecha de Muestreo	2020-07-01
Fecha del Informe	2020-07-27
Equipo HORAS	
Acera HORAS	

Viscosidad a 100°C, cSt	25.42	Rango	24 - 32.5
Oxidación, Abt/cm	86.08	Unidad Condicionada	18 Abt/cm

**ELEMENTOS : ppm (mg/kg)**

Elemento	Resultado	Unidad Condicionada
Al (Aluminio)	1	Max. 30
Cr (Cromo)	2	Max. 15
Cu (Cobre)	1	Max. 80
Fe (Hierro)	179	Max. 300
Pb (Plomo)	1	Max. 80

**Contaminantes**

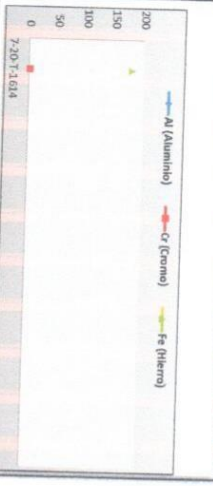
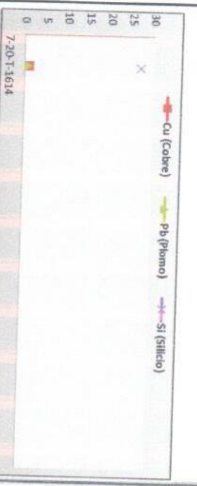
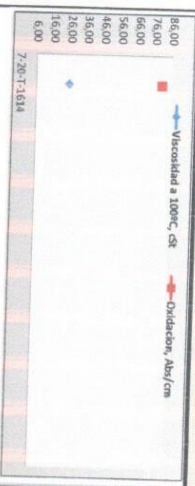
Humedad	NEGATIVO	Unidad Condicionada	POSITIVO
Si (Silicio)	27	Unidad Condicionada	Max. 60

**Aditivos**

Ca (Calcio)	11		
Mg (Magnesio)	1		
P (Fósforo)	152		
Zn (Zinc)	8		

ELABORADO POR:

Análisis Automático  
 Dept. Laboratorio  
 Lubricantes Internacionales S.A.  
 EIPQ1101D Versión 4, 2019.JUNIO.25









## REPORTE DE ENSAYOS

**NOMBRE DEL CLIENTE**  
AUTEC

**COMPARTIMIENTO:** ENGRANAJE  
**Máquina:** PAA-3356  
**Marca:**  
**Serie:**  
**Modelo:**  
**Lubricante:**  
**Marca del Lubricante:** 85W140

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Numero de muestra	8-20-T-1922	8-20-T-1931
Fecha de Muestreo	2020-07-08	2020-07-08
Fecha del Informe	2020-08-17	2020-08-18
Grupo HORAS	259300	259300
Fecha HORAS	300000	

Viscosidad a 200C, cSt	15,84	15,67	Rango	24 - 32,5
Oxidacion, Abv/cm	84,35	76,60	Lineas Condensadas	18 Abv/cm

ELEMENTOS - PPM (mg/kg)		Lineas Condensadas	
	Pengate		
Al (Aluminio)	3	3	Max. 30
Cr (Cromo)	2	9	Max. 15
Cu (Cobre)	2	83	Max. 80
Fe (Hierro)	453	2002	Max. 300
Pb (Plomo)	1	1	Max. 80

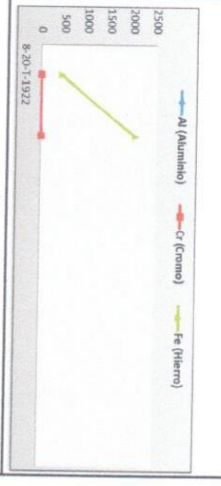
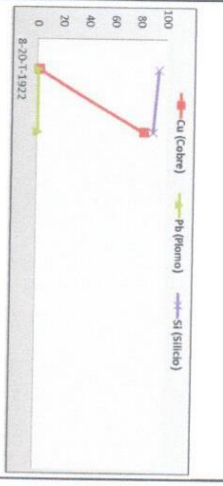
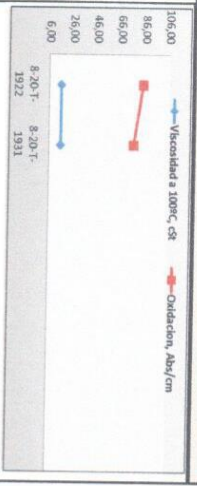
Contaminantes		Lineas Condensadas	
Humedad	NEGATIVO	NEGATIVO	100110
Si (Silicio)	94	90	Max. 60

Aditivos	
Ca (Calcio)	22
Mg (Magnesio)	4
P (Fosforo)	1634
Zn (Zinc)	24
	53

ELABORADO POR:

Analisis Autorizado  
Dpto. Laboratorio  
Lubricantes Internacionales S.A.  
FPQ110110 Versión 4, 2019-DUNO-25

## Evaluación de última muestra: PARAMETROS ANORMALES





# REPORTE DE ENSAYOS



**NOMBRE DEL CLIENTE**  
AUTEC

**COMPARTIMENTO:** PAA-2350  
**Máquina:** DIFERENCIAL 1  
**Serie:**  
**Modelo:**  
**Lubricante:** 85W/140  
**Marcas del Lubricante:**

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Numero de muestra	5-20-T-1249	5-20-T-1249	
Fecha de Muestreo	2020-07-14	2020-07-14	
Fecha del Informe	2020-05-20	2020-06-18	
Empio HORAS	629927		
Activa HOURS	100000		

Viscosidad a 100°C, cSt	25,05	23,13	Rango	24 - 32,5
Oxidacion, Abx/cm	63,90	11,10	Lineas Condicionales	18 Abx/cm

ELEMENTOS - PPM (mg/kg)		Lineas Condicionales	
Deseche			
Al (Aluminio)	8	1	Lineas Condicionales
Cr (Cromo)	2	0	Max. 30
Cu (Cobre)	40	7	Max. 15
Fe (Hierro)	414	73	Max. 80
Pb (Plomo)	1	1	Max. 500
			Max. 80

Contaminantes		Lineas Condicionales	
Humedad	NEGATIVO	NEGATIVO	POSITIVO
Si (Silicio)	68	21	Max. 60

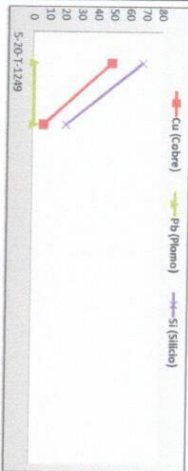
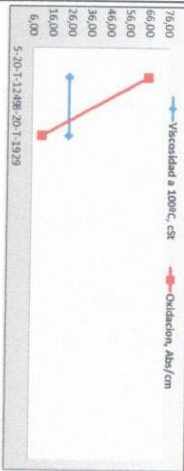
Atributos	
Ca (Calcio)	77
Mg (Magnesio)	30
Zn (Zinc)	151
Zn (Zinc)	56
	30

**ELABORADO POR:**

Analista Autorizado  
 Opreo, Laboratorio  
 Lubrificantes Internacionales S.A.  
 FPQ1101D Versión 4, 2019.21.NI.00-25

Evaluación de última muestra:

**PARÁMETROS NORMALES**



ANEXO 6. Datos para tabulación de resultados de análisis de aceite



FECHA DE RECEPCIÓN:  #

FECHA DE MUESTREO:

CLIENTE:

EQUIPO:

MARCA:

MODELO:

TIEMPO DE SERVICIO DEL EQUIPO:  (HRS)

LUBRICANTE:

TIEMPO DE SERVICIO DEL ACEITE:  (HRS)

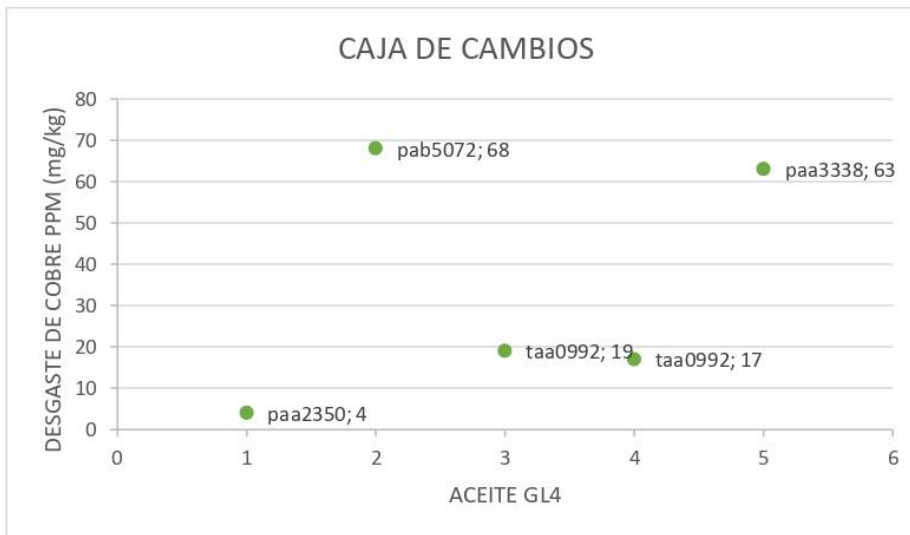
OBSERVACIONES:

## ANEXO 7. TABULACION DE RESULTADOS

### CAJA DE CAMBIOS RESULTADOS DE ANALISIS LUBRICANTE

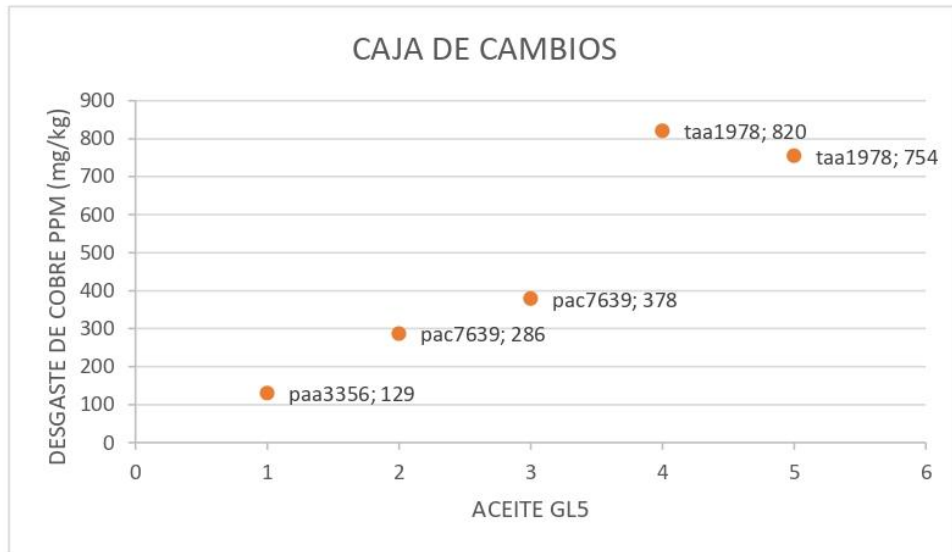
#### PARTICULAS DENTRO DEL PARAMETRO

Unidades analizadas	PPM de cobre
paa2350	4
pab5072	68
taa0992	19
taa0992	17
paa3338	63



#### PARTICULAS FUERA DEL PARAMETRO

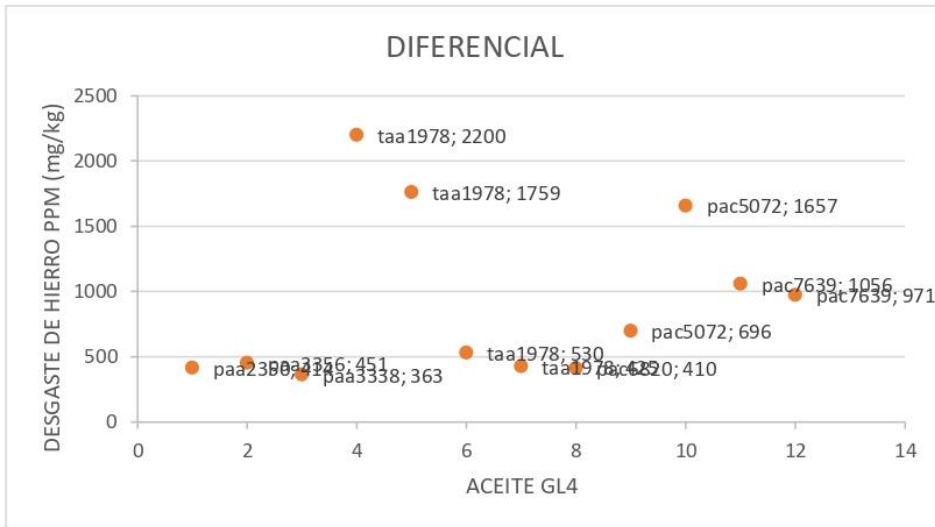
Unidades analizadas	PPM de cobre	PPM de cobre
paa3356	129	129
pac7639	286	286
pac7639	378	378
taa1978	820	820
taa1978	754	754



### DIFERENCIAL RESULTADOS DE ANALISIS LUBRICANTE

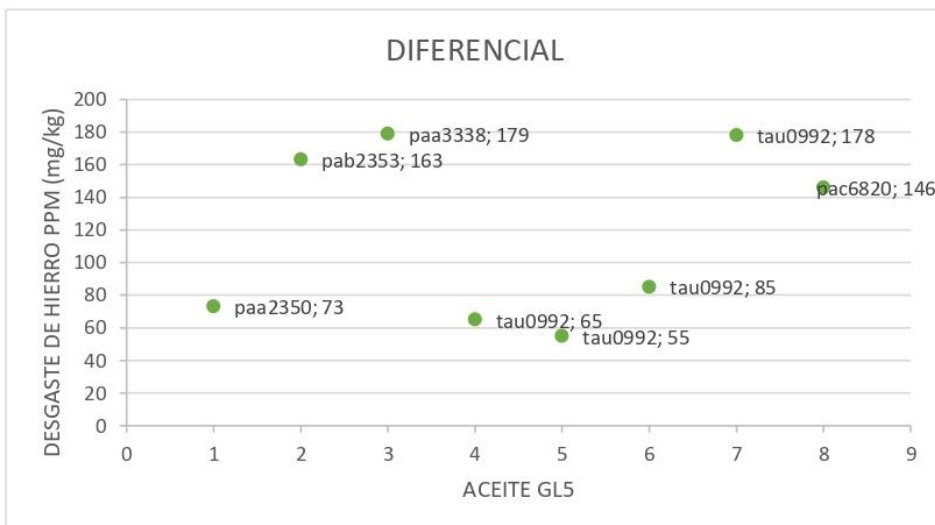
#### PARTICULAS FUERA DEL PARAMETRO

Unidades analizadas	PPM de hierro
paa2350	414
paa3356	451
paa3338	363
taa1978	2200
taa1978	1759
taa1978	530
taa1978	425
pac6820	410
pac5072	696
pac5072	1657
pac7639	1056
pac7639	971



#### PARTICULAS DENTRO DEL PARAMETRO

Unidades analizadas	PPM de hierro
paa2350	73
pab2353	163
paa3338	179
tau0992	65
tau0992	55
tau0992	85
tau0992	178
pac6820	146



ANEXO 8. Informes Técnicos sobre fallas en caías de cambios v diferenciales



**INFORME TECNICO**

<b>CLIENTE:</b>	EMGIRS	<b>O/T:</b>	28921
<b>CAMION</b>	TRACTOCAMION	<b>COLOR TRACTO:</b>	NARANJA
<b>UBICACIÓN:</b>	AUTEC	<b>KILOMETRAJE:</b>	333954
<b>FECHA ATENCIÓN:</b>	22-11-2019	<b>FECHA INFORME:</b>	09-12-2019

**ANTECEDENTES**

La unidad DAF CF 85 con número de chasis FG019019, ingresa al taller reportando que al dar retro la palanca salta a neutro y las marchas a partir de 5ª a 8va se neutralizan.

Se realiza una prueba de ruta, evidenciando que la caja, cuando esta con el Split en la posición baja se neutraliza, así como cuando está en rango alto; por lo que se procede a desmontar la caja de cambios a fin de desarmarla para determinar causa y alcance del daño.

**DIAGNOSTICO.**

La caja de cambio neutraliza con el Split en posición lenta es debido al daño en los rodamientos en el piñón del eje principal y la neutralización en gama alta es causado por un desgaste en el paquete de sincronización del rango, principalmente en el rango alto.

**HIPOTESIS**

El paquete de sincronización del rango presenta sobre calentamiento por fricción, así como los rodamientos del engranaje del eje principal esta fundidos por deficiencias en la lubricación, (fotos) esto es causado por la degradación prematura del aceite debido a la sobre temperatura de por uso no adecuado de intarder durante la operación de frenado.



Superficie del alojamiento del rodamiento fundido por falta de lubricación



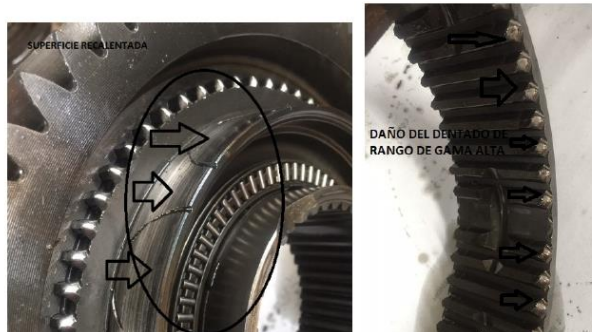
Rodamiento y pista derodamiento fundido por falla en la lubricación

Representante oficial de:



Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca





El desgaste del paquete de sincronización ocasiona que el dentado de acoplamiento de la gama alta del rango no mantenga el engrando el grupo planetario, ocasionado que la caja se neutralice.

## MARCO TEORICO

El intárder es un freno hidráulico no desgastable, de operación continua. Está previsto principalmente para las frenadas prolongadas, por ejemplo desde altas velocidades en carreteras llanas o en bajadas. Su uso reduce el desgaste del freno de servicio.

**Las funciones principales del intárder ZF EST-52 son:**

1. Funcionamiento constante del freno no desgastable del vehículo.

Durante la marcha normal y en las bajadas, según el nivel de par de frenado (constante) seleccionado, se podrá utilizar el intárder para frenar el vehículo sin utilizar el freno de servicio.

La selección de un par de frenado (constante) se realiza mediante el interruptor derecho de la columna de dirección. De esta forma se ahorra el freno de servicio.

2. Función de control de la velocidad de bajada

La función de control de la velocidad de bajada del intárder se puede utilizar para mantener una velocidad constante del vehículo (dentro de los límites del sistema) en las bajadas.

La función de control de la velocidad de bajada se puede seleccionar con los mandos del volante.

3. Comunicación con otros sistemas del vehículo para asegurar un funcionamiento óptimo de los frenos.

Representante oficial de:



**KENWORTH**  
DE LOS ANDES  
El Mejor del Mundo

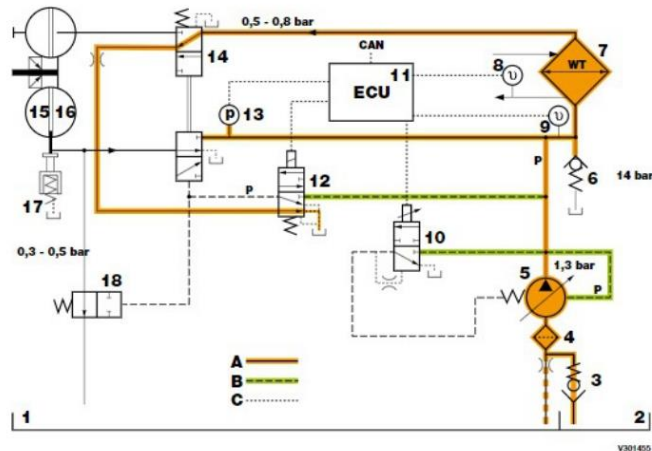


**AGRALE**



Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca

## Activación del intarder



- A Circuito de aceite principal  
 B Circuito de regulación  
 C Circuito eléctrico

El interruptor de la columna de la dirección se puede utilizar para activar el intarder y para seleccionar el par de frenado deseado.

### La unidad electrónica activa a continuación los componentes siguientes:

- La válvula proporcional (10).  
 La intensidad de corriente transmitida por la unidad electrónica depende del par de frenado que se desee.  
 La presión de regulación se ajusta por medio de la válvula proporcional.
- La válvula de suministro (12).  
 La válvula de suministro activa la válvula selectora (14) del circuito del intarder y cierra la válvula de vaciado (18).

La activación posterior es en su totalidad por procedimiento hidráulico.

La válvula proporcional (10) establece una presión de regulación que depende de la corriente suministrada por la unidad electrónica.

La presión del caudal de la bomba de aceite depende de esta presión de regulación.

La válvula de suministro (12) activa el circuito de aceite principal del intarder. Con esta presión de regulación obtenida mediante la válvula de suministro, se accionan dos válvulas:

- La válvula selectora (14) del circuito del intarder.

La presión de regulación activa directamente la válvula selectora (14).

Al conmutar esta válvula se crea un "circuito del intarder".

Representante oficial de:



**KENWORTH**  
 DE LOS ANDES  
 El Mejor del Mundo

**DAF**  
 A PACCAR COMPANY

**AGRALE**



Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca



# Autec

WWW.AUTEC.EC

El aceite pasa desde el rotor/estator, a través de la válvula selectora (14), hasta el intercambiador de calor, y vuelve de nuevo al rotor/estator a través de la válvula selectora (14).

2. La válvula de vaciado (18). La válvula de vaciado bloquea la línea de vaciado del circuito del estator/rotor.

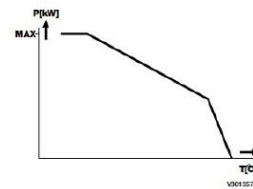
## Regulación de temperatura

### Limitación del par de frenado en función de la temperatura

Si la temperatura del refrigerante aumenta excesivamente, la unidad electrónica de control reduce la corriente de regulación mediante la válvula proporcional, de acuerdo con un programa de regulación fija.

La temperatura a la que se activa la reducción depende del par de frenado deseado (posición del interruptor de la columna de la dirección).

Para un par de frenado deseado alto, la reducción se activará antes que si el par de frenado deseado es bajo.



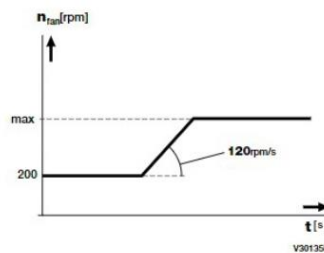
La ilustración es un ejemplo. La limitación variará en función de la gama de vehículo (sistema de refrigeración).

## Embrague electrónico del ventilador

### Conexión

El acoplamiento viscoso del ventilador de regulación electrónica se puede conectar durante la utilización del intarder para regular la velocidad del ventilador.

De esta forma se obtiene una corriente de aire de enfriamiento suficiente para mantener la temperatura del sistema de refrigeración dentro de los límites requeridos.



Representante oficial de:



**KENWORTH**  
DE LOS ANDES  
El Mejor del Mundo

**DAF**  
A PACCAR COMPANY



**AGRALE**



Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca

## CAUSA

La sobre temperatura del aceite de la caja de cambios y del sistema de frenado del intarder se produce al utilizar el intarder con el motor a bajas revoluciones.

El aceite de la caja de cambios y del intarder es enfriado por el sistema de refrigeración del motor, si las revoluciones del motor no están a las recomendadas (1800 – 2100 rpm), y/o esta bajo este régimen de rpms el sistema de refrigeración no es eficiente, causando sobre temperatura en el aceite de la caja de cambios reduciendo su eficiencia.

## CONCLUSIONES Y RECONEDACIONES

- La avería que presenta la caja de cambios es consecuencia de la sobre temperatura del aceite de caja de cambios por una operación no adecuada cuando se hace uso del intarder.
- Reparar la caja de cambios con cambio de las partes dañadas.
- Mejorar los hábitos de conducción, en especial al hacer uso del freno motor

Atentamente,



Ing. Renan Quinga. MBA  
JEFE TECNICO  
AUTEC S.A.

Representante oficial de:



**KENWORTH**  
DE LOS ANDES  
El Mejor del Mundo



**AGRALE**



Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca

## INFORME TECNICO

<b>CLIENTE:</b>	RUMIÑAHUI-ASEO EPM	<b>O/T:</b>	TQCCL0029314
<b>ATENCIÓN:</b>	Ing. Luis Galarza		
<b>TRACTO CAMION</b>	CLL 02	<b>COLOR TRACTO:</b>	BLANCO
<b>UBICACIÓN:</b>	AUTEC	<b>KILOMETRAJE:</b>	139.701
<b>FECHA ATENCIÓN:</b>	26/02/2019	<b>FECHA INFORME:</b>	02/03/2020

### ANTECEDENTES

La unidad con número de VIN: HG137573, ha presentado problemas en la transmisión y reporta que la 3ª y 4ª marchas engranan con dificultad, genera sonido anormal y se neutraliza en 5ª, 6ª y 7ª.

### DIAGNOSTICO.

De acuerdo a falla reportada se determina que el daño está localizado en el grupo principal y grupo multiplicador (cambio de rango) al interior de la transmisión, razón por la cual se procede a desmontar y desarmar a fin de determinar la causa y alcance del mismo.

Con la transmisión desarmada se evidencia afectación en el conjunto de sincronización del grupo principal, específicamente fractura en el porta sincronizado de 3ª, del grupo multiplicador. (Fotos)



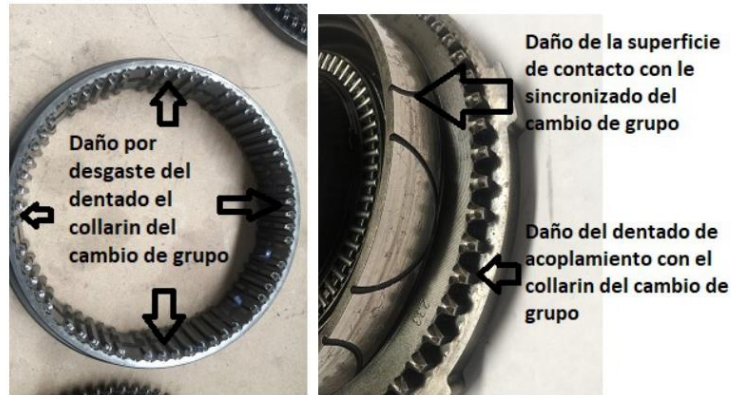
Representante oficial de:



**KENWORTH**  
DE LOS ANDES  
El Mejor del Mundo

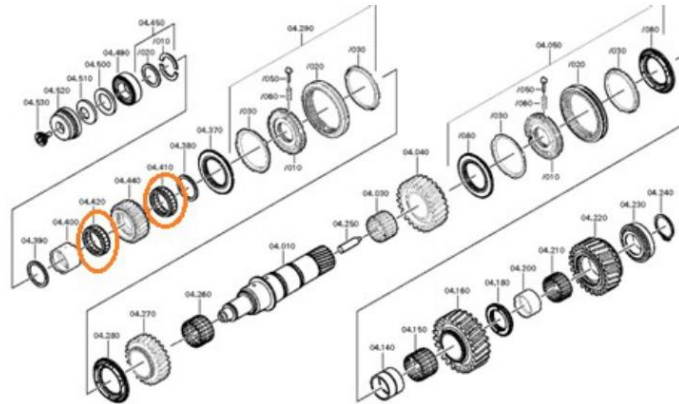


Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca



## ANÁLISIS DE FALLA

El conjunto de sincronización de marchas presenta desgaste, fractura y sobrecalentamiento de sus componentes.



Este daño generalmente es causado por las siguientes razones:

- Operación inadecuada del pedal de embrague: No presionar completamente el pedal de embrague implica evitar el desacoplamiento total del eje de entrada, ocasionando que los anillos sincronizadores se desgasten de forma prematura al cumplir el trabajo de "igualar" las RPM de motor y transmisión a fin de sincronizar y engranar las marchas.
- Conjunto de embrague desgastado: Disco o plato de presión llegando al límite de su vida útil.
- Operación inadecuada de selectores de divisor y cambio de rango: Implica:
  - No accionar los niveles *high* y *low* en cada marcha.

Representante oficial de:



**KENWORTH**  
DE LOS ANDES  
El Mejor del Mundo



**DAF**  
A PACCAR COMPANY



**AGRALE**



**LAND-ROVER**

Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca

- No accionar el cambio de rango con la suficiente anticipación al paso de marchas entre 4ª alta y 5ª baja, viceversa.
- Operar la transmisión sincronizada como una no sincronizada.

## CONCLUSIONES

- El daño observado en la transmisión es causado por técnica de conducción inadecuada.
- Afectaciones colaterales en otros componentes tales como la bomba de aceite y rodamientos son consecuencia del daño del conjunto de sincronización que genera desprendimiento de material metálico particulado.

## RECOMENDACIONES

- Mejorar la técnica de conducción con énfasis en el accionamiento de embrague y cambio de rango.

Atentamente,



Ing. Renan Quinga. MBA

JEFE TECNICO

AUTEC S.A.

Representante oficial de:



**KENWORTH**  
DE LOS ANDES  
El Mejor del Mundo

**DAF**  
A PACCAR COMPANY



**AGRALE**



Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca



## INFORME TECNICO

<b>CLIENTE:</b>	EMGIRS	<b>O/T:</b>	TQCCL0028482
<b>CAMION</b>	TRACTOCAMION	<b>COLOR TRACTO:</b>	VERDE
<b>UBICACIÓN:</b>	AUTEC	<b>KILOMETRAJE:</b>	344.949
<b>FECHA ATENCIÓN:</b>	29-07-2019	<b>FECHA INFORME:</b>	31-07-2019

### ANTECEDENTES

La unidad DAF CF 85 con número de chasis FG018724, ingresa al taller reportando ruido en el cambio de grupo de la caja de cambios.

La caja de cambios fue reparada íntegramente cuando la unidad tenía 264.738 km de acuerdo al registro en la orden de trabajo numero TQCCL0027365.

Se realiza una prueba de ruta, evidenciando el ruido al cambiar de rango de gama baja a gama alta, por lo que se procede a desmontar la caja de cambios a fin de desarmarla y evidenciar que componentes presenta fallas.



### DIAGNOSTICO.

El ruido en la caja de cambio es producto del daño en el paquete de sincronización del rango de gama alta, este daño causó que el patín deslizante de cambio de grupo se rompa y a su vez este cause daño en el conjunto planetario.

### HIPOTESIS

El paquete de sincronización del rango presenta sobrecalentamiento por fricción, (foto), causado por sobre temperatura de aceite lubricante, por uso no adecuado de intarder durante la operación de frenado.

Representante oficial de:



**KENWORTH**  
DE LOS ANDES  
El Mejor del Mundo



Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca





El interruptor de la columna de la dirección se puede utilizar para activar el intarder y para seleccionar el par de frenado deseado.

#### La unidad electrónica activa a continuación los componentes siguientes:

- La válvula proporcional (10).  
La intensidad de corriente transmitida por la unidad electrónica depende del par de frenado que se desee.  
La presión de regulación se ajusta por medio de la válvula proporcional.
- La válvula de suministro (12).  
La válvula de suministro activa la válvula selectora (14) del circuito del intarder y cierra la válvula de vaciado (18).

La activación posterior es en su totalidad por procedimiento hidráulico.

La válvula proporcional (10) establece una presión de regulación que depende de la corriente suministrada por la unidad electrónica.

La presión del caudal de la bomba de aceite depende de esta presión de regulación.

La válvula de suministro (12) activa el circuito de aceite principal del intarder. Con esta presión de regulación obtenida mediante la válvula de suministro, se accionan dos válvulas:

1. La válvula selectora (14) del circuito del intarder.

La presión de regulación activa directamente la válvula selectora (14).

Al conmutar esta válvula se crea un "circuito del intarder".

El aceite pasa desde el rotor/estator, a través de la válvula selectora (14), hasta el intercambiador de calor, y vuelve de nuevo al rotor/estator a través de la válvula selectora (14).

2. La válvula de vaciado (18). La válvula de vaciado bloquea la línea de vaciado del circuito del estator/rotor.

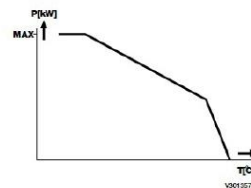
## Regulación de temperatura

### Limitación del par de frenado en función de la temperatura

Si la temperatura del refrigerante aumenta excesivamente, la unidad electrónica de control reduce la corriente de regulación mediante la válvula proporcional, de acuerdo con un programa de regulación fija.

La temperatura a la que se activa la reducción depende del par de frenado deseado (posición del interruptor de la columna de la dirección).

Para un par de frenado deseado alto, la reducción se activará antes que si el par de frenado deseado es bajo.



La ilustración es un ejemplo. La limitación variará en función de la gama de vehículo (sistema de refrigeración).

Representante oficial de:



**KENWORTH**  
DE LOS ANDES  
El Mejor del Mundo



**DAF**  
A PACCAR COMPANY



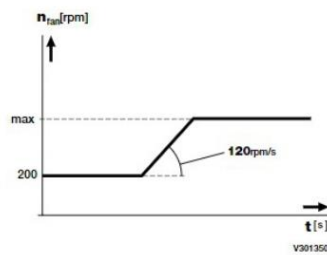
Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca

## Embrague electrónico del ventilador

### Conexión

El acoplamiento viscoso del ventilador de regulación electrónica se puede conectar durante la utilización del intarder para regular la velocidad del ventilador.

De esta forma se obtiene una corriente de aire de enfriamiento suficiente para mantener la temperatura del sistema de refrigeración dentro de los límites requeridos.



### CAUSA

La sobre temperatura del aceite de la caja de cambios y del sistema de frenado del intarder se produce por operar el motor a bajas revoluciones cuando esta activado el intarder.

El aceite de la caja de cambios y del intarder es enfriado por el sistema de refrigeración del motor, si las revoluciones del motor no están a las recomendadas (1800 – 2100 rpm), y/o esta bajo este régimen de rpms el sistema de refrigeración no es eficiente, causando sobre temperatura en el aceite de la caja de cambios.

### CONCLUSIONES Y RECONEDACIONES

- La avería que presenta la caja de cambios es consecuencia de la sobre temperatura del aceite de caja de cambios por una operación no adecuada cuando se hace uso del intarder.
- Reparar la caja de cambios con cambio de las partes dañadas.
- Mejorar los hábitos de conducción, en especial al hacer uso del freno motor

Atentamente,

Ing. Renan Quinga. MBA  
JEFE TECNICO  
AUTEC S.A.

Representante oficial de:



**KENWORTH**  
DE LOS ANDES  
El Mejor del Mundo

**DAF**  
A PACCAR COMPANY



**AGRALE**



Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca

## INFORME TECNICO

<b>CLIENTE:</b>	EMGIRS.	<b>O/T:TQCCL000</b>	25907
<b>ATENCIÓN:</b>	Ing. Francisco Peña		
<b>REMOLQUE</b>	RMQ-391-/15-07/14-CZ	<b>COLOR:</b>	AZUL
<b>TRACTO CAMION</b>	FG018724	<b>COLOR TRACTO:</b>	VERDE
<b>UBICACIÓN:</b>	EMGIRS-ETN-NTC-10	<b>KILOMETRAJE:</b>	
<b>FECHA ATENCIÓN:</b>	14/05/2018	<b>FECHA INFORME:</b>	18/05/2018

### ANTECEDENTES

Fuga de aceite por retenedor del cigüeñal en mal estado.

Fuga de aceite por empaque de retardador.

Dual no activa, pistón del cilindro del dual en mal estado.

### DIAGNOSTICO

Se realizado una prueba de ruta y se determino que el daño que presenta la caja de cambios esta en un desgaste prematuro en el cilindro y embolo del accionador del splitter debido a un uso inadecuado del mismo.

Se encuentra fugas de aceite por cigüeñal y retardador en el cual existe desgaste en el retenedor del cigüeñal y desgaste de empaque del retardador.

### POR DETERMINAR

Según el daño apreciado en las partes involucradas al desmontar la caja de cambios integra verificaremos cada componente del sincronizado para saber cual es el daño ocasionado y realizar el cambio de las misamas de esta manera se dara solución al problema en el cambio de marchas.

Se realizara el cambio de retenedor de cigüeñal, y cambio de empaque de retardador.

Representante oficial de:



**KENWORTH**  
DE LOS ANDES  
El Mejor del Mundo



Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca

## CAUSAS DEL DAÑO

Según el daño apreciado en las partes involucradas en la reparación se aduce que el desperfecto se produce por operación incorrecta de la caja de cambios. En el caso del dual, se está utilizando de manera excesivamente repetitiva. Mientras que en el caso de los sincronizadores (perdida de carbón en los anillos) se debe a picos de temperatura ocasionados por un probable mal uso del retardador.

## FOTOGRAFIAS



Representante oficial de:



**KENWORTH**  
DE LOS ANDES  
El Mejor del Mundo



**AGRALE**



Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca





#### **SOLUCION**

Cambio de las partes afectadas para el funcionamiento correcto del vehículo.

#### **RECOMENDACIONES**

Optimizar los hábitos de conducción para evitar daños prematuros. Se recomienda coordinar seguimiento en ruta o capacitación con el proveedor para mejorar la operación.

Atentamente,

Ing. Juan Pablo Aguirre  
GERENTE DE SERVICIO  
AUTEC S.A.

---

Representante oficial de:



**KENWORTH**  
DE LOS ANDES  
El Mejor del Mundo



**AGRALE**



Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca



## INFORME TRANSMISION

<b>CLIENTE:</b>	LOTUTRANS		
<b>ATENCIÓN:</b>	LOTUTRANS		
<b>TRACTO CAMION</b>	XLRTT85MCEE982922	<b>COLOR TRACTO:</b>	ROJO
<b>UBICACIÓN:</b>	AUTEC	<b>KILOMETRAJE:</b>	338235
<b>FECHA ATENCIÓN:</b>	20/05/2020	<b>FECHA INFORME:</b>	20/05/2020

### ANTECEDENTES

La unidad ingresa a los talleres de Autec para inspección luego de dos meses de ser reparada la caja de cambios con ruido al momento de ingresar las marchas de 4 a 5 y la palanca salta a neutro en las marchas de 5 a 8 (mismo síntoma de la primera reparación)

### DIAGNOSTICO.

Se realiza la prueba de ruta y se determina que el ruido es interno de la caja de cambios.

Se desmonta la caja y se procede a desarmar, encontrando que los daños son en los rodamientos en el piñón del eje principal los cuales presentan sobrecalentamiento por fricción y la neutralización en gama alta es causada por un desgaste del paquete de sincronizados



Representante oficial de:



**KENWORTH**  
DE LOS ANDES  
El Mejor del Mundo



**AGRALE**



Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca



Los componentes son afectados de la misma forma de la reparación inicial.

Atentamente,

Luis Villamarin  
Jefe de Taller  
AUTECS.A.

---

Representante oficial de:



**KENWORTH**  
DE LOS ANDES  
El Mejor del Mundo



A PACCAR COMPANY



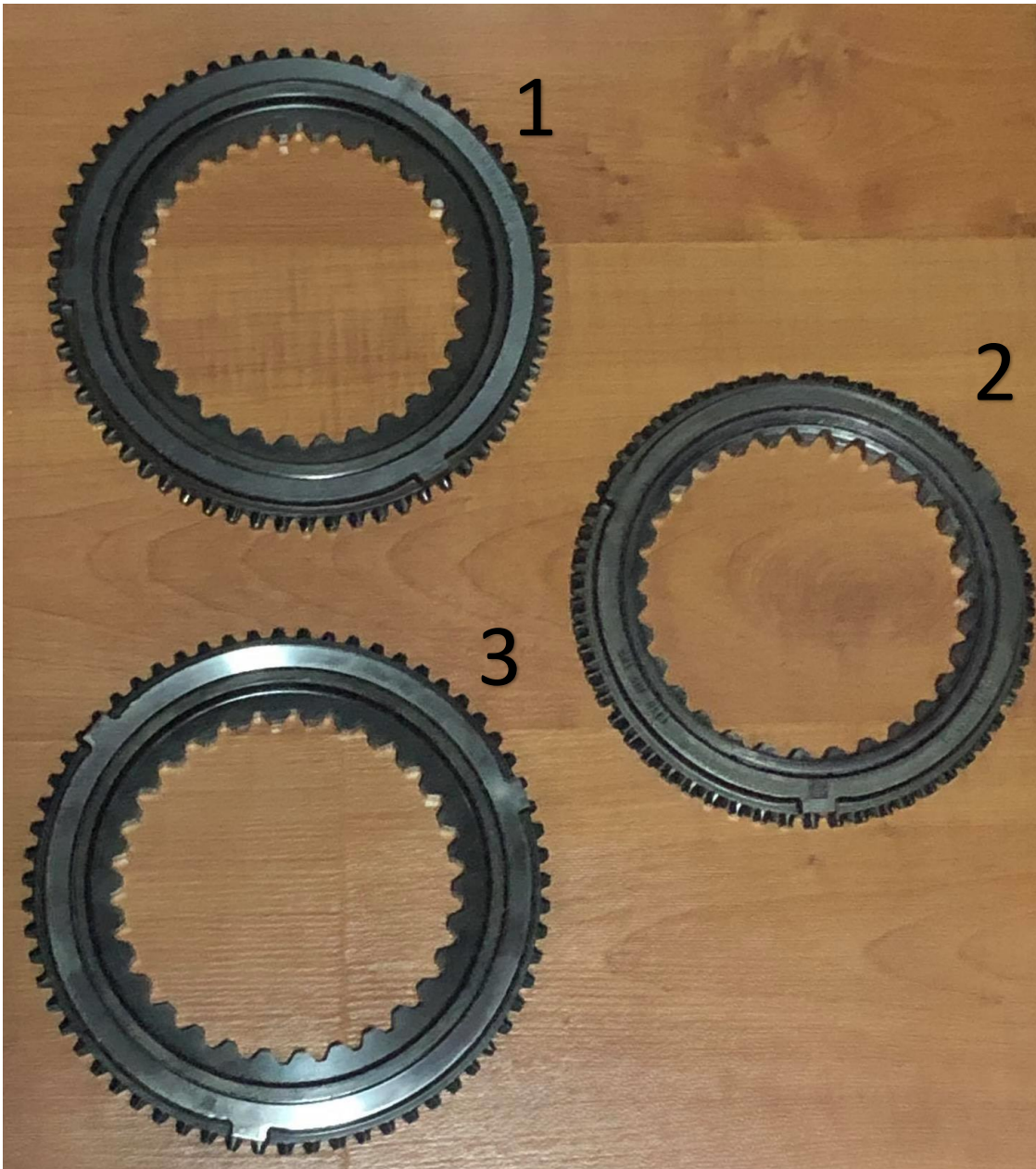
**AGRALE**



Quito | Guayaquil | Cuenca | Machala | Latacunga | El Coca

## ANEXO 9. Imágenes de sincronizados de las unidades analizadas

1. Sincronizado y porta sincronizado de cobre
2. Sincronizado reforzados y porta sincronizado de cobre
3. Sincronizado y porta sincronizado reforzado



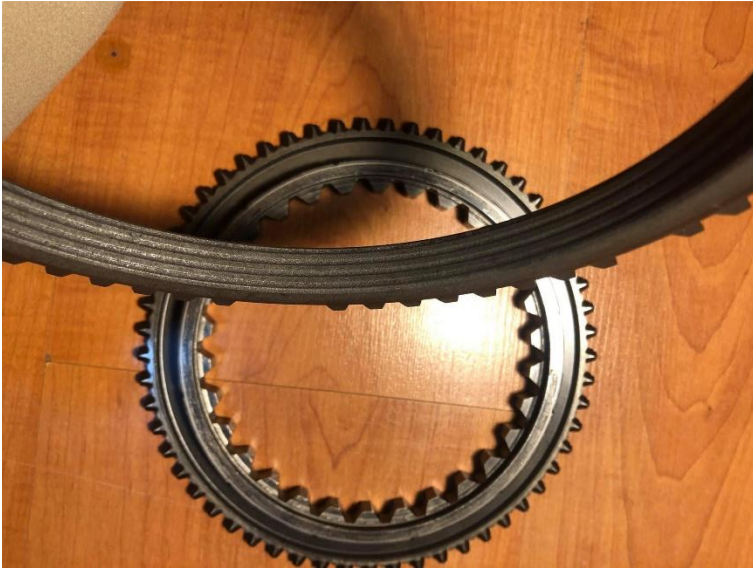


1. Sincronizado y porta sincronizado de cobre





2. Sincronizado reforzados y porta sincronizado de cobre







### 3. Sincronizado y porta sincronizado reforzado

