

A
T
66-4-3
(1937)

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD

27

DE

QUIMICA Y FARMACIA

"CONTROL DE LAS ESPECIFICACIONES REQUERIDAS EN
ACEITES LUBRICANTES UTILIZADOS PARA CAMION Y -
TRANSMISION"

MANIA N. GUERRERO P.
JORGE ROUS POBARES .

TRABAJOS REALIZADOS EN LOS LABORATORIOS DE ANALISIS DE LA FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA, Y EN LOS DE ANALISIS Y CONTROL DE INTERCOL.

TRABAJO DE TÍTULO No. 88

Realizado por los alumnos:

MARIA N. GUERRERO P.
JORGE TOUS POMARES.

Para optar el grado de:

QUÍMICO FARMACÉUTICO.

Presidente del trabajo de Título:

DR. YIDIOS SEDAN BECHARA
Jefe de la Sección de Química
Orgánica del Dpto. Central de
Química de la Universidad de
Cartagena.

1970

92377

-IV-

"La Facultad de Química y Farmacia no se ha
ce responsable por los datos y conceptos -
emitidos en el presente trabajo".

D E D I C A T O R I A . -

Dedico este trabajo a mis padres, a mi abue-
la Jupe, hermanos y a mis tías: María y Be-
tty, quienes se cesaron en un solo momento-
de ser un aliciente moral y económico para-
von colmada mis más nobles aspiraciones

JORGE EMIRO TOUS P.

A mis ~~Padres~~ y hermanos que con muchos sa-
crificios lograr ~~alcanzar~~ la meta anhela-
da.

MARIA N. GONZALEZ P.

A G R A D E C I M I E N T O . -

Al Dr. Yidios Sedán Bechara, presidente del-
trabajo de título; a los Doctores Rodolfo --
Sanclemente y Rafael Ruiz, jefe del Dpto
de Química y de la Sección de Control de In-
tercol respectivamente; al Dr. Rodolfo Urriz,
la, jefe de la Sección de Análisis Cuantita-
tivo y Cualitativo del Dpto. de Química de -
la Universidad de Cartagena, y a todos los -
profesores que en una u otra forma prestaron
su eficaz colaboración en este trabajo.

EL SUSCRITO PROFESOR DE QUIMICA ANALITICA

C E R T I F I C A

Que la Señorita María Guerrero Pertuz y el Señor Jorge Tous Pomares, reali aron en uno de los laboratorios del Departamento Central de Química,- Análisis Químicos para su trabajo de grado.

Cartagena, Enero Diecinueve (19) de mil novecien-
tos setenta (1.970)



Rodolfo Urriola Chico
Profesor Titular.
Química Analítica.

EL SUSCRITO JEFE DEL DEPTO. DE QUIMICA DE INTERCOL,

C E R T I F I C A :

Que la señorita MARIA GUERRERO PERTUZ y el señor JORGE TOUS POHARES., realizaron en los laboratorios de Analisis y Control de esta Compañia, Analisis Quimicos, para su trabajo de Grado.-

Expedido en Cartagena, a los trece (13) días del mes de Febrero, de mil novecientos setenta (1.970).-

RODOLFO SANCLEMENTE

Jefe del Depto. de Química de Intercol.

LABORATORIO - INTERCOL
CARTAGENA

Fecha: Feb. 13 - 70

Control de las especificaciones requeri
das en aceites lubricantes utilizados -
para cárter y transmisión.-

F I N A L I D A D

Dado el gran desarrollo que ha tenido en nuestro país, la industria de los Lubricantes, hemos realizado este trabajo, con el objeto de colaborar con las autoridades de Fomento y Desarrollo, quienes tienen a su cargo el control de la calidad de estos productos.

LUBRICACION Y LUBRICANTES. Las investigaciones arqueológicas han demostrado que los conductores de carro hacia el 1.400 a de C., conocían ya la utilidad de la lubricación.

El descubrimiento de los principios fundamentales del rozamiento y lubricación se atribuyen a Leonardo de Vinci (1452 - 1519), cuyos cuadernos contienen notas en las que se descubren los efectos de lubricación, sobre el coeficiente de rozamiento entre dos superficies que frotan una contra otra. Hasta el comienzo de la era Industrial no se reconoció de manera general la importancia de la lubricación, y fueron los análisis de Osborn Reynolds en 1.886, los que iniciaron la investigación sistemática de la naturaleza de la lubricación proporcionada por los fluidos. No existen datos sobre el consumo de lubricantes durante ese período; pero puede asegurarse que era pequeño si se compara con la capacidad de producción mundial de 1.950, -- que se ha calculado en unos 11 millones de toneladas, de las cuales 80% se produce en los Estados Unidos.

T E O R I A D E L A L U B R I C A C I O N
LUBRICACION HIDRODINAMICA. -- La lubricación hidrodinámica puede definirse como el estado de funcionamiento de superficies frotantes que permite la separación de éstas por una continua de un

11

fluído. El fluído soporta, por consiguiente, la carga o el peso del miembro libre del par fro-- tante. El rompimiento parcial de la película -- continúa que conduce a un aumento del rozamiento, pero permite todavía el funcionamiento, es-- un estado llamado "Lubricación Límite" o "Lubricación Mixta", porque constituye la transmisión libre el estado completamente lubricado de rozamiento mínimo y el contacto directo sólido contra sólido que conduce de ordinario al agamento.

ACEITES LUBRICANTES DERIVADOS DEL PETRÓLEO

A Los aceites minerales derivados del petróleo se obtienen por destilación fraccionada de los petróleos crudos y son refinados por ácidos, disolventes y arcillas. Los petróleos crudos para lubricación son principalmente del tipo Pensilvania o de Parafina pura, a base de contenido mediano de Parafina o semiparafínicos, de los campos de la Costa del Golfo; o a base de Naftenb, de los campos de California.

Los Crudos Colombianos, en su mayoría, semiparafínicos, producen buenas bases para lubricantes, y hoy día la Refinería de Barrancabermeja está produciendo las bases para los lubricantes que -

se elaboran en Colombia (el 90% más o menos de los lubricantes y grasas consumidas en el país son producidas con bases Nacionales).

El tipo de propiedades correctas de un lubricante son regulados por la aplicación. El lubricante fabricado para satisfacer las necesidades del servicio debe tener un coeficiente de rozamiento mínimo; máxima adhesión a la superficie que ha de ser lubricada; máxima resistencia de película; estabilidad física con relación a la temperatura y a la presión; estabilidad química contra la oxidación; ausencia de ácidos corrosivos; resistencia a emulsionarse; volatilidad prácticamente nula; fluidéz apropiada a bajas temperaturas; consistencia mínima, y control de su pureza en relación con los agentes abracivos; rellenos, jabones o de adición .

Los lubricantes líquidos de petróleo son de uso general a causa de adaptibilidad del diseño moderno de ingeniería. las grasas que son una mezcla de aceites minerales y jabón, son recomendadas solamente en donde las aventuras de fuga son demasiado grandes para retener lubricantes líquidos.

Los ensayos físicos de los lubricantes son ampliamente usados, ya que de su utilidad depende en

£

gran parte de sus características físicas. Los -ensayos usuales son los de: Viscosidad, Inflamación, Índice de Viscosidad, Gravedad, Humedad, Punto de Fluidéz y Color. Las pruebas químicas-comprenden: Corrosión, Cenizas, Cenizas Sulfatadas, Análisis para Metales (Se determina los -aditivos).

La elección de lubricantes se basa generalmente en dos consideraciones fundamentales: Requisitos de funciones de lubricación y la Necesidad de conservar sus propiedades durante algún tiempo en las consideraciones propias del trabajo.

Los requisitos de lubricación se calculan para -- las aplicaciones concretas. El mantenimiento de -- las propiedades necesarias en la lubricación a -- la temperatura y en la atmósfera que existen en -- una aplicación dada depende principalmente de la volatilidad y de la estabilidad química del lu -- bricante. Las propiedades del lubricante varían -- mediante el uso de aditivos.



A D I T I V O S . Los aditivos no solo permiten a los aceites desempeñar funciones que van mucho más allá de las posibilidades inherentes a las -- fracciones del petróleo; sino que constituye tam -- bien un tonelaje apreciable de compuestos quími -- cos sintéticos aproximadamente 80.000 toneladas -- por año solamente en el mercado de los Estados -- Unidos.

El uso de éstos es, con el obje -- to, de mejorar la calidad del lubricante o grasa e impedir su pronto deterioro.

~~Estos aditivos~~ pueden clasificarse aproximadamente como sigue:

CLASIFICACION

a (1) LUBRICANTES DE PELICULA LIMITE.

Diversas grasas y sus derivados, especialmente jabones metálicos multivalentes, alcoholes de cadena larga, fosfitos orgánicos.

b (2) DETERGENTES O DESFLOCULANTES.

Sales oleosolubles de metales multivalentes -- del fenol, de ácidos carboxílicos, ácidos sulfónicos y de ácidos alquil-fosfóricos, y compuestos afines.

Estos actúan limpiando el motor o máquina e impiden la deposición de sucio.

c (3) EMULSIVOS. Sales de metales alcalinas de ácidos carboxílicos y sulfónicos, emulsivos no iónicos, alcoholes, éteres, derivados polioxietilénicos de ácidos grasos. Agentes catiónicos tensioactivos, como las sales de aminas de cadena larga, solo se usan como emulsivos de aceites.

Impiden que el sucio se deposite en la máquina manteniéndola en suspensión.

d (4) DEPRESORES DE ESPUMA. Los derivados del Siloxano se emplean mucho para este fin por su gran eficacia en concentraciones muy pe-

queñas o en aceites. Otros agentes despunantes pa
ra el aceite son líquidos insolubles en aceites
petrólicos (glicerol o glicoles) dispersados
en el aceite por emulsiones apropiadas.

Estos impiden que se forme espuma
que entorpece la buena lubricación.

e (5) INHIBIDORES DE LA OXIDACION.

Son los aditivos más antiguos en el campo de la
lubricación con aceite, muchos de ellos son fe-
noles, naftalenos, aminas aromáticas, sulfuros,
fosfuros y combinaciones de esos grupos funcio-
nales en una molécula o en mezclas.

F (6) ESPESADORES POLIMERICOS.

Los llamados "Mejoradores del Índice de Visco
sidad" son generalmente polímeros de cadena lar
ga, con un peso molecular comprendido entre ---
3.000 y 30.000 de los tipos siguientes: Poliiso
butileno y otros hidrocarburos alifáticos poli-
méricos semejantes, poliestireno o polímeros de
alquilestirenos, polímeros de cadena larga de -
acrilatos de alquilo y poliésteres. Son de presio
res del punto de derrame los alquilnaftalenos y-
otros sistemas de anillos alquilados de cadena -
larga, polímeros de acrilatos de alquilo de ca-
dena larga y jabones de metales multivalentes de
diversos ácidos grasos.

G (7) PREVENTIVOS DE LA HERRUMBRE.

Son generalmente sustancias de actividad de super

ficie, como ácidos grasos y sus sales alcalino-térreas solubles en aceites, sales de metales-multivalentes de ácidos sulfónicos del petróleo y derivados y combinaciones de los grupos-antes mencionados.

H (8) INHIBIDORES DEL DESGASTE.

Se eligen según la naturaleza del proceso de desgaste. Contra el desgaste por rozamiento, se usan diversos compuestos orgánicos de fósforo, como el fosfato tricresílico, mientras que el -- desgaste corrosivo tiene que combatirse con preventivos de la herrumbre o con agentes que reaccionen con las sustancias corrosivas, e impidan el ataque de éstas sobre el metal. Los fenclatos alcalinotérreos se emplean en los motores de los autos para neutralizar el ácido sulfúrico y los ácidos halogenados procedentes de los componentes del combustible.

La mezcla de aditivos a los aceites no puede hacerse sin discriminación. Son tan numerosas las fuentes de interacción con los componentes muy variables de los aceites, con otros aditivos y con las maquinarias en la cual se espera que funcione el aceite, que solo experimentos minuciosos guiados por principios fundamentales de la Química Orgánica y de las acciones de superficies, pueden conducir a combinaciones útiles.

3 GRAVEDAD

A DEFINICION

La determinación de la Gravedad es una de las primeras pruebas aplicadas al control de calidad en los comienzos de la Industria del petróleo. En la actualidad continúa siendo una determinación de gran importancia y, a pesar de su sencillez, es una de las usadas en las transacciones comerciales en todo el mundo.

Las dos escalas usadas en nuestro trabajo son la Gravedad Específica y la de Gravedad API. La Gravedad Específica es la relación existente entre la densidad del producto y la densidad del agua. Toda vez que la densidad varía con la temperatura, en nuestro trabajo se usa la temperatura de 60°F. La gravedad API está en razón inversa a la Gravedad Específica. Por lo tanto, mientras más ligero es un hidrocarburo, mayor será su gravedad API. En la escala API, el 10 corresponde al agua, por lo que un producto que tenga una Gravedad API menor de 10 se hundirá en el agua y, si es mayor flotará.

La escala API tiene varias ventajas sobre la Gravedad Específica, siendo la principal: La sencillez de su determinación por medio del hidrómetro, el cual da una lectura más fácil y exacta que el hidrómetro, de Gravedad Específica y mucho más rápido que con el pínometro. Además, los Hidrómetros API son más fáciles de construir que con los de Gravedad Específica.

B SIGNIFICADO DE LA GRAVEDAD.- La importancia de la Gravedad ρ API consiste en la información que nos brinda sobre la calidad de los productos y las variaciones del volumen del producto con la temperatura.

Con muy pocas excepciones, en todos los productos de petróleo se especifica la Gravedad Específica, o la Gravedad ρ API. En este sentido, la gravedad es una indicación de calidad y un medio para determinar contaminación. También, como especificación, se usa en las transacciones comerciales y en la determinación de costo de transporte.

Un cambio en la gravedad de un chorro, le indica al operador de la unidad, que ha ocurrido un cambio en las condiciones de operación, y puede tomar las medidas pertinentes. También es una comprobación rápida de identificación o de contaminación del producto. Por ejemplo, el pasarlo de un tanque a un camión tanque.

V I S C O S I D A D

Viscosidad es la medida de la resistencia a fluir de un líquido. Esa resistencia es ocasionada por la fricción que se produce entre las capas del líquido en movimiento y, la medida de la fuerza requerida para contrarrestar esa fricción interna, es la Viscosidad.

Cuantitativamente, se define:-
"La fuerza requerida para mover una superficie plana de un centímetro cuadrado sobre otra superficie plana, separadas por una capa del líquido de un centímetro de espesor, a la velocidad de -

un centímetro por segundo". Esta fuerza es la unidad de viscosidad absoluta y se la denomina Poise. Un centipoise es la centésima parte de esa unidad.

La viscosidad se mide generalmente, por el tiempo requerido por el volumen del líquido, para fluir bajo condiciones controladas. f)

• VISCOSIDAD CINEMATICA es la relación entre la viscosidad absoluta y la densidad del líquido, a la temperatura a la cual se mide la viscosidad. La unidad de viscosidad Cinemática a Cinética es el Stoke; un centistoke es igual a 0.01 steke.

-. CLASIFICACION SAE DE LOS ACEITES PARA CARTER Y TRANSISION.-

Antiguamente la ~~Society~~ Society of Automotive Engineers clasificaba los aceites de cárter y transmisión basándose en una serie de propiedades; pero desde 1.923 su clasificación se basa únicamente en la viscosidad.

- VISCOSIDADES SAE SEGUNDOS SAYBOLT UNIVERSAL PARA
LUBRICANTES DE TRANSMISION O CAMBIOS Y
EJES O PUENTES DE LAS RUEDAS.-

TABLA No. 2

Número de Visc. SAE	-17.8°C (0°F)		99°C (210°F)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
75	15.000	40	
80	15.000	100.000	40	
90	75	
140	120	120
200	200	200

LIMITE DE VISCOSIDADES CINETICA EN

ACEITES PARA CARTER.-

TABLA No. 3

Número de Visc. SAE	CENTISTOKE			
	130°F		210°F	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
10	18.2	25.2	....
20	25.2	39.8	....
40	39.8	55.0	....
50	55.0	....	....	15.6
60	...	....	15.6	21.6
70	...	....	26.2	31.8

-.VISCOSIDAD SAE EN ACEITES PARA CARTER.-

TABLA No 1.-

Número Visc. SAE	Limite de Visc., Segundos Saybolt Univ.			
	A 0° F		A 210° F	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
5W	.....	4.000	39	.....
10W	6.000(a)	menos de 12.000	39	.....
20W	12.000(b)	8.000	39	.....
20	...	.....	45	Menos de 58
30	...	.....	58	Menos de 70
40	...	.....	70	Menos de 85
50	...	.....	85	110

(a) Puede emitirse la viscosidad mínima a --
17.8° C (0° F) siempre que la correspondiente-
a 99° C (210° F) no sea inferior a 40 segundos-
Saybolt Universal.

(b) Puede emitirse la viscosidad mínima a --
17.8° C (0° F) siempre que la correspondiente-
a 99° C (210° F) no sea inferior a 45 segundos-
Saybolt Universal.

Quando los aceites para cárter se --
identifican por más de un número de viscosi --
dad SAE, el número con W es la viscosidad a --
17.8° C (0° F) y el número más alto sin letra y
adicional es la viscosidad a 99° C (210° F).



.- LIMITE DE VISCOSIDAD CINEMATICA EN ACEITES

PARA TRANSMISION.-

TABLA N° 4.8

Número de Visc. SAE	Centistoke				
	0° F	100° F		210° F	
	Mínimo	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
80	21.800	...	...	...	...
90	.....	173	324	.....	.....
140	.....	...	...	25.1	42.9
250	.....	...	...	42.9	...

SIGNIFICADO DE LA VISCOSIDAD.- Considerada individualmente, la viscosidad es tal vez la propiedad más importante de los aceites lubricantes. - En un cojinete que está operando eficientemente con una película fluída de aceite entre las superficies de contacto, la viscosidad de dicho aceite a la temperatura de trabajo, es la propiedad que determina, hasta cierto punto, la fricción, calor generado y cantidad de aceite que puede fluír por el cojinete en las condiciones de carga, velocidad y diseño del cojinete.

La viscosidad es también importante por su relación con la volatilidad del producto. Es,-

además, un factor de importancia en la evaluación de aceites usados, pues es indicativo del grado de oxidación alcanzado por el aceite o de defectos de la maquinaria.

Por último, diremos que la viscosidad tiene importancia en relación con muchos otros productos del petróleo.

- . INDICE DE VISCOSIDAD. -

Es el número empírico que indica la estabilidad del aceite a los cambios de temperatura, relativos a otros aceites establecidos como patrones.

Los aceites aumentan su viscosidad cuando disminuyen su temperatura y disminuyen su viscosidad cuando se calientan.

Para calcular el índice de viscosidad se pueden tomar las viscosidades del aceite a dos temperaturas cualesquiera, pero se usa siempre las viscosidades a 100°F y a 210°F. La ASTM ha publicado tablas que permiten calcular el índice de viscosidad de un aceite, conociendo su viscosidad a distintas temperaturas.

SIGNIFICADO DEL INDICE DE VISCOSIDAD.- Un aceite para motor debe tener un alto índice de viscosidad, o lo que es lo mismo, que no sea muy afectado por los cambios de temperatura.

Los índices de viscosidad de los aceites parafínicos, varían entre 80 y 110, en

tanto que los nafténicos nunca tienen I.V. mayores de 40, presentando los de base mixta valores intermedios. Estos valores pueden incrementarse añadiéndoles aditivos llamados I.V. Improover. En una época, se consideraba al I.V. como el factor más importante en la calidad de cualquier aceite, pero se ha llegado a la lógica conclusión de que, tratándose de aceites que no tienen que trabajar a distintas temperaturas, este factor es de poca importancia. En otras palabras: el I.V. es de gran importancia en los aceites motores y es vital en ciertos productos tales como lubricantes, combustibles, y fluidos hidráulicos de aviación. †

- PUNTO DE INFLAMACION (FLASH POINT). -

Es la temperatura a la cual un conducto genera suficientes vapores que, mezclados con aires, se inflaman por un instante cuando se ponen en contacto con un cuerpo en ignición.

No debe confundirse con el Punto de Combustión (Fire Point), que es la temperatura a la cual el producto continúa ardiendo durante 5". Este último es siempre mayor que el primero (de 10° a 70°F mayor), y carece de importancia si se conoce el punto de inflamación.

El punto de inflamación depende de la naturaleza del petróleo crudo original, de la viscosidad y del método de refinado.

Para la misma viscosidad y para el mismo grado de refinado, los aceites parafínicos tienen punto de inflamación superior a los de los aceites nafténicos.

-. C E N I Z A S.-

El contenido de ceniza no debe confundirse con el sedimento, pues éste se refiere a impureza insoluble y no a productos que forman cenizas. La presencia de materiales no combustibles en los productos de petróleo, puede deberse a contaminación o ser intencional. En el primer caso están la Sílica, compuestos metálicos y herrumbre en el Fuel - Oil. Como ejemplo del segundo caso, podemos mencionar los compuestos metaloorgánicos añadidos a los lubricantes para mejorar ciertas cualidades o impartirles nuevas propiedades.

SIGNIFICADO DE CENIZAS.- Los Fuel-Oil, debido a su obtención residual, contienen generalmente materias no combustibles que forman escoria y ensucian el interior de los hornos, lo cual ocasionan pérdidas de eficiencia térmica. Debido a esta tendencia, es necesario restringir el contenido de ceniza y ceniza soluble en agua de los combustibles residuales. La prueba es una medida directa de la ceniza que se formará cuando se queme el combustible.

Los productos ligeros y los aceites lubricantes debidamente refinados, no tienen cantidades apreciables de cenizas.

- P A R T E E X P E R I M E N T A L.-

- ANALISIS REALIZADOS.-

(1) GRAVEDAD: (a) ρ_{API} .

APARATO: Hidrómetro de ρ_{API} .

CALCULO: Tabla de la ASTM y el IP.

(b) Gravedad Específica.

CALCULO:

$$\text{Dens. espe. } 60^{\circ}\text{F} = \frac{141.5}{\rho_{API} + 131.5}$$

(2) VISCOSIDAD:

APARATO: Viscosímetro de UBBELOHDE, Flujo Inverso. Fig: I

CALCULO: (a)

$$KV = Ct - \frac{B}{t}$$

KV = Viscosidad cinética en centistoke.

C = Constante de calibración del instrumento.

t = Tiempo requerido, en segundos para fluir la muestra de la marca superior a la inferior.

B = Variable que depende de la energía cinética o velocidad del aceite en el tubo capilar.

(El valor B/t es insignificante para capilar de 0.75 mm o mayores).

(b) Tabla de la ASTM.

(3) INDICE DE VISCOSIDAD:

CALCULO:

$$I.V = \frac{L - U}{L - H} (100)$$

U = Viscosidad del aceite a 100°F.

L = Viscosidad a 100°F de un aceite de 0 I.V pero que tiene a 210°F la misma viscosidad que la muestra.

H = Viscosidad a 100°F de un aceite de 100 I.V pero que tiene a 210°F la misma viscosidad que la muestra.

(4) FLASH POINT:

APARATO: Cleveland OPEN CUP. Fig. II.

(5) CENIZAS:

METODO: CALCINACION.

(6) CORROSION:

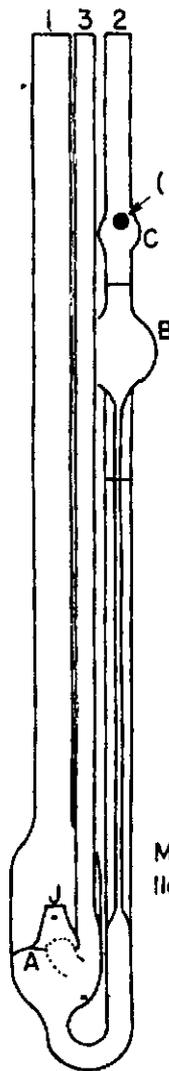
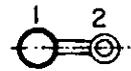
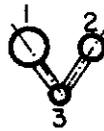
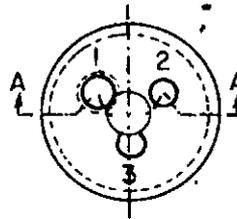
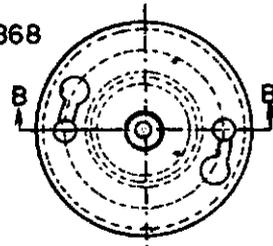
METODO: De la ASTM, Standar de corrosión para láminas de cobre.

(7) ESPUMA:

Aparato de ensayo de espuma de la ASTM.

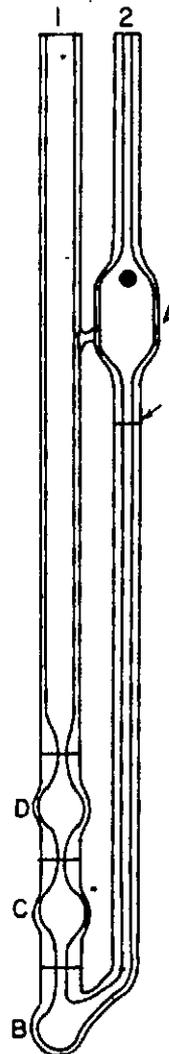
Este Soporte (SIS Item No. 3811) apropiado para todos los Viscosímetros excepto el VIS-SIL

SIS Item No. 3868 Soporte para VIS-SIL solamente



Punto Azul de vidrio (New Lock)

Marcas de llenado

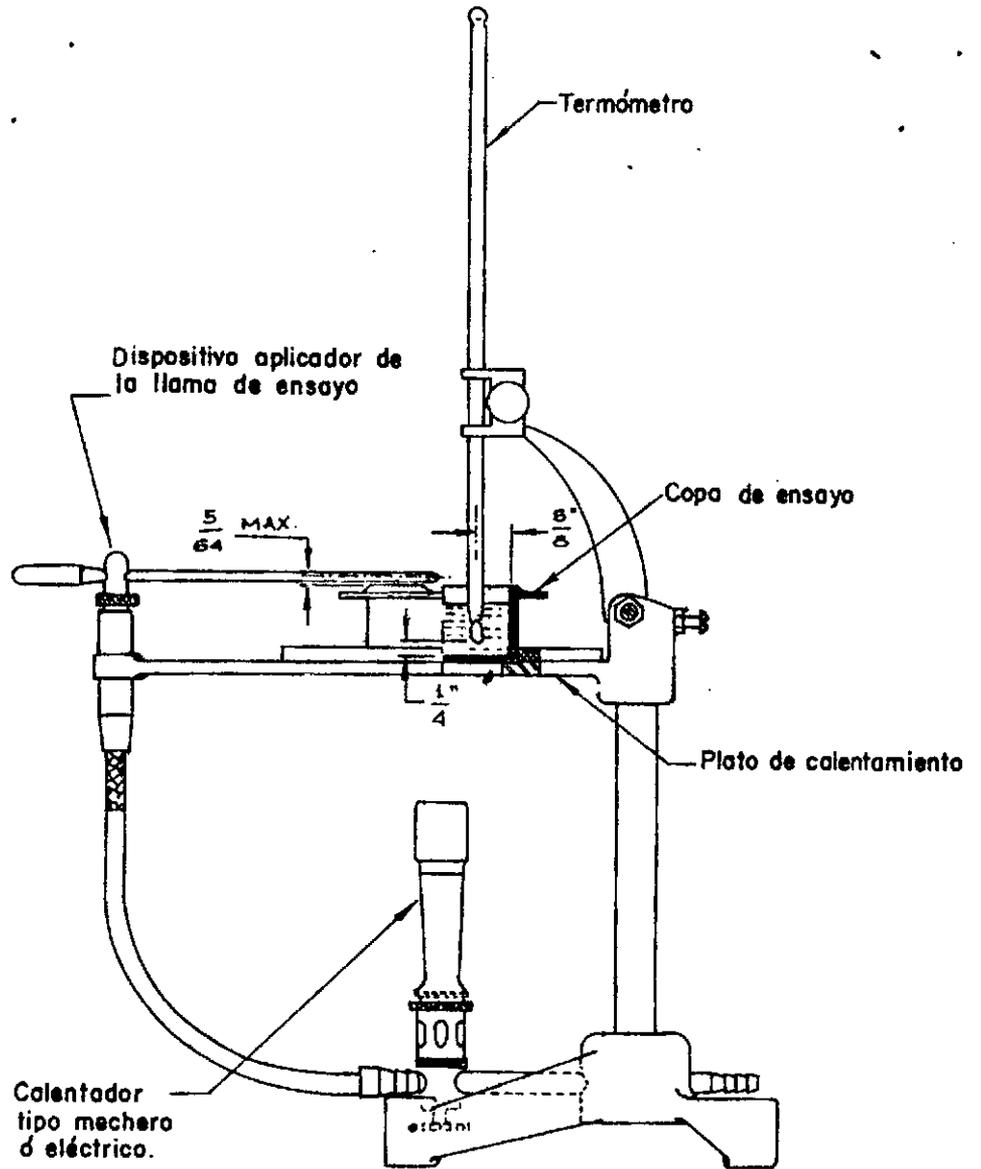


Marca de llenado

Tipo SIL
SIS No. 3840-3847, SIS No. 3831-3837

Flujo Inverso
SIS No. 3871-3878

Fig: I



COPA ABIERTA CLEVELAND

Fig: II

-. VISCOSIDAD CINEMATICA -.

MOUESTRA	No	Inst. No.	Factor	Temp. °F	Tiempo Segundos.	Visc. Cs.	Visc. SSU.	Índice de Viscosidad.
Esso Truck HDX SAE 30	1	3.0	3.001	100	36.1	108.64	503.30	73.72
		450			36.2			
Esso Truck HDX SAE 40	2	0.1	0.1000	210	59.9	10.00	59.32	76.26
		3.0	2.999	100	66.2	198.52	920.00	
Esso Truck HDX SAE 50	3	352			63.2			89.05
		0.3	0.3003	210	69.9	14.83	77.31	
Esso Truck HDX SAE 50	3	806			69.4			89.05
		3.0	2.999	100	87.4	262.11	1,214.70	
Esso Truck HDX SAE 90	4	326			87.3			42.70
		0.3	0.3003	210	63.5	19.06	94.46	
Esso Truck HDX SAE 90	4	806			63.5			42.70
		3.0	3.001	100	116.5	348.42	1,614.1	
Havoline Ferraco SAE 30	5	427			116.1			106.0
		0.3	0.3557	210	59.5	17.80	89.23	
Havoline Ferraco SAE 30	5	852			59.5			106.0
		3.0	3.001	100	38.3	116.44	539.50	
Havoline Ferraco SAE 30	5	1662			38.3			106.0
		0.1	0.9990	210	124.8	12.46	68.22	
Havoline Ferraco SAE 30	5	1662			124.8			106.0
		0.1	0.9990	210	124.8	12.46	68.22	

CONTINUACION CUADRO No. 1.-

MUESTRA.	No.	Inst. No.	Factor.	Temp. gf	Tiempo Segundos.	Visc. Cs.	Visc. SSU.	Indice de Viscosidad.
Havoline Texaco SAE 40	6	3.0	3.001	100	59.9	179.76	833.30	98.27
		450			59.9			
		0.3			53.0			
Havoline Texaco SAE 50	7	352	0.2997	210	53.0	15.88	81.40	98.50
		3.0			92.2			
		427			92.0			
T e x a c o SAE 90	8	0.3	3.001	100	70.5	258.08	1.196.20	73.02
		603			70.4			
		3.0			86.0			
T e x a c o SAE 90	8	450	0.10008	210	86.0	17.17	86.62	52.12
		0.1			171.6			
		1664			171.6			
T e x a c o SAE 140	9	3.0	0.13.474	100	406.50	1.412.18	6.545.45	71.74
		V-6			41.56			
		0.3			131.00			
M o b i l SAE 30	10	4049	0.10.31732	210	49.2	147.70	684.50	71.74
		3.0			49.1			
		451			120.4			
		0.1	0.10008	210	120.2	12.04	66.65	
	1664							

111
124
111

CONTINUACION CUADRO No. 1

MUESTRA	No.	Inst. No.	Factor	Temp. gr	Tiempo Segundos	Visc. Cs.	Visc. SSU.	Indice de Viscosidad.
M o b i l SAE 40	11	3.0	3.001	100	70.2	210.67	976.60	71.17
		427			70.2			
M o b i l SAE 50	12	0.3	0.2998	210	50.0	15.0	77.93	72.00
		603			50.0			
M o b i l SAE 90	13	3.0	3.002	100	108.4	325.12	1,506.30	120.53
		451			108.2			
M o b i l SAE 140	14	0.3	0.2997	210	65.6	19.66	97.01	80.67
		852			65.6			
A m a l i e SAE 30	15	3.0	2.999	100	187.6	562.61	2,607.70	72.18
		326			187.4			
A m a l i e SAE 40	16	0.3	0.3003	210	157.2	47.21	220.70	72.23
		806			157.2			
A m a l i e SAE 40	16	3.0	3.002	100	177.4	533.16	2,471.20	80.67
		451			177.8			
A m a l i e SAE 30	15	0.3	0.2998	210	93.4	28.00	133.40	80.67
		603			93.4			
A m a l i e SAE 30	15	3.0	2.999	100	46.8	140.35	650.70	72.18
		326			46.8			
A m a l i e SAE 40	16	0.3	0.2997	210	39.0	11.6	65.34	72.23
		852			39.0			
A m a l i e SAE 40	16	3.0	3.002	100	66.9	200.83	930.60	72.23
		451			66.9			
A m a l i e SAE 40	16	0.1	0.10008	210	146.2	14.63	76.51	72.23
		1664			146.2			

EXPLICACION DEL CUADRO No 1.-

- (I) INST. No: Se refiere al número del instrumento usado para determinar la viscosidad de la muestra.
- (II) El quebrado que aparece en la columna del número del instrumento corresponde a:
- (a) El numerador indica el diámetro del capilar del viscosímetro, expresado en milímetros.
- (b) El denominador denota el tiempo de flujo de un líquido - Standar usado para calibrar el viscosímetro usado. La temperatura a la cual se lleva esta calibración es de 20°C.

DEPARTAMENTO DE
FÍSICA
UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

CUADRO No. 2.-

-GRAVEDAD Y CENIZAS-

MUESTRA	No.	GRAVEDAD API		GRAVEDAD ESPECIFICA 60s/60sF	PORCENTAJE DE CENIZA.	
		Observada API	Corregida API 60s/60sF		Valores	Promedio
Esso Truck HDX SAE 30	1	28.3/87sF	26.6	0.995	0.569	0.566
	2	27.3/90sF	25.4	0.901	0.646	0.632
Esso Truck HDX SAE 50	3	27.4/88sF	25.7	0.900	0.690	0.690
	4	21.8/88sF	20.2	0.932	0.0042 0.0039	0.040
Havoline Texaco SAE 30	5	28.5/87sF	26.8	0.993	1.056 1.005	1.030
	6	27.3/88sF	25.6	0.900	1.108 1.098	1.103
Havoline Texaco SAE 50	7	26.3/87sF	24.6	0.906	1.119	1.139
					1.160	

CONTINUACION CUADRO No. 2

MUESTRA	No.	GRAVEDAD °API		GRAVEDAD ESPECIFICA 60°/60°FT	PORCENTAJE DE CENIZA.	
		OBSERVADA °API/°FT	CORREGIDA °API 60°/60°FT		Valores	Promedio
Texaco SAE 90	8	27.7/36°FT	26.1	0.897	0.004 0.004	0.004
Texaco SAE 140	9	21.4/89°FT	19.7	0.935	0.024 0.019	0.021
Mobil SAE 30	10	27.7/89°FT	25.9	0.898	0.630 0.590	0.610
Mobil SAE 40	11	27.0/90°FT	25.1	0.903	0.623 0.659	0.641
Mobil SAE 50	12	26.3/89°FT	24.5	0.906	0.100 0.120	0.110
Mobil SAE 90	13	25.3/89°FT	23.5	0.912	0.375 0.356	0.365
Mobil SAE 140	14	23.9/88°FT	22.2	0.920	0.310 0.310	0.310
Amalie SAE 30	15	28.1/89°FT	26.3	0.890	300 291	0.295
Amalie SAE 40	16	27.6/90°FT	25.7	0.900	308 0.293	0.299

- FLASH POINT Y CORROSION -

CUADRO No. 3

MUESTRA	No.	FLASH POINT °F	CORROSION EN LAMINAS DE COBRE. 212°F/3h.
Esso Truck HDX SAE 30	1	460	1b
Esso Truck HDX SAE 40	2	480	1a
Esso Truck HDX SAE 50	3	550	1a
Esso Truck HDX SAE 90	4	470	1a
Havoline Texaco SAE 30	5	465	1a
Havoline Texaco SAE 40	6	425	1a
Havoline Texaco SAE 50	7	540	1a
Texaco SAE 90	8	475	1a
Texaco SAE 140	9	580	1a

CONTINUACION CUADRO No. 3.-

MUESTRA	No.	FLASH POINT °F	CORROSION EN LAMINAS DE COBRE. 212°F/3h.
Mobil SAE 30	10	470	1a
Mobil SAE 40	11	485	1a
Mobil SAE 50	12	545	1a
Mobil SAE 90	13	505	1a
Mobil SAE 140	14	580	1a
Amalie SAE 30	15	465	1a
Amalie SAE 40	16	485	2a

- C U A D R O G E N E R A L D E A N A L I S I S -

MUESTRA	No	GRAVEDAD		VISCOSIDAD				I. V.	FLASH POINT °F	CENIZA %	CORROSION EN LAMINAS DE COBRE 212 °F/3h.	PORCENTAJE DE ESPUMA.-
		9API	ESP.	100°F Centistoke	210°F Seybolt Seg. Univ.	100°F	210°F					
Truck HDX SAE 30	1	26.6	0.895	108.64	10.0	503.30	59.32	73.72	460	0.566	1b	5
Truck HDX SAE 40	2	25.4	0.901	198.53	14.83	920.00	77.31	76.27	480	0.690	1a	10
Truck HDX SAE 50	3	25.7	0.900	262.11	19.06	1,214.70	94.46	89.05	550	0.690	1a	5
S O SAE 90	4	20.2	0.932	384.42	17.80	1,614.10	89.23	41.70	470	0.040	1a	10
Line Texaco SAE 30	5	26.80	0.893	116.44	12.46	539.50	68.22	106.00	465	1.030	1a	10
Line Texaco SAE 40	6	25.6	0.900	179.76	15.88	830.30	81.40	98.27	425	1.103	1a	5
Line Texaco SAE 50	7	24.6	0.906	276.69	21.14	1,282.50	103.20	98.50	540	1.139	1a	5
X A C O SAE 90	8	26.1	0.897	258.08	17.17	1,136.20	86.62	73.02	475	0.004	1a	5
X A C O SAE 140	9	19.7	0.935	1,412.18	41.56	6,545.45	194.90	52.12	580	0.021	1a	5

1 3 1

CONTINUACION CUADRO No. 4.-

MUESTRA	No.	GRAVEDAD		VISCOSIDAD				I.V.	FLASH POINT OF	CENIZA %	CORROSION EN LAMINAS DE COBRE 212°F/3h	PORCENTAJE DE ESPUMA.
		SAE	ESP.	100°F	210°F	100°F	210°F						Saybolt Seg. Univ.
Mobil SAE 30	10	25.9	0.898	147.70	12.04	684.50	66.65	71.74	470	0.610	1a	5
Mobil SAE 40	11	25.1	0.903	210.67	15.00	976.60	77.93	71.17	485	0.641	1a	10
Mobil SAE 50	12	24.5	0.906	325.12	19.76	1,506.30	97.01	72.00	545	0.110	1a	5
Mobil SAE 90	13	23.5	0.912	562.61	47.21	2,607.70	220.70	120.53	505	0.355	1a	10
Mobil SAE 140	14	22.2	0.920	533.16	28.00	2,471.20	133.40	80.67	580	0.310	1a	5
Amalie SAE 30	15	26.3	0.890	140.35	11.68	650.70	65.34	72.18	465	0.295	1a	5
Amalie SAE 40	16	25.7	0.900	200.83	14.63	930.60	76.51	72.23	480	0.299	2a	10

- C O N C L U S I O N E S . -

Por medio de los resultados obtenidos de los análisis realizados, llegamos a las siguientes conclusiones:

(a) Que todos los aceites lubricantes cumplen con las especificaciones, que exige el Ministerio de Fomento.

(b) La Sociedad de Ingenieros Automotrices (S.I.E.) ha establecido valores de viscosidad para diferentes números; y estos llenan este requisito.

(c) Cumplen con los valores exigidos por el Instituto del Petróleo (IP) y la ASTM (Sociedad Americana de Ensayos de Materiales), para su gravedad.

(d) Las muestras analizadas tienen un bajo porcentaje de ceniza.



- B I B L I O G R A F I A . -

Marks L.S.

Banmiester T.

"Manual del Ingeniero Mecánico de Marks"

Primera edición en español - UTHEA.

Mejico - 1960.

Págs: 87, 832, 833, 834.

Kirk R.E.

Othemer D.F.

"Enciclopedia de Tecnología Química".

Primera Edición en español UTHEA.

Mejico - 1962.

Tomo: X

Págs: 228, 229, 243, 246.

ESSO Standard Oil S.A.

Refinería Belot.

"Programa de Orientación Profesional".

Sección de Laboratorio.

Cuba - 1957.

Págs: 25, 26, 27, 51, 54, 55, 56, 57, 58.