



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"REVISION DE METODOS DE PRUEBA
SOBRE ACEITES LUBRICANTES
AUTOMOTORES EN CARTER."

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO QUIMICO
p r e s e n t a :
RAMON ALONSO MAUBERT FRANCO

o, D. F.

1980



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CON TODO MI CARIÑO, RESPETO Y ADMIRACION
A MIS PADRES ANA MARIA Y ELOY
POR LOS PRINCIPIOS, SU DEDICACION Y SUS
EJEMPLOS PARA CONMIGO.



A MIS HERMANOS ANA
ELOY
EDUARDO
Y
ALFREDO
POR SU APOYO Y COLABORACION
EN TODO MOMENTO.

MI TOTAL AGRADECIMIENTO A LA
UNIVERSIDAD
PROFESORES
FAMILIARES Y
AMIGOS.

PARA TI LO MEJOR DE MIS SENTIMIENTOS
POR TU VALIOSA Y SINCERA COLABORACION
EN EL LOGRO DE MIS METAS.

Jurado asignado originalmente según el tema:

Presidente, Prof. Othón Canales Valverde

Vocal Prof. Guillermo Hernández Angeles

Secretario Prof. Jorge Mencarini Peniche

1er. Suplente Prof. Enrique Fuentes Cáceres

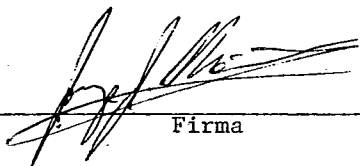
2o. Suplente Prof. Domingo Alarcón Ortiz

Sitio donde se desarrollo el tema: Protecín S.A.

Nombre del sustentante: Ramón Alonso Maubert Franco


Firma

Nombre del asesor del tema: Ing. Jorge Mencarini Peniche


Firma



DEPTO. DE PASAJES Y
EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

INDICE

CAPITULO N ^o 1	INTRODUCCION.
CAPITULO N ^o 2	ANTECEDENTES DE LOS ACEI- TES LUBRICANTES Y PROPIE- DADES BENEFICAS.
CAPITULO N ^o 3	MATERIAS PRIMAS PARA LA - ELABORACION DE ACEITES LU- BRICANTES.
CAPITULO N ^o 4	ADITIVOS PARA ACEITES LU-- BRICANTES.
CAPITULO N ^o 5	PRUEBAS FISICAS Y QUIMICAS.
CAPITULO N ^o 6	PRUEBAS EN MOTORES.
CAPITULO N ^o 7	CONCLUSIONES.
CAPITULO N ^o 8	BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO N^o 1

INTRODUCCION.

En la actualidad los motores de combustión interna requieren una lubricación cada vez más completa, debido a que para hacer más efectivo el uso de la energía del combustible, se han diseñado paso a paso mayores relaciones de compresión en los diversos motores lo cual origina más altas temperaturas y presiones de operación. Bajo estas condiciones los motores tienden a la formación de depósitos, y por la gran cantidad de partes móviles con que cuenta, el costo de las reparaciones y de los lubricantes, obligan a tener aceites cada vez más avanzados, de mayor durabilidad y que eviten hasta donde sea posible los desgastes prematuros de los motores de combustión interna.

Por otra parte se tiene el problema, de que hacer con los lubricantes usados, ya que estos se presentan como un contaminante para el medio ambiente y que sin embargo, pueden ser fuente de otra materia prima por usarse para el mismo propósito, regenerándolos por medio de una rerefinación.

También se tiene en casi todo el mundo una escasez y precios cada vez más altos, tanto del petróleo como de sus derivados, razón que nos obliga también, a elaborar lubricantes más duraderos y más eficientes, lo cual redundará en un ahorro de combustible y a la vez del mismo aceite.

Por todas estas razones, se sintió la necesidad de hacer una revisión de los métodos analíticos y de los procedimientos para evaluar la calidad de los aceites lubricantes nuevos y ampliarla hacia los lubricantes usados, así como

sobre pruebas de laboratorio de motores con sus nuevas tecnologías que han permitido a los modernos aceites de alta calidad, lubricar correctamente los autos de gran potencia.

Mercado Actual y Tendencias.

En el mercado nacional, los requerimientos de aceites lubricantes aumentan en una relación bastante desproporcionada, con respecto al crecimiento de la capacidad productora del país para dichos aceites lubricantes, por lo cual las importaciones resultan cada vez mayores.

Si observamos los datos de ventas totales de aceites lubricantes básicos efectuadas en nuestro país en el año de 1979.

Tenemos la cantidad de :

568,471 m³ (3,581,367.3 barriles)

y de esta cantidad PEMEX produjo la cantidad de 438,060 m³ (2,759,779 barriles) se observará que la diferencia entre estas dos cantidades o sea :

$$\begin{array}{r} 568\ 471\ m^3 \\ -\ 438\ 060\ m^3 \\ \hline 130\ 411\ m^3 \end{array}$$

Los 130,411 m³ (821,589.3 barriles) corresponden al monto de importaciones que tuvo que realizar PEMEX de aceites lubricantes básicos, para poder cubrir la creciente demanda de nuestro mercado interno.

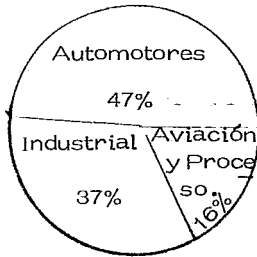
Por lo tanto, se observa que mediante el mejoramiento de los métodos de refinación, de prueba y de regeneración, se tratará de aumentar la vida útil del aceite y de esta manera reducir las importaciones.

Por otra parte si tratamos de dar una ligera visualización, del rumbo que tomará en el futuro la creación de nuevos lubricantes y aditivos y el diseño de

nuevas clasificaciones y métodos de revisión de aceites, mencionaremos en el plano internacional lo siguiente :

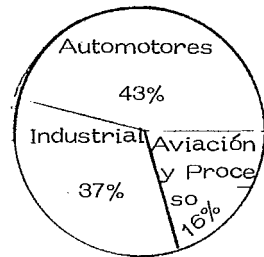
Demanda total de lubricantes en Estados Unidos de Norteamérica, Europa Occidental y Japón.

1977



Total : 17,916,000l (4,733,000 Gal.)

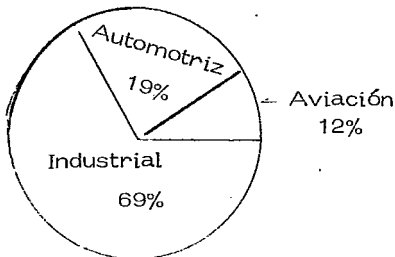
1987



21,406,000l (5,655,000 Gal.)

Demanda de lubricantes sintéticos.

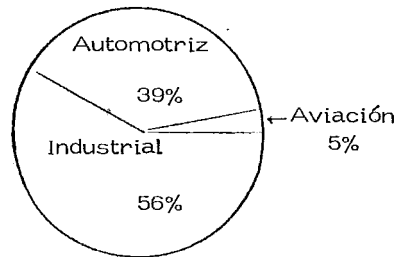
1977



Total : 321,760l (85 000 Gal.)

Como % del Total , 1.7%

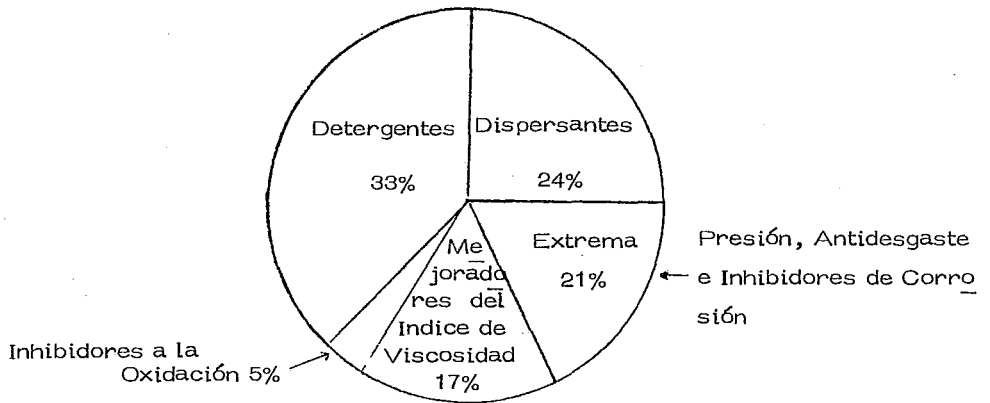
1987



988,000l (261,000 Gal.)

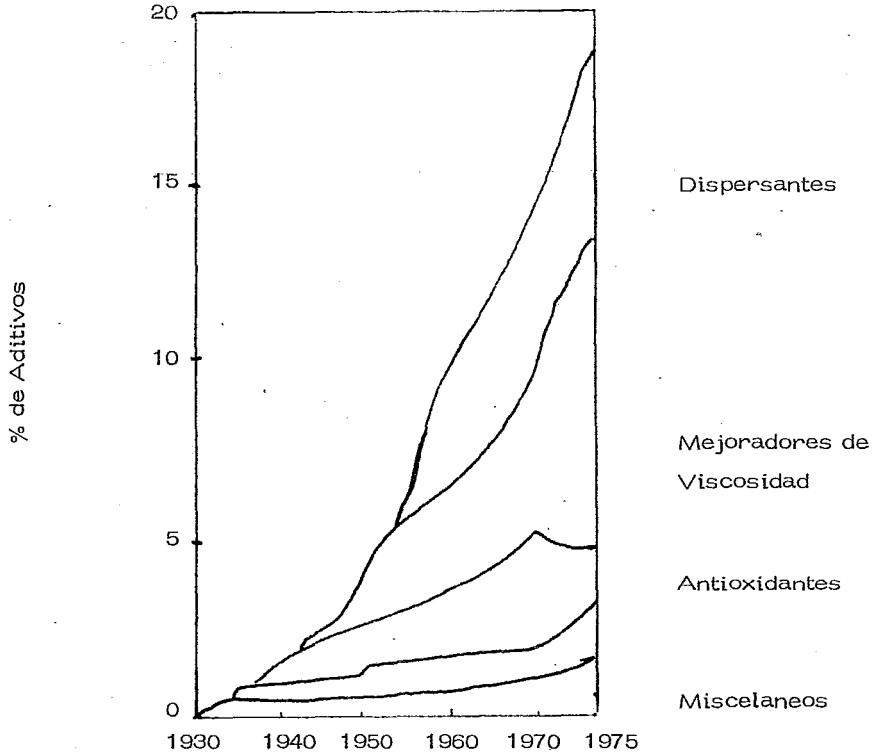
4%

Ahora si nos fijamos por ejemplo en Estados Unidos en el mercado de aditivos en 1979 el cual llegó a unos 757,000 l. (200,000 gal.), los cuales se dividieron así:



De los cuales se aplican del total, 40% a motores de gasolina, el 18% a Diesel comercial y lo demás, industria, marina, etc.

De los aditivos utilizados generalmente de 1930 a nuestros días observaremos cual ha sido el incremento que han sufrido.



En cuanto a la mejoría en la economía de combustible

- ° Como ejemplo en E.E.U.U. incluye la reducción del consumo de gasolina del nivel de 1977, a un 10% en promedio menos para 1985.
- ° El gobierno ha establecido, un gasto máximo de combustible para el carro americano en promedio y las mejoras que se esperan en la economía de combustible son las siguientes :

<u>Modelo del año</u>	<u>Kilómetros por litro</u>	<u>% de mejoría</u>
1978	7.65	—
1979	8.0	5
1980	8.5	11
1981	9.35	22
1982	10.2	33
1983	11.05	44
1984	11.475	50
1985	11.687	53

Los puntos sobre los cuales se basarán los fabricantes para lograr estas metas son:

- a. Nuevos diseños de carrocería.— Disminución de tamaño, incremento del uso de plásticos de alta tensión y metales de bajo peso.
- b. Tren de manejo.— 3 velocidades manual y 3 velocidades automático.
- c. Diseño de llantas.— Presiones altas, radiales, nuevo diseño.
- d. Motor.— Reducción en peso.
- e. Lubricantes.— Se requerirá una reducción en la fricción, con menor viscosidad en los aceites y nuevos aditivos modificadores de fricción, todo esto requerirá una revisión de los métodos de prueba y la creación de otros nuevos para poder comprobar las especificaciones de los lubricantes más modernos.

CAPITULO N^o 2

ANTECEDENTES DE LOS ACEITES LUBRICANTES Y PROPIEDADES BENEFICAS.

2.1. La importancia de la lubricación en los motores.

Como al paso del tiempo los automotores van mejorando, en cuando a potencia y rendimiento, se ha hecho necesario también, el ir mejorando paulatinamente aquellas substancias que entran de lleno en el funcionamiento de un motor como son los combustibles y lubricantes.

De hecho al someter a los motores a todo tipo de pruebas bajo diferentes condiciones de operación, los fabricantes de lubricantes han tenido que ir mejorando las principales propiedades que debe reunir un buen lubricante.

En México, el desarrollo de los productos derivados del petróleo fué enfocado al principio a la obtención de combustibles y lubricantes, destinándose principalmente el uso de éstos últimos en grandes cantidades para motores de combustión interna y secundariamente para máquinas engranadas y cojinetes.

2.2. Generalidades de los aceites lubricantes.

Las propiedades físicas de los aceites lubricantes dependen fundamentalmente del crudo del cual se obtienen; así como del proceso de refinación de los aditivos, del grado de mezcla y del fin al cual van a ser destinados.

Los aceites lubricantes proceden en su mayoría de la refinación del petróleo; son substancias de alto peso molecular y estructuras complejas y variadas.

Se pueden clasificar los aceites lubricantes en 3 tipos, según la proporción de hidrocarburos base, del tipo de petróleo, que les dió origen en :

- a. Aceites lubricantes de base parafínica.
- b. Aceites lubricantes de base nafténica.
- c. Aceites lubricantes de base mixta.

Descripción :

- a. Aceites lubricantes de base parafínica. ($C_n H_{2n+2}$)

Se denominan de base parafínica aquellos que proceden de crudos que están constituidos en su mayoría por hidrocarburos de cadena abierta y saturada, además poseen los índices de viscosidad más altos; o sea que muestran poco cambio de la viscosidad al variar la temperatura siendo ésta una de las propiedades más importantes que determinan la calidad de un aceite lubricante por lo que se les considera como los más apropiados para trabajar en motores de combustión interna.

- b. Aceites lubricantes de base nafténica o asfáltica. ($C_n H_{2n}$)

Se denominan de base nafténica a los aceites lubricantes que proceden de crudos con gran proporción de hidrocarburos de cadena cerrada, saturados, con índices de viscosidad muy bajos y por lo tanto de menor aceptación en la industria automotriz que los de base parafínica.

- c. Aceites lubricantes de base mixta.

Son los aceites lubricantes que proceden de crudos con cualidades y

componentes intermedios entre los crudos de base parafínica y nafténica, en los que no predomina ninguno de los dos.

La fracción de los aceites lubricantes contiene parte de las moléculas de hidrocarburos más grandes y complejas, que se encuentran en el crudo del petróleo.

Estos hidrocarburos pueden contener entre 20 y 80 átomos de carbono por molécula, con un peso molecular de 250 a 1000 o a veces más; su estructura química no se conoce a fondo debido a su extrema complejidad.

2.3. Funciones que debe de cumplir un aceite de motor.

Hablando en forma general se puede decir que son 3 las funciones que cubre un lubricante que son :

- a. Proveer una película fuerte y tenaz que resista : fuertes cargas, altas velocidades y altas temperaturas, para evitar en lo posible el desgaste de las partes internas del motor.
- b. Reducir al mínimo la fricción que es el resultado de la resistencia que presentan las partes móviles de un motor al moverse unas contra otras y lograr una mayor eficiencia en los motores.
- c. Tratar de eliminar hasta donde sea factible la corrosión, oxidación y formación de depósitos.

Pero definiendo en una forma más específica el papel que desarrolla el aceite en un motor, y que debe reunir las siguientes características o cualidades, que posteriormente se expondrán una a una en forma más amplia.

1. Permitir el arranque y circulación rápida.
2. Lubricar y prevenir el desgaste.
3. Reducir la fricción.
4. Evitar la oxidación y la corrosión.
5. Mantener limpio el motor.
6. Obtener una temperatura no muy alta y constante.
7. Sellar las presiones de la cámara de combustión.
8. Evitar la formación de espuma.

1. Permitir el Arranque y Circulación Rápida.

Para que funcione bien este sistema, es necesario que estén en buenas condiciones el sistema de ignición, el acumulador, una adecuada mezcla de aire y combustible y por último, un aceite adecuado - que tenga una viscosidad óptima. Con objeto de lubricar eficientemente desde el arranque, entendiéndose por viscosidad como la medida de la resistencia a fluir, la cual se ve afectada por la temperatura, de manera que a altas temperaturas los aceites por lo general tienen bajas viscosidades y viceversa. La Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE), ha elaborado aceites con nuevas técnicas de refinación y la adición de productos químicos, que hacen que los aceites mantengan una viscosidad poco variable tanto a bajas como a altas temperaturas y ha establecido un sistema de clasificación - por la escala de viscosidades, al cual se les ha asignado un número SAE, para diferenciarlos en su grado de viscosidad y son: SAE - 5W, 10W, 20W, 20, 30, 40 y 50, siendo los de número más alto los aceites más gruesos o viscosos y viceversa.

La letra W (de Winter = Invierno) indica aquellos aceites que van a

ser utilizados a bajas temperaturas por lo cual su viscosidad ha sido determinada a $0^{\circ}\text{F} = -17.7^{\circ}\text{C}$, lo cual asegura su buen funcionamiento a menos de 0°C , pero hay que aclarar que no se pueden utilizar a altas temperaturas ni en períodos largos a altas velocidades.

Los aceites que no llevan la letra W, su viscosidad ha sido calculada a $210^{\circ}\text{F} = 98.8^{\circ}\text{C}$ para asegurar su buen funcionamiento a altas temperaturas.

Por último se han elaborado aceites multigrados o multiviscosos, - también llamados para todo el año o todo clima, como por ejemplo: el SAE 5W-20, SAE 5W-30, SAE 10W-30, SAE 20W-40, debido a que la variación de temperatura provoca variación en la viscosidad, de tal manera que los mejores aceites son los que tienen un índice de viscosidad alto o sea que en una escala amplia de temperaturas, la viscosidad sufrirá poca variación como se había dicho anteriormente.

En cuanto a la circulación o distribución rápida del aceite se puede resumir en lo siguiente: un aceite debe de tener una viscosidad tan baja, que permita arrancar sin problemas un motor frío y tan alta la viscosidad, que no exista problema al funcionar el motor a las - temperaturas máximas de operación.

2. Lubricar y Prevenir el Desgaste.

Esta es la función básica y primordial de un aceite, la de lubricar y prevenir el desgaste, formando una película tenaz que no se pierda con los cambios de temperatura y no provocar abrasión o rayadu-

ras en las superficies en movimiento.

Hay ocasiones en las cuales no se puede lograr completamente esta película lubricante y puede haber contacto entre metal y metal en los puntos altos de las superficies de deslizamiento, lo que se le llama "Lubricación Límite", y es cuando la película de aceite soporta parcialmente la carga, lo que ocurre :

- a. Cuando se arranca o se para el motor.
- b. En el asentamiento de un motor nuevo o ajustado.

Los modernos aceites contienen aditivos químicos, que reaccionan con los metales para formar recubrimientos en la superficie, ya que son altamente adhesivos para prevenir que haya contacto entre metal y metal.

3. Reducción de la Fricción.

Se sabe, que la fricción es la resultante del contacto entre 2 superficies en movimiento, que provoca altas temperaturas y desgastes, debido al rozamiento al no existir superficies perfectamente lisas se evita con una ligera película de lubricación.

Es importante hacer notar que los límites de viscosidad por una parte se calculan de acuerdo al medio ambiente y al tipo de trabajo que va a efectuar el motor, además del estado interno del motor, la viscosidad mínima y la máxima para que el aceite no sea tan viscoso o grueso que provoque una carga tan grande, la cual ocasione una gran fuerza de la marcha para vencer ese obstáculo, y en el otro extremo no sea tan delgado que provoque el rompimiento de la

capa permanente que debe existir entre los metales móviles del motor lo cual provocaría una fricción con aumento de temperatura y por consiguiente posterior desgaste del mismo.

Cuando el aceite se contamina (pequeñísimas partículas metálicas, hollín, polvo, lodos, etc.) la viscosidad aumenta y por lo tanto el motor es menos eficiente, debe generar mayor potencia y quemar mayor cantidad de combustible para efectuar el mismo trabajo, por lo que debe de efectuarse el cambio de aceite cuando aún es bajo el nivel de contaminantes.

4. Evitar la Oxidación y la Corrosión.

Los expertos opinan que el desgaste corrosivo es responsable de los 2/3 a los 3/4 partes del desgaste de un motor. La principal razón de que esto ocurra es que el motor trabaje a bajas temperaturas, el bajo régimen de revoluciones del motor y a la contaminación por agua; todo esto provoca que en temperaturas bajas sobrevenga la formación de lodos, que taponan filtros y conductos y además que el azufre (en motores diesel por ejemplo) baje la compresión y que se piquen los cilindros.

Al acelerarse la corrosión, puede ocurrir que haya un rápido desgaste del motor (anillos, cilindros, etc.), un consumo excesivo de aceite y un mayor consumo de combustible.

La formación de productos corrosivos ocurre por :

- a. Por productos de oxidación del lubricante.

- b. Por ácidos del combustible.
- c. Herrumbre ocasionado por el agua.

En cuanto a la oxidación del aceite. A altas temperaturas los hidrocarburos que pasan al cárter son oxidados, gracias al aire que se encuentra ahí y por un proceso de batido forman barnices resinosos, que se depositan en las partes metálicas y forman otro tipo de contaminante.

Existen actualmente 3 formas de disminuir la formación de barnices y son :

- a. Una mayor o mejor refinación del aceite que elimine los compuestos que provocan la formación de estos barnices.
 - b. Agregando inhibidores de oxidación (aditivos químicos) que eliminen o por lo menos disminuyan las oxidaciones.
 - c. Adicionando detergentes o dispersantes que eviten que se aglutinen estos contaminantes y a la vez formen una capa protectora de los metales.
5. Mantener Limpio el Interior del Motor.

Los lodos se forman debido a la condensación del agua en el cárter, cuando un motor está frío o al arrancar, por mal estado del mismo, polvo, materiales de desecho del lubricante y de la combustión incompleta de la gasolina (hollín).

Los lodos en sí, no afectan a la composición de los aceites, sino -

que van agrupándose hasta llegar a taponar las venas o conductos de lubricación.

Para tratar de evitar esto al máximo, se agregan aditivos que tienen la función de ser detergentes (en lubricación se refiere a un aditivo que tiene la propiedad de evitar la formación de depósitos dañinos o remover los depósitos recién formados) o dispersantes de los lodos, al evitar que se agrupen envolviéndolos con una capa y neutralizando las fuerzas, de adhesión y cohesión que presentan estos lodos. También existen barnices los cuales reaccionan con el oxígeno o con ellos mismos, provocando la formación de una capa endurecida sobre las partes más calientes del motor, como los anillos del pistón.

Cuando cesan las propiedades detergentes, no es práctico ni económico el agregar estos aditivos, lo mejor es recargar el cárter con aceite nuevo, haciendo la aclaración que un aceite mineral puro, no puede brindar protección contra la formación de lodos y barnices.

En cuanto a los depósitos en la cámara de combustión. Un motor que funcione adecuadamente debe permitir que el aceite llegue a lubricar hasta el anillo superior del pistón, de tal manera que lubriquee las paredes del cilindro y el pistón. Poca cantidad de aceite llegará a la cámara de combustión y este debe quemarse completamente sin dejar casi residuos. En algunas ocasiones sobre todo cuando nos hemos pasado del nivel de aceite permitido, será mayor la cantidad de aceite quemado en la cámara de combustión. Es aquí donde los aditivos detergentes o dispersantes entran en acción, permitiendo que las ranuras del anillo estén libres para permitir un menor gasto de aceite.

6. Obtener una Temperatura no muy Alta y Constante.

A menudo se piensa que el agua es la que enfría el motor únicamente, sin embargo, esto ocurre en un 60%, pues solo la parte superior del motor, las paredes de los cilindros, la cabeza del cilindro y las válvulas están enfriadas por agua.

El cárter, el árbol de levas, los cojinetes, los pistones, las bielas, las chumaceras principales de apoyo y el cigueñal están enfriados por el aceite.

Muchas partes internas del motor pueden soportar altas temperaturas pero otras no, para ejemplificar cual es la valiosa función del aceite hablemos de las temperaturas.

La temperatura en la cámara de combustión es de 1100 a 1650 °C, en algunas partes de las válvulas va de 530 a 650 °C y en la cabeza de los pistones se tienen temperaturas de 530 °C, las cuales van a transmitir este calor a través de las bielas y sus cojinetes.

Los cojinetes en su mayoría están fabricados de estaño y plomo y estos metales a una temperatura aproximada de 175 °C se vuelven blandos y se funden a 230 y 330 °C respectivamente.

El aceite del cárter de un motor caliente tiene una temperatura que oscila entre los 80 y 105 °C y el aceite que circula constantemente por los cojinetes se llega a calentar de 105 a 120 °C, con esto se evita llegar a temperaturas peligrosas pero: El aceite debe circular continuamente para transportar el calor, llevarlo al cárter y es ahí donde se disipa parte del calor. Para lograr esto el secreto está en

que el aceite circule a razón de varios litros/min y esto se logra con una bomba de gran capacidad y que el límite de aceite nunca sea menor de un 1/4 menos de la marca de la varilla y cambiando el aceite para evitar el taponamiento de las venas o conductos de distribución del aceite.

7. Sellar las Presiones de la Cámara de Combustión.

Las superficies de los anillos del pistón, sus ranuras y la superficie de los cilindros no es completamente lisa, si se observa bajo el microscopio se encuentran pequeñísimas crestas y valles.

Los anillos no pueden cubrir esto completamente, y la alta presión debida a la combustión escapa para llegar a la zona de baja presión del cárter. Es por eso que se utiliza el aceite que sella el espacio entre las paredes del cilindro y los anillos, aún siendo capas tan delgadas que llegan a tener 0.00254 cm, o sea 1/1000 de pulgada lo cual permite evitar el desgaste que existe en estas partes.

8. El Aceite no debe de formar Espuma.

La espuma está formada por burbujas de aire en el aceite, que se forman debido al intenso golpeteo del aire contra el aceite en el cárter y estas burbujas no se rompen o se aplastan rápidamente debido al agua y otros contaminantes, por lo tanto es necesario agregar un aditivo llamado inhibidor de espuma que hace que se rompan o aplasten las burbujas, en cuanto se forman.

No se acepta la formación de espuma en los aceites por 2 razones :

- a. Una es que no es buena conductora del calor y esto afectaría la duración de las partes internas del motor y
- b. No resiste las cargas por ser compresible y lo resienten principalmente las válvulas hidrodinámicas y los cojinetes, en cambio un aceite limpio es prácticamente incompresible.

2.4. Principales problemas en los aceites para motores Diesel.

Las funciones básicas que debe cubrir un aceite en un motor diesel, son las mismas que debe de cubrir en un motor a gasolina; pero un aceite de motor diesel depende para su buen funcionamiento, del tipo de combustible que se esté utilizando y entre las características del combustible se tienen :

- a. Tipo de ignición
- b. Contenido de azufre y
- c. Tendencia a la formación de depósitos

Esto puede provocar los siguientes problemas en un aceite :

1. OXIDACION. Cuando el régimen de temperatura de operación se mantiene alto, da lugar a la oxidación del aceite y mientras mayor es la temperatura, es mayor la oxidación, provocando el taponamiento de venas, el fallo en bielas y las bombas hidráulicas de las válvulas, esto se trata de evitar al máximo con aditivos especiales.
2. CORROSION. La corrosión es debida a las bajas temperaturas de (la oxidación de un metal que puede dar lugar a su disgregación es lo que se conoce como el resultado de la corrosión) operación, al

bajo régimen de revoluciones del motor y a la contaminación por agua, todo esto provoca que a temperaturas bajas, sobrevenga la formación de lodos que taponan filtros, conductos, y que el azufre provoque una baja en la compresión y que se piquen los cilindros.

3. DILUCION. Esto es provocado por fugas en el sistema de alta presión de las boquillas, o exceso de combustible en las cámaras de combustión o fugas en los anillos, que redundan en escurrimientos de combustible hacia el depósito de aceite y provoca una variación en la viscosidad, dando como resultado que se llegue a romper la capa protectora de aceite.

4. DESGASTE PRODUCIDO POR EL TIPO DE COMBUSTIBLE. Existen combustibles con exceso de azufre y es muy problemático que el motor trabaje bien a bajas temperaturas porque se provoca la formación de ácidos, lo que no ocurre tan fácilmente a altas temperaturas, también por la condensación del agua se produce la formación de herrumbre, formándose depósitos de carbón en las ranuras de los anillos y en los pistones.

CAPITULO N^o 3

MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACION DE ACEITES LUBRICANTES.

En nuestro país los requerimientos de lubricantes son surtidos por las refinerías de Minatitlán, Ver. y la de Salamanca, Gto.

En la refinería de Minatitlán, Ver., se procesa el crudo de base nafténica no ce-
roso del campo de "El Plan", resultando lubricantes de un bajo índice de viscosi-
dad, por lo que sus usos son muy restringidos para el área automotriz.

En el año 1950 se acabó de instalar, poniéndose en marcha la Refinería de Sala-
manca, Gto., cuyas funciones específicas fueron: surtir los productos petrole-
ros que demanda la zona del Bajío y la elaboración de aceites lubricantes. La -
Refinería de Salamanca se surte principalmente de petróleo crudo de Poza Rica,
el cual es considerado, de nuestros crudos, que contiene los mejores lubrican-
tes y con el mayor índice de viscosidad, de gran valía en todo tipo de automoto-
res.

Ha sido tal la demanda por los lubricantes, a través de los años que en 1969 fué
necesario echar a andar el segundo conjunto de plantas, destinadas a la produc-
ción de aceites lubricantes básicos. En la actualidad se tiene ya en proyecto un
3er. conjunto de plantas de procesamiento de lubricantes.

3.1. Materias Primas y Etapas de Proceso.

La materia prima básica es el aceite crudo de Poza Rica, Ver. y del Su-
reste que se reciben por medio de 2 oleoductos uno de 12" y otro de 14",
con una capacidad combinada de 180,000 barriles por día, siendo el de -
12" exclusivamente de Poza Rica.

El requerimiento total de México en materia de aceites lubricantes de los diversos grados y características, fué el factor que orientó el diseño de las nuevas unidades en la sección de lubricantes y parafinas que consisten de las siguientes etapas :

- I. DESTILACION A VACIO. Hasta el límite de utilización del proceso, sin disminuir la calidad de los aceites a producir por el uso de temperaturas de destilación que resulten excesivas para la calidad del lubricante mismo.
- II. DESASFALTIZACION. Por medio de propano para la obtención de aceites muy viscosos, o pesados, que no se obtienen de alta calidad por medio de la destilación a vacío.
- III. REFINACION. De lubricantes por medio de un disolvente selectivo (Furfural).
- IV. DESPARAFINACION. De lubricantes con disolventes, con producción secundaria de la parafina, derivada al producir los aceites.
- V. TRATAMIENTO CON ARCILLA. Tanto de los lubricantes como de las parafinas.
- VI. MEZCLA DE LOS DIVERSOS LUBRICANTES BASICOS. De aditivos y agentes de mezcla para la exacta formulación de los aceites comerciales finales.
- VII. ENVASE.

3.2. Descripción General de las Etapas.

La destilación a vacío se ha empleado con éxito durante muchos años para la obtención de lubricantes, pero dicha operación está limitada por la temperatura de destilación, que debe mantenerse siempre abajo de la descomposición de los lubricantes mismos, lo que permite recuperar sólo los lubricantes ligeros. Dicha limitación no permite el total aprovechamiento del crudo en la escala de los lubricantes pesados, debido al contenido de asfalto.

Con ayuda del propano se logra la separación entre el asfalto y las fracciones lubricantes pesadas, sin disminuir con esto su calidad y rendimiento.

En esta separación interviene el peso molecular y la parafinidad de los componentes; eliminando la restricción impuesta por el punto de ebullición de los compuestos.

Así, para lograr la máxima calidad y rendimiento de fracciones lubricantes pesadas, se ha acudido a la desasfaltización, o extracción de lubricantes con propano, aplicando el sistema a los fondos pesados que, como producto residual, quedan en la destilación a vacío. Mediante ésta se obtienen los lubricantes ligeros requeridos que son 3: ligero, medio y neutro.

La extracción de lubricantes se realiza en forma general en una sola etapa, obteniéndose solo 2 productos: asfalto y una porción global de lubricantes.

Para la formulación de las mezclas, que son necesarias para preparar

todos los lubricantes de consumo en México, se opera la planta desasfaltizadora obteniéndose 2 productos de diferente viscosidad.

Estos dos productos básicos unidos a los 3 de la planta de alto vacío, se mezclan para obtener toda la gama de lubricantes requeridos por el país.

Por tener buenas propiedades lubricantes el crudo de Poza Rica, Ver., al salir de las plantas de alto vacío y de extracción con propano, el lubricante ya resulta con una buena composición y calidad. Esta calidad - si bien es suficiente para algunos usos, no lo es para otros.

Para la obtención de calidades superiores, es necesario eliminar ciertos cuerpos coloridos, resinas, materiales formadores de carbón, componentes fácilmente oxidables o inestables que son indeseables en un lubricante.

Puede convenir también la eliminación de compuestos aromáticos, que muestran un cambio muy marcado en viscosidad, ya que al haber variaciones de temperatura, éstas contribuyen a un bajo índice de viscosidad.

Además se necesita eliminar parafina que pudiera hacer que el lubricante se solidificara o congelara a baja temperatura.

Tanto para eliminar los cuerpos indeseables como para subir el índice de viscosidad, en Salamanca se acude a la refinación selectiva con furfural. Esta sustancia debido a su poder disolvente selectivo para los compuestos indeseables en los lubricantes, a su estabilidad, su bajo costo, su no toxicidad y fácil recuperación, constituye el disolvente casi ideal para ese uso.

La parafina a su vez se elimina también mediante disolventes. Aún cuando la planta desparafinadora se designa con las letras MEK (metiletilcetona), el disolvente es una mezcla de dicha cetona y de tolueno los cuales tienen propiedades disolventes selectivas para la parafina mezclada con lubricantes, lo que permite su eliminación y recuperación solidificándola por congelación sin afectar al lubricante.

Primero se trata con furfural y después se desparafina. En esta forma la parafina eliminada resulta ya tratada con furfural antes de su recuperación en forma sólida.

Por último tanto los lubricantes como la parafina se terminan de refinar, calentándolos y haciéndolos pasar por arcilla. La función de la arcilla es la de retener partículas de color y cualquier cuerpo sólido contenido en el líquido.

3.3. Descripción Particular de cada Una de las Etapas.

3.3.1. UNIDAD PARA DESTILACION AL VACIO. En la planta de destilación primaria se somete el petróleo crudo a una operación de destilación fraccionada, mediante la cual se separan los grupos de hidrocarburos que constituyen las gasolinas, querosinas y gasóleos que se retiran de la torre fraccionadora como destilados.

Además se obtiene un residuo, que está compuesto por los hidrocarburos más pesados o de mayor temperatura de ebullición.

Mediante la destilación a presión atmosférica es imposible - tratar de separar estos últimos, pues sometiénolos a tempe_ raturas altas se inician descomposiciones moleculares que im_ piden esa separación.

En la Refinería de Salamanca se cuenta con las plantas de - "Destilación al Vacío N^o 1 y 2".

La N^o 1 está diseñada para procesar 15,000 barriles por día de crudo reducido, que se obtiene de las plantas primarias.

De la destilación al vacío se obtienen los siguientes aceites - básicos : Husos, transformadores, tecnol, neutro ligero y - neutro.

La N^o 2 está diseñada para procesar 14,500 barriles por día de crudo reducido de las plantas primarias; produce 4390 ba_ rriles por día de aceites básicos ligeros crudos que se em- - plean en la obtención de lubricantes terminados.

Los cortes ligeros de esta planta son enviados a la planta refi_ nadora con furfural y el residuo a la planta desasfaltadora - con propano.

La función de la unidad de destilación al vacío, es destilar el residuo obtenido de la destilación primaria y separar varios grupos de fracciones lubricantes sin dar lugar a esos fenóme_ nos de desintegración anteriormente referidos.

La destilación al vacío está basada en el principio de que la temperatura de ebullición se abate si la destilación se efectúa a presiones menores que la atmosférica. En esta forma por medio de una reducción de la presión, es posible vaporizar aceites antes de llegar a temperaturas de desintegración.

El residuo de la planta primaria se calienta en un alambique tubular en donde con objeto de facilitar la vaporización y de aumentar la velocidad en los tubos, se inyecta vapor.

La mezcla de aceite y vapor se descarga en la torre que se encuentra a una presión absoluta de 120 mm. de Mercurio.

En la torre, los productos más ligeros se vaporizan y se fraccionan separándose en varios grupos que se retiran a diferentes niveles de la misma torre.

Los hidrocarburos más pesados no llegan a destilar y se retiran del fondo de la torre, formando un residuo altamente asfáltico que incluye los grupos de lubricantes de mayor temperatura de ebullición.

Las fracciones lubricantes que se retiran de la torre a diferentes niveles son rectificadas en agotadores laterales que sirven para ajustar sus especificaciones o características.

Aquí se obtienen las fracciones de lubricantes anteriormente descritos, y las 2 más pesadas que se obtienen como siguiente paso en la unidad separadora de asfalto, que constituyen

todos los grupos básicos con los cuales puede prepararse toda la gama de aceites que demanda nuestro mercado.

La corriente de salida del domo de la torre de vacío, que consiste en vapor, gases no condensables y una pequeña cantidad de vapores de aceite fluye a los condensadores.

Los gases no condensables y los vapores ligeros de aceite, son eliminados por eyectores de vapor.

3.3.2. UNIDAD PARA DESASFALTIZACION POR MEDIO DE PROPANO. La función de ésta unidad es la de separar el asfalto que se encuentra formando parte del residuo de la torre de vacío dejando libres del mismo las fracciones de lubricantes que constituyen el resto de ese residuo.

Esta separación se lleva a cabo por el fenómeno de precipitación del asfalto por medio del propano.

En la planta de Salamanca esta precipitación o separación se hace mediante 2 clasificaciones sucesivas: En la primera se consigue la separación de las fracciones lubricantes más ligeras y en la 2a. se logra la completa precipitación del asfalto dejando libres y en solución con el propano los lubricantes más viscosos.

Estos dos pasos sucesivos se efectúan en 2 recipientes o torres separadoras bajo presión: La 1a. a 670 lb/pulg^2 45 atm y la 2a. a 500 lb/pulg^2 34 atm.

El residuo de la torre de vacío se introduce a la 1a. torre separadora de alta presión por la parte superior de la misma.

El propano se carga a la torre cerca de su fondo, al ponerse en contacto propano y aceite se precipitan las materias asfálticas, que al irse al fondo de la torre arrastran a los lubricantes más pesados.

Por el domo de la columna se retira el propano que lleva en solución las fracciones lubricantes menos viscosas o pesadas. Esta solución se somete a procesos sucesivos de evaporación y destilación, con objeto de separar completamente el propano de las fracciones lubricantes, el propano se reincorpora al sistema para iniciar un nuevo ciclo de operaciones.

Los lubricantes se mandan a tanques de almacenamiento.

El asfalto precipitado que incluye a los lubricantes más viscosos, pasa del fondo de la torre al 2º recipiente que se encuentra a menor presión. En esta 2a. torre recibe un nuevo lavado de propano, que tiene por objeto disolver las fracciones lubricantes retenidas.

La operación de esta 2a. torre es igual a la ya descrita, por lo tanto por el domo se retira el propano con los lubricantes en solución y del fondo el asfalto sale prácticamente libre de lubricantes.

Este asfalto se calienta en un alambique tubular con objeto de quitarle el propano, operación que se completa por medio

de cámaras de ebullición y arrastre con vapor de agua, eliminando las últimas trazas de propano.

Este asfalto puede ser usado para la preparación de combustibles o mediante algunas operaciones posteriores emplearse como materia prima asfáltica.

Los lubricantes libres de propano que se obtienen de ésta 2a. columna constituyen la fracción más viscosa y pesada que sirve para la elaboración de lubricantes de alta viscosidad.

3.3.3. UNIDAD PARA REFINACION CON FURFURAL. La refinación selectiva por medio de disolventes, de las fracciones lubricantes, representa uno de los más importantes adelantos en la producción económica de aceite de alta calidad.

Esta planta opera sobre la base de disolver en caliente los aceites lubricantes crudos en furfural, separando posteriormente compuestos asfálticos, nafténicos y aromáticos del aceite tratado.

Una de las plantas tiene una capacidad promedio de carga de 8000 barriles por día, con producción mayor a 4000 barriles por día de aceites refinados.

La planta para tratamiento con Furfural N^o 2, es la más moderna. La carga a esta planta varía de acuerdo con la viscosidad de los aceites y del grado de refinación requerido. Sin embargo la capacidad nominal de diseño es de 9 400 B.P.D.

Después del tratamiento con furfural, los aceites lubricantes muestran un gran mejoramiento en su estabilidad e índice de viscosidad, en comparación con los aceites crudos.

Esta refinación realiza uno de los diferentes pasos necesarios para preparar un lubricante que cumpla con los nuevos motores.

El material eliminado de un aceite por medio del furfural se denomina "extracto de furfural".

La fracción refinada después de la extracción se denomina "Refinado".

Como 1er. paso de refinación, la carga se somete a un proceso de eliminación de aire.

La torre desareadora opera bajo alto vacío, el aceite de carga descendiendo por los platillos de la torre es agotado por medio de vapor de agua que se alimenta por el fondo de la torre.

Esta operación quita el aire presente, eliminando el peligro de oxidaciones que podrían provocar formaciones de carbón y la descomposición del furfural.

El aceite de carga ya desareado se bombea del fondo del desareador a las torres tratadoras, se introduce en la parte media de estas torres y se encuentra con el furfural descendente que alimenta a la sección superior de la torre.

El furfural fluye hasta el fondo del tratador, debido a su más alto peso específico y retiene en solución las sustancias indeseables que contiene el aceite de alimentación.

Se forma así una zona de extracto en la sección del fondo, - compuesta aproximadamente de 85% de furfural y de 15% de extracto.

Las sustancias más parafínicas del aceite se disuelven en - el furfural y debido a la temperatura más alta en la sección superior de la torre ascienden por esta.

Esta sección superior es de refinado y contiene aproximadamente 85% de aceite y 15% de furfural.

El refinado de la parte alta de la torre pasa de ésta a la sección de recuperación, en donde se separa el furfural, y el - aceite refinado es enviado al almacenamiento para ser proce-sado posteriormente en la planta de parafina.

La mezcla de extracto del fondo de la torre pasa de ésta a la sección correspondiente de recuperación, en donde se sepa-ra el furfural de el extracto, el cual fluye a los tanques inter-medios de donde es bombeado a los de mezcla de combustible.

Una utilización muy importante de los extractos de furfural, es la elaboración de aceites extendedores y de proceso para la industria hülera (además existen 2 secciones o sistemas -

completos : Uno de recuperado de refinado y otro de recuperación de extracto. En ambos se recupera el furfural para volver a utilizarlo).

3.3.4. UNIDAD DE DESPARAFINACION METILETILCETONA Y TOLUENO. La parafina es soluble en el furfural de modo que si que con el lubricante después de dicho tratamiento.

Se hace necesario eliminar esta parafina, con objeto de producir un aceite que sea fluido a baja temperatura y que tenga viscosidad suficiente a la temperatura normal de operación para formar una película protectora sobre la superficie a lubricar.

La planta desparafinadora sistema MEK, utiliza un disolvente tipo cetona y un cuerpo aromático como benzol o toluol para efectuar la desparafinación.

Ajustando la proporción de la mezcla, la cetona ejerce una acción antisolvente y el compuesto aromático una acción disolvente para la parafina. Dicho aromático mantiene al aceite en solución, en tanto que la cetona ejerce una influencia antisolvente que causa la separación de la parafina de la solución permitiendo que cristalice al enfriar.

Pasando la mezcla por un filtro se separa así la parafina del lubricante. El principio es muy sencillo, pero la planta se complica por la necesidad de recuperar la totalidad de los disolventes, los que en forma continua se recirculan por ella. También los disolventes utilizados son sumamente inflama-

bles y la mayor parte del equipo necesita llenarse con un gas inerte para evitar peligros.

Los disolventes se mezclan en la proporción de 45% de MEK y 55% de Toluol, pero estos porcentajes pueden variar dependiendo de la viscosidad y características del aceite a desparafinar.

El producto ya tratado que sale de la planta, pasa a través de una serie de cambiadores de calor que enfrían tanto al aceite como los disolventes y la parafina mediante propano líquido.

De los cambiadores de calor llega una sola corriente, que pasa a los filtros continuos de vacío en donde se retira la parafina.

La sección de filtros consiste de 10 unidades continuas a vacío cada una de 46.5 m^2 (500 ft^2) de superficie.

Los 10 filtros se pueden usar para la operación de desparafinación, pero se pueden también conducir operaciones de fraccionamiento de parafina y de refiltración.

Dentro de estos filtros se aplica vacío, el líquido pasa a través de una tela filtrante y asciende ya libre de parafina, descargándose a un tanque receptor de filtrado.

La parafina que queda como residuo se afloja con gas y un mecanismo de hoja que raspa la superficie del filtro la sepa-

ra, cayendo a un conductor de tornillo sin fin, el que lleva la parafina hasta un receptáculo en donde se funde.

Por otra parte, la recuperación de aceite desparafinado se hace en varias etapas. Primero se pasa a una torre atmosférica de vaporización en donde se elimina gran parte del disolvente, a continuación pasa a una torre vaporizadora de alta presión en donde se separa más disolvente, este se devuelve a su tanque de almacenamiento.

De la torre de alta presión los fondos pasan por su propia presión, a la torre vaporizadora de baja presión en donde se obtienen más vapores de disolvente, que también se regresan al acumulador de disolvente seco.

Por último, para eliminar las trazas de disolvente retenidas por el aceite lubricante, los fondos de la torre vaporizadora de baja presión se pasan a la parte superior de la torre agotadora de producto, quedando el aceite libre totalmente tanto de parafina como de disolvente.

La parafina se somete a una 2a. filtración para eliminar algo del aceite que haya retenido y llenar las especificaciones requeridas, con un nuevo lavado con disolvente.

- 3.3.5. UNIDAD PARA TRATAMIENTOS DE ACEITES CON ARCILLA. La refinación de los aceites lubricantes por medio de arcilla, es uno de los procedimientos más económicos y convenientes empleados en la actualidad.

Las arcillas tienen la capacidad de extraer o eliminar materias colorantes, resinas y otras impurezas que se encuentren en los lubricantes.

En Salamanca se mantiene en contacto el aceite con arcilla a una temperatura adecuada, dando lugar a que la misma absorba las impurezas del aceite. La operación se termina pasando la mezcla a través de un filtro donde queda retenida la arcilla y pasa el aceite tratado. En la refinería se tienen 2 equipos iguales con objeto de poder operar al mismo tiempo ambos con diferentes cargas y distintas condiciones de operación.

Se tienen diferentes controles para ajustar la cantidad de arcilla que debe mezclarse con el aceite, porcentaje que es muy variable, pues depende del tipo de aceite de que se trate. La tierra separada se retira por medio de una corriente de agua y se saca fuera del área de la planta como desperdicio.

El aceite recibe una 2ª. filtración, a fin de eliminar las partículas muy finas que pudiera retener, y de este 2º filtro queda listo el aceite para pasar al departamento o planta de mezclas y envases para preparar los lubricantes terminados.

- 3.3.6. UNIDAD PARA MEZCLAS, ENVASE Y EMBARQUE DE LUBRICANTES. Los aceites básicos producidos, tanto en la torre de alto vacío como en la unidad desasfaltadora, constituyen los elementos fundamentales o básicos para la fabricación o preparación de toda la gama de aceites que reclama el mercado.

Algunos aceites deben ser refinados para llenar las especificaciones de lubricantes finales, otros requieren tratamientos únicamente para eliminación de parafina y otros no requieren ningún tratamiento :

De modo que con los básicos de referencia se obtiene un número mayor de lubricantes semiterminados, de acuerdo con las especificaciones rígidas que existen para cada lubricante.

Su equipo fundamental consiste en una máquina dosificadora de componentes que realiza la operación de mezclar, succionando al mismo tiempo y en distinta proporción de los básicos que van a intervenir, en la preparación del aceite final.

Esta operación es controlada cuidadosamente, a fin de que la mezcla resultante se encuentre dentro de las especificaciones del aceite que se este preparando, pues de lo contrario, la mezcla tendría que regresarse, para un nuevo proceso con la pérdida consiguiente de tiempo y aumento de costos.

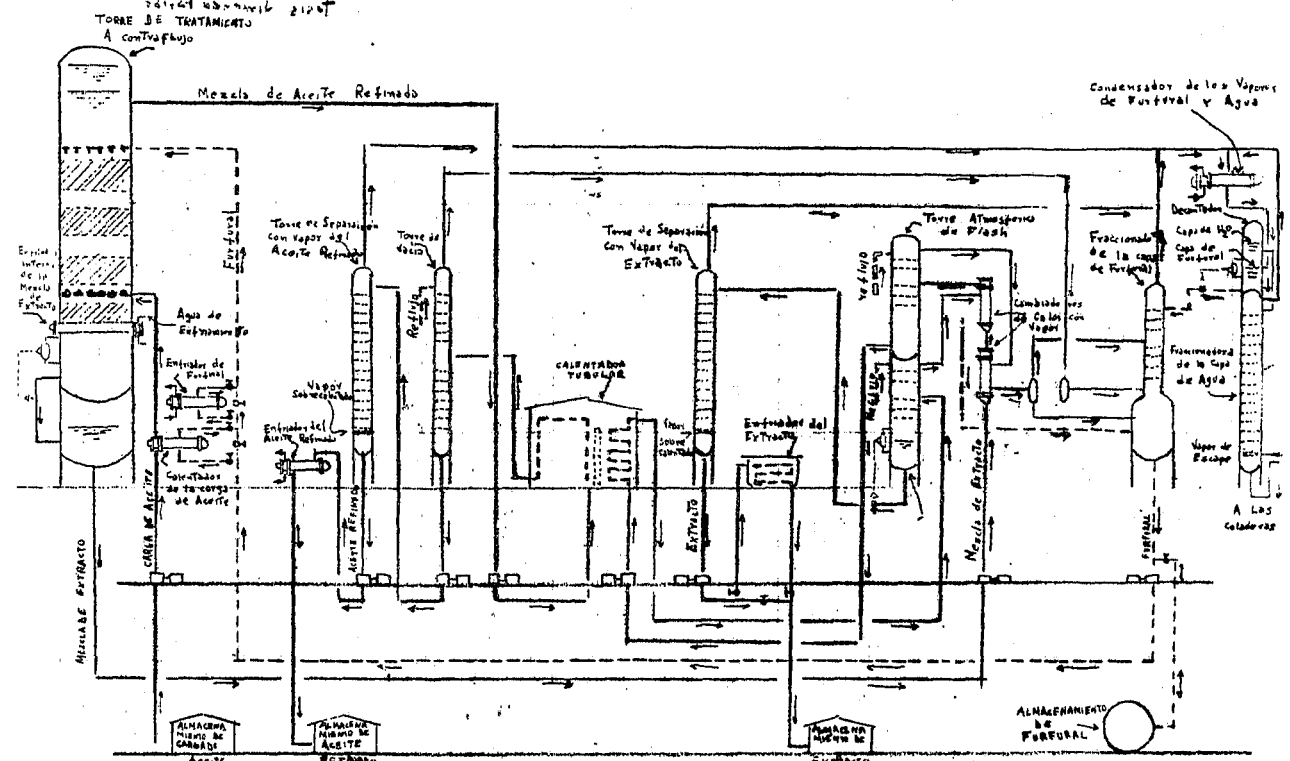
La máquina dosificadora también mezcla los llamados aditivos, productos químicos que tienen varias funciones, como son la de prolongar la estabilidad y vida del aceite lubricante, alcanzar ciertas especificaciones muy estrictas en determinados tipos de aceites, que sin estos compuestos no podrían alcanzarse y proteger el equipo en el que va a usarse el lubricante. Los aditivos se tratarán con mas detenimiento en el siguiente capítulo.

Suman 120 tipos de aceites lubricantes los que se preparan -

en la planta, con un total de 2500 barriles diarios. Como -
equipo adicional en ésta sección de la planta de lubricantes, -
se dispone de una instalación muy completa para la repara- -
ción o reacondicionamiento de tambores.

Como parte final de este capítulo N^o 3 se presenta a continua_
ción un Diagrama de flujo de las principales partes componen_
tes de la planta productora de Lubricantes y Parafinas.

Diagrama de una planta refinadora de aceites lubricantes con furfural.



PLANTA REFINADORA DE ACEITES LUBRICANTES CON FURFURAL

- Explicación
- Furfural
 - ===== Aceite
 - Vapor
 - Vapor condensado
 - H₂O = vapor de H₂O

CAPITULO N° 4

ADITIVOS PARA ACEITES LUBRICANTES.

4.1. Generalidades sobre Aditivos.

Anteriormente se habían mencionado las funciones principales de los aceites, pero al ir mejorando la potencia, rendimiento y la precisión de las partes internas de los automotores, se ha requerido en la industria de los lubricantes, la elaboración y desarrollo de aditivos.

Se entiende por aditivo, como toda aquella substancia que se agrega a los aceites y grasas para mejorar sus propiedades. O de una manera más específica, los aditivos son aquellos productos químicos solubles en aceite, que van a prevenir:

- a. Deterioro por oxidación y corrosión.
- b. La formación de lodos y barnices con la ayuda de agentes detergentes o dispersantes.
- c. El adelgazamiento con temperaturas altas o espesamiento a temperaturas bajas.
- d. Formación de espuma con el aire.

- 4.1.1. RAZONES PARA EFECTUAR EL CAMBIO DE ACEITE. Desde el momento en que el automotor comienza a utilizar el aceite lubricante nuevo también empieza la contaminación debida a polvos, combustión incompleta, formación de lodos, etc., aumentando paulatinamente y es probable que se

agoten los aditivos que contenga el aceite y no ayuden al mismo a hacer su función completa.

Cada fabricante de automotores, mediante pruebas a las que somete sus máquinas, de las cuales se hablará con más detenimiento en otro capítulo, tiene establecido el intervalo de tiempo para efectuar el cambio de aceite, y según las diferentes condiciones de manejo, pues lo ideal sería que los automóviles trabajaran en carreteras, en un tramo más o menos largo y a una velocidad moderada, pero esto no ocurre en un 80% aproximadamente de los casos, lo cual provoca un mayor desgaste de los motores y aceites, dentro de las ciudades al frenar y arrancar continuamente, y en muchas ocasiones sin alcanzar la temperatura de trabajo requerida. Debido a lo anterior el Instituto Americano del Petróleo (API) recomienda que se haga un cambio de aceite cada 3000 Kms. o 3 meses, lo que ocurra primero, para evitar que los aditivos se agoten y el aceite deje de funcionar normalmente.

4.2. Como se Contamina el Aceite de un Motor.

El aceite de un motor se puede contaminar por 3 diferentes motivos :

- a. Por la cantidad de partículas que logran penetrar a través de los filtros.
- b. Por la oxidación del aceite.
- c. Por la continua acumulación de los contaminantes.

Ahora analizando cuales son los principales contaminantes que obstruyen la función de los aditivos, tenemos :

1. Abrasivos.- En su mayoría formados por la suciedad de carretera y polvo, debido al mal funcionamiento del filtro de aire que está encima del carburador, el depósito de aceite, la respiración o toma de aire del cárter, el descuido del motor o de sus partes, y de los accesorios que permiten la entrada de éstos contaminantes al aceite.
2. Partículas Metálicas.- Toda parte móvil del motor en su funcionamiento normal se tiene que ir a la larga desgastando, produciendo pequeñas partículas metálicas que continuarán desgastando a los pistones, paredes de cilindros, etc.

El filtro del aceite retiene el polvo y partículas contaminantes, también las partículas metálicas en gran proporción, pero no totalmente.

3. Subproductos de la Combustión.- Cuando un motor está funcionando a una temperatura normal, el agua que se forma en la combustión, se gasifica y sube por el escape, pero cuando un motor arranca y está frío, el agua se condensa en las paredes de los cilindros y se almacena en el cárter, donde se ha encontrado que es una de las materias primas formadoras del lodo que por si sola oxida las partes metálicas.

4.3. Diferentes tipos de Aditivos.

Un aceite mineral de la mejor calidad no es suficiente para dar un buen servicio a los motores actuales.

Tampoco sería económicamente factible crear motores de un alto rendimiento, que evitaran al máximo este tipo de inconveniente de los conta-

minantes. La solución ha sido la creación de todo tipo de productos químicos (aditivos) para cubrir las diversas funciones de un lubricante completo. A continuación veremos algunos de los principales tipos de aditivos.

4.3.1. DEPRESORES DE TEMPERATURA DE CONGELACION. Algunos aceites que se les concede la reputación de buenos lubricantes, cuando existe una baja temperatura ambiental y están en almacenamiento, tienden a solidificarse causando problemas como: a) el no poder vaciar de sus recipientes a los aceites y b) algo tan importante como es el no poder usar los aceites, al no penetrar en la malla y en la bomba del aceite, pudiendo provocar deterioros principalmente en los cojinetes.

Para evitar esto se agregan compuestos químicos llamados depresores de la temperatura de Congelación que tienen como función bajar la temperatura a la cual los aceites todavía no solidifican.

La repentina solidificación se debe a que en la refinación de los aceites la gran mayoría de las parafinas se eliminan, pero la poca cantidad que queda sobre todo en las fracciones pesadas del aceite mineral, tienden a cristalizar esta parafina.

Se ha demostrado que estos inhibidores no evitan que la parafina cristalice en el aceite, sino que absorben los cristales de parafina y reducen así la cantidad de aceite ocluido en el cristal. La reducción en volumen de estos cristales permite que el aceite fluya.

Algunos de los depresores del punto de congelación mas usados se mostrarán mas adelante en la tabla referida a los diferentes tipos de aditivos.

4.3.2. ANTIOXIDANTES E INHIBIDORES DE CORROSION. La función de los inhibidores de oxidación, es prevenir el deterioro que va asociado al ataque del oxígeno a la base de un lubricante fluido.

Los inhibidores comerciales funcionan o actúan ya sea destruyendo radicales libres o reaccionando con los peróxidos formados.

Los antioxidantes mas frecuentemente usados son los tipos fenólico y los ditiofosfatos de Zinc.

Los primeros se considera, que actúan rompiendo las cadenas formadas, mientras que los segundos se cree que son destructores de peróxidos.

La corrosión de los metales de las chumaceras, se considera debida totalmente al ataque de los ácidos sobre los óxidos de los metales de las chumaceras mismas.

Estos ácidos se originan ya sea de los productos de la combustión incompleta, que van a dar al cárter a través de los gases de escape ó debido a la oxidación de los lubricantes. Los inhibidores de oxidación pueden reducir o eliminar los ácidos formados por la oxidación del lubricante y en consecuencia reducir considerablemente la corrosión de las chumaceras.

Los dispersantes básicos tales como fenatos y sulfonatos pueden reducir la corrosión de las chumaceras neutralizando los ácidos. Otros inhibidores comerciales tales como el ditiofosfato de Zinc y olefinas fosfosulfurizadas no solamente inhiben la corrosión sino también son capaces de formar una película protectora en la superficie de la chumacera que actúa como barrera al ataque ácido.

- 4.3.3. ADITIVOS DETERGENTES O DISPERSANTES. El aceite mineral por muy puro o fino que sea, no puede evitar la formación de lodo y barniz, los cuales provienen de la combustión incompleta de la gasolina y que pueden llegar a taponar las venas conductoras de aceite.

Para evitar lo anterior se han diseñado 2 tipos diferentes de aditivos detergentes y estos son:

- a. Dispersantes Tipo Metálico. Estos compuestos han sido descritos en la literatura como "detergentes". Su función consiste en efectuar una dispersión de las partículas, mas que la de limpiar cualquier suciedad que existe y por eso se clasifican como dispersantes.

Estos compuestos son generalmente moléculas que tienen una larga cadena de hidrocarburos con un grupo polar en uno de los extremos.

Entre los tipos mas comúnmente encontrados de dispersantes de tipo metálico se pueden mencionar los sulfonatos, fosfonatos y carboxilatos.

Son de particular importancia, en este tipo de dispersantes organo-metálicos, aquellos que tienen materiales básicos o alcalinos en su composición.

Estos compuestos alcalinos no solamente llevan a cabo su función dispersante, sino también tienen una función de neutralización de ácidos.

- b. Dispersantes Sin Cenizas. En esta categoría se han agrupado los compuestos no metálicos, que son particularmente efectivos en dispersar lodos formados durante la operación de los motores a temperatura relativamente baja. Este tipo de servicio, se presenta en viajes cortos, manejando en ciudad con paradas frecuentes, también se presenta en equipos de reparto, que hacen paradas constantes de puerta en puerta, en taxis y en un considerable número de automóviles de pasajeros.

Los compuestos que se usan para este propósito se caracterizan nuevamente por un grupo polar; que va unido a una cadena de peso molecular relativamente alto y de tipo hidrocarburo. El grupo polar contiene generalmente uno o más de los siguientes elementos : Nitrógeno, Oxígeno y Fósforo.

- 4.3.4. MEJORADORES DEL INDICE DE VISCOSIDAD. Todo aceite a altas temperaturas se adelgaza o sea que baja su viscosidad y a bajas temperaturas se engruesa.

Llamamos Índice de Viscosidad a la variación que existe en la

viscosidad de un aceite en una escala de temperaturas. Cuando un aceite, tiene un índice de viscosidad alto nos indica que su viscosidad varía muy poco en una amplia escala de temperaturas.

Existen aditivos mejoradores del índice de viscosidad como son algunos polímeros orgánicos solubles en aceite, con pesos moleculares que varían aproximadamente de 50,000 a 1,000,000. La molécula del polímero en solución, aumenta su volumen por la acción disolvente del hidrocarburo.

El volumen de ésta molécula determina el grado en el cual el polímero aumenta la viscosidad.

A mayor temperatura el volumen de la molécula del polímero es mayor y mayor será su efecto en el aumento de viscosidad, por lo tanto menor será la tendencia del aceite a adelgazarse debido al aumento de temperatura.

Además de la característica de mejorar la viscosidad con la temperatura, la actuación de los mejoradores de índice de viscosidad, depende muchísimo de su estabilidad al esfuerzo cortante y de su estabilidad química y térmica.

Entre los compuestos poliméricos más utilizados tenemos a los llamados metacrilatos y los poliisobutilicos.

Estos compuestos, son materias primas necesarias en la formulación de aceites multigrados o multiviscosos, por ejemplo un aceite SAE 5W - 20, tendrá a 0°F una viscosidad de -

5W y a 210°F una viscosidad 20, así los 10W-30, 10W-40, etc. gracias a estos mejoradores de la viscosidad.

4.3.5. ADITIVOS ANTIDESGASTE Y DE PRESION EXTREMA. El desgaste es la pérdida de metal con el subsecuente cambio en las tolerancias de los equipos, si se permite que dichas tolerancias lleguen a ser excesivas se puede llegar a tener fallas en el funcionamiento de la maquinaria.

Entre los principales factores que causan el desgaste se pueden mencionar, el contacto de metal a metal, la presencia de partículas abrasivas y el ataque de ácidos corrosivos.

El contacto de metal a metal puede evitarse, agregando compuestos que tienden a formar una película protectora en la superficie de los metales por absorción física o por reacción química. Los ditiofosfatos de Zinc se usan ampliamente para este propósito y son particularmente efectivos en la reducción del desgaste en los mecanismos de válvulas.

Otros compuestos también efectivos contienen Fósforo, Azufre, o combinaciones de estos elementos.

Estos compuestos se les llama agentes reductores de fricción o agentes de Extrema Presión (E.P.).

El desgaste corrosivo, por lo general, es el resultado del ataque de los productos ácidos formados durante la combustión que pasan al cárter. Este tipo de desgaste se puede controlar

mediante el uso de aditivos alcalinos, tales como los sulfonatos y fenatos básicos.

- 4.3.6. INHIBIDORES DE ESPUMA. El aire que llega a penetrar al cárter sufre un proceso de batido debido al movimiento de las partes del motor. Se forma una gran cantidad de burbujas, que quedan atrapadas en el aceite formando espuma, la cual en muchas ocasiones no ofrece esa película irrompible entre las partes móviles del motor, lo cual no permite un enfriamiento normal de estas mismas partes.

Para evitar todo lo anterior, se crearon sustancias como el silicon con hidrógeno y varios copolímeros orgánicos agregados en pequeñísimas partes por millón, cuya función es romper y aplastar las burbujas formadas.

Además de todos los aditivos anteriores, también existen algunos que se emplean como inhibidores de "herrumbre" entre los cuales se puede mencionar a los sulfonatos, ácidos succínicos, aunque la mayoría de este tipo de compuestos se encuentran en las patentes que cubren estas aplicaciones.

A continuación se muestra una tabla en la que se encuentran los principales y mas utilizados de los diferentes tipos de aditivos.

TIPOS DE ADITIVOS

I. DISPERSANTES.

Metálicos

1. Sales del éster salicílico.
2. Sulfonatos básicos y neutros.
3. Fosfonatos y tiofosfonatos básicos.
4. Fenatos y derivados sulfurados del fenol.
5. Radicales alquílicos substituidos.
6. Salicilatos.

Sin Cenizas

1. Copolímeros de Metacrilatos y acrilatos con monómeros - que contienen grupos polares tales como Amina, Amida, - Imina, Imida, eter, etc.
2. Largas cadenas substituidas alquénil succinimidas.
3. Esteres y poliésteres de alto peso molecular.
4. Sales amínicas de ácidos orgánicos de alto peso molecular.
5. Copolímeros de acetato de vinilo y éster del ácido Fumárico.

II. INHIBIDORES DE OXIDACION Y CORROSION DE COJINETES.

- | | |
|--------------------------------|------------------------------------|
| 1. Fosfitos orgánicos.* | 6. Selénidos.** |
| 2. Ditiocarbonatos metálicos.* | 7. Aminas.** |
| 3. Olefinas sulfurizadas.* | 8. Terpenos Fosfo-sulfurizados.*** |
| 4. Ditioposfatos de Zinc.** | |
| 5. Compuestos Fenólicos** | |

* = Función Doble
** = Antioxidante
*** = Anticorrosivo

III. ADITIVOS ANTIDESGASTE .

1. Fosfitos orgánicos.
2. Olefinas sulfurizados.
3. Ditioposfatos de Zinc.
4. Aditivos alcalinos.

IV. MEJORADORES DE LA VISCOSIDAD .

1. Poliisobutilenos.
2. Polimetacrilatos.
3. Copolímeros de acetato de Vinilo y ester de ácido fumárico.
4. Poliacrilatos.
5. Copolímeros de acrilatos y metacrilatos con monómeros que contienen grupos polares.
6. Poliester en base estireno.
7. Copolímeros de etileno propileno.

V. DEPRESORES DEL PUNTO DE FLUIDEZ .

1. Parafinas alquiladas.
2. Naftalenos.
3. Polimetacrilatos.
4. Alquil-fenol-parafínico.

Dentro de la clasificación anterior, encontramos los principales lubricantes sintéticos para cárter elaborados a base de :

- a. Diésteres y poliolester
- b. Hidrocarburos sintéticos
- c. Polialfa olefinas
- d. Alquilaromáticos.

ADITIVOS A BASE DE BORATOS

Este tipo de aditivos son de reciente descubrimiento y a continuación daremos algunas de sus principales características, haciendo hincapié en que los estudios y pruebas a que se someten este tipo de aditivos aún no han terminado y siguen progresando.

Caracteres únicos de los boratos.

- Son pequeñas esferas con promedio de 0.1 micrómetro (1 micrómetro = $\frac{1}{1,000,000}$ m.).
- Forman películas de extrema presión de la interacción de las microesferas con la superficie metálica.
- Los lubricantes a base de boratos ofrecen claros beneficios para lubricantes convencionales de aplicación E.P. (Extrema Presión).
- Resistencia a altas temperaturas y presiones.
- Capacidad de carga aún a bajas viscosidades.
- Estabilidad térmica y estabilidad a la oxidación.
- Protección contra la corrosión por estar en contacto con cobre aún en altas temperaturas.
- Entre sus características físicas están los colores claros que retienen la transparencia de los aceites claros además de ser casi inodoro.
- El punto más importante es que los boratos en pruebas de motor multicitlindro al mostrar una reducción en la fricción esto nos representa una economía de combustible aproximadamente del 4% al agregar un 1% en

peso de este tipo de aditivos.

Esta economía de combustible en pruebas de campo se ha verificado hasta la fecha en 4 carros que ya han completado más de 100,000 Kms.

CAPITULO Nº 5

PRUEBAS FISICAS Y QUIMICAS.

En cualquier proceso de fabricación, es indispensable disponer de algún medio para controlar las características del producto que se está elaborando. Esto también ocurre con los lubricantes.

Algunos de los primeros ensayos, como la gravedad específica todavía están en uso, pero ha sido necesario idear muchas otras pruebas para mantener un estricto control de los diversos productos.

Como un medio para facilitar la valuación y racionalización de los métodos de ensayo para toda clase de materiales, entre los que se incluyen los derivados del petróleo se organizó hace tiempo la American Society for Testing Materials (ASTM) acerca de los cuales hablaremos en este capítulo.

Las pruebas a que se somete una muestra en los laboratorios de las diferentes compañías, se realizan siguiendo la secuencia del diagrama de flujo que se anota a continuación, pero esto no indica que las pruebas se hayan ido registrando en orden de importancia, sino la mayor fluidez y velocidad de las pruebas, que solo lo da la experiencia.

A continuación el diagrama de flujo de las diferentes Pruebas Físicas a que se somete una muestra de aceite lubricante.

En adelante las pruebas se irán desglosando en orden de importancia para un lubricante :

5.1. La Viscosidad.

Es la propiedad mas importante de un lubricante. Se define como la fricción fluída, o sea la resistencia interna al desplazamiento que ofrece un líquido y en el caso del aceite además determina su capacidad para soportar la carga.

La Viscosidad influye mucho en el grado de fuerza motriz que es absorbida por la fricción fluída y en la intensidad del calor que se genera en los cojinetes por dicha fricción.

También regula el cierre de la película de aceite entre las paredes del cilindro y los aros del pistón e influye en el consumo de aceite.

Para cualquier tipo de motor lo más importante en el aspecto de lubricación es la viscosidad correcta.

De ahí que es esencial comprender que es la viscosidad cómo se mide y por qué influye en tan diversos factores de rendimiento.

Medición de la Viscosidad en la Práctica.

Se determina midiendo el grado en que un líquido fluye bajo una presión determinada o bajo la fuerza de la gravedad, que para efectos prácticos es una fuerza constante.

Este método se basa en que el grado de fluidez será proporcionalmente inverso a la resistencia que oponga el líquido al moverse, por eso es que

se piensa en hablar de la viscosidad en términos de tiempo más que considerarla como una fuerza o resistencia.

Con todos los métodos de medición de la viscosidad, es posible por medio de la apreciación del grado en que fluye un aceite, calcular la resistencia que dicho aceite opondrá al movimiento, con la única limitación de exactitud, resultante de la mayor o menor perfección del propio método de ensayo.

5.1.1. VISCOSIDAD SAYBOLT. Son varios los instrumentos diseñados para medir la viscosidad.

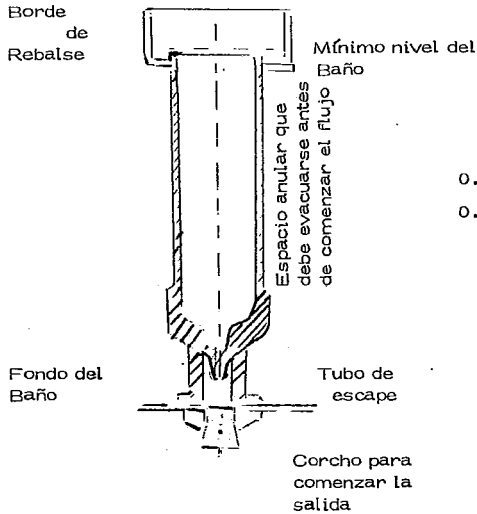
Entre los más usados están los aparatos Engler y Redwood, pero en Estados Unidos se adoptó ya hace tiempo el viscosímetro Saybolt, que ahora empieza a ser desplazado por los viscosímetros cinemáticos de mayor exactitud, pero como aún se convierten las cifras de éste último tipo a la equivalencia en segundos Saybolt, este y los viscosímetros cinemáticos son de interés general.

De acuerdo a la medición efectuada por el instrumento Saybolt, (Ensayo oficial D-88 - 56 ASTM) la viscosidad expresa el tiempo en segundos requerido por un determinado volumen de aceite para fluir, a una temperatura también determinada, a través de un pequeño tubo, contando únicamente con la fuerza de la gravedad.

Aunque el viscosímetro Saybolt tiene varias partes esenciales (ver siguientes figura 1) en síntesis puede describirse como un recipiente de aproximadamente 28 mm de diámetro y

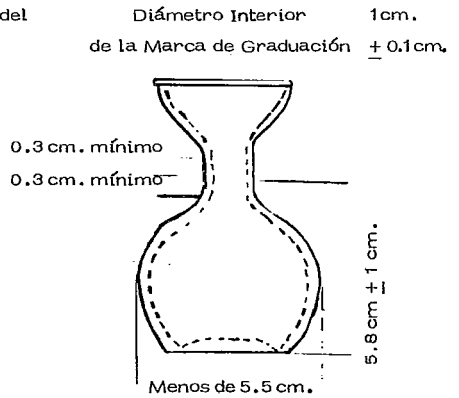
12 mm de largo. La parte superior de ese recipiente está -
construida de tal forma, que puede llenarse a un nivel muy -
exacto y cuando se retira el corcho que tapa el tubo de escape,
el aceite ensayado fluye hacia una redoma receptora llenándola
hasta un nivel indicado en el cuello de la misma.

Fig. 1a



Corte Seccional del Tubo de Aceite del Aparato Saybolt

Fig. 1b



Redoma Receptora

Como la viscosidad de los líquidos varía entre límites muy grandes de acuerdo con los cambios de temperatura, es absolutamente esencial mantener durante la prueba de viscosidad, un control exacto de la temperatura del aceite, por lo que el recipiente en forma de tubo que contiene ese producto se coloca dentro de un baño especial equipado con un agitador y otros accesorios para mantener una temperatura exacta y constante.

Para efectuar la prueba se llena el tubo con el aceite que se va a ensayar, filtrándolo previamente con una malla muy fina para extraer todo vestigio de suciedad. Una vez que el aceite se calienta hasta la temperatura deseada para el ensayo, el exceso que queda encima del borde de rebalse del tubo recipiente se extrae por aspiración de manera que el tubo quede lleno exactamente hasta el rebalse. Después se retira el corcho del fondo del tubo y con un cronómetro se registra el tiempo en segundos necesarios para llenar la redoma receptora hasta su marca de graduación (60 cm³ de graduación).

El número de segundos registrado es la viscosidad Saybolt del aceite ensayado a la temperatura de la prueba.

Estos resultados se consideran inexactos principalmente cuando se trata de cifras abajo de 200 segundos. Aumentando el margen de inexactitud a medida que las cifras de tiempo son menores, hasta que debajo de 40 segundos las indicaciones de este aparato carecen de valor, hasta el punto de que cifras menores de 28 segundos no pueden obtenerse ni aún para los líquidos más fluidos.

Este hecho da lugar a la creencia equivocada de que todos los aceites sometidos a altas temperaturas tienen la misma viscosidad, cuando en realidad las diferencias entre uno y otro producto a esas temperaturas pueden ser muy considerables.

- 5.1.2. VISCOSIDAD REDWOOD. Se trata de un aparato similar al instrumento Saybolt, y como este la viscosidad se mide también por tiempo en segundos.

La principal diferencia es que en el viscosímetro Redwood la cantidad de aceite que pasa a través del tubo de descarga es de 50 cm^3 en lugar de 60 cm^3 .

En la determinación de viscosidades mediante este aparato se producen las mismas causas de error mencionadas en el caso del viscosímetro Saybolt.

- 5.1.3. VISCOSIDAD ENGLER. Este método se basa también en el tiempo que toma determinada cantidad de aceite para fluir a través de un conductor pequeño.

La cantidad que debe fluir es 200 cm^3 y el tiempo en segundos se convierte en grados Engler, dividiéndole por lo que tarda en fluir por el mismo aparato un volumen igual de agua a la temperatura de 20°C (este tiempo generalmente se calcula en 51 segundos).

Los resultados obtenidos en el aparato Engler se aproximan más a la viscosidad verdadera que los obtenidos en los aparatos anteriores.

- 5.1.4. VISCOSIDAD ABSOLUTA. La medida real de una viscosidad es mediante unidades de fuerza, superficie, grosor de película de aceite y velocidad.

La viscosidad absoluta representa la viscosidad real de un líquido y se obtiene por el tiempo que tarda en pasar un líquido a través de tubos capilares estrechos.

Mediante fórmulas de cálculo y tomando debida cuenta de la gravedad específica, esa medida de tiempo queda convertida en la unidad de expresión poise que representa la fuerza en dinas necesaria para mover una superficie de 1 cm^2 , sobre otra superficie de igual área, a una velocidad de 1 cm/seg. , habiendo entre ambos una separación de una película de líquido de 1 cm de espesor.

Se utiliza la centésima parte del poise porque la viscosidad o resistencia de las películas de aceite movidas tan lentamente alcanza solo fracciones de un poise.

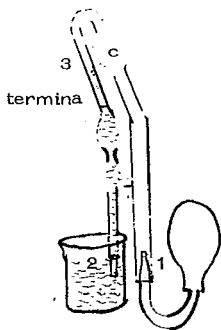
En el tubo capilar de la viscosidad absoluta, el agua pura destilada a la temperatura de 20°C tiene un valor aproximado de 1 centipoise.

- 5.1.5. VISCOSIDAD CINEMATICA. En el método Saybolt el aceite fluye con su propio peso específico.

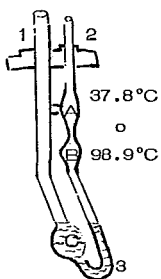
Para controlar la viscosidad real o absoluta con cualquier instrumento donde el aceite fluye por la fuerza de la gravedad es necesario corregir las diferencias de peso de acuerdo a la gravedad específica del líquido.

Fig. 2

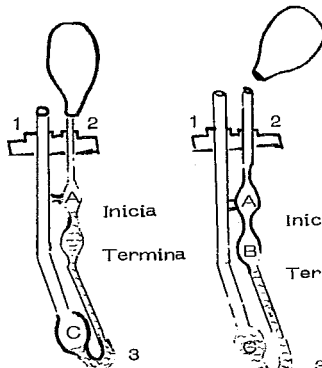
- 64 -



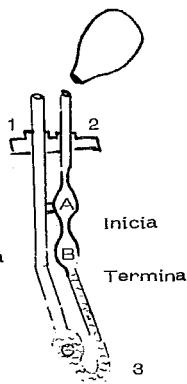
Método de Cargar la Muestra



Se coloca en un baño a temperatura constante



Se ajusta la altura 5 mm arriba de la marca inicial



Se anota el tiempo en segundos desde la marca

Las partes principales del aparato modificado de Ostwald están formadas por un sistema de tubos comunicantes de vidrio, 3 depósitos, A, B y C, y un tubo capilar que conecta los depósitos B y C. El diámetro del tubo capilar varía según se trate de un líquido de viscosidad liviana, mediana o pesada, pero siempre es lo suficientemente estrecho como para que la velocidad a que fluye el aceite a través del mismo no exceda de cierto límite.

Por esta razón se usan diferentes tamaños de tubos capilares, para abarcar toda la serie de viscosidades de los aceites lubricantes.

Un valor calculado por el tiempo de la afluencia en segundos, a través de un tubo capilar sin haber efectuado la corrección por las diferencias de gravedad específica es lo que se llama viscosidad cinemática.

Viscosidad Absoluta = Viscosidad Cinemática x Peso Específico.

Los valores de la escala cinemática han sido denominadas centistokes.

Existen varios instrumentos para determinar la viscosidad cinemática, todos han sido aprobados como métodos provisionales (D 445-53-T).

El viscosímetro modificado de Ostwald es el de uso más común y ha sido adoptado oficialmente por los diversos laboratorios de E.E.U.U.

Al igual que los demás viscosímetros, el aparato de viscosidad cinemática se sumerge en un baño de calefacción, para mantener el aceite mientras dura la prueba a una temperatura exacta y constante.

Procedimiento.- Con el instrumento invertido se sumerge uno de los extremos (2) en la muestra del aceite, mediante succión por el otro extremo (1) se hace penetrar una cantidad suficiente para llenar los depósitos A y B, hasta que el aceite llegue a un nivel indicado en el tubo capilar.

Luego el aparato se vuelve a su posición normal y se coloca dentro del baño de calefacción a tal profundidad que cubra el depósito A. El aceite fluye entonces hasta el depósito C del viscosímetro y cuando ha alcanzado la temperatura establecida, mediante succión por el otro extremo (2) se pasa hasta que el nivel superior del aceite quede aproximadamente 6 mm. arriba de la línea entre los depósitos A y B.

Se interrumpe entonces la succión y se anota el tiempo en segundos, que tarda el nivel del aceite para descender de la línea entre los depósitos A y B hasta la línea debajo del depósito B.

La cifra anotada multiplicada por una constante del aparato es la viscosidad cinemática del aceite en centistokes a la temperatura de la prueba.

Este valor multiplicado por la gravedad específica del aceite,

a la misma temperatura, se convierte en viscosidad absoluta en centipoises ; también puede convertirse a segundos Saybolt, segundos Redwood y grados Engler mediante tablas de la ASTM. A continuación observamos ejemplos de tablas que nos muestran las equivalencias que existen entre las diferentes formas que existen de medir las viscosidades tanto para bajas viscosidades como por ejemplo SSU (segundos Saybolt Universal) y para alta viscosidad segundos Saybolt Furol.

A continuación daremos un ejemplo de la viscosidad de los principales tipos de aceites automotores para cárter.

Límites de Viscosidad en Segundos Saybolt Universal (SUS)

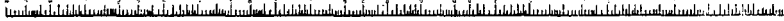
SAE Núm. de Viscosidad	a 0°F		a 210°F	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
5W		4000		
10W	6000	menos de 12000		
20W	12000	48000		
20			45	menos de 58
30			58	menos de 70
40			70	menos de 85
50			85	110

TABLA DE CONVERSION DE VISCOSIDAD

Viscosidad cinemática en centistokes

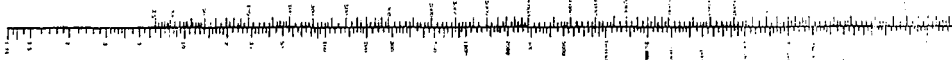


Segundos Saybolt Universal

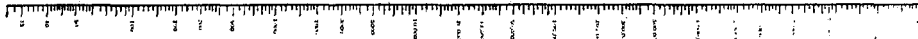


Viscosidad absoluta en Centipoises

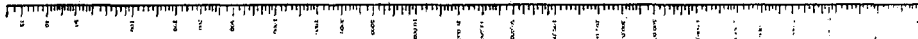
Segundos Saybolt Furoi



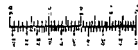
Grados Engler



Segundos Redwood No. 1



Gravedad específica



Grados API

Segundos Saybolt Universal



INSTRUCCIONES

Para convertir de una escala de viscosidad a otra, se debe multiplicar la cantidad absoluta de ν y a la misma temperatura, ponga una regla al través de la tabla de manera que el borde superior de la viscosidad sea escalar Saybolt Universal que se hallan en ambos extremos de la tabla. Las viscosidades convertidas pueden observarse a lo largo del borde superior de la tabla. Para convertir de Saybolt Universal a viscosidad absoluta, coloque la regla a manera de que el borde inferior de la viscosidad sea escalar Saybolt Universal que se hallan en ambos extremos de la tabla. La viscosidad absoluta a la que corresponde puede observarse a lo largo del borde inferior de la tabla. Para convertir de grados API a viscosidad absoluta, ponga una regla al través de la intersección de la línea con la escala de viscosidad absoluta.

Viresidad Observada en Centésimas	Viresidad Observada en Centésimas			Viresidad Observada en Centésimas			Viresidad Observada en Centésimas	Viresidad Observada en Centésimas			Viresidad Observada en Centésimas			Viresidad Observada en Centésimas
	100 F	200 F	300 F	100 F	200 F	300 F		100 F	200 F	300 F	100 F	200 F	300 F	
30.09	141.5	142.5	124	125	126	146	37.00	172.1	174.2	152	153	155	4.97	
30.10	142.0	142.0	125	125	127	147	37.10	172.0	174.7	152	153	155	4.98	
30.20	142.5	143.4	125	126	127	147	37.20	173.1	175.2	153	154	156	5.00	
30.30	142.5	143.5	125	126	126	147	37.30	174.0	176.0	153	154	156	5.01	
30.40	143.0	143.5	125	126	126	147	37.40	174.5	177.1	153	154	156	5.02	
30.50	143.5	143.7	125	127	128	147	37.50	175.1	178.5	154	155	157	5.03	
30.4.4	144.2	145.5	125	125	129	147	37.60	175.6	179.4	154	155	157	5.04	
30.5.2	144.5	145.6	125	125	129	147	37.70	176.3	179.5	154	155	157	5.05	
30.8.0	145.1	146.4	125	128	128	148	37.80	176.7	179.7	154	155	158	5.07	
30.9.0	145.5	146.5	128	128	129	148	37.90	177.2	180.1	154	155	158	5.08	
31.00	146.0	147.0	123	126	127	148	38.00	177.8	180.8	154	157	159	5.10	
31.10	146.4	147.4	125	129	131	148	38.10	178.5	181.2	154	157	159	5.11	
31.20	146.8	147.5	128	130	131	148	38.20	178.8	181.7	154	157	159	5.12	
31.30	147.3	148.3	129	130	132	148	38.30	179.0	182.2	154	158	160	5.14	
31.40	147.8	148.8	130	130	132	148	38.40	179.5	182.7	154	158	161	5.15	
31.50	148.2	149.2	130	131	135	147	38.50	179.8	183.1	154	159	161	5.16	
31.60	148.7	149.7	130	131	133	148	38.60	180.4	183.6	154	159	161	5.17	
31.70	149.1	150.1	131	132	135	148	38.70	180.8	184.0	154	159	162	5.18	
31.80	149.6	150.6	131	132	133	148	38.80	181.3	184.5	154	159	162	5.21	
31.90	150.0	151.0	132	132	134	147	38.90	181.7	185.0	154	159	163	5.21	
32.00	150.5	151.5	132	133	135	147	39.00	182.2	185.5	154	161	164	5.22	
32.10	150.9	152.0	132	133	135	147	39.10	182.7	186.0	154	161	164	5.23	
32.20	151.4	152.4	133	134	135	146	39.20	183.1	186.5	154	161	164	5.24	
32.30	151.8	152.9	133	134	136	146	39.30	183.6	187.0	154	161	164	5.25	
32.40	152.3	153.3	134	134	146	147	39.40	184.0	187.5	154	161	164	5.27	
32.50	152.7	153.8	134	135	147	147	39.50	184.5	188.0	154	162	165	5.29	
32.60	153.2	154.2	134	135	147	147	39.60	184.9	188.2	154	163	165	5.30	
32.70	153.6	154.7	135	136	147	147	39.70	185.4	188.5	154	163	165	5.31	
32.80	154.1	155.1	135	136	148	147	39.80	185.8	188.7	154	163	165	5.33	
32.90	154.5	155.5	136	136	148	145	39.90	186.3	189.5	154	163	167	5.34	
33.00	155.0	156.0	136	137	149	145	40.00	186.8	189.0	154	164	167	5.35	
33.10	155.4	156.5	136	137	149	147	40.10	187.2	189.5	154	164	167	5.36	
33.20	155.8	156.9	137	138	149	145	40.20	187.7	189.9	154	165	168	5.38	
33.30	156.3	157.4	137	138	149	145	40.30	188.1	190.4	154	165	168	5.39	
33.40	156.8	157.8	137	138	146	145	40.40	188.6	189.8	154	165	169	5.40	
33.50	157.2	158.3	138	139	141	142	40.50	189.0	190.3	154	166	169	5.42	
33.60	157.7	158.8	138	139	141	142	40.60	189.5	190.8	154	166	170	5.43	
33.70	158.2	159.2	139	140	141	142	40.70	189.9	191.2	154	166	170	5.44	
33.80	158.6	159.7	139	140	142	142	40.80	190.4	191.7	154	167	171	5.46	
33.90	159.1	160.1	139	140	142	142	40.90	190.9	192.1	154	167	171	5.47	
34.00	159.5	160.6	139	141	143	143	41.00	191.3	192.5	154	168	171	5.48	
34.10	159.9	161.0	140	141	143	143	41.10	191.8	193.1	154	168	172	5.49	
34.20	160.3	161.5	141	141	144	144	41.20	192.2	193.5	154	168	172	5.51	
34.30	160.8	161.9	141	142	144	144	41.30	192.7	194.0	154	169	173	5.52	
34.40	161.3	162.4	141	142	144	144	41.40	193.1	194.4	154	169	174	5.53	
34.50	161.8	162.9	142	143	145	145	41.50	193.6	194.9	154	170	174	5.55	
34.60	162.2	163.3	142	143	145	145	41.60	194.1	195.4	154	170	174	5.56	
34.70	162.7	163.8	143	143	145	145	41.70	194.5	195.8	154	171	174	5.57	
34.80	163.1	164.2	143	144	146	146	41.80	195.0	196.3	154	171	175	5.58	
34.90	163.5	164.7	143	144	146	146	41.90	195.4	196.7	154	171	175	5.60	
35.00	164.0	165.1	144	145	147	147	42.00	195.9	197.2	154	172	176	5.61	
35.10	164.5	165.6	144	145	147	147	42.10	196.3	197.7	154	172	176	5.62	
35.20	164.9	166.0	145	145	147	147	42.20	196.8	198.1	154	173	176	5.63	
35.30	165.4	166.5	145	146	148	148	42.30	197.2	198.6	154	173	177	5.65	
35.40	165.8	167.0	145	146	148	148	42.40	197.7	199.0	154	173	177	5.66	
35.50	166.3	167.4	146	147	149	147	42.50	198.2	199.5	154	175	178	5.67	
35.60	166.7	167.9	146	147	149	147	42.60	198.6	200.0	154	175	178	5.69	
35.70	167.2	168.3	146	147	149	147	42.70	199.0	200.5	154	176	178	5.70	
35.80	167.7	168.8	147	148	150	148	42.80	199.5	201.0	154	176	179	5.71	
35.90	168.1	169.2	147	148	150	148	42.90	200.0	201.5	154	177	179	5.72	
36.00	168.5	169.7	148	149	151	148	43.00	200.5	202.0	154	177	179	5.73	
36.10	169.0	170.1	148	149	151	148	43.10	201.0	202.5	154	177	180	5.75	
36.20	169.5	170.6	148	149	151	148	43.20	201.5	203.0	154	177	180	5.76	
36.30	169.9	171.1	149	150	152	148	43.30	202.0	203.5	154	177	181	5.78	
36.40	170.4	171.5	149	150	152	148	43.40	202.5	204.0	154	177	181	5.79	
36.50	170.8	172.0	150	151	153	149	43.50	203.0	204.5	154	178	181	5.80	
36.60	171.3	172.4	150	151	153	149	43.60	203.5	205.0	154	178	182	5.81	
36.70	171.7	172.9	151	152	154	149	43.70	204.0	205.5	154	178	182	5.82	
36.80	172.2	173.3	151	152	154	149	43.80	204.5	206.0	154	179	183	5.84	
36.90	172.6	173.8	151	152	154	149	43.90	205.0	206.5	154	181	183	5.85	

5.2. Índice de Viscosidad.

Es un sistema empírico para determinar la resistencia relativa de un aceite al incrementar o disminuir su viscosidad con el cambio de temperatura.

El valor numérico de este sistema está referido a una serie de aceites típicos de Pensilvania, a los cuales se les asignó un valor de índice de viscosidad de 100 y a una serie de aceites nafténicos, a los cuales se les asignó un valor de índice de viscosidad cero.

Para calcular el índice de viscosidad generalmente se hace por medio de tablas ASTM, las cuales están calculadas con la viscosidad a 37.8°C y 98.9°C.

O bien se puede emplear la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Viscosidad (I.V.)} = \frac{L - U}{L - H} \times 100$$

Donde:

U = Viscosidad a 100°F del aceite al cual se le va a calcular el índice de viscosidad.

L = Viscosidad a 100°F de un aceite de índice de viscosidad igual a cero, teniendo la misma viscosidad a 210°F que el aceite al que se le va a calcular el índice de viscosidad.

H = Viscosidad a 100°F de un aceite de índice de viscosidad igual a 100, teniendo la misma viscosidad a 210°F que el aceite al cual se le va a determinar el índice de viscosidad.

Las cifras del índice de viscosidad acusarán mayores márgenes de error que los que existen en los cálculos de viscosidad. Además, que para aceites livianos los pequeños errores en la viscosidad Saybolt a 98.9°C, darían como resultado errores mayores en el cálculo de índice de viscosidad.

Por lo tanto se recomienda utilizar la viscosidad cinemática en la prueba.

Significado del Índice de Viscosidad.

Cuando es importante poner fácilmente en marcha un motor, son preferibles los aceites de alto índice de viscosidad, también los aceites de este tipo correctamente refinados tienen mayor estabilidad química con temperaturas altas.

Como vimos en capítulos anteriores existen los aditivos químicos, que tienen la particularidad de mejorar el índice de viscosidad de un aceite; generalmente se les utiliza en proporciones muy pequeñas, en la obtención de aceites tipo multigrado en los cuales se requieren índices de viscosidad de 135 y 140.

Si tenemos en cuenta las siguientes consideraciones sobre los índices de viscosidad:

I.V. Bajo.- Desde abajo de 0 hasta 40 o 50.

I.V. Moderado.- De 50 a 90.

I.V. Elevado.- Arriba de 90.

En los aceites para motor de tipo regular no se necesita agregarles adi-

tivos mejoradores del índice de viscosidad, pues poseen índices de 95 y 100, los cuales son bastante satisfactorios.

A continuación se presentan algunas tablas utilizadas para el cálculo de Índice de Viscosidad.

TABLE I
BASIC VALUES OF L AND D FOR KINEMATIC VISCOSITY

Kinematic Viscosity at 210 F, cs	L	D (L-II)	Kinematic Viscosity at 210 F, cs	L	D (L-II)	Kinematic Viscosity at 210 F, cs	L	D (L-II)
2.00	8.370	1.745	7.50	90.80	39.03	13.00	257.32	125.96
2.10	9.061	1.905	7.60	89.23	40.20	13.10	260.81	127.95
2.20	9.771	2.073	7.70	101.69	41.51	13.20	264.30	129.97
3.30	10.507	2.249	7.80	104.21	42.80	13.30	267.04	132.01
2.40	11.267	2.429	7.90	106.67	44.05	13.40	271.47	134.03
2.50	12.053	2.617	8.00	109.10	45.32	13.50	275.04	136.08
2.60	12.865	2.814	8.10	111.76	46.66	13.60	278.01	138.13
2.70	13.702	3.017	8.20	114.38	48.01	13.70	282.21	140.20
2.80	14.563	3.225	8.30	116.98	49.36	13.80	285.85	142.29
2.90	15.451	3.442	8.40	119.63	50.75	13.90	289.45	144.30
3.00	16.364	3.667	8.50	122.24	52.08	14.00	293.07	146.45
3.10	17.302	3.898	8.60	124.85	53.44	14.10	296.76	148.53
3.20	18.255	4.135	8.70	127.48	54.82	14.20	300.45	150.73
3.30	19.254	4.379	8.80	130.14	56.22	14.30	304.11	152.85
3.40	20.268	4.630	8.90	132.85	57.64	14.40	307.78	154.98
3.50	21.307	4.889	9.00	135.51	59.04	14.50	311.51	157.15
3.60	22.373	5.150	9.10	138.19	60.44	14.60	315.26	159.33
3.70	23.462	5.428	9.20	140.88	61.87	14.70	318.97	161.49
3.80	24.578	5.708	9.30	143.63	63.33	14.80	322.75	163.70
3.90	25.718	5.994	9.40	146.33	64.76	14.90	326.54	165.92
4.00	26.89	6.30	9.50	149.04	66.20	15.00	330.34	168.14
4.10	28.14	6.69	9.60	151.76	67.65	15.10	334.26	170.44
4.20	29.45	7.12	9.70	154.53	69.13	15.20	338.19	172.75
4.30	30.83	7.60	9.80	157.34	70.64	15.30	342.09	175.05
4.40	32.29	8.14	9.90	160.09	72.10	15.40	345.89	177.24
4.50	33.85	8.75	10.00	162.89	73.59	15.50	349.87	179.59
4.60	35.49	9.43	10.10	165.78	75.17	15.60	353.97	182.00
4.70	37.21	10.17	10.20	168.71	76.70	15.70	357.92	184.39
4.80	39.00	10.95	10.30	171.59	78.22	15.80	361.94	186.77
4.90	40.85	11.78	10.40	174.51	79.90	15.90	365.97	189.16
5.00	42.74	12.63	10.50	177.48	81.52	16.00	370.02	191.56
5.10	44.68	13.52	10.60	180.39	83.10	16.10	374.19	194.04
5.20	46.64	14.42	10.70	183.33	84.70	16.20	378.37	196.53
5.30	48.62	15.34	10.80	186.30	86.32	16.30	382.52	199.00
5.40	50.61	16.27	10.90	189.30	87.95	16.40	386.68	201.47
5.50	52.61	17.21	11.00	192.30	89.61	16.50	390.91	204.02
5.60	54.61	18.15	11.10	195.36	91.29	16.60	395.15	206.56
5.70	56.61	19.09	11.20	198.47	93.00	16.70	399.35	209.07
5.80	58.61	20.03	11.30	201.62	94.74	16.80	403.63	211.64
5.90	60.61	20.97	11.40	204.71	96.45	16.90	407.92	214.22
6.00	62.61	21.91	11.50	207.83	98.17	17.00	412.22	216.81
6.10	64.61	22.85	11.60	210.96	99.90	17.10	416.60	219.45
6.20	66.61	23.79	11.70	214.12	101.67	17.20	421.04	222.12
6.30	68.61	24.72	11.80	217.32	103.44	17.30	425.50	224.82
6.40	70.61	25.65	11.90	220.55	105.21	17.40	430.02	227.46

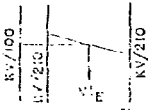
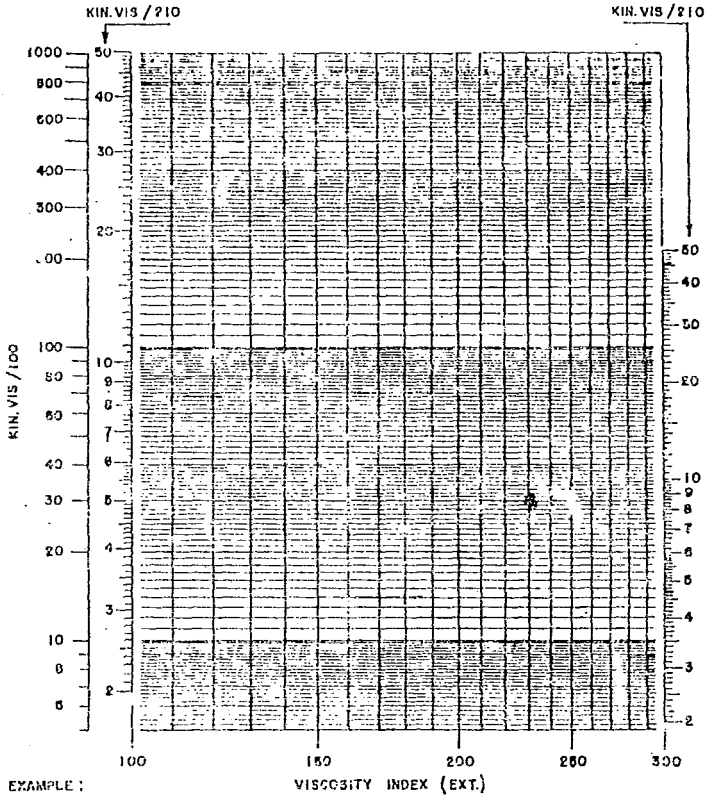


FIG. 1.—Viscosity Index Extension Above 100 Viscosity Index.

Una rápida evaluación de el índice de viscosidad puede ser hecha mediante esta figura.

Para usar este nomograma se localiza la viscosidad cinemática en centistokes a 210°F en la escala a ambos lados de la carta. Una línea recta se tiende a través de la carta entre estos 2 puntos.

La viscosidad cinemática a 100°F se localiza y se traza una línea horizontal a través de la carta.

La intersección de estas 2 líneas nos da el índice de viscosidad que es indicada por una línea vertical descendente que se inicia en la intersección de las 2 líneas anteriores.

5.3. Punto de Fluidez.

Esta propiedad es importante en los aceites combustibles para motores diesel sobre todo, y para establecer un índice de la misma se ideó el método llamado "Prueba de Fluidez", (o prueba de congelación) que indica la temperatura mínima a la que puede fluir un aceite (Método oficial D-97-57 ASTM).

Procedimiento.- Para este método se usa un recipiente de vidrio de aproximadamente 32 mm (1 1/4 pulgada) de diámetro, por 11.5 a 12.7 cms. (4 1/2 a 5 pulgadas) de altura llenándolo hasta una altura de 5 a 5.7 cms. (2 a 2 1/2 pulgs.) con el aceite a ensayar.

En la figura, este recipiente (a) aparece en el baño de enfriamiento. Después de enfriarse en baños sucesivos cada uno de los cuales produce una temperatura progresivamente menor, y poco antes de llegar al punto mínimo de fluidez esperado, se controla cada 5 o 10°F la tendencia del aceite a fluir o moverse al inclinar el recipiente.

La temperatura menor indicada por el termómetro antes de que el aceite cese de fluir, se denomina punto mínimo de fluidez o punto de congelación. Si por ejemplo el aceite fluye a 25°F y no se mueve a 20°F, el punto de fluidez es de 25°F.

Los valores del punto de fluidez siempre se dan en temperaturas múltiplos de 5°F y nunca a temperaturas intermedias tales como 12°F, 17°F, etc.

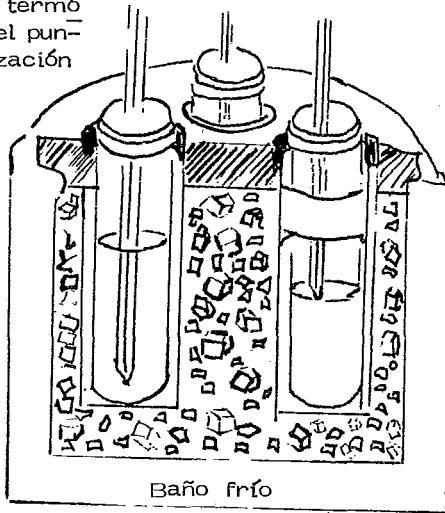
Existe un "Punto de Nebulización", que es cuando la temperatura a la cual la parafina, u otro compuesto solidificable presente en el aceite, -

empieza a cristalizarse o a separarse de la solución cuando el aceite es enfriado bajo condiciones específicas. Los aceites que están libres de parafina o que contienen pequeñas cantidades, como los aceites nafténicos, no muestran punto de nebulización.

Fig. 3

Posición del termómetro para el punto de Nebulización

Posición del termómetro para el punto de Congelación



Aparato para el punto de Nebulización y Congelación

PUNTO DE CONGELACION

Fig. 4



La superficie no se mueve durante 5 segundos

Relación del Punto de Fluidez con los Resultados en la Práctica.

- 1º Aún siguiendo perfectamente las normas de la ASTM pueden variar los resultados en 5°F y hasta 10°F en diferentes lubricantes.
- 2º Si se usa hielo seco esto afecta al aceite enfriándolo muy rápido e indicando un punto de fluidez más rápido y erróneo, que si lo enfriamos lentamente.
- 3º En el pequeño recipiente cilíndrico que se utiliza en la prueba de fluidez, la fuerza que tiende a producir la afluencia es mucho menor que la existente en el interior de un motor, por lo que en este último aumentará la tendencia a fluir.

La ASTM comenta lo siguiente: El punto de fluidez es una indicación de la temperatura, abajo de la cual no se puede verter o extraer un aceite de su recipiente, o más abajo de la cual podría ser peligroso usar el aceite en sistemas de lubricación a gravedad, donde la caída que tiende a producir la afluencia es pequeña.

En el ensayo de fluidez, el aceite mientras se enfría, está en completo reposo y el ensayo se efectúa sobre una muestra de aproximadamente 35 g, mientras que en un sistema a circulación el volumen de aceite puede llegar a varios centenares de litros y están en continuo movimiento.

Por todos estos motivos, un lubricante puede en la práctica dar mejores resultados que los determinados.

Es importante el punto de fluidez sobre todo para las compras de aceite

para máquinas frigoríficas, porque permite descartar los productos con temperatura de congelación superiores a las normales de los evaporadores.

Su importancia está justificada porque en determinado momento, el aceite en las máquinas frigoríficas está sometido a condiciones muy semejantes a las características de la prueba de fluidez.

5.4. Peso Específico. (Ensayo Oficial D-287-55 ASTM)

Sirve para comparar el peso de un volumen determinado de una sustancia con el de un volumen igual de agua.

El peso específico nos interesa conocerlo debido a que los productos líquidos derivados del petróleo se venden por volumen. Para determinar el volumen correcto debe conocerse el peso específico.

Existen 2 métodos :

1. El 1º es en forma de densidad o sea comparando el peso del producto con el peso de un volumen igual de agua destilada a la misma temperatura, la cual es generalmente de 15.5°C (60°F).
2. El otro método se emplea únicamente para los productos del petróleo y es el método API (American Petroleum Institute) que expresa la densidad en grados y está basado en una escala convencional, en la cual el agua tiene un valor de 10 grados y los líquidos más livianos números mayores.

La conversión a densidad API de la densidad específica es con la fórmula:

$$\text{Densidad API} = \frac{141.5}{\text{Peso Específico a } 60^{\circ}\text{F (15.5}^{\circ}\text{C)}} - 131.5$$

En la tabla siguiente aparecen indicados para una serie de valores en densidad API, sus equivalencias en peso específico, convertidas de acuerdo a la fórmula mencionada anteriormente.

Como prácticamente todos los productos del petróleo son más livianos que el agua, en el peso específico acusan valores debajo de 1, mientras que en la escala API sus pesos específicos son superiores a 10.

TABLA DE EQUIVALENCIAS
DE DENSIDAD API CON PESO ESPECIFICO

°API	Peso Esp.	°API	Peso Esp.	°API	Peso Esp.
10	1.000	27	0.893	44	0.806
11	0.993	28	0.887	45	0.802
12	0.986	29	0.882	46	0.797
13	0.979	30	0.876	47	0.793
14	0.972	31	0.871	48	0.788
15	0.966	32	0.865	49	0.784
16	0.959	33	0.860	50	0.780
17	0.953	34	0.855	51	0.775
18	0.947	35	0.850	52	0.771
19	0.940	36	0.845	53	0.767
20	0.943	37	0.840	54	0.763
21	0.928	38	0.835	55	0.759
22	0.922	39	0.830	56	0.755
23	0.916	40	0.825	57	0.751
24	0.910	41	0.820	58	0.747
25	0.904	42	0.816	59	0.743
26	0.898	43	0.811	60	0.739



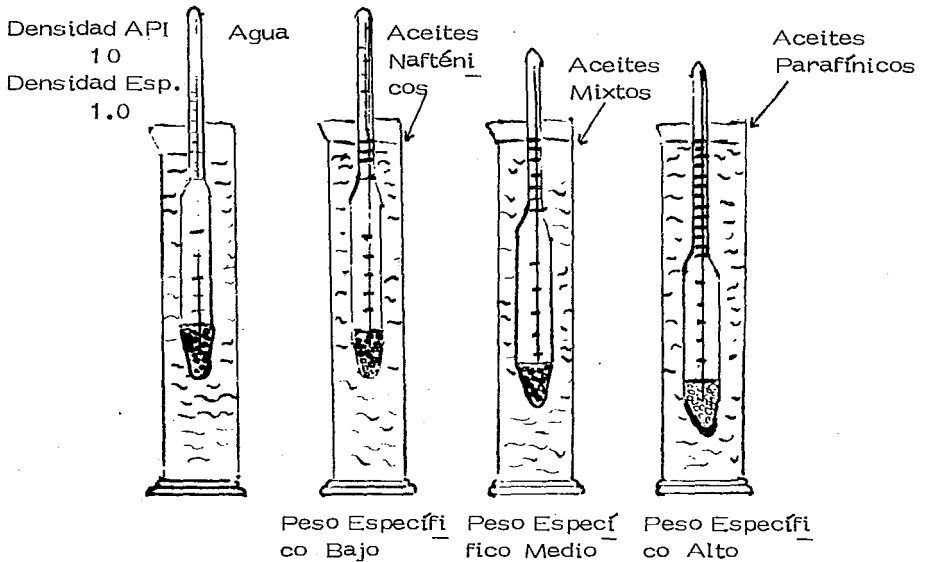
Medición de la densidad.- Para controlar la densidad de un líquido se usa un hidrómetro que puede estar graduado en cualquiera de las 2 escalas citadas anteriormente.

Un hidrómetro es básicamente un tubo de vidrio con una pesa en el fondo y una escala de valores a lo largo de su parte superior.

La profundidad a la que flota en un líquido determinado, indica la densidad de ese líquido a la temperatura de la prueba.

Los hidrómetros marcados Peso Esp. 60/60°F Petróleo, se destinan para determinar pesos específicos a 60°F, con relación al agua también a 60°F y cuando los valores son también tomados a 60°F.

Fig. 5



5.5. Punto de Inflamación y Combustión.

El hecho de que si el aceite de quemar contenía gasolina, se inflamaba y entraba en combustión, dio origen a los términos "Pruebas de Inflamación y de Combustión".

Actualmente para verificar la inflamabilidad de la querosina de los aceites combustibles o de los disolventes minerales, se emplean los llamados aparatos para determinar la inflamación en copa cerrada.

A medida que se desarrollaron los lubricantes derivados del petróleo, - también a ellos se les extendió el uso de pruebas de inflamación como - medio de controlar la producción y clasificación de los productos.

En Estados Unidos, los puntos de inflamación y combustión de los aceites lubricantes se determinan casi exclusivamente por medio del aparato Cleveland, a copa abierta, compuesto por una copa de bronce de - 6.4 cms (2 1/2" in) de diámetro interno y 3.4 cms. (1 5/16") de profundidad con un reborde ancho.

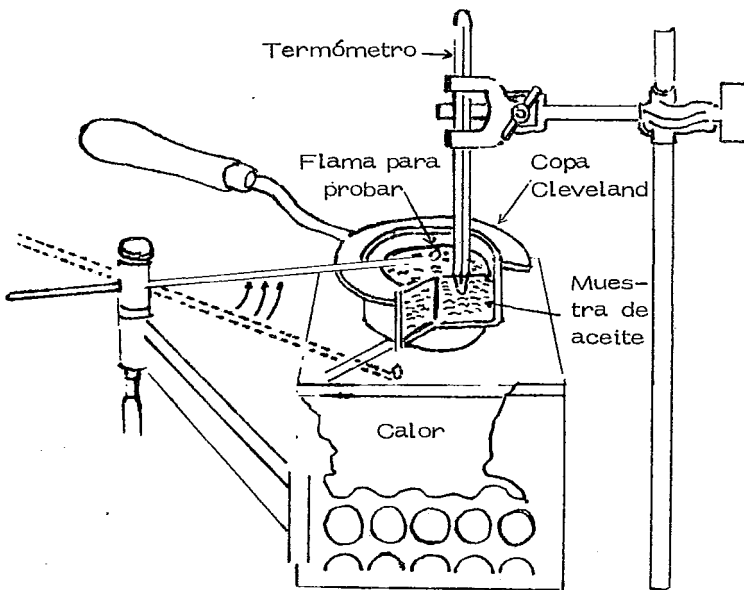
Procedimiento.- La prueba (Ensayo Oficial D-92-57 de ASTM) se inicia llenando el vaso hasta 9.5 mm (3/8") de su borde con el aceite y calentándolo sobre una placa, dispuesta de tal modo que los gases no puedan subir alrededor del vaso; cuando la temperatura se va acercando al punto de inflamación previsto para el aceite ensayado, se comienza a regular el aumento de la temperatura a razón de 10°F por minuto aprox.

Para inflamar, cualquier vapor que se desprenda de la superficie del aceite, se utiliza una llama de gas muy pequeña de forma globular, con

diámetro de 4 mm. a cada 5°F de aumento en la temperatura esta llama se pasa sobre la superficie del aceite.

La temperatura a la que aparece el fulgor se registra como "Punto de In flamación".

El "Punto de Combustión" se obtiene continuando el calentamiento hasta que al pasar la llama el fulgor se convierte en una combustión de toda la superficie del aceite, la que debe continuar por lo menos durante 5 segs.



Método de Copa Abierta Cleveland

Resultados Típicos

Productos de Petróleo	Temp. de Inflamación	Temp. de Combustión
Aceites Lubricantes	62 °C — 230 °C	120 °C — 260 °C
Aceites p/cilindros	260 °C — 371 °C	282 °C — 395 °C

Significado de las pruebas de Inflamación y Combustión.

Los aceites del cárter aún con muy pocos minutos de uso, generalmente demuestran una marcada disminución en su punto de inflamación original, debido a que ya contiene un agregado muy pequeño de combustible, produciéndose la evaporación e inflamación del combustible a una temperatura mucho mas baja que la necesaria para que ocurra lo propio con las fracciones más livianas del aceite.

Las pruebas de inflamación son muy útiles, para controlar procesos de elaboración de aceites por las mismas razones citadas en lo relativo a las pruebas de peso específico, y también sirven en conjunto con otras pruebas como un medio para identificar esos productos del petróleo.

Los estudios y métodos modernos de refinación y el uso de aditivos, hacen que pierda importancia el ensayo del punto de inflamación, para seleccionar un aceite de tipo básico de óptima calidad, siendo de mayor importancia la composición exacta y el método usado para refinarlo.

Utilidad.— La prueba de inflamación es importante para juzgar las condiciones de un aceite usado porque permite determinar el grado de dilución ocasionado por la presencia de combustible; en un aceite nuevo su valor es relativo, salvo en el caso de obtenerse un punto de inflamación demasiado bajo en relación a la viscosidad, lo que podría indicar que el

producto no es homogéneo, sino que consiste en una mezcla de aceites - muy livianos con otros más pesados.

5.6. Número de Neutralización. Prueba (D 974-58ASTM).

Se le considera como un número expresado en miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar el ácido contenido en 1 g de aceite.

La gran mayoría de productos del petróleo tienen vestigios de ácidos orgánicos.

Para determinar el grado de acidez o alcalinidad de un aceite, la ASTM ha creado un método, en el cual los compuestos ácidos son neutralizados con potasa cáustica o ácido clorhídrico según el caso.

Utilidad.- Esta prueba nos sirve principalmente para mostrar los cambios relativos en un aceite, bajo condiciones de oxidación. Mide el desarrollo de productos perjudiciales en los aceites.

Procedimiento.- Se llenan las buretas con las soluciones de titulación - ajustándolas exactamente a la marca cero. En un matraz Erlenmeyer - (300 c.c.) pesado previamente, se deposita una cantidad pesada de la - muestra.

Si el aceite es de coloración clara, se usa una muestra de 20 g, y si es de coloración oscura, se emplea una muestra de 2 g. Se agregan 100 - c.c. de disolvente (se prepara con 495c.c. de alcohol isopropílico y 5c.c. de agua destilada) de titulación y 30 gotas de solución indicadora de alfa-naftol benzeína al matraz agitando cuidadosamente la mezcla hasta que -

la muestra este completamente disuelta. Si la muestra es ácida tomará un color amarillo-anaranjado o un anaranjado subido y la titulación se debe hacer con una solución alcohólica de KOH 0.1 normal. Si la muestra toma un color verde o verde azulado, la titulación debe hacerse con una solución alcohólica de HCl, 0.1 normal, pues este color indica cualidades de base.

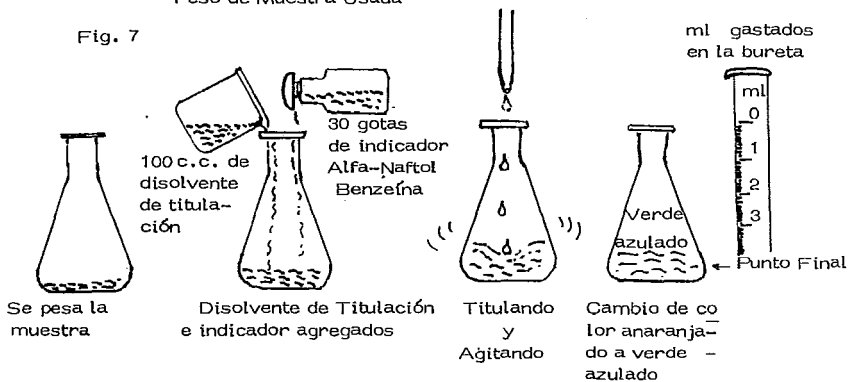
Con el color de solución anaranjado, agréguese lentamente la solución de KOH gota a gota, agitando cuidadosamente, hasta llegar al punto final, que será verde o verde azulado.

El color debe persistir por lo menos 15 segundos para llamársele punto final. En la bureta se lee el número de centímetros cúbicos de solución requerida para alcanzar ese punto final. La misma técnica se emplea si la solución al principio es verde siendo la solución de titulación de HCl solución alcohólica y el color del punto final cambia de verde a anaranjado o amarillo anaranjado.

Método de Cálculo

$$\frac{\text{Total de Solución empleada en c.c.} \times 5.61}{\text{Peso de Muestra Usada}} = \text{Número de Neutralización}$$

Fig. 7



Significado del Número de Neutralización.— Aceites bien refinados, que no contengan ningún aditivo (aceites minerales puros) tendrán números de neutralización inferiores a 0.10 y a menudo abajo de 0.05. En esta escala de valores cualquier pequeña variación carece de efecto práctico sobre todo, que aún bajo los procedimientos más exactamente controlados, hay generalmente diferencias de 0.01 a 0.03 en la misma prueba efectuada 2 veces con la misma muestra.

A los aceites que contienen alguno o varios de los distintos tipos de aditivos corresponden, casi siempre números de neutralización más altos, que tanto pueden ser ácidos como alcalinos. Ya sea para aumentar la estabilidad química, o su poder lubricante, o para proporcionarle detengencia u otras cualidades.

El cálculo de la neutralización presenta cierto valor, en el estudio de aceites usados, especialmente en relación con problemas de corrosión de cojinetes, aunque debido a la diversidad de los ácidos orgánicos que pueden formarse como resultado de la oxidación en servicio no es posible decir que un aceite sea o no corrosivo por tener determinado "número de neutralización".

La indicación de baja acidez en un aceite nuevo, no es suficiente garantía para considerar que ese aceite no causará corrosión, pues si no tiene la suficiente estabilidad química, una vez en servicio se oxidará rápidamente y generará ácidos que llegarán a una concentración mucho mayor que la existente en otro aceite de alta estabilidad química, después de trabajar el mismo período de tiempo, aún cuando de nuevo haya revelado una acidez mayor.

5.7. Número de Precipitación. (Método D-91-40 ASTM).

Este método consiste en una prueba para determinar el número de precipitación de los aceites lubricantes.

Los aceites usados y los elaborados de residuos pesados del petróleo (en especial aceites negros) pueden contener materias ajenas en suspensión, o sustancias parcialmente solubles, que pueden causar dificultades si se separan del aceite durante el servicio.

La resistencia a la sedimentación de los elementos de un aceite, se prueba con una fuerte dilución con nafta, o acelerando la separación con una fuerza centrífuga.

Procedimiento.- La ASTM utiliza una centrífuga. El número de precipitación es la cantidad de mililitros de precipitado que resulta de centrifugar, bajo condiciones preestablecidas, una mezcla de 10 mililitros de aceite y 90 mililitros de nafta, de características cuidadosamente especificadas.

Dos muestras iguales de la mezcla de aceite y nafta se colocan, después de calentarlas entre 32 y 35°C (90 y 95°F) y agitarlas en tubos especiales diseñados por la ASTM.

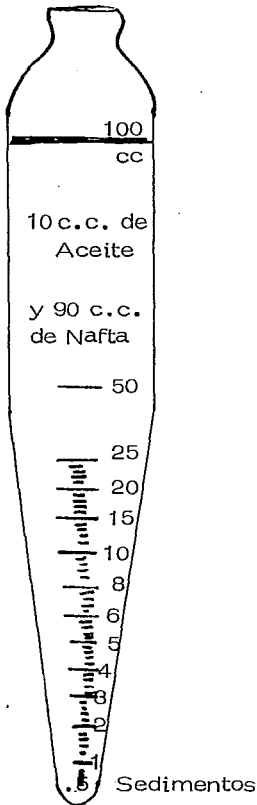
Se hacen girar en una centrífuga a una velocidad entre 1400 y 1500 rpm.

Siendo el diámetro externo de la cavidad de rotación de 37 a 43 centímetros (15" a 17"). Después de someter ambas muestras a la misma fuerza centrífuga durante 10 minutos, se registra la cantidad de sedimento. Es-

te procedimiento se repite hasta que la cantidad de precipitado permanezca constante, durante 3 observaciones consecutivas.

Resultado después de Centrifugar.

Fig. 8



Tubo Centrifugador

5.8. Demulsibilidad. (Método D-140-56T).

Interpretación del Número de Precipitación.— Los aceites nuevos no deben contener materias ajenas; se sabe que los aceites de alta calidad, inclusive los muy viscosos, nunca contendrán como máximo más que un vestigio de precipitado a menos que sufrieran una contaminación accidental.

El procedimiento por centrifugación, se emplea comúnmente para ciertos aceites usados, cuando se ensayan muestras iguales en laboratorios diferentes.

Sin embargo, debido a la amplia variación en el carácter de los aceites usados, no es siempre posible remover todas las contaminaciones por este procedimiento. Por lo tanto para este objeto han sido desarrollados una variedad de métodos que incluyen el uso de diversos disolventes y de varios procesos de separación y filtración.

Esta característica mide la habilidad que tiene un aceite para separarse

del agua.

La velocidad de la separación del agua y el aceite es importante en los sistemas de circulación, en donde se encuentra agua como contaminante.

Procedimiento.— La prueba consiste en colocar dentro de una probeta de 100 ml, 40 ml de agua destilada y 40 ml del aceite por probar. Se coloca la probeta y su contenido dentro de un baño a 54.4°C.

Una vez que se ha alcanzado dentro de la probeta la temperatura del baño, se introduce un agitador de acero inoxidable en forma de paleta, de 12 cm de largo y 1.9 cm de ancho por 1.58 mm de espesor.

Después de 5 minutos de agitación, a una velocidad de 1500 r.p.m., se saca el agitador y se deja en reposo la mezcla de agua y aceite, iniciándose su separación.

Cada 5 minutos debe sacarse la probeta del baño y anotarse la cantidad en ml de aceite, agua y emulsión. Se considera que la prueba ha terminado cuando la cantidad de emulsión es de 3 ml o menos.

Si después de 60 minutos, la cantidad de emulsión remanente es mayor de 3 ml, se suspende la prueba y se reportan los volúmenes de aceite, agua y emulsión. Para mayor uniformidad se recomienda reportar los resultados de esta prueba de la siguiente manera:

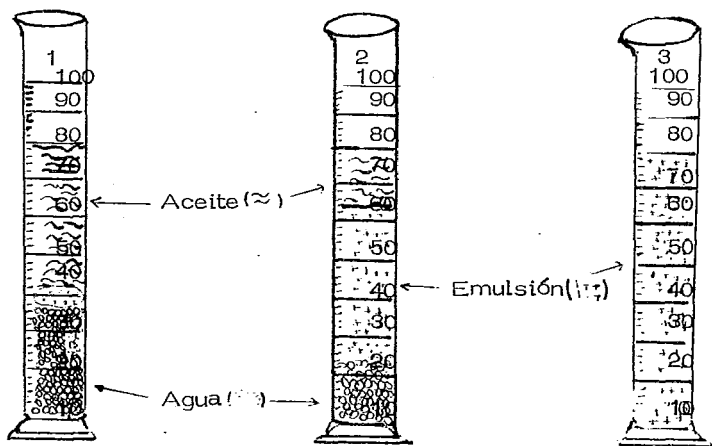
40 - 40 - 0 (20) La separación completa ocurrió en 20 min.

40 - 37 - 3 (20) Significa que no hubo separación completa, pero como la cantidad de emulsión se redujo a 3 ml. se suspendió la prueba.

A continuación tenemos más ejemplos de resultados típicos. En el 1er. caso será una separación completa en 1 minuto. En el 2º caso habrá una separación parcial al finalizar una hora. Y en el 3º ninguna separación hubo al finalizar 1 hora.

Reporte.- Separación c.c.

		Aceite	Agua	Emulsión	Minutos
1)	Completa	40	40	0	1
2)	Parcial	25	15	40	60
3)	Ninguna	00	00	80	60



El gobierno de los Estados Unidos, desarrolló un método para determinar la tendencia a emulsificarse de los aceites lubricantes (Ensayo Oficial 3201.5).

Esta prueba se conduce en forma muy similar a la anterior, con la única

diferencia que el contenido de la probeta no se inspecciona cada 5 minutos, sino en un intervalo mayor, el cual por lo general es de 30 o 60 minutos, pudiéndose correr la prueba a $54,4^{\circ}\text{C}$ o $92,2^{\circ}\text{C}$, dependiendo de la viscosidad del aceite. Después del tiempo antes indicado se observa la cantidad de emulsión remanente, la cual debe ser como máximo de 3 mililitros, para que el aceite pase la prueba.

Interpretación de las Pruebas de Demulsibilidad. - En algunas aplicaciones de los aceites lubricantes, se requiere que éstos posean cierta habilidad para separarse del agua, por ejemplo aceites de turbina, hidráulicos etc. Entre más rápidamente se separe un aceite del agua, se asegura que los problemas de herrumbre y corrosión serán reducidos al mínimo.

Los aceites menos viscosos son los que se separan más rápidamente del agua y poseen propiedades refrigerantes mejores; pero deben usarse con cuidado porque la viscosidad por si sola no indica poder lubricante.

Ya que la habilidad de un aceite para separarse del agua, varía directamente con la viscosidad, el procedimiento aceptado es usar el aceite más ligero posible, dentro de los límites prescritos por el fabricante y las condiciones de servicio.

La principal causa, que afecta la demulsibilidad de un aceite aparte de la oxidación, es la presencia de contaminantes que actúen como emulsificadores, los cuales casi siempre son de tipo organometálico.

En estos casos se puede llegar a tener contaminaciones, que hagan inadecuado el aceite, debido a la formación de emulsiones estables.

5.9. Oxidación del Aceite.

La oxidación del aceite es una acción química, entre el aceite y el oxígeno dando como resultante, ácidos y lodos.

La prueba se realiza, porque en ella se determina la resistencia de un aceite a la oxidación, midiendo la cantidad de oxígeno, que absorbe o que reacciona.

Por lo general, se utiliza para los aceites minerales sin aditivos, y puede usarse para aceites inhibidos en donde se desea un período de inducción muy corto.

5.9.1. PRUEBA DE OXIDACION (SLIGH). Consiste en someter una muestra de 10 g de aceite, en un recipiente de vidrio de 125 ml de capacidad, a la acción del oxígeno puro mantenido en el recipiente, sobre el aceite, durante 2 1/2 horas, a una temperatura de 200 °C (392 °F).

Luego, el aceite es enfriado y diluído con nafta, se filtra y se pesa la cantidad de sedimento. El porcentaje por peso de sedimento, multiplicado por 100 es la oxidación o número Sligh del aceite.

Esta prueba tiene limitaciones, así como las pruebas de Oxidación Indiana y la Prueba Socony de Susceptibilidad a la Oxidación, debido a que los aceites pesados son influenciados con mayor lentitud en la prueba que los aceites livianos.

El tiempo de la prueba era muy corto y existía muy poco oxígeno

no presente y aún bajo las mejores condiciones, los resultados obtenidos variaban en 2 o 3 números para cualquier aceite, en sayado en diferentes laboratorios.

- 5.9.2. PRUEBA DE OXIDACION UNDERWOOD. Desarrollada por la General Motors, donde el aceite se mantiene a una temperatura de 165°C y circula durante 5, 10 o 15 horas en un tanque de acero, a través de una bomba de engranes que por medio de un surtidor lo pulveriza contra 2 pares de cojinetes revestidos con cobre Cadmio que actúan como catalizadores para acelerar la oxidación, además se agrega naftenato de hierro. Finalizada esta prueba, el cojinete se lava y se pesa para controlar posibles pérdidas por corrosión, y se analiza el aceite para verificar la cantidad y naturaleza del insoluble presente, el aumento de viscosidad, el residuo carbonoso y la acidez.

Esta prueba parece no estar sujeta a resultados inversos, cuando se ensayan aceites que contienen aditivos como en las anteriores pruebas y sus resultados son generalmente similares a los que se obtienen en los motores.

5.10. Color.

El color de los productos del petróleo vistos al trasluz (a través de ellos) varía desde casi incoloro hasta el negro y bajo el reflejo de la luz presentan una amplia gama de matices.

Estas variaciones del color, obedecen a la diferencia de los crudos, a las distintas viscosidades y a los diversos métodos y formas de tratamiento usados durante la refinación. Ciertos aditivos empleados como tintes, sirven para producir los colores deseados.

Al refinar cualquier tipo de crudo, para obtener un producto determinado, el color es útil para controlar la uniformidad y por tal motivo se han desarrollado varios métodos para medir la intensidad de esa característica.

Para verificar el color de los aceites lubricantes hay 2 métodos de uso general :

- 1) El colorímetro Unión de la ASTM (Ensayo provisional D-155-45T) y
- 2) El colorímetro Lovibond.

El 1º de ellos, está compuesto por un tubo con ocular, por el que se pueden ver simultáneamente contra la luz difusa de una lámpara de luz de día, el aceite y el vidrio coloreado. Una cinta móvil sostiene una serie de 12 vidrios coloreados colocada verticalmente, para que cada vidrio pueda ponerse al lado de la muestra para comparar el color.

La muestra del aceite se coloca en un frasco, de un diámetro aproximado de 3.2 cm. (15/16"). Para las comparaciones ordinarias sirve un frasco de muestra común de 11.82 cm³ (4 onzas)

La serie de vidrios del colorímetro Unión, lleva numeración consecutiva empezando por el mas claro o Nº 1, hasta el mas oscuro Nº 8 y abarca desde el blanco lila hasta el rojo oscuro. Cuando el color del aceite cae entre 2 números se le clasifica por aproximación.

El color de un aceite más oscuro que el Nº 8 se observa diluyéndolo con querosina en proporción de 85% de querosina y 15% de aceite puro; luego al resultante se le agrega la palabra diluído.

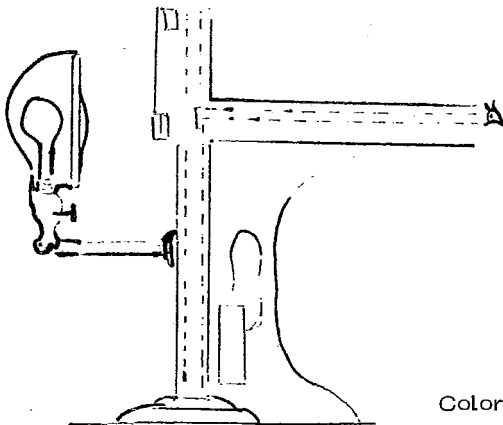
El colorímetro Lovibond tiene un diseño similar al anterior, pero el acei-

te está dentro de una pequeña celda de vidrio, que aloja una película de -
aproximadamente 4.7 mm (3/16") de espesor.

En este sistema hay 3 series de vidrios coloreados : rojo, amarillo y -
azul y existen además muchos más matices que en el colorímetro de la -
ASTM. Las determinaciones arrancan de números decimales para los -
colores mas claros y llega a 350 unidades para los mas oscuros. La -
ASTM ha desechado el colorímetro Unión para dar lugar a un nuevo mé-
todo que ya se ha aprobado el D-1500-64 en el cual se puede determinar
el color con mayor exactitud, ya que se utilizan 17 vidrios coloreados en
lugar de 12. La escala de color va desde el cero hasta el N^o 8 con divi-
siones intermedias en cada grado.

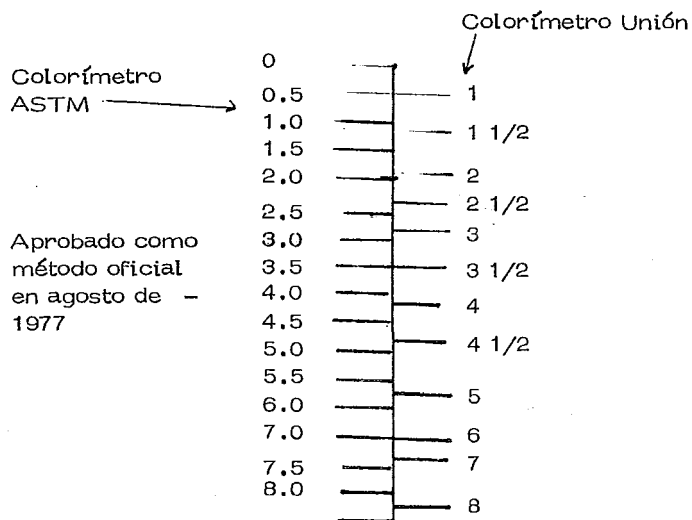
Si el color de la muestra está entre los correspondientes a 2 vidrios, se
reporta el color del vidrio más oscuro, anteponiéndole la letra L. Cuan-
do se trata de aceites cuyo color sobrepasa el N^o 8 se puede reportar an-
teponiéndole la letra D al número 8 o diluyéndolo en querosina como en -
el caso anterior y, procediendo en la misma forma que con aceite puro -
y el valor encontrado se le agrega la palabra diluído.

Fig. 10



Colorímetro Unión ASTM

Correlación entre la escala del Colorímetro nuevo de la ASTM.



Significado del Color. - La utilidad del color es para llevar un control de la producción y la de un índice de uniformidad para el fabricante. También hasta cierto punto para identificar el origen del aceite. Así los de origen parafínico al reflejo de la luz tienen un color o fluorescencia verde mientras que los aceites nafténicos producen reflejos azulados.

5.11. Residuo de Carbón.

Las pruebas de residuo carbonoso, miden la cantidad de carbón que deja un aceite después de someterlo a calentamiento extremo, en ausencia de aire.

5.11.1. METODO CONRADSON. Este ensayo fué desarrollado para - establecer un índice de la cantidad de residuo, que se suponía dejaría el aceite en motores de combustión interna o donde es - tuviese sometido a la evaporación por altas temperaturas.

La parte principal de la prueba (Ensayo Oficial D-189-58 - ASTM) consiste en evaporar una pequeña cantidad del aceite, hasta que se seque sin que durante la evaporación pueda lle- - gar aire a la muestra y quemarla.

Procedimiento.- En el aparato usado para esta prueba, el - crisol de porcelana (a) que contiene una muestra de 10 g de - aceite se coloca dentro de otro crisol de hierro (b) con una ta- - pa floja. La tapa del 2º crisol (b) tiene una pequeña abertura a través de la cual los vapores del aceite pueden pasar al 3er. crisol (c) y de ahí por el juego de la tapa a la cámara exterior (e) donde son inflamados por la llama de gas del quemador (g).

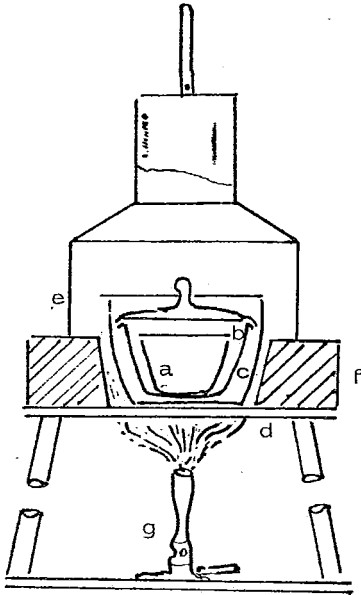
En esa forma el aire no puede llegar hasta las proximidades del aceite en (a).

El calor para producir la evaporación, se aplica por un méto- do fijo. Después que los vapores desprendidos del crisol (a) - han cesado de quemarse, en la cámara exterior (e), la tempe- ratura del 3er. crisol (c) se eleva al rojo cereza durante 7 - minutos.

Una vez frío, se pesa la cantidad de residuo que ha quedado - en el crisol (a) y se efectúa el cálculo en tanto por ciento.

APARATO CONRADSON PARA DETERMINAR EL RESIDUO CARBONOSO.

Fig. 11



Efectos Prácticos del Residuo Carbonoso.- En el ensayo Conradson, los aceites de ciertos tipos de crudos cuanto mayores son sus viscosidades, mayores son las cantidades de residuos que dejan. Los aceites de origen nafténico producen menos residuo que los de crudos parafínicos.

También cuando es más enérgico el tratamiento de refinación de un aceite, tanto más bajo será su porcentaje de carbón Conradson. Por lo general los aceites de determinado tipo, refinados por métodos convencionales, arrojarán mayor porcen-

taje de residuos, que otros de igual origen refinados por medio de disolventes.

La observación más importante sobre este ensayo es, que las condiciones que se encuentran en el aparato Conradson para producir el residuo no existen en ninguna máquina.

Un aceite podrá dejar poco residuo, si se somete al calor en ausencia del aire, pero en un motor a temperaturas iguales o más bajas y en contacto con oxígeno y combustible, ese mismo aceite puede formar depósitos carbonosos y gomosos muy perjudiciales.

Muchos aceites probados para motores a gasolina son elaborados con petróleo crudo, cuya característica precisamente es una alta cifra Conradson.

Ciertos aditivos, que permiten reducir la tendencia del lubricante a formar carbón en la máquina o motor, producen justamente el efecto contrario en el ensayo Conradson.

Los valores Conradson constituyen una información interesante, si se les considera en conjunto con otros datos, tales como procedencia del crudo, métodos de refinación, viscosidad etc., pero es un error utilizarlos para juzgar la calidad o adaptabilidad de un aceite para determinado servicio.

- 5.11.2. RESIDUO DE CARBON RAMSBOTTOM. Muy parecido al ensayo anterior, de origen inglés y muy utilizado en aviación (D-524-59-T ASTM).

La evaporación de la muestra de aceite, se efectúa en un recipiente de acero inoxidable, aislado completamente de la atmósfera, a excepción de un pequeño tubo capilar por donde escapan los vapores de aceite. Este recipiente se sumerge durante 20 min. en un baño de metal sólido o en fusión a una temperatura de 550°C (1022°F). El peso de la muestra de aceite con que se realiza el ensayo varía en cierta cantidad de gramos conforme sean los valores que se supone ha de acusar el aceite y realizado el ensayo, los resultados se establecen en forma de porcentaje.

5.12. Prevención de Herrumbre. (Rust-Test)

La prueba de prevención de herrumbre, indica la capacidad del aceite lubricante, para evitar la corrosión durante la lubricación de partes ferrosas, en presencia de agua.

Este método fué ideado, para conocer la capacidad de los aceites que ayudan a evitar el enmohecimiento de partes de acero, en caso de que el aceite llegue a mezclarse con agua.

Procedimiento.— Se vierten 300 c.c. de aceite en el recipiente, colocándolo en un baño de aceite, se instala la tapa del recipiente y se insertan tanto el agitador como el termómetro.

El baño debe mantenerse a 60°C poniendo a funcionar el agitador (a 1000 r.p.m.). Cuando el aceite alcance la temperatura de 60°C, se inserta la barra de prueba de acero previamente limpia y pulida con papel de granate; pasados 30 minutos se agregan 30 c.c. de agua destilada.

Se continúa la prueba por un lapso de 24 horas. Una vez terminado el pe

ríodo de 24 horas, se retira la barra de prueba de la muestra de aceite, lavándola con nafta.

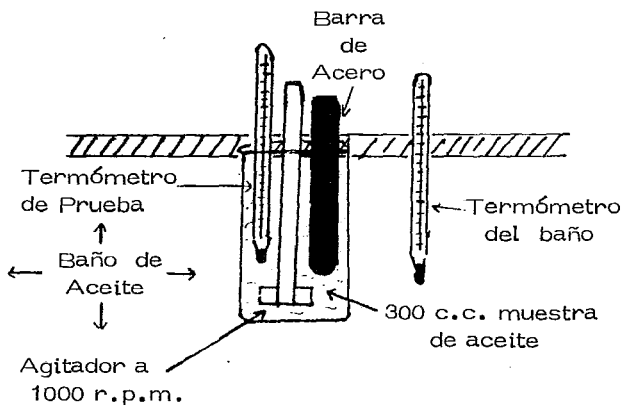
Se observa la barra, si no ha ocurrido enmohecimiento alguno, la prueba deberá reportarse como pasa.

Si hay presencia de herrumbre se usa la siguiente clasificación:

Ligero.- Menos de 6 manchas de 1 mm. de diámetro o menores.

Moderado.- Menos del 5% de la superficie.

Severo.- Más del 5% de la superficie.



5.13. Prueba de Corrosión.

La prueba de corrosión, es el método que se usa para detectar si los aditivos de un aceite lubricante para servicio severo, pueden ser corrosivos a la plata y al cobre.

La prueba ha sido valiosa para clasificar los aceites corrosivos y no co-

rosivos, para pernos, bujes o cojinetes que se utilizan en algunos tipos de motores.

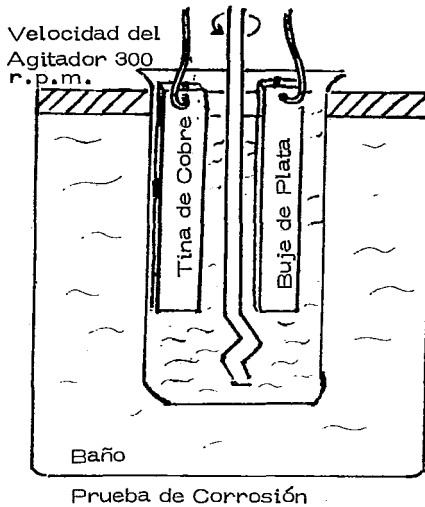
Procedimiento.- Se remueve la capa de plomo de la superficie de la parte a analizar, sumergiéndola en una solución de ácido acético y peróxido de Hidrógeno a 60°C.

Después, se pule ligeramente la parte sometida a prueba con fibra de /acero, pesándola después sobre una balanza analítica.

No deben tocarse con las manos las tiras después de haberlas pulido y - limpiado.

En un baño de aceite se sumergen 250 cc. de la muestra de aceite en un - recipiente de 300 c.c., se mantienen a una temperatura de $149^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y se agita a una velocidad de 300 r.p.m.

Fig. 13



Las tiras de prueba, de cobre y plata, se suspenden en los lados opuestos del agitador, de modo que el 75% del área de la barra quede bajo la superficie de la muestra de aceite. Al término de 72 horas las tiras o barras se lavan con tetracloruro de carbono, se secan y se pesan. Pueden hacerse inspecciones opcionales a intervalo de 20 minutos, 2 horas, 24 horas y 48 horas.

Resultados Típicos

Calificación	Apariencia	Pérdida en Peso
1. Excelente	Sin cambio	0.3 mg.
2. Satisfactoria	Obscurecido	3.5 mg.
3. Aceptable	Depósitos oscuros pesados	5.25 mg.
4. Fallo	Formación de escamas	más de 25 mg.

Esta prueba es de vital importancia; en la selección de aceites para motores diesel de trabajo severo, en motores diesel que tienen en los bujes de los pernos metales de aleación de plata, por lo tanto no deben usarse aceites corrosivos.

También se registran la apariencia y los cambios de peso del cobre, pero estos valores no se usan para la interpretación de los resultados obtenidos con los aceites que tienen aditivos.

Las cifras del cobre varían grandemente y es improbable que se pueda establecer una correlación constante basada en el efecto de los aceites con aditivos sobre el cobre.

5.14. Punto de Anilina.

Método adoptado como estandard en 1964 y reaprobadado en 1973. Este método

todo describe el procedimiento de prueba para determinar el punto de anilina de productos del petróleo y disolventes de hidrocarburos y el cual en este caso nos va a permitir saber la cantidad aproximada de compuestos aromáticos que contiene la muestra de aceite lubricante.

Definición del Punto de Anilina.- Es la temperatura mínima que necesita la disolución para estar en equilibrio con volúmenes iguales de anilina y de la muestra de aceite.

Punto de Anilina Mezclada.- Es la temperatura mínima que tiene la disolución para estar en equilibrio de una mezcla de 2 volúmenes de anilina, 1 volumen de muestra y un volumen de n-Heptano de pureza especificada.

Bosquejo del Método.- En un tubo y mezclados mecánicamente se ponen volúmenes específicos de anilina y muestra o anilina, muestra más diluyente.

La mezcla se calienta y controla hasta convertirse en una sola fase.

Después la mezcla se enfría con una temperatura controlada, en la cual las 2 fases se separan y se toma como el punto de anilina o punto de anilina mezclada, la temperatura de separación.

Aparatos.-

- a. 1 tubo de prueba o aparato de película delgada hecho de vidrio resistente al calor y conforme a dimensiones preescritas.
- b. Un baño de temperatura controlada, con un líquido como medio de ca

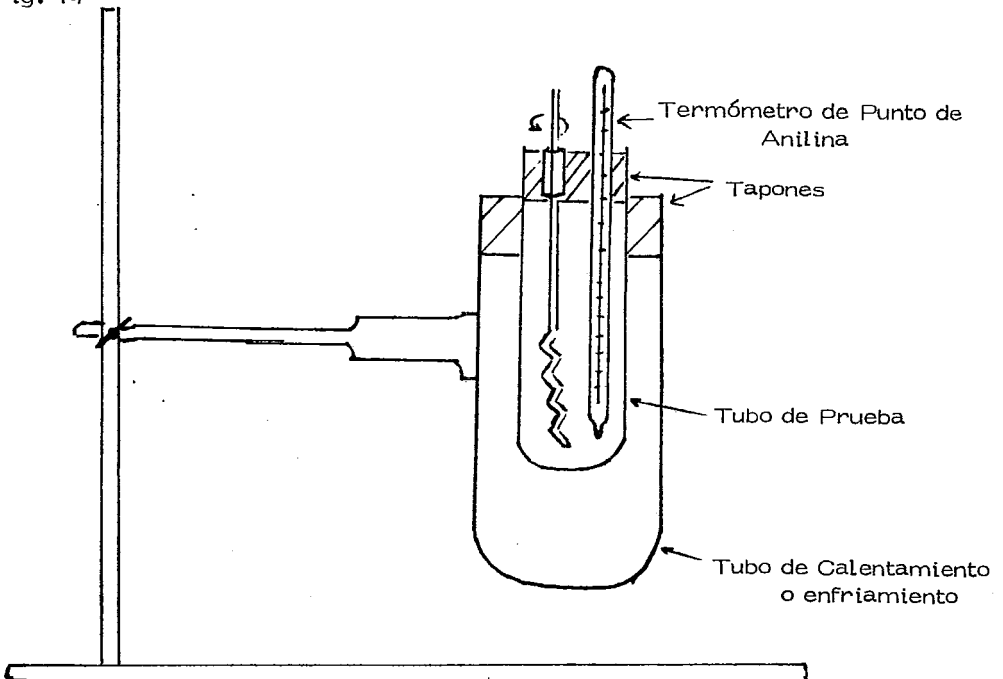
lentamiento, que no sea agua o una lámpara infrarroja de (250 a 375 watts). provista de un regulador para calentamiento.

- c. Termómetros ASTM para punto de anilina, que tengan una escala - de -36.5 a $+107.5^{\circ}\text{F}$ (-38 a $+42^{\circ}\text{C}$) de 77 a 221°F (25 a 105°C) y de 194 a 338°F (90 a 170°C).
- d. Pipetas con capacidad de 10 ± 0.04 ml y de 5 ± 0.02 ml.
- e. Anilina seca, Na_2SO_4 anhidro y n-heptano.

El método de anilina se aplica a muestras que no sean más oscuras del 6.5 en el colorímetro Unión de la ASTM.

Procedimiento..- Después de secado y limpiado el aparato.

Fig. 14



Se introducen al tubo de prueba 10 ml de muestra seca, junto con el agtador y el termómetro.

Después mezclar la muestra rápidamente y si es necesario, calentar - en una relación de 1 a 3°C por minuto hasta obtener la miscibilidad por aplicación de calor al tubo exterior.

Si la mezcla de anilina es completamente miscible, se continúa con el - agitado y se empieza a enfriar la mezcla lentamente en una relación de 1 a 1.8°C (0.5 a 1°C) por minuto.

Continuar enfriando a una temperatura de 2 a 3.5°F (1 a 2°C) por abajo de la primera aparición de turbidez y anotarlo como el punto de anilina, a la temperatura que la mezcla comienza de pronto a nublarse u obscureerse totalmente.

Esa será la temperatura mínima en la que la solución está en equilibrio y no la temperatura de separación de porciones menores de la muestra.

El verdadero punto de anilina, se caracteriza por una turbidez, que se incrementa cuando la temperatura sigue bajando.

Procedimiento para el punto de Anilina Mezclado.- Este procedimiento es aplicable a muestras que tienen el punto de anilina debajo de la temperatura, a la cual la anilina cristaliza en la mezcla.

Se pipetea 10 mililitros de anilina, cinco mililitros de muestra y cinco mililitros de heptano normal que se utiliza como diluyente, dentro de un aparato seco y limpio como el de la figura anterior y se repite el méto—do empleado cuando no es anilina mezclada.

PRUEBAS DE LABORATORIO PARA ACEITES LUBRICANTES GASTADOS

Sirven para conocer las condiciones generales del aceite y determinar el tipo de contaminantes presente.

De acuerdo a la ASTM, un aceite lubricante usado se define como: el aceite y la materia contaminante en suspensión, que circula a través de un sistema de lubricación de aceite durante la operación.

La muestra se debe de tomar de la parte mas contaminada como son filtros, depósitos de aceite, etc. y es necesario practicar varias pruebas para no incurrir en errores.

1. Insolubles en Pentano.— Para determinar el contenido de insolubles en n-pentano se pesan 10 g de muestra en un tubo de forma cónica y se llena el tubo con n-pentano hasta la marca de 100 ml, agitando perfectamente hasta lograr la completa homogeneización de la mezcla.

Se lleva el tubo a la centrífuga, balancéandolo con otro preparado exactamente de la misma forma, el cual se coloca en el lado opuesto.

Después de permanecer el tubo 20 minutos en la centrífuga a una velocidad de 1500 r.p.m., se saca y se decanta el líquido que sobrenada, volviéndose a llenar el tubo con n-pentano hasta la marca de 50 ml.

Se homogenizan los contenidos y se vuelve a llevar a la centrífuga durante otro período de 20 minutos, este proceso de lavado se vuelve a repetir otra vez más.

Por último se lleva el tubo con los insolubles lavados a una estufa a 115°C durante 30 min, se enfrían y se pesan.

2. Insolubles en Benceno.- Para obtener el contenido de materia insoluble en benceno, se siguen los mismos pasos que en el caso anterior, solamente - que cuando se ha obtenido la materia insoluble en n-pentano, se lava ésta - con una mezcla de Benceno y alcohol y finalmente con benceno puro.

El tubo que contiene la materia insoluble en benceno se lleva a una estufa y después de 1 hora se enfría y se pesa. Los resultados se reportan en por - ciento, relacionando los pesos de materia insoluble con el peso de la mues - tra empleada.

Interpretación de los Contenidos de Materia Insoluble en Pentano y en Ben - ceno.

En un aceite usado la materia insoluble puede estar constituida por uno o - varios de los diferentes tipos de contaminantes enumerados a continuación, dependiendo de la aplicación del aceite.

- a. Materia carbonosa, procedente de la combustión tal como hollín y car - bón endurecido.
- b. Partículas metálicas, procedentes del desgaste y de la formación de - herrumbre.
- c. Polvo, fibras y toda clase de basura introducidas del medio externo.
- d. Materia oxidada.

Los contaminantes enumerados son insolubles en pentano y benceno con ex - cepción de la materia oxidada, la cual es soluble en benceno.

Esta circunstancia se aprovecha en el método anterior para conocer aproximadamente el tipo de contaminantes presentes en un aceite usado y la cantidad de materia oxidada, que es igual a la diferencia entre los insolubles en pentano y los insolubles en benceno.

Cuando se trata de aceites usados en motores de combustión interna, la cantidad de materia insoluble se halla en gran parte influenciada por el nivel de detergente del aceite, permitiéndose porcentajes más altos de insolubles en aceites, con mayores niveles de detergencia.

En este tipo de lubricantes es normal encontrar aceites con un contenido de insolubles del 1%.

La diferencia entre insolubles en Pentano y en Benceno, es decir la materia oxidada, por lo general no debe ser mayor de 0.5%.

3. Agua y Sedimentos.— Es la cuantificación del agua y sedimento acumulados por el aceite durante el servicio y nos indica la condición de un aceite en servicio.

Casi no existe aceite usado, que no presente una contaminación más o menos grande, con materia insoluble que favorece la formación de sedimentos.

La cantidad y clase de estos sedimentos dependen de 3 factores : tipo de aceite, aplicación y condiciones de operación.

Existen 2 métodos para determinar el contenido de agua y son : El D-95-58 de la ASTM "Agua en productos del Petróleo y otros materiales bituminosos y el D-96-50-T "Agua y sedimentos por Centrifugación".

Cuando se requiere conocer el contenido de agua en un aceite se recomienda 1^a verter un poco del aceite sobre una plancha caliente. La aparición de un ruido semejante a una crepitación indica la presencia de este contaminante.

Posteriormente se puede determinar cuantitativamente la cantidad de agua - aplicando algunos de los métodos enunciados anteriormente.

Método D-95-58.- Se utiliza un aparato como el de la figura. Se colocan en el matraz 100 ml. de la muestra y 100 ml. de xileno.

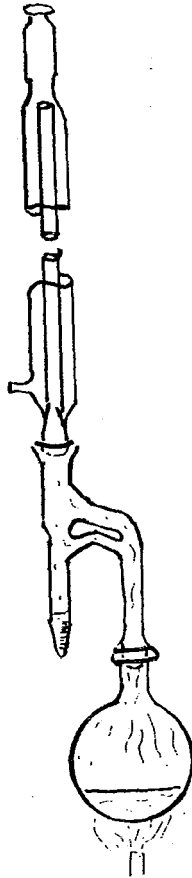
Se calienta el matraz hasta la ebullición, de tal manera, que la cantidad de condensado sea de 2 a 5 gotas por segundo.

La destilación se prosigue, hasta que en ninguna parte del aparato, con excepción de la trampa, aparezcan gotas de agua.

Toda el agua se irá depositando en el fondo de la trampa y el solvente reflujará hacia el matraz.

Una vez terminada la prueba se lee la cantidad de agua presente en la trampa y se reporta su contenido en por ciento.

Fig. 15



Aparato para la Determinación de Agua por Destilación. (Ensayo oficial A-95-58-ASTM).

Método D-96-50T..- Por este método se obtienen al mismo tiempo la cantidad de agua y sedimentos.

Se colocan en un tubo de centrifugación como el utilizado en la prueba de precipitación, 50 ml de benceno o tolueno y 50 ml del aceite por probar. Se agita vigorosamente la mezcla anterior, hasta su completa homogeneización,

llevando posteriormente el tubo a un baño durante 10 minutos. Este baño se mantiene a 48.8°C (120°F). Después de agitar nuevamente los contenidos del tubo durante 10 segundos, se coloca éste en la centrífuga y se hace girar durante 10 minutos a 1500 r.p.m. La operación anterior se vuelve a repetir, hasta que 2 lecturas consecutivas en el tubo permanezcan constantes. Se debe leer el volumen combinado de agua y sedimentos, el cual multiplicado por 2 nos dará el porcentaje.

4. Dilución por Combustible.— En todo motor de combustión interna parte del combustible ya sea en forma gaseosa o condensada, pasará a través de los anillos e irá a contaminar el aceite lubricante.

El efecto inmediato de esta contaminación, se traduce en una dilución del aceite, que cuando sobrepasa ciertos límites, puede ocasionar disminución en la viscosidad del lubricante, de tal importancia que lo hagan inadecuado para continuar en servicio.

Para determinar el contenido de combustible en un aceite lubricante, deben considerarse 2 factores : (1) aceites lubricantes de motores a gasolina y (2) aceites lubricantes de motores diesel.

Para el 1er. caso la ASTM ha desarrollado un método el D 322-58 T llamado "Dilución en aceites de cárter de motores a gasolina". En este método de análisis se utiliza el aparato mostrado en la figura sig:. Se colocan en el matraz 25 ml del aceite por analizar y 500 ml de agua, antes de armar el aparato se llena la trampa con agua fría, a la cual se le ha agregado 1 ml de alcohol etílico. Después de armar el aparato se aplica calor al matraz, de tal manera que el reflujo de condensado principie de 7 a 10 minutos después, de haberse iniciado el calentamiento.

Una vez que ha comenzado la ebullición y condensación, deberá ajustarse la cantidad de calor proporcionada al matraz, de tal manera que se desprendan de la punta del condensador de 1 a 3 gotas de condensado por segundo.

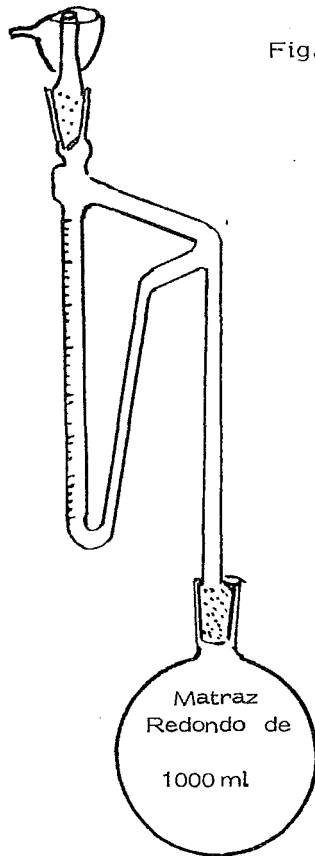
El combustible al evaporarse del matraz, será arrastrado por los vapores de agua y juntos, al llegar al condensador, pasarán al estado líquido, escurriendo por gravedad hasta la trampa.

En la parte superior de la rama graduada de la trampa se irá acumulando el combustible y el agua reflujará hacia el matraz.

Una vez iniciado el reflujo se tomarán lecturas de las cantidades acumuladas de combustible a los 5, 15 y 30 minutos y después cada 15 minutos, hasta la terminación de la prueba, la cual queda determinada por alguna o ambas de las siguientes bases :

1. Se considera la prueba terminada cuando el incremento en el volumen de combustible no es mayor de 0.1 ml de cualquiera de los períodos de 15 minutos, durante el curso de la prueba.

Aparato para la Determinación de Dilución por combustible en Lubricantes para Motores de Gasolina.



2. Se dará por terminada la prueba, cuando el volumen de combustible obtenido en un tiempo dado, indique su terminación, de acuerdo con la tabla siguiente :

Tiempo desde la Iniciación del reflujo.	Se considera terminada la prueba si el volumen de combustible es igual o menor que :
5 min.....	Combustible no Visible
30 min.....	2 ml.
60 min.....	4 ml.
90 min.....	5 ml.

El porcentaje de combustible presente en el aceite lubricante, será igual al volumen leído multiplicado por 4.

5. Análisis Espectroscópico.- Este análisis se hace sobre las cenizas de un aceite lubricante, nuevo o usado, o bien sobre cualquier sustancia problema, con el objeto de investigar que elementos químicos se encuentran presentes en ella.

El espectroscopio consta de un prisma de material transparente, destinado a descomponer la luz que atraviesa 2 de sus caras y que proviene del problema analizado, el cual se somete a elevadas temperaturas o a descargas eléctricas, provocando en esta forma la emisión luminosa.

Cuando el espectro que se observa, es emitido por un sólido o líquido incandescente, tiene la forma de una banda luminosa alargada, en donde se presentan sucesivamente los mismos colores y en el mismo orden del arco iris, el espectro en estas condiciones recibe el nombre de continuo.

Un espectro de líneas brillantes tiene una gran importancia analítica, ya que cada elemento químico posee un espectro diferente, y siempre que un elemento químico se encuentre presente en la fuente luminosa, aparecerán las mismas líneas colocadas en idéntica posición.

Por ejemplo, los vapores de sodio producirán 2 líneas brillantes colocadas en la región amarilla del espectro, otros metales como el Fe dan un espectro complejo, que se compone de miles de líneas de poca intensidad luminosa repartidas en toda la banda espectral.

La gran sensibilidad de este medio analítico, permite su aplicación en aquellos casos en que se investigan trazas de elementos de alto poder emisor, tales como Ca, Ba, Li, etc., ya que la aparición de sus líneas características, indicará su presencia aún cuando se encuentren tan solo en fracciones de mg.

Los elementos identificados en un análisis espectroscópico se agrupan en 3 categorías denominados: Mayor, menor y trazas dependiendo de su concentración en la muestra.

También dentro de las pruebas de laboratorio para aceites lubricantes gastados, una de las más importantes sería la de encontrar el número de neutralización, para conocer las condiciones en que se encuentra, determinado aceite lubricante en uso debido a que los subproductos de la combustión generan la formación de ácidos que pueden crear problemas de corrosión en las partes internas del motor.

CAPITULO N° 6

PRUEBAS EN MOTORES.

Primeramente hablaremos del sistema de clasificación del servicio de motor, - ya que posteriormente será utilizado al hablar de las diferentes pruebas en motores.

El primer intento por clasificar los aceites fué en 1926, en base a su viscosidad, no importando a que trabajo se iba a someter el aceite.

Posteriormente en 1947, se hizo una nueva clasificación, mas a fondo que la anterior, en la que se dividía a los aceites en 3 clases principales que eran :

Aceite tipo regular, premium y para trabajo pesado.

El aceite regular era el aceite mineral puro, el premium ya contenía inhibidores de oxidación y el de trabajo pesado, aparte de contener inhibidores de oxidación, también llevaba en su formulación aditivos detergentes o dispersantes.

Pero, se observaba que faltaba mucho por tener una clasificación mas completa, no nada más basada en la viscosidad, sino también en condiciones de operación tipo de combustible, etc.

En 1952, la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices) conjuntamente con la API (Instituto Americano del Petróleo) idearon un nuevo sistema de clasificación, que fué revisado en 1955 y de nuevo en 1960, en el cual ya se tiene en este sistema de categoría, según las aplicaciones que iba a tener y si era de gasolina o de Diesel en la siguiente forma :

Para gasolina	ML,	MM,	MS
Para Diesel	DG,	DM,	DS

Posteriormente de 1969, 1970 y 1971 se reunieron la API, la ASTM, y la SAE para discutir y diseñar un nuevo sistema, para la clasificación de los aceites, - basados en si eran para gasolina o Diesel, las condiciones de operación y las uti - lidades que podría prestar cada uno.

La SAE, indicó que existen 8 tipos diferentes de lubricantes. La ASTM, proyectó las pruebas que se deberían aplicar a cada uno de los diferentes aceites y la definición técnica. Por último la API formó un nuevo lenguaje y el diseño de - nuevas literales que fueran mas comprensibles para toda la gente relacionada - con esto.

El nuevo sistema de clasificación API continúa definiendo las principales visco- sidades y los requerimientos, desde los más sencillos, como son los aditivos, - para evitar la formación de herrumbre, los lodos y los inhibidores a la oxida- ción, así como los requerimientos mas fuertes y pesados que debe reunir un - aceite en condiciones críticas como son:

1. Operación en lapsos cortos de tiempo, con arranques y paradas contí- nuos, viajes cortos.
2. El jalar remolques a altas temperaturas o trailers.
3. El operar un motor Diesel a altas velocidades y temperaturas.

Este sistema continúa con la clasificación por literales, tan utilizado en sus es- pecificaciones, tanto por el fabricante de motores como por las compañías pe- troleras.

Definiciones y Explicación de la Clasificación de Servicio de Motores API.

El nuevo sistema de clasificación de los aceites lubricantes de la API, tiene como fin el orientar y divulgar de una manera de fácil acceso, cuales son las posibilidades de uso que se le puede dar a los diferentes aceites.

Se ha dividido en 9 categorías a saber :

- S = Significa servicio y es utilizado en talleres de mantenimiento, nuevas distribuidoras de automóviles, etc.
- SA = Aceite mineral puro, utilizado en motores tanto diesel como gasolina que van a operar a condiciones ligeras, en las cuales no son necesarias la protección que ofrece un aceite compuesto.
- SB = Aceite compuesto, que dentro de sus especificaciones ofrece protección antirayado, contra la oxidación del aceite y corrosión de cojinetes, utilizado en motores de gasolina desde 1930.
- SC = Aceite típico, para modelos de motor de 1964 a 1967. Ofrece protección contra corrosión, desgaste y herrumbre, y la formación de depósitos tanto a bajas como a altas temperaturas.
- SD = Aceite típico, para modelos de motores de 1968 a 1970 y en algunos casos si las especificaciones así lo requieren, en motores modelo 1971. Ofrece mejoras en los aspectos de protección contra corrosión, depósitos y herrumbre, con respecto al aceite SC.
- SE = Para motores modelo 1972 en adelante, en el cual se ha logrado mejorar completamente, las especificaciones que ofrecen tanto los modelos SC como los SD.

- C = Comercial (flotillas, transportistas, agricultores, contratistas, etc.).
- CA = Aceite para motor diesel, el cual va a trabajar a un régimen moderado, pero con un combustible fino. Ofrece protección contra herrumbre, formación de depósitos a altas y bajas temperaturas.
- CB = Aceite para diesel y motor de gasolina para trabajo moderado, pero para combustibles menos refinados ofrece protección contra la herrumbre y la formación de depósitos a alta y baja temperatura. Este servicio apareció por 1a. vez en 1949.
- CC = Aceite para diesel y gasolina, ofrece protección en motores diesel para la formación de depósitos a alta temperatura. También protege contra la herrumbre, formación de depósitos y desgaste a baja temperatura, en motores de gasolina apareció en 1961 y sirve para trabajos de moderados a severos, en diesel y trabajo pesado en gasolina.
- CD = Aceites para motores Diesel que ofrece las máximas protecciones para evitar la formación de depósitos a alta y baja temperatura, herrumbre, oxidación y desgaste, utilizando cualquier tipo de combustible.

El uso de las letras designadas por la API, deberá tomarse en consideración, el diseño del motor, tipo de combustible a utilizar, y es completa responsabilidad del vendedor el escoger el servicio.

Pruebas de Secuencia en Motores.

No se pueden medir las características y rendimientos de un aceite, únicamente con la toma de datos de sus propiedades Físicas y Químicas, sino también el observar su comportamiento ya en el servicio. Tomar los datos en pruebas de campo, se lleva mucho tiempo y es posible, que en ese lapso, ya se haya dise-

ñado un nuevo motor, que requiera un tipo de lubricación más especial.

Es por esto, que las compañías aceiteras en conjunto con la ASTM y la API, - crearon un programa de prueba en laboratorio, para llevar a cabo pruebas en diferentes tipos de motores de las compañías General Motors, Chrysler, Ford y otras, que los donaron para elaborar lo que se llaman Pruebas de Secuencia del comportamiento de un lubricante, variando las condiciones de operación, como son la carga, la temperatura y la velocidad del motor.

Las siguientes pruebas de motor han sido difundidas o esparcidas en diferentes pruebas de estación de servicio, comercial y especificaciones militares de aceites de motor a gasolina.

1. PRUEBA OLDSMOBILE SECUENCIA IIB.

Este procedimiento de prueba es usado por la industria del petróleo, proveedores de aditivos y fabricantes de equipo, para evaluar principalmente las características de herrumbre de aceites de motor.

Esta prueba cumple los requerimientos del Ejército de los Estados Unidos, especificación MIL - L - 2104B, se corren a bajas velocidades, baja carga y otras condiciones, como bajas temperaturas.

Esta prueba fué diseñada, para reproducir las condiciones típicas del invierno del norte de Estados Unidos. Las cubiertas de punterías del motor se mantienen frías a unos 4.4°C (40°F) durante la secuencia IIB el aceite se encuentra a una temperatura mas o menos de 48.8°C (120°F).

Al final de la prueba se inspecciona el motor por medio de ciertas técnicas empíricas de evaluaciones.

Relación de la Secuencia IIB con la Clasificación de Servicio API.

CLASIFICACION DE SERVICIO API	CRITERIO DE COMPORTAMIENTO
CC	Evaluación Promedio de la herrumbre en el motor 8.2*
SD	Asperezas en levas y elevadores de válvulas = ninguno. Promedio de desgaste de levas y elevadores en pulg. = 0.0030. Evaluación promedio de herrumbre mínimo = 8.8*.
SE	Evaluación promedio de herrumbre en el motor min. = 8.9*.

* Escala arbitraria 10 = limpio.

2. SECUENCIA IIIC.

Este procedimiento de prueba también perteneciente a Oldsmobile, está diseñado para evaluar el comportamiento a altas temperaturas de los aceites de motor.

El principal objetivo es producir un espesamiento en el aceite, como resultado de una oxidación, sirve también para evaluar lodos, barnices en las partes internas de un motor.

Estos problemas se ven agravados en tractores con remolque, accesorios que consumen mas potencia, sistemas de control de emisiones y el manejo a altas velocidades en las carreteras.

La temperatura del aceite se mantiene a 148.8°C (300°F). Esta prueba consiste en operar a 100 BHP y 3000 r.p.m. con una duración máxima de 64 horas.

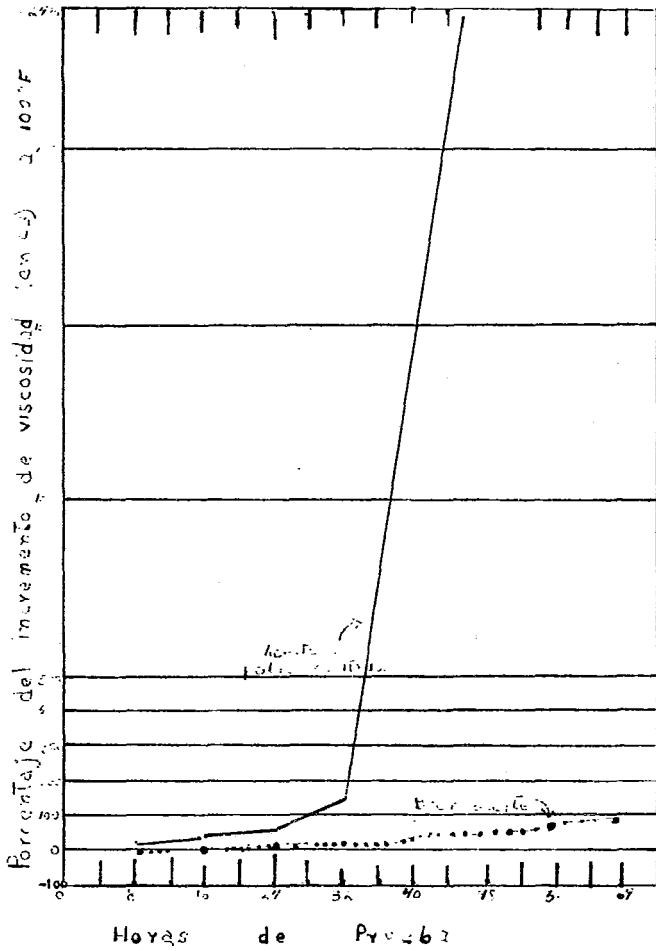
La prueba puede terminarse, cuando el nivel del aceite en el cárter, muestre menos de 28 onzas (.848 litros) en cualquiera de las 8 horas de intervalo entre una y otra revisión.

Cuando la prueba ha concluido después de 64 horas, el nivel del aceite es bajo, debido al aceite fuertemente oxidado, la incapacidad para filtrar el aceite dañado, etc.

Las viscosidades se obtienen de muestras tomadas c/8 horas y con estos datos se trazan curvas, las cuales son dibujadas en una tabla, que relaciona el incremento en porcentaje de viscosidad contra horas de trabajo del motor.

Un 400% de incremento de viscosidad en 40 horas es aceptado y la prueba sigue su curso hasta completar las 64 horas.

Incremento de Viscosidad contra Horas de Prueba.



3. PRUEBA CHRYSLER SECUENCIA IV.

En esta prueba se requieren características especiales del lubricante, para reducir la aspereza y el desgaste de los elevadores de válvulas y de levas, bajo condiciones de operación de moderadas a severas.

Esta prueba se utiliza para los servicio de motor API clasificación SC, SD y SE.

El comportamiento de los lubricantes se determina por las condiciones de los elevadores de válvulas y las levas, al completar una serie de ciclos de secuencia en una prueba de motor.

La máquina usada es una CHRYSLER 1965 con 361 pulg³ de desplazamiento, se emplean resortes especiales de válvulas y cuñas para crear una carga substancial en el tren de válvulas, de esta forma se da un énfasis adicional a la lubricación del árbol de levas y los elevadores de válvulas.

Inicialmente el motor de prueba, se llena a un nivel apropiado con el aceite de prueba, y operado a 1200 r.p.m., sin carga por 10 minutos.

El motor se para, se drena el aceite, se cambia el filtro del aceite y el motor se recarga con el aceite de prueba.

Sin calentarlo más, el motor se opera por 2 horas bajo las siguientes condiciones: Velocidad 3600 r.p.m. carga 0, enfriado por agua a una temperatura de 82.2°C (180°F) y la temperatura del aceite a 104.4°C (220°F).

Después de ésto, el motor se para y se hace circular agua de enfriamiento

to de 1.6 a 23.8°C (35 a 75°F) de los conductos de enfriamiento del motor por 2 horas.

Terminada esta operación, se repite 6 veces durante un período de 24 horas, hasta completar la prueba.

Después de la terminación de el 6^o ciclo, el árbol de levas y los elevadores de válvulas son removidos para una inspección visual.

La evaluación de las partes se basa en una inspección visual por comparación de partes individuales.

La escala de valuación del rayado y el desgaste está compuesta de fotografías de elevadores de válvulas con diferentes grados de daño.

Una valuación de 1.0 es equivalente a una parte nueva, un valor de 6.0 es la parte opuesta de la tabla que significa una parte fuertemente dañada.

El aceite para ser usado en un servicio SD deberá proveer un valor de 1 solamente en la Secuencia IV.

Relación de Secuencia IV con la Clasificación de Servicio API.

CLASIFICACION DE SERVICIO API	CRITERIO DE COMPORTAMIENTO
SB	Arbol de Levas Valor máximo de aspereza de elevadores de válvulas Daño Ninguno 2*
SC	Arbol de Levas Valor máximo de aspereza de elevadores de válvulas Ninguno 2*
SD	Arbol de Levas Valor máximo de aspereza de elevadores de válvulas Ninguno 1*

* Escala arbitraria de 1 a 6 donde 1 es condición de estado perfecto.

4. PRUEBA DE SECUENCIA VC.

Así como las anteriores, esta prueba es utilizada por la industria del petróleo, productores de aditivos y de equipo para evaluar la tendencia a la formación de lodos a través de 3 diferentes pruebas: (1) alta velocidad en frío, (2) alta velocidad en caliente y (3) a marcha lenta, para acelerar la formación de depósitos.

Esta prueba fué diseñada, para relacionar una combinación de baja velocidad, baja temperatura y parar-arrancar, tal y como se maneja en el tránsito ciudadano a las horas pico.

Para obtener buenas pruebas repetitivas y reproducirlas, son rígidamente controlados los siguientes puntos:

1. El motor es de 302 pulg³ y con partes especiales, con su variante - que puede ser el motor de 289 pulg³ (Motor Ford).
2. Uso de una temperatura constante y aire húmedo de abastecimiento.
3. Uso de un combustible para prueba certificada (gasolina).
4. Control de la relación aire-combustible.
5. Sensores de control automáticos tanto de velocidad como de carga y temperatura.
6. El aceite que va a utilizarse en esta prueba.

Al final de la prueba V-C el motor es inspeccionado para observar los - depósitos de lodo y barniz.

En el laboratorio la prueba es observada y controlada con severidad y - se corre después de cada 9 pruebas comerciales, o cada 150 días, lo - que ocurra primero. Esto es con el fin de mantener esta prueba dentro de las especificaciones militares y de los diseñadores de equipo.

Relación de Secuencia VC con la Clasificación de Servicio API.

CLASIFICACION DE SERVICIO API	CRITERIO DE COMPORTAMIENTO
SE	Valor promedio de lodo en motor mín 8.5* Valor promedio de espesor de barniz en - pistones mín. 8.2*. Valor promedio de barniz en el motor - mín. 8.0*. Máximo de obstrucción del anillo de acei- te en porcentaje 5.

* Escala arbitraria donde 10 = limpio.

5. PRUEBA DE MOTOR C L R.

La prueba CLR ha sido universalmente aprobada como prueba de laboratorio y es una herramienta apropiada en la evaluación de aceites lubricantes.

Dos de las corridas de prueba más comunes en este motor son la CRC - L -38 y la de prueba de depósitos a baja temperatura LTD.

Prueba CRC -38.

Este procedimiento de prueba es usado para evaluar la estabilidad contra la oxidación y corrosión de cojinetes de aleación cobre-plomo, gracias a las características de los aceites del cárter en los motores.

El motor se opera continuamente bajo condiciones de velocidad constante por 40 horas.

Las muestras de lubricante se examinan en el motor de prueba para determinar depósitos y la pérdida de peso en los rodamientos y cojinetes especiales de prueba a base de aleaciones de cobre y plomo.

Prueba LR LTD.

Este procedimiento se usa para evaluar lubricantes de cárter, con respecto a su habilidad para prevenir la acumulación de depósitos bajo condiciones de operación especiales, como son bajas temperaturas.

La temperatura de enfriamiento se mantiene a 48.8°C (120°F) durante 180 horas de prueba a una velocidad constante.

Las componentes del motor se examinan y evalúan, para barniz y lodo como depósitos a la conclusión de ésta prueba.

Ambas pruebas fueron aceptadas como pruebas militares con las siglas MIL - - L - 2104 B.

Pruebas CRCL-38 y CRC LTD relacionadas en la Clasificación de Servicio API.

Clasificación de Servicio API	Técnica de Prueba	CRITERIO DE COMPORTAMIENTO
SA	Ninguna	Ninguno
SB	L-38	Pérdida de peso de cojinetes en mg máx. 500
SC	L-38	Pérdida de peso de cojinetes en mg máx. 50
SD	L-38	Pérdida de peso de cojinetes en mg máx. 40
SE	L-38	Pérdida de peso de cojinetes en mg máx. 40
CA	L-38	Pérdida de peso de cojinetes en mg máx. 50 Valoración del grosor de barniz en piston mín. 9.0*
CB	Lo	mismo que CA
CC	LTD o LTD Modificado	Valoración del grosor de barniz LTD LTD ^o Modificado del Pistón mínimo 7.5 7.5 Valoración del barniz total en el motor mínimo..... 42** Valor del lodo total del motor mín. 35 42** Taponamiento máx. del anillo de aceite % 25 10
CD	L-38	Pérdida de peso de cojinetes en mg. máx. 50 Valor promedio de barniz del piston mín. 90

* Escala arbitraria 10 = limpio. ** Escala arbitraria 50 = limpia.

^o Modificado

PRUEBA DE HERRUMBRE FALCON.

La prueba de herrumbre Falcon, fué desarrollada para eliminar algunas pruebas ya en desuso como las ESE M2C-96-B de la fábrica Ford Motor Company y servicio de campo, especificación de aceite ESE M2C-101B. La prueba fué desarrollada a principios de 1960, para reproducir la severa herrumbre que ocurría en algunos motores equipados con PCV.

La severidad de la herrumbre en esta prueba de motor se activa al permitir vapores en el cárter, conteniendo los ácidos que se forman por los productos de la combustión al condensarse y mezclarse con el aceite lubricante. Los vapores del cárter son normalmente consumidos por la ventilación positiva del cárter (sistema PCV).

En la prueba de "Herrumbre Falcon" se necesita bloquear el sistema normal de ventilación PCV, para que la totalidad de los vapores producto de la combustión pasen a través de 2 condensadores conectados en serie, que se han acoplado al motor de esta prueba.

De los vapores de la combustión y el agua se forman más de 1 galón de condensado, los cuales se harán retornar al sistema de lubricación del motor durante una prueba estandar de 55 horas. Al finalizar la prueba, las partes específicas del motor se evalúan para herrumbre.

En adición a la herrumbre, se evalúan los parámetros de desgaste de cojinetes, levas, elevadores de válvulas.

Relación de la Prueba Falcon con la Clasificación de Servicio API.

Clasificación de Servicio API	Tipo de Prueba	CRITERIO DE COMPORTAMIENTO
SD	Falcon	Evaluación promedio de herrumbre en el motor mín. 9.0*

* Escala arbitraria donde 10 es limpio.

PRUEBA DE MOTOR PETTER W-1.

La prueba Petter W-1 para oxidación de aceites lubricantes, fué originalmente desarrollada en 1951 para conseguir un método necesario y no caro para pruebas.

La prueba tiene uso para la evaluación de la estabilidad contra la oxidación de un aceite a altas temperaturas y la tendencia a formar lacas sobre componentes del motor.

Una prueba estandar fué desarrollada por el Instituto Americano del Petróleo y el método ha sido aceptado por el Consejo de Coordinación Europeo.

El motor es de un solo cilindro, con un sistema especial de lubricación con aceite, que permite operar a altas temperaturas y con solamente 908 g (2.2 libras) de aceite en el cárter.

La alta temperatura del aceite se mantiene con 3 calentadores. La parte más caliente está controlada a 200 °C (392 °F) para promover la oxidación del aceite.

La prueba se corre por 36 horas, y se lleva a cabo con carga y velocidad fijas.

Las muestras de aceite se evalúan por medio del exámen de los cojinetes de cobre-plomo, por pérdida de peso, el pistón para los depósitos, y la muestra de aceite para observar los grados de oxidación.

FORD CORTINA, PRUEBA DE ALTA TEMPERATURA.

El Ford Cortina es un motor a gasolina de 92 pulg³ (1499 cm³) de 4 cilindros de diseño típicamente europeo.

La prueba de alta temperatura fué originalmente establecida por la Ford Motor Company de Inglaterra y ha sido adoptada y modificada ligeramente por el Instituto Americano del Petróleo y nombrada como IP 246/69T.

La prueba se usa para observar el taponamiento de los anillos, la tendencia del aceite a formar lacas y simular las condiciones de gran carga, bajo las cuales trabajan los motores europeos.

Si el aceite utilizado es de mala calidad, el motor falla al completar 100 horas de prueba, porque es fuerte el atascamiento del anillo del pistón, con el subsecuente daño por el bloqueo.

La prueba consiste de 100 horas de corrida, con el ahogador completamente abierto.

Cada 12 horas el aceite se drena bajo un nivel especificado y se le vuelve a agregar siempre una cantidad fija.

PRUEBA FIAT 600 D.

Esta prueba fué desarrollada originalmente por FIAT en Italia, para observar el comportamiento anti-lodo de los lubricantes de motores a gasolina, operados a baja temperatura, bajo condiciones de paradas y arrancadas continuas.

Desde 1963 ha sido utilizado en Norteamérica y en Europa para evaluar las propiedades dispersantes de los lubricantes.

El motor es un Fiat 4 cilindros de 767 cm³ (46 pulg³) que tiene un filtro centrífugo al final de el cigueñal.

La prueba consiste de 63 ciclos de 6 horas de duración dividida en 5 partes como sigue :

<u>Tiempo de Duración</u>	<u>Temperatura de Operación Aceite</u> <u>Refrigerante</u>	
.5 min.	Calentar	
55 min.	frío y marcha lenta	25°C (77°F)
120 min.	baja temperatura - velocidad media	25°C (77°F)
120 min.	Alta temperatura-- alta velocidad	80°C (176°F) 90°C (194°F)
60 min.	Parar	25°C (77°F)

En el motor, el agua de enfriamiento se circula a través de la unidad de refrigeración para mantener las temperaturas especificadas y la cantidad fijada del nuevo aceite se agregan cada 6 ciclos, para minimizar el efecto de variación en el consumo de aceite.

El comportamiento del aceite se evalúa por medición del peso y grosor del lodo depositado en el filtro centrífugo.

Dentro de las clasificaciones de servicio para aceites de motor a gasolina, se tiene hasta la fecha las siguientes :

Clasificación API : SA = aceite mineral ; SB = aceite inhibido ; SC modelos de 1964 a 1967 ; SD = modelos de 1968 a 1970 ; SE modelos 1971 a 1979 y para modelos 1980 se ha creado la nueva clasificación SF con sus respectivas pruebas de secuencia IID, IIID y VD.

Interpretación de el Nivel de Calidad de Aceites SF.

- ° Se les deberá proveer a las levas y elevadores de levas protección contra -

el desgaste. Las secuencias IIID y VD han sido diseñadas para evaluar este tipo de prueba.

- ° Los aceites deberán contener un alto nivel de aditivos antidesgaste, que no están contenidos en aceites tipo SE.
- ° Se tendrá una mayor protección contra la oxidación de los aceites, teniendo se mayores restricciones en la secuencia III-D, que requerirán mayores niveles de aditivos antioxidantes que los comúnmente contenidos en los aceites SE.
- ° Un control más estricto de depósitos a bajas temperaturas son indicativo de que se requerirán nuevas técnicas de formulación.
- ° La protección contra la herrumbre deberá ser mantenida.

PRUEBAS DE MOTOR PARA DIESEL.

La combinación de aditivos requeridos para el servicio de motores a gasolina son diferentes que los que se necesitan para el servicio de motores a diesel.

Para motores diesel, las pruebas y evaluaciones son usualmente hechas solamente para depósitos en los pistones.

Otra prueba para motores diesel, usada primeramente para evaluar los aceites de vehículos para servicio de pasajeros, es identificada como el Daimler-Benz OM 615 Kombi. Esta prueba en particular es para observar las perforaciones o escoriaciones en los cilindros y el desgaste en el árbol de levas.

Por lo tanto, para dar una idea general de lo que son las pruebas en motores a Diesel se hablará de los 2 tipos de motores más utilizados en estas pruebas.

GM 3-71 2 ciclos Motor Diesel.

El GM 3-71, motor Diesel, se usa para evaluar el comportamiento característico del aceite lubricante de motores diesel, cuando se usan bajo severas condiciones de operación, como son el utilizar un combustible con alto contenido de azufre y agua de mar como contaminante.

Es una de las pruebas más importantes, requeridas como prueba militar de la especificación MIL - L - 9000 G.

El motor se opera por 300 horas a 1800 r.p.m., 75 H.P. de Potencia y 93.3°C (200°F) temperatura del agua refrigerante.

La temperatura del aceite se controla a 121°C (250°F).

El motor se para por 4 horas, después de cada 24 horas de operación.

En el inicio de cada ciclo, se agregan 150 cm³ de agua sintética de mar al aceite en el cárter.

El comportamiento en la prueba del aceite se indica por la condición de las partes del motor, incluyendo los anillos de lubricación la corrosión de cojinetes, válvulas, cilindros y el desgaste de los anillos de compresión.

PRUEBA COMBINADA DAIMLER BENZ - KOMBI OM 615.

Esta prueba ha sido desarrollada para el motor OM-615 Diesel y adoptada por Daimler-Benz para pruebas formales de formulaciones de aceites.

Inicialmente la prueba Daimler-Benz se hacía en corridas de 152 horas "Desgas

te en cilindros" y 2 pruebas taxi camino, cada una de 50 000 Km. de duración.

Posteriormente la prueba de desgaste de los cilindros fué reducida a 72 horas y la prueba de taxi camino fué reemplazada por pruebas de banco de 120 horas conocidas como pruebas de Frío y Caliente.

La prueba Daimler-Benz se complementó con la combinación de las 2 pruebas y con la inclusión de una tercera prueba llamada de "Media Velocidad", unidas todas ellas en una prueba llamada "Kombi".

La prueba Kombi se lleva a cabo en un motor simple.

Consiste de 120 horas de "calor-frío", siguiendo por 36 horas "desgaste perforación" y 50 horas de "velocidad media".

Al terminar esto el motor es completamente desarmado y todos los componentes son cuidadosamente examinados, con respecto al comportamiento del aceite.

La prueba completa, representa 20,000 Km. en servicio.

La firma Daimler-Benz acepta como límite 0.00014 pulgadas por cada 100 Km, como promedio de desgaste o de perforaciones en los cilindros y 0.0006 pulg. - por 100 Km. como promedio de desgaste del árbol de levas.

CAPITULO N^o 7

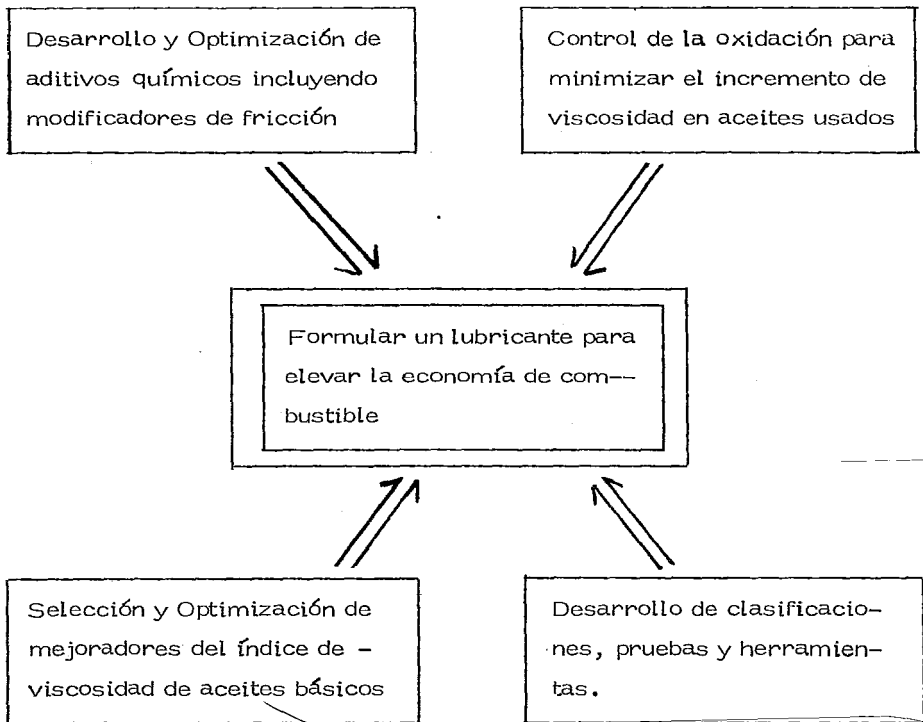
CONCLUSIONES.

Los puntos principales que se obtuvieron al término de ésta revisión de métodos de prueba son los siguientes :

- El mejorar la economía de combustible, se considera uno de los puntos más importantes, en donde los fabricantes de lubricantes podrán ayudar por su parte elaborando aceites con menor viscosidad, con modificadores de fricción o aditivos antifriccionantes, como es el caso de los aditivos llamados boratos, que al reducir la fricción ayudan a economizar hasta más de un 2% de combustible actualmente y son esperados mejores resultados en este verano de 1980.
- Al extender los intervalos de drenado del aceite, recomendado por los fabricantes para los modelos de 1981 y 1982, provocará la creación de nuevas clasificaciones de aceite en el futuro.
- En el presente y ya aplicándose en lubricantes para modelos de auto 1980, se encuentra la nueva clasificación de aceites SF la cual trabaja sobre la disminución en la oxidación de aceites y la protección contra el desgaste del tren de válvulas, estas dos son las principales mejoras que presentan los aceites que cumplen con la clasificación SF, sobre los aceites que se clasifican como SE.
- Los aceites con bajo nivel de fósforo son esperados por los fabricantes de automóviles para :

- a. Minimizar el envenenamiento de emisiones en los sistemas componentes, para reducir cenizas y proveer satisfactoriamente una protección contra la oxidación y el desgaste.
- Se hacen esfuerzos por reducir el consumo de aceite de un 0.0003 a un 0.0001 litros/Km.
 - Para el futuro como se observa en las estadísticas (Gráficas circulares sobre demanda total de lubricantes incluídas en la Introducción), se prevee un aumento considerable en la producción de todo tipo de lubricantes, pero resalta la producción de lubricantes sintéticos debido a su alto índice de viscosidad, a sus propiedades excelentes a bajas temperaturas (como son el punto de congelación y medición de la viscosidad), larga vida en altas temperaturas y estabilidad a la oxidación.
 - En cuanto a los lubricantes para motores Diesel : se están desarrollando pruebas que buscan separar los aceites para motor a gasolina de el motor Diesel, además muchas compañías ya han generalizado la venta de un aceite multigrado universal con viscosidad 15W - 40.
 - Con respecto a las diversas pruebas a que se someten los lubricantes :

Se tiene que debido a una disminución del tamaño y potencia de los automóviles, un aumento en su rendimiento y una elevación del precio de los energéticos, se provocará que los nuevos aceites tengan mejores propiedades, principalmente la de ser antifricciónante, anticorrosivo y contra la formación de lodos, lo que dará por resultado una necesidad de proseguir con los estudios de nuevas formulaciones de aditivos y nuevas pruebas especiales en motores todo lo anterior se podría resumir en los siguientes diagramas :



Esto nos ejemplifica cuales son las metas, objetivos y tendencias de los fabricantes de lubricantes :

- ° Es necesario implantar nuevas pruebas especiales en motores ya que como se había mencionado, han cambiando las condiciones de operación, y las que hay en existencia publicadas hasta la fecha, en pocos años ya estarán fuera de uso.
- ° Por otra parte al observar que es insuficiente la producción por parte de Petróleos Mexicanos de aceites lubricantes de alta calidad y al constatar el

desarrollo que tiene la industria automotriz en nuestro país, se deduce que es necesaria la construcción de nuevas plantas que puedan absorber la demanda de lubricantes.

- ° Un punto importante es el de utilizar al máximo posible los aceites rerefinados, lo que provocará una ampliación de las instalaciones de las compañías dedicadas a este ramo de la lubricación, generando empleos y de esta manera tratar de evitar en lo posible la importación de aceites lubricantes que representan una pérdida de divisas para nuestro país.

CAPITULO Nº 8

BIBLIOGRAFIA.

1. ASSEFF P.A. Modern Automotive Lubricating. Ed. Lubrizol Corporation 1979.
2. ASTM Annual Book of American Society for Testing Materials, partes 23 y 24. Ed. ASTM Philadelphia Pa. 1979.
3. Lubricantes Valvoline. "Boletín de Información Técnica. Ed. LLantas y Vehículos, S.A. 1978.
4. Lubrizol Corporation. "Motor Oil Evaluation, 1978.
5. Mobil Oil Company. "Pruebas de Laboratorio en Aceites Lubricantes". - Payet Mex. 1976.
6. Nelson W.L. Refinación de Petróleos, Ed. Reverté. Barcelona España - 1958.
7. Oronite Additives. Chevron Chemical Company. San Francisco U.S.A., - 1980.
8. Petróleos Mexicanos. "Manual de Lubricantes de Pemex. Ed. Galache, - 3a. Edición. 1974.
9. Petróleos Mexicanos. Refinería de Salamanca. Ing. A.M. Amor. 1971.
10. RIEGEL; Kent, J.A. Química Industrial. Ediciones Grijalbo, 1964.
11. SAE Handbook. Society of Automotive Engineers Inc. Warrendale Pa. - 1975.
12. Valencia Andrade G. "Manual de Lubricación Part. 1., Ed. Edicol, 1974.