

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Mejoramiento de la Productividad de la Compañía
Equitransa”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

César Alberto Navarrete Loor

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2005

AGRADECIMIENTO

A la ESPOL, al Colegio de Ingenieros Mecánicos y al Ing. Ignacio Wiesner por su colaboración en el desarrollo y elaboración de este trabajo.

DE DICATORIA

A DIOS,
A MI ESPOSA
A MIS HIJOS
A MIS PADRES
A MIS HERMANOS
A MIS AMIGOS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ignacio Wiesner F.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Francisco Andrade S.
VOCAL

Ing. Jorge Duque R.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

César Alberto Navarrete Loor

RESUMEN.

El presente trabajo fue realizado en la compañía Equitransa dedicada al transporte, con un parque de 8 camiones y 50 máquinas pesadas (tractores, excavadoras, palas, etc.).

Se realizó la implantación de un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo, por medio del muestreo y seguimiento del análisis periódico de los aceites, usando la tecnología del análisis químico por absorción atómica, también se hizo la capacitación del personal, y la puesta en marcha de un programa de control y seguimiento de estos servicios durante tres meses, tiempo en el cual se llegó a la disminución en sus gastos de mantenimiento y la mejora de la productividad.

Describimos en primer lugar la empresa y sus actividades, así mismo realizamos test de evaluación al personal de mantenimiento y conductores, e

hicimos análisis de muestras de aceites con todos tractocamiones revisamos los costos de mantenimiento y la productividad.

En el siguiente capítulo, vemos las soluciones que implantamos para mejorar el mantenimiento, en base a la capacitación y la toma de muestras de aceites, así mismo vemos nuestro objetivo y las metas a alcanzar, y hacemos el respectivo seguimiento del plan de mantenimiento y revisamos la productividad en el periodo considerado previamente.

Finalmente, evaluamos resultados comparando antes y después, en base a esto se realizan las conclusiones y recomendaciones.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
SIMBOLOGIA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	.VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	.VII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Descripción de la Empresa.....	3
1.2. Evaluación de las Tareas que realiza el personal de operación y mantenimiento.....	6
1.3. Diagnóstico del Estado y condiciones de la flota de camiones.....	8
1.4. Costos de mantenimiento en condiciones anteriores.....	11
1.5. Establecimiento de la productividad.....	12
CAPÍTULO 2	
2. SOLUCIÓN IMPLANTADA.....	17
2.1. Plan General de trabajo “Objetivos y Metas”.....	17
2.2. Capacitación al Personal sobre aspectos de lubricación.....	18
2.3. Programa de Toma de Muestras para análisis.....	38

2.4. Implantación de mantenimiento Preventivo y Correctivo.....	39
2.5. Seguimiento del plan de mantenimiento.....	41
2.6. Cálculo de la productividad actual.....	44

CAPÍTULO 3

3. EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS REALIZADOS.....	49
3.1. Con relación a los costos de mantenimiento.....	49
3.2. Con relación a la productividad.....	51

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
4.1. Conclusiones.....	52
4.2. Recomendaciones.....	52

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

SIMBOLOGÍA

AGMA	America Gear Macnufacturers Association
ASTMA	American Society for Testing Materials
API	American Petroleum Institute
C.	Centigrados
Cu.	Cobre
Cp.	Centipoise
Cst.	Centistoke
Fe.	Hierro
Ho.	Hollín
ISO	Internacional Standarization for Organization
Km.	Kilómetros
m ³	Metro cubico
N	Negativo
Ox.	Oxidación
P.	Combustible
Pb.	Plomo
Po.	Positivo
S.	Sulfatación
Si.	Silicio
SAE	Society of Automotive Engineers
SUS	Saybolt Universal Seconds

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Vista de los Talleres de Equitransa.....	4
Figura 1.2 Vista de los Talleres de Equitransa.....	5
Figura 2.1 Tabla Comparativa de Viscosidad.....	26
Figura 2.2 Equipo de Análisis Infrarrojo.....	31
Figura 2.3 Equipo de Análisis por Absorción Atómica.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Características Técnicas.....9
Tabla 2	Diagnóstico de las Condiciones de la Flota Mediante Análisis de Aceites.....10
Tabla 3	Resumen de Gastos por Operación y Mantenimiento Promedio Mensual.....14
Tabla 4	Cantidad de Material Transportado.....15
Tabla 5	Límites Condenatorios Cond. Químicas del Aceite.....36
Tabla 6	Límites Condenatorios Cond. de Desgaste para Motor sugeridos Valvoline.....36
Tabla 7	Límites Condenatorios Cond. de Desgaste para Motor Sugeridos Valvoline.....37
Tabla 8	Cuadro de Implantación del Mantenimiento.....40
Tabla 9	Seguimiento Realizado en el mes de Agosto.....42
Tabla 10	Seguimiento Plan de Toma de Muestras.....43
Tabla 11	Resumen de gastos por Operación y Mantenimiento Promedio Mes de Agosto.....45
Tabla 12	Resumen de Gastos por Operación y Mantenimiento Promedio Mes de Septiembre.....46
Tabla 13	Resumen de Gastos por Operación y Mantenimiento Promedio Mes de Octubre.....47
Tabla 14	Ahorros por cambios realizados.....50

BIBLIOGRAFIA

1. BUFFA ELWOOD, Administración de la producción y de las operaciones, Editorial Limusa, Mexico 1992.
2. BAIN DAVID, Productividad: la solución a los problemas de la empresa, Editorial Mc. Graw Hill, Mexico 1990.
3. MORROW L.C., Manual de mantenimiento industrial, Editorial CECSA, Mexico 1986.
4. HILL ROBERT, Manual de mantenimiento Industrial, Tomo V, Editorial Mc. Graw Hill, Mexico 1990.
5. LUBRIZOLI, ready reference for lubricant and fuel performance, Wickliffe - OhioThe Lubrizol Corporation, 2002.
6. MACK, Maintenance and Lubrication, Mack Trucks, Inc1994.
7. CATERPILLAR, El aceite lubricante y su motor, Caterpillar Inc, 1995.

8. CATERPILLAR, Para entender el informe del A.P.A., E.E.U.U., Caterpillar Inc, 1991.
9. VALVOLINE, programa S.O.S., Guayaquil, Lubrival S.A., 1995.
10. VALVOLINE, Aceites para motores, Guayaquil, Lubrival S.A., 1997.
11. ASTM, Petroleum Products, Lubricants, and Fossil Fuels, Section 5, West Conshohocken E.E.U.U., American Society for Testins and Materials, 1998.

INTRODUCCION

La compañía en la que laboro por más de 9 años provee de aceite lubricantes a la industria en general (Sector constructor, camaronero, marino, automotriz, textil, plástico, etc.), siendo líder en ventas y en servicio. Para llegar a esto tuvimos que hacer grandes esfuerzos, como certificarnos ISO9001:2000 en el proceso de producción, suscribirnos y certificarnos bajo los procedimientos de laboratorio con la ASTM, los mismos que avalan la fidelidad de nuestros procedimientos.

Parte de nuestra labor, además de vender un producto es asesorar a los clientes con la selección de estos y con los servicios adicionales que poseemos.

La compañía EQUITRANSA, es nuestro cliente por más de 10 años confió en nuestro trabajo y nos permitió entrenar a su personal en cuestiones de lubricación y junto a ellos desarrollar tareas vinculadas con el mejoramiento del mantenimiento.

Nuestro involucramiento básico estuvo relacionado con el aumento de los periodos de cambio de aceite, y crear la conciencia en el personal de que las muestras de análisis de aceites usados son una herramienta fundamental

para el mantenimiento preventivo y correctivo, y una aplicación efectiva de la misma que los ayudaría a disminuir los costos de mantenimiento y por ende aumentar la producción.

CAPITULO 1

1. DEFINICION DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del Problema

La empresa Equitransa es una compañía con más de 15 años en el mercado de alquiler, venta de maquinarias y camiones para la construcción, teniendo desde esa fecha un crecimiento constante y sólido, llegando a tener actualmente un parque de más de 100 maquinarias (excavadoras, tractores, cargadoras, etc.) y una flota de aproximadamente 16 camiones, entre volquetas y tractocamiones.

Ver Figura 1.1.

Actualmente se encuentran en la extensión de la vía Portete, en unas instalaciones que cuentan con todos los servicios básicos para realizar un buen mantenimiento.

Cuentan con área de mecánica, electricidad, soldadura, pintura, vulcanizadota, etc. Ver Figura 1.2.



FIGURA 1.1 VISTA DE LOS TALLERES EQUITRANSA.



FIGURA 1.2 VISTA DE LOS TALLERES EQUITRANSA.

Este parque, de alquiler de maquinarias y camiones es el más grande del país, por esto ellos se vieron en la necesidad de reorganizar y entrenar a su personal de mantenimiento, ya que este debe poseer el más alto grado de calificación, no solo por cuestiones de ahorro, sino porque esta compañía obtiene contratos con multinacionales, las mismas que exigen un cierto nivel de preparación del personal.

Nuestra empresa, les provee de aceites lubricantes, y por ser este un producto que alarga o recorta la vida de una máquina, consideramos importante involucrarnos en esta reorganización, ya que contamos con un laboratorio de análisis de aceites en el cual podemos analizar todas las muestras que sean necesarias.

1.2 Evaluación de las Tareas que Realiza el Personal de Operación y Mantenimiento.

La vida útil de una máquina depende de algunos parámetros entre los cuales uno de gran importancia radica en las condiciones de operación y del tipo de mantenimiento que se tenga (preventivo, correctivo).

En base a estos factores se procedió a evaluar a 8 operadores de los tractocamiones, y a 4 mecánicos y un jefe de taller.

Consideramos que si bien el operador y el mecánico realizan tareas diferentes, ambos son responsables de las máquinas, por tanto el test que se realizó fue el mismo para ambos y comprendió la inspección diaria que se debe hacer a un tractocamión antes de arrancarlo, y esta tomado del manual de mantenimiento de los camiones MACK (Ver Apéndice A).

Del total de 47 preguntas realizadas, este personal solo respondió un promedio de 25 preguntas, las cuales representan el 53.19% de las todas las inspecciones diarias que recomienda el fabricante antes de encender estas máquinas, lo mismo denota que no se llevan los controles del manual de mantenimiento del fabricante.

Por otra parte en el conocimiento de aceites por parte del personal es igualmente bajo ya que de 8 preguntas, un promedio de 5 fueron contestadas sin una explicación coherente.

Como conclusión, podemos observar que al no realizarse las tareas básicas que recomienda el manual de mantenimiento, mucho menos se llevaban los controles periódicos, que dicho manual recomienda.

1.3 **Diagnostico del Estado y Condiciones de la Flota de Camiones.**

Un diagnostico de una flota de camiones se lo puede hacer realizando las mediciones de los parámetros de operación como presión, temperatura, etc.

Pero como nuestra meta principal fue aumentar los periodos de cambio de caite, realizamos este diagnostico tomando muestras de aceite a los 8 camiones e hicimos el análisis respectivo.

A continuación, detallo las Características Técnica de estos camiones (ver Tabla1):

Estas muestras en su mayoría fueron tomadas aproximadamente a los 8000 Km. y como podemos ver, comparando con los limites condenatorios (ver limites condenatorios de aceites usados sugeridos – Lubricantes Valvoline), en su mayoría existe presencia de Hollín extremadamente alto, esto a su vez probablemente provoco taponamiento de filtros, y por tanto aumento de la oxidación y la sulfatación. Con respecto a lo metales el hierro y el cobre se encuentran igualmente elevados, probablemente por la presencia de excesivo hollín. Ver Tabla 2.

TABLA 1
CARACTERISTICAS TECNICAS

MARCA	MACK	MACK
MODELO	RD688SX	RD688S
POTENCIA	380 HP	350 HP
ACEITE USADO	VALVODIESEL 15W40 CH4	VALVODIESEL 15W40 CH4
INTERVALO DE CAMBIO DE ACEITE	8000KM	8000KM
CAPACIDAD DEL CARTER	10 GLS	9 GLS
CONSUMO POR KM RECORRIDO	8 KM APROX	8 KM APROX

Los mismos están identificados por un número que es:

MODELO RD688SX 06-31, 06-30, 06-49, 06-38, 06-51

MODELO RD688S 06-58, 06-37, 06-57

TABLA 2
DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES DE LA FLOTA MEDIANTE ANALISIS DE ACEITES

No. VEHICULO	MARCA	MODELO	KMS. RECORRIDOS	KM.MUESTRA	PARAMETROS ANALIZADOS										
					ANALISIS INFRAROJO					ANALISIS POR ABSORCIÓN ATÓMICA					
					H (%)	Ox (%)	S (%)	H2O	CMB	VISCOSIDAD Cst	FE (ppm)	Cu (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Si (ppm)
06-58	MACK	RD688S	69313	7925	>350%	>100	>100%	N	N	26.54	108	56	5	6	15
06-37	MACK	RD688S	143649	8102	182	80	100	N	N	13	77	6	1	9	3
06-31	MACK	RD688SX	159195	8000	0	3	1	N	N	15	7	6	0	0	0
06-30	MACK	RD688SX	109232	7989	10	3	17	N	N	14	14	77	0	1	2
06-49	MACK	RD688SX	104793	7253	144	63	90	N	N	14	48	2	1	2	4
06-57	MACK	RD688S	76856	8972	350	100	100	N	N	21	85	10	4	10	13
06-38	MACK	RD688SX	105268	6553	350	100	100	N	N	27	90	92	6	5	11
06-51	MACK	RD688SX	109853	8105	225	100	100	N	N	17	75	59	3	5	5
LIMITE CONDENATORIO					100%	100%	100%	N	N	13.5 A 15.5	100	25	15	25	25

MUESTRAS TOMADAS AL CAMBIO DE ACEITE

H	Hollín	H2O	Agua	Pb	Plomo
Ox	Oxidación	CMB	Combustible	Si	Silicio
S	Sulfatación	Cu	Cobre	N	Negativo
Fe	Hierro	Cr	Cromo	P	Positivo

1.4 Costos de Mantenimiento en Condiciones Anteriores.

Para este cálculo consideramos el precio del cambio de aceite en condiciones antes de la reorganización y analizamos el costo del cambio de aceite en un año de un camión.

a)	PRECIO DE FILTRO	US\$30.00
b)	PRECIO DEL GALON DE ACEITE	US\$6.00
c)	PERIODO DE CAMBIO DE ACEITE	C/8000KM
d)	CAPACIDAD DEL CARTER	10 GLS
e)	VALOR DE LA M/O EN UN CAMBIO DE ACEITE	.US\$10.00

f)	COSTO DE UN CAMBIO DE ACEITE	US\$100.00
----	------------------------------	------------

$$f = a + (b*d) + e$$

g)	VALOR PROMEDIO DE KMS RECORRIDOS AL AÑO	100000
----	---	--------

h)	No. DE CAMBIO DE ACETE AL AÑO	12.5
----	-------------------------------	------

$$h = g/c$$

i)	VALOR DE LOS 12.5 CAMBIOS DE ACEITE AL AÑO	
----	--	--

$$i = h*f \quad \text{US\$1,250.00}$$

j)	TIEMPO QUE TOMA REALIZAR UN CAMBIO DE ACEITE	
----	--	--

APRO.30MIN

k) VALOR PROMEDIO EN 8 CAMIONES DEL CAMB. AC.

$$k = i * 8 \quad \text{US\$10,000.00}$$

1.5 Establecimiento de la Productividad.

La productividad definida de una manera global, es la relación entre los productos o servicios generados por un sistema, sea este una empresa consorcio o nación, y los recursos utilizados para hacerlos.

En otras palabras la productividad es una manera de evaluar la eficiencia con que se estén utilizando los insumos, tanto humanos como materiales y financieros, en la generación de un bien o servicio, en otras palabras es la medida de la eficiencia en el manejo administrativo de la empresa.

PRODUCTIVIDAD: PRODUCTOS/INSUMOS

Para nuestro caso, la compañía EQUITRANSA, había adquirido un contrato como subcontratista en la reconstrucción de la vía Naranjito.

- Bucay la misma que tiene una extensión aproximada de 30 Kms.
El transporte de material era de aproximadamente 243.000 mt3,

los mismos que serian transportados de una cantera en los alrededores de el Triunfo.

Valor de transporte pactado fue:

US\$0.50 CTVS EL M3 POR Km RECORRIDO

El valor promedio mensual de facturación por este transporte de lo 8 camiones es de US\$115.000,00

A continuación resumiremos el detalle de gastos por operación y mantenimiento de estos vehículos. Ver Tabla 3:

TOTAL DE GASTOS MENSUALES = SUMA GASTOS POR UNIDAD

TOTAL DE GASTOS MENSUALES = US\$47,656.00

La utilidad neta mensual es = el valor facturado – total de gastos

US\$115,000.00 - US\$47,656.00

Es decir = US\$67.344,00

TABLA 4
CANTIDAD DE MATERIAL TRANSPORTADO

MODELO	RD688S	RD688SX
d) CAPACIDAD DE CARGA (M3)	12	15
e) VIAJES POR DIA	3	3
f) NUMERO DE VEHICULOS	3	5

$$\begin{aligned} \text{g) TOTAL M3 TRANSPORTADO POR RD688S POR DIA} &= d * e * f \\ &= 108 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h) TOTAL M3 TRANSPORTADO POR RD688SX POR DIA} &= a * b * c \\ &= 225 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TOTAL DE M3 TRANSPORTADO POR MES} &= (g+h)*30 \\ &= 9990 \end{aligned}$$

En nuestro caso, el producto generado o producido por EQUITRANSA, han sido US\$115.000,00 los mismos que corresponden al transporte de 9990 m3 de los 8 camiones durante un mes.

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{PRODUCCION TOTAL}}{\text{INSUMOS}}$$

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{115.000.00}{47.656.00} = 2.41$$

CAPITULO 2

2 SOLUCION IMPLANTADA.

2.1 Plan General de Trabajo “Objetivos y Metas”.

En este capitulo, definiremos los correctivos que se tomaron, luego de haber realizado la evaluación previa. Estos correctivos fueron encaminados a mejorar el mantenimiento, y se lo realizo bajo la supervisión de la compañía para la cual trabajo, se baso en el conocimiento y entrenamiento que se le dio al personal de operación y mantenimiento para toma de muestras de aceites usados e interpretación de resultados, así mismo un conocimiento general y selección de aceites lubricantes.

OBJETIVOS:

- 1.- Capacitación de las 13 personas, 8 operadores, 4 mecánicos, y un jefe.
- 2.- Establecer horario de capacitación de los operadores.

- 3.- Establecer programa de toma de muestras de aceites usados.

METAS:

- 1.- Que el personal involucrado con los camiones posea un conocimiento básico de aceites y sepa tomar un muestra de aceite y además interprete los resultados.
- 2.- Aumentar los periodos de cambio de aceite un 20%, es decir realizarlos cada 9600 kms.
- 3.- Aumentar la productividad de los camiones en al menos un 5%.

2.2 Capacitación del Personal Sobre Aspectos de Lubricación.

Como dijimos anteriormente el aceite es el principal elemento que acorta o prolonga la vida de una máquina, es por esto que uno de los principales puntos a tratar es la capacitación del personal sobre los lubricantes. Esta capacitación comprendió:

FUNCIONES DEL ACEITE.

Las funciones básicas de un lubricante son:

- a) Lubricar
- b) Enfriar
- c) Limpiar

Lubricar.- La fricción o rozamiento, es la resistencia al movimiento de dos cuerpos que se deslizan entre si. La función primordial de un lubricante es lubricar, disminuyendo el coeficiente de fricción por interposición, entre las superficies en frotamiento, de una película de material diferente, gaseoso, liquido o sólido y en lo posible eliminar el frotamiento o desgaste impidiendo que las superficies en movimiento entren en contacto.

Enfriar.- Otra función importante de un lubricante es actuar como un enfriador, removiendo el calor generado por fricción u otras fuentes como la combustión o contacto con superficies calientes. Para cumplir con esta función, el lubricante debe permanecer relativamente estable. Cambios en temperatura y en la estabilidad térmica y oxidativa podría materialmente disminuir la eficiencia del lubricante para cumplir con esta función. Los aditivos son generalmente incorporados para resolver estos tipos de problemas.

COMO SE CONTAMINA UN ACEITE.

Un aceite de motor pierde sus propiedades debido a dos razones principales:

Acumulación de contaminantes,

Cambios químicos (consumo y oxidación del aditivo).

Abrasivos.- El polvo y la suciedad del camino pueden entrar a la máquina a través de los filtros de aire en el carburador, las tapas de llenado del aceite y el sistema de ventilación positiva en el carter. Un mantenimiento apropiado puede minimizar la entrada de los contaminantes al sistema de lubricación.

Las partículas de desgaste del motor son tomadas y circulan con el aceite, estas partículas abrasivas con el polvo ocasionan desgaste, el filtro de aceite las contiene en una pequeña proporción, no pudiéndolas eliminar completamente.

Productos de la combustión.- La combustión produce vapor de **agua** si el motor esta a su temperatura normal de operación, se mantiene en su fase vapor y sale junto con los gases de combustión. Cuando el motor está frío, al encender el mismo o en condiciones de paro y arranque, el vapor se condensa en las paredes del cilindro y pasa al carter para formar lodos que producen herrumbre y corrosión.

El proceso de combustión produce también **ácidos**, que junto al vapor se condensa en las paredes del pistón pasando al aceite del carter. Estos materiales causan corrosión.

El hollín y el carbón, se forman por una combustión incompleta (sobre todo al momento de arranque) con mezclas ricas.

Un buen aceite limpia y dispersa estos contaminantes, hasta que se consume el aditivo.

A temperaturas bajas del motor o al momento del arranque, parte del combustible no quemado se deposita en las paredes del cilindro para pasar al carter, a través de los anillos, disminuyendo la viscosidad del aceite.

La **dilución** reduce el rendimiento de los aditivos, disminuye la resistencia de la película y aumenta el consumo de aceite.

Productos de la Oxidación del aceite.- A altas temperaturas, los hidrocarburos se combinan con el oxígeno del aire para formar compuestos químicos complejos tipos resinas que se pegan en las partes del motor formando un barniz.

Los aceites modernos evitan este contaminante gracias a: Técnicas modernas en la refinación de los aceites bases, selección cuidadosa de aditivos químicos inhibidores de oxidación, que evitan o detienen el proceso de oxidación, y aditivos detergentes/dispersantes que reducen la acumulación de resinas.

FUNCION DE LOS ADITIVOS.

Un aceite mineral puro por más que ha sido bien refinado, no lubrica ni protege a los motores actuales. Gracias al gran desarrollo tecnológico de los fabricantes de aditivos, se realizan pruebas de laboratorio y de campo que duplican las condiciones de operación y manejo de los vehículos para hallar el paquete de aditivos que asegure al usuario, una protección total de su motor.

Esta investigación para producir los aditivos y definir el balance correcto que necesita el aceite toma tiempo y cuesta mucho dinero.

Podemos resumir la función de los aditivos de acuerdo a la siguiente categoría:

- Depresores del punto de escurrimiento
- Inhibidores de oxidación y corrosión de los cojinetes
- Inhibidores de herrumbre y corrosión
- Detergentes y dispersantes
- Inhibidores de espuma
- Mejoradores del índice de viscosidad
- Aditivos de extrema presión
- Modificadores de fricción

La cantidad y el apropiado balance de los aditivos individuales mencionados anteriormente, dependen del uso y tipo de servicio que se le dará al aceite y se determina solamente a través de pruebas que simulan este tipo de utilización.

Lo más importante que se debe entender es que estos son efectivos solamente por un cierto periodo de tiempo, por lo tanto el intervalo para el cambio de aceite es crítico, el cambio dependerá del tipo de uso del vehículo y los hábitos de manejo.

CLASIFICACION DE LOS ACEITES.

Cuando fue la última vez que usted ha leído una lata de aceite?... algunas personas no lo hacen y se confían en el consejo de los operarios de las estaciones de servicio, que de acuerdo a consultas específicas, solo un 10% de ellos ha podido responder correctamente.

En conclusión usted está siguiendo a un ciego.

Si desea proteger la inversión de su automóvil, es importante conocer el lenguaje utilizado en las latas para poder descifra el significado de los números y letras que están descritos en ellas.

Bien.. ¿Qué es lo que la leyenda de las latas nos indica? Tres cosas: la calidad o rendimiento del aceite, la viscosidad y si el aceite permite una economía en el combustible.

La Sociedad de Ingenieros Automotrices de los Estados Unidos (SAE), ha establecido el sistema de clasificación SAE que esta basada únicamente en la viscosidad del aceite, excluyendo cualquier consideración de calidad o de otras propiedades. Esta clasificación, ha sido modificada a través de los años y la vigente en la actualidad es la SAEJ300FEB92 que establece once diferentes viscosidades o grados: SAE0W, SAE 5W, SAE10W, SAE 15W, SAE 20W, SE 25W, SAE 20, SAE 30, SAE 40, SAE 50, SAE 60. La letra “W” utilizada después del grado SAE viene de la palabra “winter” que significa invierno e indica que el aceite es el apropiado para utilizarlo a temperaturas bajas.

Los aceites SAE que no lleva la letra “W” son solo apropiados para usarlos a altas temperaturas. Como se indico anteriormente, el desarrollo de mejoradotes de índice de viscosidad, han hecho posible la fabricación de aceites multigrados que combinan dos o más grados SAE; permitiendo un mayor rango en las temperaturas de trabajo. Ver Apéndice B.

Clasificación API por el tipo de servicio. En el año 1947, el Instituto Americano del Petróleo “API” adoptó un primer sistema que tomaba en cuenta las propiedades de los aceites y las condiciones de servicio más frecuentes, estableciendo tres tipos de aceites: tipo “regular”, tipo “premium” y tipo “heavy duty” (trabajo pesado).

Sin embargo la industria automotriz como del petróleo, se dieron cuenta que la clasificación por el tipo de aceite, no era lo correcto y como resultado el Instituto Americano del Petróleo en colaboración con la SAE publico el 29 de Abril de 1952 nuevas denominaciones y clasificaciones de los servicios de los aceites para motores, que no se basan en la composición de los aceites, sino sobre las condiciones de lubricación, que a su vez depende del diseño del motor. APENDICE C. En 1970, las sociedades API/ASTM/SAE cooperaron en el establecimiento de una nueva clasificación de servicio API. Esta depende de una combinación combinada de los siguientes factores:

- 1.- Diseño y construcción del motor
- 2.- Combustible
- 3.- Condiciones de operación
- 4.- Aceite lubricante
- 5.- Sistemas de mantenimiento

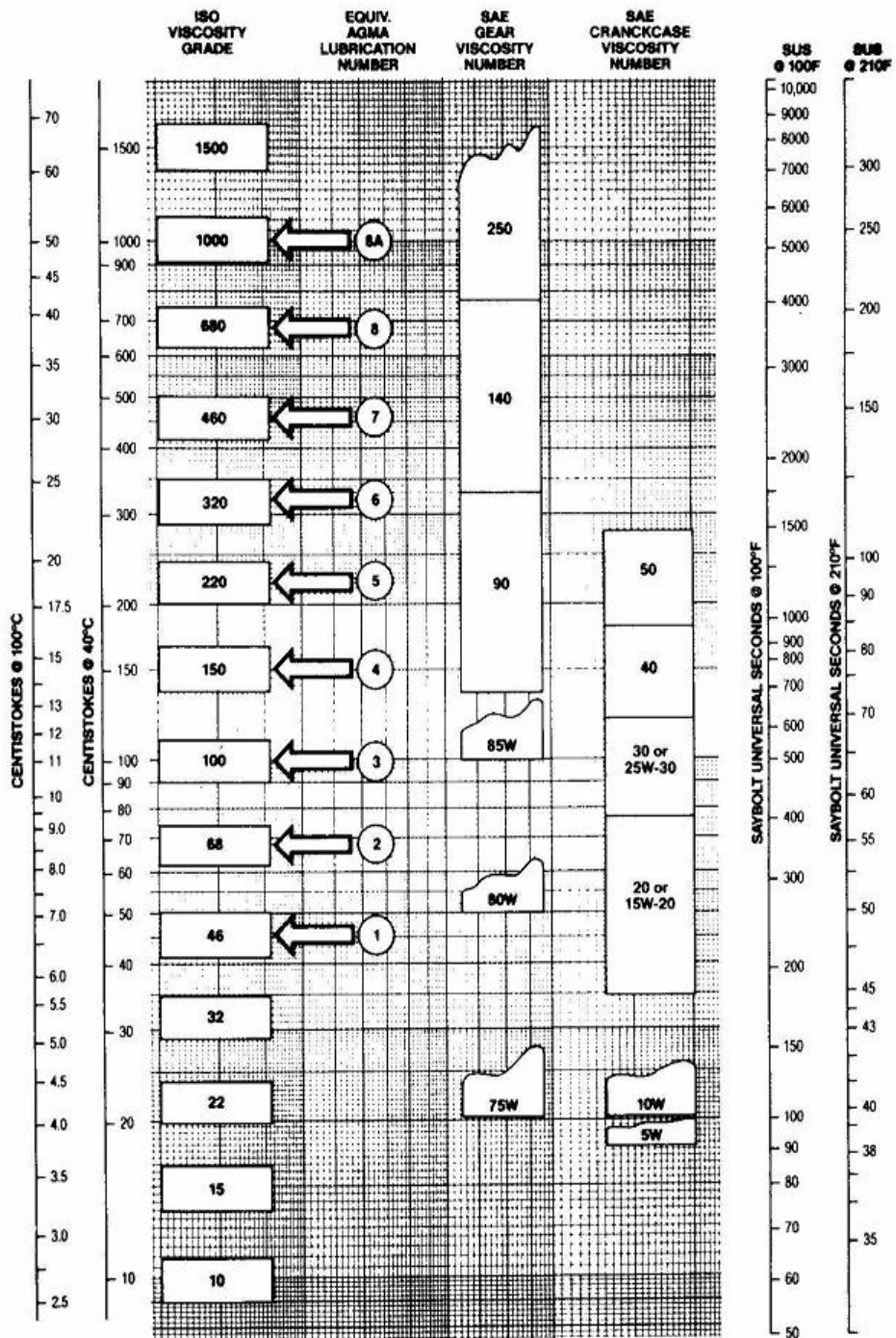


FIGURA 2.1 TABLA COMPARATIVA DE VISCOSIDAD

Selección De Aceites Lubricantes

El primer paso al escoger un aceite de motor es determinar el grado apropiado de viscosidad SAE. La Sociedad de ingenieros automotrices ha ideado un sistema de clasificación basado en la medida de viscosidad. Figura 2.1

La viscosidad mide la habilidad del aceite a fluir. Cuando afuera esta caluroso, un aceite fluirá más fácilmente que cuando esta frío. Todos los aceites espesan cuando la temperatura cae.

El grado adecuado de viscosidad asegura que el aceite sea lo suficientemente liviano para fluir hacia las partes críticas del motor y optimice la eficiencia del combustible y aun sea lo suficientemente espeso para reducir la fricción y minimice el contacto metal-metal en las áreas críticas.

Hay dos clasificaciones SAE: Mono-Grado y Multi-Grado. Un aceite monogrado, tal como un SAE 30, tiene ciertas limitaciones en tiempo muy frío puede no fluir adecuadamente para proteger el motor.

Un aceite multigrado, tal como un aceite 10W30, puede ser usado a través de un amplio rango de temperaturas.

Estos aceites son ampliamente usados porque permiten una fácil partida y bombeo a bajas temperaturas y todavía son suficientemente viscosos a altas temperaturas para lubricar efectivamente.

La regla número 1 es consultar su manual del fabricante, el mismo que contiene el grado de viscosidad adecuado para su equipo.

Análisis de Aceites Usados

No hay ninguna duda respecto a que el mantenimiento preventivo es su defensa número una contra las paralizaciones y los costos de reparaciones excesivos. Aunque se tengan las mejores intenciones, el mantenimiento de rutina a veces no se implementa por cualquier razón.

A veces, debido a condiciones de trabajo poco usual o a factores externos más allá de nuestro control, se producen problemas de desgaste crítico que no se detectan a simple vista.

El análisis de aceites usados puede detectar las deficiencias en su programa de mantenimiento preventivo e impedir que los problemas menores se vuelvan averías mayores.

El Análisis Infrarrojo, mide la cantidad de hollín, oxidación y sulfatación presentes en el aceite. Los aditivos del aceite del motor se descomponen como resultado de la operación normal de un motor.

Los subproductos de la combustión que entran en el aceite debido al escape normal de gases de los pistones del cárter reducen la capacidad del aceite de proteger y lubricar los componentes del motor.

El equipo en mención es marca Perkin Elmer y trabaja con el principio FT-IR con transformada de Fourier, este equipo esta compuesto por dos partes, uno es el que envía la luz infrarroja a través del aceite y el otro es el CPU que diagrama y traduce los valores de esta medición.

Cada muestra de aceite tiene su huella molecular y se las mide en un gráfico donde esta la escala del espectro que va de 600 a 4000 cm a la menos uno, en longitud de onda en las coordenadas horizontales.

En las coordenadas verticales se determinan los valores de las cantidades de productos contaminantes (hollín, Oxidación, sulfatación, etc.) los mismos que se expresan en ABS/0.1mm, y luego son pasados a una tabla para expresarlos en porcentaje.

Comparando la diferencia de una muestra de aceite nuevo y otra de aceite usado, podemos determinar si el aceite se esta descomponiendo, si se acidula por la presencia de ácidos, o si se espesa demasiado debido al hollín y a la oxidación.

Pasando un rayo infrarrojo por una película de aceite usado, se detectan diferentes bandas químicas y se comparan con las del aceite nuevo. Se anotan las diferencias entre el aceite nuevo y el aceite usado para determinar el estado de este ultimo.

La norma de referencia usada es la ASTM E1421-91 (ver apéndice D).

Así mismo existe un patrón de calibración del equipo que es avalado por el fabricante Perkin Elmer (ver en apéndice E certificado de calibración).



FIGURA 2.2 EQUIPO DE ANÁLISIS INFRARROJO.

La Absorción Atómica, es un instrumento de conteo de partículas de hasta 10 micrones y se lo usa para determinar la cantidad de partículas de desgaste que se encuentra en una muestra de aceite.

Los elementos que comúnmente se analizan son: hierro, cobre, cromo, plomo, aluminio y silicio.

Estos resultados se comparan con las tablas de desgaste que poseen los fabricantes de los equipos y se determina si el desgaste es normal o no. Figura 2.3.

El equipo a usar es igualmente un equipo Perkin Elmer A. Analyst 100, y la muestra se la analiza así:

Una muestra es diluida con aceite básico y luego se toma una alícuota de 2 ml para ser diluida con 8 ml de Keroseno o xileno (solvente).

El estándar es similarmente preparado. Estas soluciones son quemadas en la llama de un espectrofotómetro de absorción atómica. Utilizando una llama de acetileno con combustible y de oxidante aire u oxido nitroso, según el elemento a determinar.

Cada lectura de metal se la realiza con una lámpara diferente, la misma que emite un rayo de luz a través de la llama producida por el quemador del equipo y en el momento que se esta quemando la muestra a analizar, traduce y cuantifica en ppm (partes por millón) las partículas metálicas existentes en la muestra.

Para este equipo no existe una norma ASTM exacta para analizar los metales que se desgastan en una maquinaria, La norma de referencia usada es la ASTM D 4628- 97 (ver apéndice F).

Así mismo existe un patrón de calibración del equipo que es avalado por Cononstan (ver en apéndice G certificado de calibración). El mismo consiste en analizar una muestra (S-21), la misma que tiene 500 ppm de metales descritos en la hoja de calibración, y este es el patrón de calibración que se usa a nivel mundial.

INTERPRETACION DE RESULTADOS.

Para justificar las muchas variables que afectan los índices de desgaste (mantenimiento, aplicación, operación, tipo/calidad de aceite, etc.) el intérprete establece la tendencia del resultado de la prueba para evaluarla con precisión.



**FIGURA 2.3 EQUIPO DE ANÁLISIS POR ABSORCIÓN
ATÓMICA**

El grado de desviación de una línea de tendencia establecida determina la severidad o la urgencia del resultado de una muestra de aceite. Marcar las tendencias es el método más preciso y confiable de interpretar los resultados de una prueba. Es un hecho que si dos máquinas trabajan en condiciones idénticas, generan partículas a índices diferentes. Por eso es necesario establecer una tendencia para determinar lo que es normal para un compartimiento particular, de una máquina. Se establece la tendencia mediante pruebas repetidas. Se necesitan 3 o 4 muestras para establecer la tendencia de un comportamiento.

Las desviaciones exageradas de una línea de tendencia indican problemas serios. Las desviaciones menos severas indican que los cambios operacionales o la falta de mantenimiento puedan estar contribuyendo a un desgaste prematuro.

La norma usada para interpretar los resultados de análisis de aceites es comparativa, ya que los valores que los equipos infrarrojos dan, los comparamos con los límites condenatorios del fabricante de la máquina o los límites que el proveedor de aceites ha determinado como condenatorios. A continuación describimos los límites condenatorios. Ver Tabla 5, 6 y 7.

TABLA 5
LIMITES CONDENATORIOS COND. QUIMICAS DEL ACEITE

LIMITES CONDENATORIOS SUGERIDOS VALVOLINE				
HOLLIN %	OXIDACION %	SULFATACION %	COMBUSTIBLE %	AGUA
100	100	100	4	POSITIVO

Estos valores corresponden a las condiciones químicas del aceite

TABLA 6
LIMITES CONDENATORIOS COND. DE DESGASTE PARA
MOTOR SUGERIDOS VALVOLINE

LIMITES CONDENATORIOS SUGERIDOS VALVOLINE				
FE ppm	CU ppm	CR ppm	PB ppm	SI Ppm
100	25	15	25	15

Estos valores corresponden a los ppm de desgaste, máximos permitidos

TABLA 7
LIMITES CONDENATORIOS COND. DE DESGASTE PARA
MOTOR SUGERIDOS MACK

LIMITES CONDENATORIOS SUGERIDOS MACK				
FE ppm	CU ppm	CR ppm	PB ppm	SI Ppm
118	45	15	100	50

Estos valores están expresados en ppm y fueron tomados de una tabla de desgaste de MACK.

2.3. Programa de Toma de Muestras para Análisis.

Luego de capacitar al personal de operación y mantenimiento procedimos a realizar un programa para toma de muestras, las mismas que se realizaron durante los 90 días y se tomaron muestras cada 96000 kms (Ver apéndice H).

Trazamos un calendario y obtuvimos tendencias y resultados.

Este calendario fue el mismo para todos los vehículos y creamos el habito de que los operadores deben exigir a los mecánicos el cumplimiento de las tomas de muestras.

El primer día para cada máquina será diferente en el calendario, y dependerá de la fecha del cambio de aceite de cada motor.

Cada operario llevara el control de esta fecha.

Luego de que se cumplió este calendario, se procedió a establecer una toma de muestra cada dos cambios de aceite, para control y seguimiento y el jefe de taller llevara un control de las tendencias de desgaste (Ver Apéndice I).

2.4. Implantación del Mantenimiento Preventivo y Correctivo.

Luego de haber realizado el entrenamiento al personal, y haber creado el hábito de tomar muestras de aceite cada cierto periodo y a todas las máquinas, podremos establecer primero tendencias de desgaste, de tal forma que cuando exista una desviación exagerada podamos realizar una evaluación técnica del equipo y así programar su mantenimiento. Además existirán muestras que pueden venir con presencia de agua o combustible, y tendremos que tomar la medida correctiva para su solución.

Resultado de la evaluación técnica o del diagnóstico realizado a estos equipos por el método de análisis de aceites, se procedió a realizar la revisión y dependiendo del resultado, se realizó la reparación.

Estos trabajos se planificaron e ingresaron al plan general de mantenimiento, realizándolos en forma cronológica tomando el calendario de 90 días del apéndice H.

El siguiente es el cronograma para la revisión técnica de los ocho camiones, la cual deberá realizarse en no más de 30 días. Tabla 8.

TABLA 8

CUADRO DE IMPLANTACION DEL MANTENIMIENTO

	TIPO DE INSPECCIÓN	06-58	06-37	06-31	06-30	06-49	06-57	06-38	06-51
Revise filtros de aire por taponamiento	observación	D	D	D	D	D	D	D	D
Revise la marcha en vacío	observación	D	D	D	D	D	D	D	D
Revise que la temperatura del motor no este muy fría	observación	D	D	D	D	D	D	D	D
Revise por parte del operador que no exista una aceleración muy excesiva	observación	D	D	D	D	D	D	D	D
Revise la sincronización o el ajuste de la cremalera en la bomba de inyección	Calibración terceros	D7	D7	D14	D14	D21	D21	D28	D28
Revise que el inyector no este averiado	Calibración terceros	D7	D7	D14	D14	D21	D21	D28	D28
Revise el turboalimentador	Ver fuga y mida presión	D7	D7	D14	D14	D21	D21	D28	D28

D: DIARIA

D7: REVISION EN EL DIA 7 DEL CALENDARIO DE TOMA DE MUESTRAS

D14: REVISION EN EL DIA 14 DEL CALENDARIO DE TOMA DE MUESTRAS

D21: REVISION EN EL DIA 21 DEL CALENDARIO DE TOMA DE MUESTRAS

D28: REVISION EN EL DIA 28 DEL CALENDARIO DE TOMA DE MUESTRAS

CALENDARIO DE TOMA DE MUESTRAS (APENDICE F)

2.5 Seguimiento del Plan de Mantenimiento

Realizamos el seguimiento del plan trazado, en forma cronológica. El responsable de este seguimiento será el jefe de taller y comprenderá resúmenes mensuales de los resultados de las muestras de aceites tomadas y las acciones emprendidas, siempre haciendo la comparación con los resultados anteriores. De esta manera vamos viendo el comportamiento de la tendencia de desgaste de las máquinas y llevando un mejor control de estas, podremos sacar conclusiones para tomar las acciones correctivas.

Además revisamos si producto de los análisis de aceites usados se tomaron las medidas correctivas para que los equipos operen correctamente.

Como podemos observar se realizaron las revisiones sugeridas en todas las máquinas, además se tomaron las muestras propuestas en el calendario, producto de esto, los siguientes 3 meses, los equipos no presentaron mayores novedades en cuanto a los parámetros de medición del análisis de aceite usado. Se realizó el seguimiento para que se tomen las muestras y para que se realicen las correcciones sugeridas (ver Tabla 9 y 10)

TABLA 9

SEGUIMIENTO REALIZADO EN EL MES DE AGOSTO

	06-58	06-37	06-31	06-30	06-49	06-57	06-38	06-51
Revise filtros de aire por taponamiento	R	R	R	R	R	R	R	R
Revise la marcha en vacio	R	R	R	R	R	R	R	R
Revise que la temperatura del motor no este muy fría	R	R	R	R	R	R	R	R
Revise por parte del operador que no exista una aceleración muy excesiva	R	R	R	R	R	R	R	R
Revise la sincronización o el ajuste de la cremalera en la bomba de inyección	R	R	R	R	R	R	R	R
Revise que el inyector no este averiado	R	R	R	R	R	R	R	R
Revise el turboalimentador	R	R	R	R	R	R	R	R

R: REALIZADO

TABLA 10**SEGUIMIENTO PLAN DE TOMA DE MUESTRAS**

MAQUINA No.	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
06-58	MT	MT	MT
06-37	MT	MT	MT
06-31	MT	MT	MT
06-30	MT	MT	MT
06-49	MT	MT	MT
06-57	MT	MT	MT
06-38	MT	MT	MT
06-51	MT	MT	MT

MT: MUESTRA TOMADA

2.6 Cálculo de la Productividad Actual

Como podemos ver en el siguiente cuadro la facturación no ha experimentado mayores cambios, lo cual indica también que los camiones no han tenido mayores paradas por reparación o mantenimiento.

DETALE DE FACTURACION

AGOSTO US\$	SEPTIEMBRE US\$	OCTUBRE US\$
108,000	114,000	113,656

Estos valores son dólares cobrados por metro cúbico transportado y por Km. recorrido.

Los costos de operación si han tenido una variación a la baja y esto se debe a que se tomaron medidas correctivas con las primeras muestras que se tomaron, logrando una disminución en el consumo de combustible y lubricantes, claro que los costos de mantenimiento aumentaron un poco para lograr esto. Ver Tabla 11,12,13.

TABLA 11
RESUMEN DE GASTOS POR OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
PROMEDIO MES AGOSTO

IDENTIFICACION DE UNIDADES	06-58	06-37	06-57	06-31	06-30	06-49	06-38	06-51
	US\$							
COMBUSTIBLE + LUBRICANTES	2078	2072	2084	2065	2087	2078	2070	2065
REPUESTOS	956	824	934	948	852	846	902	852
PERSONAL	312	312	312	312	312	312	312	312
ADMINISTRATIVOS	270	270	270	270	270	270	270	270
OTROS	326	352	300	316	365	312	286	296
AMORTIZACIÓN	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
TOTAL	5942	5830	5900	5911	5886	5818	5840	5795

TOTAL DE GASTOS MES DE AGOSTO= SUMA DEL TOTAL DE GASTOS
 POR UNIDAD

TOTAL DE GASTOS MES AGOSTO = US\$46,905.00

TABLA 12
RESUMEN DE GASTOS POR OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
PROMEDIO MES SEPTIEMBRE

IDENTIFICACION DE UNIDADES	06-58	06-37	06-57	06-31	06-30	06-49	06-38	06-51
	US\$							
COMBUSTIBLE + LUBRICANTES US\$	2212	2235	2112	2165	2068	2098	2119	2156
REPUESTOS US\$	600	612	695	713	658	632	642	625
PERSONAL US\$	312	312	312	312	312	312	312	312
ADMINISTRATIVOS US\$	270	270	270	270	270	270	270	270
OTROS US\$	250	250	250	250	250	250	250	250
AMORTIZACIÓN US\$	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
TOTAL US\$	5644	5679	5639	5710	5558	5562	5593	5613

TOTAL DE GASTOS MES DE SEPTIEMBRE = SUMA DEL TOTAL
DE GASTOS POR UNIDAD

TOTAL DE GASTOS MES SEPTIEMBRE = US\$44,998.00

TABLA 13

**RESUMEN DE GASTOS POR OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
PROMEDIO MES OCTUBRE**

IDENTIFICACION DE UNIDADES	06-58	06-37	06-57	06-31	06-30	06-49	06-38	06-51
	US\$							
COMBUSTIBLE + LUBRICANTES US\$	2198	2215	2150	2185	2115	2126	2158	2178
REPUESTOS US\$	625	636	548	695	614	685	689	695
PERSONAL US\$	312	312	312	312	312	312	312	312
ADMINISTRATIVOS US\$	270	270	270	270	270	270	270	270
OTROS US\$	250	250	250	250	250	250	250	250
AMORTIZACIÓN US\$	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
TOTAL US\$	5655	5683	5530	5712	5561	5643	5679	5705

TOTAL DE GASTOS MES DE OCTUBRE = SUMA DEL TOTAL DE
GASTOS POR UNIDAD

TOTAL DE GASTOS MES OCTUBRE = \$45,168.00

Revisamos cuanto aumento la productividad el último mes :

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{PRODUCCION TOTAL}}{\text{INSUMOS}}$$

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{113,656.00}{45,168.00} = 2.52$$

CAPÍTULO 3

3. EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS REALIZADOS

3.1 Con relación a los costos de mantenimiento

Al haber aumentado los periodos de cambio de aceite un 20%, hemos obtenido lo siguiente (ver tabla 14):

Si bien nosotros estamos solo cuantificando lo que se ahorra esta compañía por extender los periodos de cambio de aceite, existe un ahorro que es muy superior y es el siguiente. Al tener un personal entrenado que interprete los resultado de análisis de los aceites usados ellos en el momento que vean algún problema como presencia de combustible, agua, excesivo desgaste, presencia de tierra entre otros, ellos tomaran las medidas preventivas, y en algunos casos ellos las solucionaran y en otros las reportaran, evitando que la máquina se dañe y se pare.

TABLA 14
AHORROS POR CAMBIOS REALIZADOS

	ACTUAL	ANTERIOR
a) KM PROMEDIO ANUAL RECORRIDO POR VEHICULO	100000	100000
b) CAMBIO DE ACEITE (Km)	9600	8000
c) NUMERO DE CAMBIOS AL AÑO (a/b)	10.4	12.5
d) COSTO DE UN CAMBIO DE ACEITE (US\$)	100.00	100.00
e) VALOR DE LOS CAMBIO DE ACEITE AL AÑO (c*d) (US\$)	1,040.00	1,250.00
f) AHORRO OBTENIDO POR VEHICULO AL ANO (e ant. – e actual)(US\$)	210.00	
g) AHORRO OBTENIDO POR 8 VEHICULOS (f*8) (US\$)	1,680.00	

Entonces tenemos dos condiciones más importantes que el haber disminuido el costo de los cambios de aceite y estos son: prevenir un daño antes de que ocurra y evitar que la máquina pare y deje de ser productiva.

3.2 Con relación a la productividad

INDICE DE PRODUCTIVIDAD ANTES (Ver Cap. 1.5)	2.41
INDICE DE PRODUCTIVIDAD A LOS 3 MESES (ver cap. 2.6)	2.52

Producto de llevar un mejor control de mantenimiento, hemos aumentado aproximadamente un 5% la productividad.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

1.- Logramos implantar un método de análisis de aceites usados, usando la tecnología de la absorción atómica, en el sistema de mantenimiento.

2.- Aumentamos los periodos de cambios de aceite un 20% de acuerdo a lo previsto.

3.- Se aumento la productividad en aproximadamente un 5%, producto de tener menos paradas de los vehículos, no programadas.

4.2 Recomendaciones

1.- Se recomienda que se implante dentro del plan general de trabajo, la capacitación continua del personal involucrado con los vehículos (chóferes, mecánicos y jefes).

2.- Al aumentar los periodos de cambio de aceite estamos optimizando recursos. Recomiendo que se continúe aumentando los periodos de cambio de aceite hasta llegar al limite más próximo recomendado por el fabricante.

3.- Los productos lubricantes usados son materiales contaminantes, por lo que se deberá buscar un tratamiento para su eliminación de acorde a las normas ambientales vigentes.

4.- La productividad debe estar en su valor más alto, y esto se lograra disminuyendo los costos de producción a su mínima expresión, por lo tanto la empresa Equitransa debe fijarse como meta disminuir los gastos de operación.

APÉNDICES:

APÉNDICE A:	Test de Evaluación
APÉNDICE B:	Grados de Viscosidad SAE
APÉNDICE C:	Niveles de Servicio de la API
APÉNDICE D:	Norma ASTM E1421-91
APÉNDICE E:	Certificado de Calibración
APÉNDICE F:	Norma ASTM D4628-97
APÉNDICE G:	Certificado Patron Absorción Atómica (CONOSTAN)
APÉNDICE H:	Calendario para toma de Muestras Periodo 90 días
APÉNDICE I:	Resultados de Muestras de Aceite Tomadas Periodo 90 días

APÉNDICE A: Test de Evaluación

TEST DE EVALUACIÓN

APARIENCIA GENERAL

1. Chequea las condiciones generales del vehículo. Revisa perdidas de combustibles, aceite o refrigerante?.
2. Revisa si el chasis está inclinado. Llanta lisa, hoja de resorte quebrada, etc.?
3. Revisa las hojas de reporte anteriores, y si las averías fueron corregidas?

LEVANTE LA CABINA

1. Revisa el agua del limpiaparabrisas?

RADIADOR

2. Revisa el agua del radiador?
3. Revisa las pérdidas de refrigerante en el radiador?
4. Revisa el estado de las mangueras del radiador?
5. limpia los escombros de las rejillas del radiador?

MOTOR

6. Revisa el nivel de aceite y rellena si éste falta?
7. Revisa las bandas. Tensión y estado?
8. Revisa aceite, combustible y pérdidas de aire?
9. Revisa si existe alguna conexión eléctrica en mal estado (Deshilachado)?

DIRECCIÓN

10. Revisa el nivel del fluido y lo rellena si es necesario?
11. Revisa el nivel del fluido y lo rellena si es necesario?
12. Revisar las uniones "U" del eje de la dirección por aflojamiento , roturas o daño?

CIERRE LA CABINA Y ASEGURELA

13. Revisa las llantas , por cortes, anormal desgaste, pinchado, presencia de protuberancia?
14. Revisa los rines y las tuercas?
15. Revisa la presión de las llantas?
16. Revisa el nivel de aceite del eje trasero?
17. Revisa el sistema de frenos?
18. Revisa el nivel de la batería?
19. Revisa las condiciones del tanque de combustible y las conexiones de la misma?
20. Revisa la entrada de aire?
21. Revisa y limpia luces, parabrisas y ventanas y las cambia si están defectuosas o rotas?
22. Si un taller va a ser enganchado, asegura los candados, conecta la cadena, revisa que las mangueras estén suspendidas y que exista el suministro de aire?

SUBA A LA CABINA

23. Limpia el interior ventanas y medidores?

- 24. Revisa el cinturón de seguridad?
- 25. Revisa el equipo de emergencia?
- 26. Ajusta el asiento y los retrovisores?
- 27. Revisa que el pedal del embrague esté libre?

ARRANQUE EL MOTOR

- 28. Escucha por algún inusual ruido?
- 29. Revisa que las alarmas se apaguen cuando la presión de aceite, la presión de aire, etc llegan a su punto de operación normal?
- 30. Revisa el buen estado de la bocina, limpiaparabrisas, luces, etc.?
- 31. Revisa que estén operando los frenos?
- 32. Revisa el freno de parqueo?
- 33. Verifica que las lecturas de los instrumentos sean: Presión de aire de 90 a 120 lbs en operación. Presión de aceite de 10 a 35 lbs en marcha mínima y de 30 a 84 lbs en operación. Voltímetro, debe indicar condiciones de carga del sistema. Temperatura del radiador: entre 77 °C y 107 °C.?

AL FINAL DEL DÍA

- 34. Aplica el freno de parqueo y drena el agua del sistema de aire?
- 35. Drena el agua del separador de combustible?
- 36. Revisa las pérdidas de combustible, aceite y refrigerante?

TEST DE ACEITES

- 37. Qué es la viscosidad?
- 38. Cuales son las funciones de un aceite?

39. Cómo seleccionó un aceite?
40. De dónde provienen los aceites?
41. Qué son los aditivos?
42. Cuando cambio un aceite, debo cambiar el filtro, si o no? Y porque?
43. Sabe tomar una muestra de aceite?, como lo hace?
44. Sabe interpretar los análisis de aceites usados?, como lo hace?

APÉNDICE B: GRADOS DE VISCOSIDAD SAE

GRADOS DE VISCOSIDAD SAE

GRADO VISCOS. SAE	VISCOS. (cP) Temp. Grad. C MAX.	TEMP. BOMBEO GRAD C MAX	PUNTO ESCURRIMIENTO GRAD C MAX	VISCOS. cSt A 100	
				GRAD. C	
				MIN.	MAX.
0W	3.250 a -30	-35		3.8	
5W	3.500 a -25	-30	-35	3.8	
10W	3.500 a -20	-25	-30	4.1	
15W	3.500 a -15	-20		5.6	
20W	4.500 a -10	-15		5.6	
25W	6.000 a-5	-10		9.3	
20				5.6	9.3*
30				9.3	12.5*
40				12.5	16.3*
50				16.3	21.9*
60				21.9	26.1*
* menor a					

APÉNDICE C: NIVELES DE SERVICIO DE LA API

NIVELES DE SERVICIO DE LA API

CATEGORIA API SEGÚN SERVICIO	CLASIFICACION API ANTERIOR	RELACION CON LA INDUSTRIA	REQUERIMIENTOS DE PRUEBAS DE BANCO
SERVICIO DE MOTORES A GASOLINA AUTOMOTRIZ			
SA	ML	ACEITE MINERAL PURO	NINGUNA
SB	MM	ACEITE INHIBIDO	CRC L4* O L38, SECUENCIA IV*
SC	MS (1964)	GARANTIA APROBADA 1964	CRC L38, SECUENCIA IIA*, IIIA*, IV* V*, CATL1* (%AZUFRE)
SD	MS (1968)	GARANTIA APROBADA 1968	CRC L38, SECUENCIA IIB*, IIIB, FALCON RUST*, CATL1* O 1H*
SE	NINGUNA	GARANTIA APROBADA 1972	CRC L38, SECUENCIA IIB*, IIIC*, IIID* SECUENCIA VC* O VD*
SF	NINGUNA	GARANTIA APROBADA 1980	CRC L38, SECUENCIA IID, IIID* Y VD*
SG	NINGUNA	GARANTIA APROBADA 1989	CRC L38, SECUENCIA IID, IIIE, VE Y CAT 1H2*
SH	NINGUNA	GARANTIA APROBADA 1994	CRC L38, SECUENCIA IID, IIIE, VE
SJ	NINGUNA	GARANTIA APROBADA 1997	CRC L38, SECUENCIA IID, IIIE, VE
SERVICIO DE MOTORES A DIESEL COMERCIAL			
CA	DG	MIL-L-2104A	CRC L-38, CATERPILLAR L-1* (0,4%AZU)
CB	DM	MIL-L-2104A SUPLEMENTO 1	CRC L-38, CATERPILLAR L-1* (0,4%AZU)
CC	DM	MIL-L-2104B, MIL-L-46152B	CRC L38, SECUENCIA IID, CATERPILLAR 1H2*
CD	DS	MIL-L-46199B SERIE 3 MIL-L-2104C/D/E	CRC L-38, CATERPILLAR 1G2*
CD-II	NINGUNA	MIL-L-2104D/E	CRC L-38, CATERPILLAR 1G2* DETROIT DIESEL 6V53T
CE	NINGUNA	NINGUNA	CRC L-38, CATERPILLAR 1G2* CUMMINS NTC400*, MACKT6/T7
CF4	NINGUNA	NINGUNA	CRC L-38 CUMMINS NTC400* MACKT6/T7, CATERPILLAR 1K
CF	NINGUNA	NINGUNA	CRC L-38, CATERPILLAR 1M-PC
CG4	NINGUNA	NINGUNA	CRC L-38, SECUENCIA IIIE, MACT T8, CATERPILLAR 1N
CH4	NINGUNA	NINGUNA	SECUENCIA IIIE, MACK T8E, MACK T9 CUMMINS M11, CATERPILLAR 1P, 1K

* ESTAS PRUEBAS SON ONSOLETAS

APÉNDICE D: NORMA ASTM E1421-91

APÉNDICE E: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

APÉNDICE F: NORMA ASTM D4628-97

**APÉNDICE G: CERTIFICADO PATRON ABSORCIÓN
ATÓMICA (CONOSTAN)**

**APÉNDICE H: CALENDARIO PARA TOMA DE MUESTRAS
PERIODO 90 DÍAS**

**APÉNDICE I: RESULTADOS DE MUESTRAS DE ACEITE
TOMADAS PERIODO 90 DÍAS**

APÉNDICE D: NORMA ASTM E1421-91



Designation: E 1421 - 91

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
1916 Race St. Philadelphia, Pa 19103
Reprinted from the Annual Book of ASTM Standards. Copyright ASTM.
If not listed in the current combined index, will appear in the next edition.

Standard Practice for Describing and Measuring Performance of Fourier Transform Infrared (FT-IR) Spectrometers: Level Zero and Level One Tests¹

This standard is issued under the fixed designation E 1421; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

1. Scope

1.1 This practice describes two levels of tests to measure the performance of Fourier transform infrared (FT-IR) spectrometers.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

- E 131 Definitions of Terms and Symbols Relating to Molecular Spectroscopy²
- E 168 Practices for General Techniques of Infrared Quantitative Analysis²
- E 334 Practices for General Techniques of Infrared Microanalysis²
- E 932 Practice for Describing and Measuring Performance of Dispersive Infrared Spectrophotometers²
- E 1252 Practice for General Techniques for Qualitative Infrared Analysis²

3. Terminology

3.1 For definitions of terms used in this practice, refer to Definitions E 131. All identifications of spectral regions and absorption band positions are given in wavenumbers (cm^{-1}), and spectral energy, transmittance, and absorbance are signified in equations by the letters E , T and A respectively. A subscripted number signifies a spectral position in wavenumbers (for example, A_{3082} , the absorbance at 3082 cm^{-1}).

4. Significance and Use

4.1 This practice permits an analyst to compare the general performance of an instrument on any given day with the prior performance of an instrument. This practice is not necessarily meant for comparison of different instruments with each other.

5. Test Conditions

5.1 *Operating Conditions*—In obtaining spectrophotometric data, the analyst must select the proper instrumental operating conditions in order to realize satisfactory instrument performance. Operating conditions for individual instruments are best obtained from the manufacturer's literature because of variations with instrument design. It should

be noted that many FT-IR instruments are designed to work best when left on or in the standby mode. A record should be kept to document the operating conditions selected so that they can be duplicated. Note that spectrometers are to be tested only within their respective wavenumber ranges.

5.2 Instrumental characteristics can influence these measurements in several ways. Vignetting of the beam reduces the transmittance value measured in nonabsorbing regions, and on most instruments can change the apparent wavenumber scale by a small amount, usually less than 0.1 cm^{-1} . Focus changes can also change transmittance values, so the sample should be positioned in approximately the same location in the sample compartment each time. The angle of acceptance (established by the f number) of the optics between the sample and detector significantly affects apparent transmittance. Heating of the sample by the beam or by the higher temperatures which exist inside most spectrometers changes absorbances somewhat, and even changes band ratios and locations slightly. Allow the sample to come to thermal equilibrium before measurement.

5.3 The recommended sample of matte-finish polystyrene used for these tests is approximately 38 μm (1.5 mils) thick film mounted on a card. The sample is mounted in a 2.5 cm (1 in.) circular aperture centered within the 5 cm (2.5 in.) width of the card, and centered 3.8 cm (1.5 in.) from the bottom of the card. The card should be approximately 0.25 cm (0.1 in.) thick, and individually and unambiguously identified. Very small beam diameters can defeat the interference fringe suppression provided by the matte finish on the sample.

6. Level Zero Tests

6.1 *Nature of Tests*—Routine checks of instrument performance, these tests can be performed in a few minutes. They are designed to uncover malfunctions or other changes in instrument operation but not to specifically diagnose or quantitatively assess any malfunction. For Level Zero tests, a resolution of four cm^{-1} and a nominal measurement time of 30 s should be used. The exact measurement time, along with the date, time, sample identification, number of scans, and operator's name, should always be recorded.

6.2 *Philosophy*—The philosophy of the tests is to use previously stored test results as bases for comparison and the visual display screen or plotter to overlay the current test results with the known, good results. If the old and new results agree, they are simply reported as *no change*. Level Zero consists of three tests. Run the tests under the same

¹ This practice is under the jurisdiction of ASTM Committee E-13 on Molecular Spectroscopy and is the direct responsibility of Subcommittee E13.03 on Infrared Spectroscopy.

Current edition approved June 15, 1991. Published August 1991.

² Annual Book of ASTM Standards, Vol 14.01.

in the spectrometer. Deviations from the 100 % level (usually at the higher wavenumbers) indicate interferometer, detector, or source instability.³ Refer to Tomas Hirschfeld's chapter in "FT-IR: Application to Chemical Systems," Vol. 2, Academic Press.

7.3 Polystyrene Test—Ratio Spectrum 3 to Spectrum 2 (or 1) to produce a polystyrene transmittance spectrum. Subtract the stored polystyrene transmittance spectrum from this new polystyrene transmittance spectrum. Note any changes. Subtracting transmittance spectra from each other is not appropriate for most chemical applications, but here it is relevant to the instrument's performance, and avoids possible overrange problems associated with zero or negative transmittances.

7.3.1 Reportage—Plot the polystyrene transmittance spectrum over the range 0 % *T* to 100 % *T*. Plot the subtraction result over a range of -1 % to +1 % *T*.

7.3.2 Interpretation—Sharp features in the water vapor absorption regions (2 irregular groups of lines ca. 3600 cm⁻¹ and ca. 1600 cm⁻¹) indicate excessive water vapor levels in the spectrometer or instrumental problems unless all such features point in the same direction. All band features pointing in the same direction indicates a change in purge level. A similar interpretation can be obtained from artifacts in carbon dioxide absorption regions (doublet near 2360 cm⁻¹ and sharp spike near 667 cm⁻¹). Instrumental problems may include JacQuinot vignetting, source optics or laser misalignment, or interferometer scan problems. In the subtraction spectrum, first-derivative-like bandshapes that correspond to absorption band positions indicate these instrumental problems. Artifacts appearing only at the positions of the strongest (completely absorbing) bands may indicate phasing or other problems associated with detector non-linearity. Artifacts at both medium and strong band positions indicate analog electronic, ADC, or computer problems, or sampling jitter (Zachor-Aaronsen distortion).

8. Level One Tests

8.1 Nature of Test—A series of tests, which uses only the standard matte-finish polystyrene, designed to more completely test the instrument performance. The main purpose of Level One tests is to compare performance with previous results obtained on the same instrument. The tests can also be used to compare two instruments of the same model type and, with considerable caution, to roughly compare different models.

8.2 Philosophy—Level One tests are similar to, but more extensive than Level Zero tests. The reportage for Level One tests is designed to facilitate diagnosis instead of just indicating malfunctions. The diagnostic content of the results is such that interpretation is beyond the scope of this document.

8.3 Sample—The same matte-finish polystyrene sample described in 6.3 is used for measurements. In well-purged or evacuated spectrometers, the introduction of a water vapor or carbon dioxide sample (diluted with nitrogen or air to atmospheric pressure) may be necessary for some tests.

8.4 Measurements—In Level One, each test requires its own measurements. For comparisons involving a single instrument or model of instrument, choose any convenient measurement parameters, preferably those which reflect the operating parameters used for measurements of analytical samples. The parameters must always be the same for comparisons. On most instruments, use the stored parameter file for the original measurements as a way to get parameter consistency. If inter-instrument comparisons are attempted, several factors must be strictly adhered to before any valid comparison can be made. These factors concern the instrument lineshape function (ILS), which is the detailed way of expressing resolution. Peak positions and photometer data must be reported at the highest possible resolution. They are useful for inter-instrument comparison only to the extent that one of the instruments being compared is producing essentially undistorted (that is, Coblentz Class I) spectra.

9. Level One Test Procedures

9.1 Energy Spectrum Test—For an energy spectrum, obtain a single beam spectrum. The beam path in the sample compartment must be empty. Several specific indicators may be reported.

9.1.1 Energy Ratio—Calculate the ratio of the energy at 4000 cm⁻¹ to energy at 2000 cm⁻¹. In each case, a 100 cm⁻¹ wide region centered around the wavenumber position specified is used for obtaining an averaged energy value.

$$R = E_{4000}/E_{2000}$$

9.1.2 Spectral Range—Report wavenumber points where spectral energy reaches one-tenth of the energy level found at the energy maximum for the range.

9.1.3 Water Vapor Level—Report water vapor band absorbances identified below. If nominal instrument resolution is 4 cm⁻¹ or poorer (for example, 8 cm⁻¹), or if digital resolution is coarser than 2 cm⁻¹, confirm that the spectrum shows clear bands at the named wavenumber positions. Nonlinear interpolation is strongly recommended for determining absorbances.

$$A_{3744.2} = -\log_{10}[2(E_{3744.2})/(E_{3746.7} + E_{3741.7})]$$

$$A_{1616.5} = -\log_{10}[2(E_{1616.5})/(E_{1620.2} + E_{1612.8})]$$

9.1.4 Carbon Dioxide Level—Report the CO₂ band absorbance identified below using low to medium resolution (8 to 4 cm⁻¹).

$$A_{2362} = -\log_{10}[2(E_{2362})/(E_{2362} + E_{2422})]$$

9.1.5 Aliphatic Hydrocarbon Level—Report hydrocarbon C-H stretching band intensity absorbance identified below at medium resolution (for example, 4 cm⁻¹).

$$A_{2927} = -\log_{10}[(E_{2927})/(0.3E_{2794} + 0.7E_{2984})]$$

9.1.6 Non-Physical Energy—Report the ratio of the energy level found below the detector/spectrometer cutoff to the energy found at the energy maximum for the range, for example:

$$R = E_{150}/E_{max}$$

9.1.7 Peculiarities—Report any other peculiarities of the single beam spectrum. Ratioing to an old reference single beam spectrum and looking for bands is a sensitive way to detect such peculiarities.

9.2 One Hundred Percent Line Test—Obtain two succes-

³ Hirschfeld, T., *FT-IR: Application to Chemical Systems*, Academic Press, Vol

array from the empty-beam spectrum. If the instrument uses a magnitude calculation, the test can still be performed, but negative pseudostray light will be rectified to positive values. Report the transmittance at the transmittance minimum (or inverted minimum) for each of the following band positions. The highly absorbing region around each peak center can be averaged to improve the precision of this measurement.

3026 cm ⁻¹	1493 cm ⁻¹	756 cm ⁻¹
2922 cm ⁻¹	1453 cm ⁻¹	697 cm ⁻¹

9.6 Photometric Jitter Test—This test is quite similar to 9.5 polystyrene test, and uses the same sample and bands. Obtain an empty-beam single-beam spectrum followed by a series (for example, 30) of single-scan spectra of the matte-finish standard polystyrene. Ratio each polystyrene spectrum to the empty-beam spectrum to produce a series of polystyrene transmittance spectra.

9.6.1 Peak Position Jitter—Determine the RMS variation in the peak center wavenumber positions of each of the bands identified in 9.5.1, using the peak-center finding procedure described in that section. Peak position jitter is usually negligible, that is, it is usually dominated by photometric jitter and spectral noise.

9.6.2 Resolution jitter is generally found along with

midrange photometric jitter. The absorbance calculated and the RMS variation of each of the described in 9.5.2 are reported.

9.6.3 Midrange photometric jitter is often a sampling inaccuracy (for example, Zachor-Aarotian). Otherwise, spectral noise may be predominant. Report the RMS value of the percent *T* jitter in the following:

$\Delta T_1 = T_{3082} - T_{2984}$	$\Delta T_6 = T_{1601} - T_{1583}$
$\Delta T_2 = T_{3060} - T_{2984}$	$\Delta T_7 = T_{1583} - T_{1069}$
$\Delta T_3 = T_{3001} - T_{2984}$	$\Delta T_8 = T_{1069} - T_{1028}$
$\Delta T_4 = T_{2923} - T_{2870}$	$\Delta T_9 = T_{1028} - T_{1002}$
$\Delta T_5 = T_{2849} - T_{2870}$	

9.6.4 Strongly absorbing band jitter is usually sampling inaccuracy or clipping in the analysis. Report the RMS variation of the transmittance at the band centers identified in 9.5.4. If magnitude is used, assume that band centers are at 0% *T* at the RMS variation from 0% *T*, or else determine the RMS variation of each of the band centers by an independent method and use these values for calculating variations.

10. Keywords

10.1 spectrometers; Fourier transform infrared Level Zero Test; Level One Test; Performance Test

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, 1916 Race St., Philadelphia, PA 19103.



CIB-ESPOL

APÉNDICE E: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

MIR Polystyrene Traceable Reference Material

This is to certify that the polystyrene TRM has been measured on an instrument calibrated using a certified¹ polystyrene sample. The calibration results of the TRM are tabulated below. The wavenumber values in the left-hand column are the certified values for those peaks.

Traceable Reference Material
TRM Serial Number: *PE04046*

Certified Reference Material
CRM Serial Number: *SRM1921*

Calibration Record

NIST CRM /cm ⁻¹	Calibrated TRM /cm ⁻¹
3082.18	3082.22 (±0.5)
3060.02	3059.94 (±0.5)
1601.34	1601.36 (±0.5)
1583.12	1583.21 (±0.5)
1028.34	1028.43 (±0.5)

Operator : DR Date: 25-Mar-2003


.....
Signed

This calibration certificate is valid for a period of 3 years.

1. Certified by the National Institute of Standards and Technology (NIST), Gaithersburg, MD 20899, USA. The material is NIST Standard Reference Material (SRM) 1921 which is an Infrared Transmission Wavelength Standard made from a matte finish polystyrene film.

Validity Period for Calibration of Polystyrene Traceable Reference Material (Mid Infrared)

The calibration record for the polystyrene Traceable Reference Material (TRM) in the PerkinElmer Instrument Performance Validation (IPV) kit (L136 5335), is valid for a period of three years from the date of calibration (see Certificate or label on TRM box). The TRM is traceable to a NIST Standard Reference Material (SRM 1921), obtained from the National Institute of Standards and Technology (NIST), Gaithersburg, Maryland, MD20899, USA.

At the end of the period of certification, you can contact PerkinElmer to obtain an upgrade kit. The kit contains the same items as in the original kit but the TRM will have recently been calibrated to the NIST SRM 1921. This upgrade kit is available to customers with existing kits at a reduced cost and can be ordered as part number L136 5341.

We have no reason to expect any degradation in the calibration of a polystyrene TRM during a period of time in excess of three years, providing the material is not exposed to extremes of temperature and is protected from the intense ultraviolet light encountered during prolonged periods of exposure to direct sunlight. We recommend that you avoid touching the material surface with fingers or any other objects, remove dust by using clean, dry air, and always store the TRM in its protective box when not in use.

NG11 Schott Glass

The NG11 Schott Glass supplied with the Mid Infrared IPV kit is not supplied as a traceable standard, and therefore it has no period of certification associated with it. It is intended to be used in conjunction with a polystyrene reference card and Spectrum Validation software to benchmark the performance of the spectrometer and prove it fit-for-purpose. The polystyrene reference relates to the abscissa calibration, while the NG11 Schott Glass relates to the repeatability of ordinate measurement. Providing the sample is protected from surface damage (for example finger prints and surface scratches), there is no reason to expect the spectroscopic properties of the NG11 reference to degrade during the lifetime of the spectrometer.



PerkinElmer Ltd, Chalfont Road, Seer Green,
Beaconsfield, BUCKS, HP9 2FX, United Kingdom

Produced in the UK

APÉNDICE F: NORMA ASTM D4628-97



CIB-ESPOL



Standard Test Method for Analysis of Barium, Calcium, Magnesium, and Zinc In Unused Lubricating Oils By Atomic Absorption Spectrometry¹

This standard is issued under the fixed designation D 4628; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method is applicable for the determination of mass percent barium from 0.005 to 1.0 %, calcium and magnesium from 0.002 to 0.3 %, and zinc from 0.002 to 0.2 % in lubricating oils.

1.2 Higher concentrations can be determined by appropriate dilution. Lower concentrations of metals such as barium, calcium, magnesium, and zinc at about 10 ppm level can also be determined by this test method. Use of this test method for the determination at these lower concentrations should be by agreement between the buyer and the seller.

1.3 Lubricating oils that contain viscosity index improvers may give low results when calibrations are performed using standards that do not contain viscosity index improvers.

1.4 The values stated in SI units are to be regarded as the standard.

1.5 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.* Specific precautionary statements are given in Note 1, Note 5, and Note 7.

2. Summary of Test Method

2.1 A sample is weighed and base oil is added to 0.25 ± 0.01 -g total mass. Fifty millilitres of a kerosine solution, containing potassium as an ionization suppressant, are added, and the sample and oil are dissolved. (**Warning**—See Note 2.) Standards are similarly prepared, always adding oil if necessary to yield a total mass of 0.25 g. These solutions are burned in the flame of an atomic absorption spectrophotometer. An acetylene/nitrous oxide flame is used. (**Warning**—See Note 1.)

NOTE 1—**Warning:** Combustible. Vapor harmful.

NOTE 2—**Warning:** Hazardous. Potentially toxic and explosive.

3. Significance and Use

3.1 Some oils are formulated with metal-containing additives that act as detergents, antioxidants, antiwear agents, etc. Some of these additives contain one or more of these metals: barium, calcium, zinc, and magnesium. This test method provides a means of determining the concentration of these metals that gives an indication of the additive content in these oils.

4. Apparatus

4.1 *Atomic Absorption Spectrophotometer.*

4.2 *Analytical Balance.*

4.3 *Automatic Measuring Pipet or Volumetric Class A Pipet, 50-mL capacity.*

4.4 *Bottles with Screw Caps, 60 mL (2 oz).*

NOTE 3—Suitable volumetric flasks or plastic bottles may be substituted.

4.5 *Shaker, Mechanical Stirrer, or Ultrasonic Bath, capable of handling 60-mL bottles.*

5. Reagents

5.1 *Base Oil*, metal-free, with a viscosity of about 4 cSt at 100°C. A100 neutral oil which provides good solvency for standards and additive concentrate is satisfactory. Highly paraffinic oils should be avoided.

5.2 *2-Ethyl Hexanoic Acid*, which has been determined to be free of interfering metals.

5.3 *Kerosine, Metal-Free* (Note 4)—(See Note 5, Note 6, and **Warning** Note 7), distillation range from 170°C to 280°C at 100 kPa (1 atm). When the kerosine solvent is contaminated, it may be purified metal-free by running through attapulugus clay.

NOTE 4—Solvents other than kerosene, such as xylene MEK and so forth, may be used in this test method, however, the precision data quoted in Section 16 was obtained using kerosene.

NOTE 5—Metal-free kerosine can be obtained from most laboratory supply houses, but should be tested for metal content before using.

NOTE 6—Satisfactory results have been obtained in this test method by using Baker "kerosine" (deodorized) which has typical initial and end

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D-2 on Petroleum Products and Lubricants and is the direct responsibility of Subcommittee D02.03 on Elemental Analysis.

Current edition approved Nov. 10, 1997. Published June 1998. Originally published as D 4628 – 86. Last previous edition D 4628 – 96a.



CIB-ESPOL



ne blow-back unless the correct burner head and operating sequence used.

7.2 For the barium determination, fit the barium hollow cathode lamp and set the monochromator at 553.6 nm. Make adjustments to the wavelength setting to give maximum output. Using the correct burner head for acetylene/nitrous oxide, set up the acetylene/nitrous oxide flame. On instruments where applicable, adjust the gain control to set this maximum output at full scale, when aspirating standard (6) in 5.6.

3 Aspirate at about 2.5 to 3 mL/min a standard barium solution into the flame. Make adjustments to the height and angle of the burner and to the acetylene flow rate to give maximum absorption. Make sure that standard (6) in 5.6 still gives zero absorbance by making adjustments, if necessary.

Calibration (Barium)

1 Aspirate standard (1) in 5.6. With a minimum of scale expansion or burner rotation, obtain a reading of 0.5 ± 0.1 on the absorbance meter or alternative read-out device.

2 Aspirate the standards of 5.6 sequentially into the flame and record the output (or note the meter deflections). Aspirate solvent alone after each standard.

3 Determine the net absorbance of each standard. If the spectrophotometer output is linear in absorbance, the net absorbance is given by the difference between the absorbance of the standard or sample solution and the absorbance for the solvent alone. If the spectrophotometer output is proportional to light intensity (that is, to light transmission) then the net absorbance is given by $\log_{10} d_0/d_1$, where the deflections are d_0 when solvent alone is aspirated and d_1 when the standard or sample solution is aspirated.

4 Plot the net absorbance against the concentration (mg/50 mL suppressant solution) of barium in the standards to give a calibration curve.

NOTE 12—The calibration curve may be automatically calculated by instrument software and displayed by way of the instrument computer terminal, making actual plotting unnecessary.

5 Calibration must be carried out prior to each group of samples to be analyzed and after any change in instrumental conditions, as variation occurs in the instrument behavior. Readings may also vary over short times from such causes as buildup of deposits on the burner slot or in the nebulizer. Thus, a single standard should be aspirated from time to time during series of samples to check whether the calibration has changed (a check after every fifth sample is recommended). The visual appearance of the flame also serves as a useful check to detect changes of condition.

6 Determine the slope and intercept for barium based on the calibration curve developed. The values will be used to determine barium concentrations of samples to be tested. Verify that the regression coefficient is at least 0.99 for barium, and advise the laboratory needs to re-calibrate for barium when this criteria is not satisfied.

Procedure (Barium)

Weigh the sample to three significant figures into a 100 mL (2-oz) bottle. The sample mass is chosen to give an absorbance reading of 0.2 to 0.5. Add base oil to make $0.25 \pm$

0.01 g total mass. Add 50 mL of potassium suppressant solution, see 5.5, and dissolve. The maximum sample size to be used is 0.25 g, and the minimum is 0.05 g.

9.1.1 To hazy samples add 0.25 ± 0.01 mL of 2-ethylhexanoic acid and shake. If this clears up the haze, the analysis is run, and the dilution error is corrected by multiplying the found results by 1.005. If the sample remains hazy, the sample is not suitable to be analyzed by this test method.

9.2 Samples yielding absorbances greater than 0.5 even with the minimum sample size can be accurately diluted with new base oil to a suitable concentration. Make sure the new solution is homogeneous before proceeding as instructed in 9.1.

9.3 Aspirate the sample solution and determine the absorbance, aspirating solvent alone before and after each reading.

10. Calculation (Barium)

10.1 Read from the calibration curve the concentration, C , corresponding to the measured absorbance.

C = concentration of barium in the diluted sample solution, mg/50 mL of suppressant solution.

10.2 Calculate the barium content of the oils in percent mass as follows:

$$\text{Barium, \% mass} = \frac{CD}{10W} \quad (1)$$

where:

W = grams of sample/50 mL,

C = milligrams of metal/50 mL, and

D = dilution factor if dilution was necessary in 9.2.

NOTE 13—If the calibration curve is linear, the concentration may be determined by an equation instead of a calibration curve.

11. Calcium Determination

11.1 Repeat Sections 7 through 10 replacing references made to barium with calcium using the following conditions:

11.1.1 Acetylene/nitrous oxide flame,

11.1.2 Calcium hollow cathode lamp, and

11.1.3 Analytical line 422.7 nm.

12. Magnesium Determination

12.1 Repeat Sections 7 through 10 replacing references made to barium with magnesium using the following conditions:

12.1.1 Acetylene/nitrous oxide flame,

12.1.2 Magnesium hollow cathode lamp, and

12.1.3 Analytical line 285.2 nm.

13. Zinc Determination

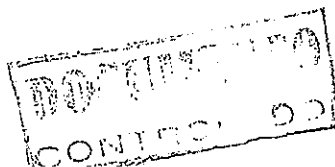
13.1 Repeat Sections 7 through 10 replacing references made to barium with zinc using the following conditions:

13.1.1 Acetylene/nitrous oxide flame,

13.1.2 Zinc hollow cathode lamp, and

13.1.3 Analytical line 213.9 nm.

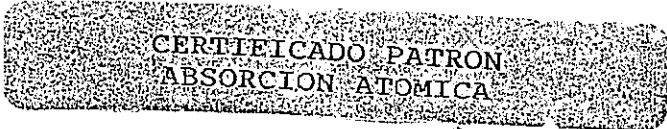
NOTE 14—Although this test method has been described for the determination of four elements on a single sample, the sequence of operations in analyzing several samples should also be considered. Aspirating of a sample to determine its absorbance is very quick.



APÉNDICE G: CERTIFICADO PATRON ABSORCIÓN
ATÓMICA (CONOSTAN)



CIB-ESPOL



January 8, 2001

CONOSTAN DIVISION
 Canoco Specialty Products, Inc.
 1000 South Pine
 P.O. Box 1267
 Ponca City, OK 74602-1267
 U.S.A.

Certificate of Analysis



CIB-ESPOL

Reference: CONOSTAN Multi-Element Standard
 S-21 : 500 ppm; Lot No. 21316500

ELEMENTS --- CONCENTRATION, ppm ($\mu\text{g/g}$)

Ag	500	Al	500	B	500	Ba	500
Ca	500	Cd	500	Cr	500	Cu	500
Fe	500	Mg	500	Mn	500	Mo	500
Na	500	Ni	500	P	500	Pb	500
Si	500	Sn	500	Ti	500	V	500
Zn	500						

QUALITY ASSURANCE

This standard was prepared by weight measurements originating from assayed element Concentrates. A precursor blend was verified by atomic emission or absorption spectroscopy. Element concentrations for this standard are based on the Concentrate assay* values and were prepared to within ± 0.5 percent relative or better as determined by weight measurements of blend components conducted on balances calibrated and verified with NIST traceable weights.

*Each element Concentrate was assayed by classical wet chemical methods. Precision of assay measurement is ± 0.5 percent maximum, but typically ± 0.3 percent, or less. Assay accuracy is within one percent of measured value, but typically much less, as determined by co-measurement of, and traceability to, NIST Standards, or Certified Analytical Reagent Grade Chemicals, if no suitable NIST Standard exists.

See other side for shelf life and warranty information.

David R. Stewart
 David R. Stewart
 CONOSTAN

Telephone No. (580) 767-3078
 FAX No. (580) 767-5843

Spectrometric Metallo-Organic Standards
 Stability • Quality • Compatibility



SHELF LIFE OF CONOSTAN STANDARDS

Shelf Life: STANDARDS SHOULD NOT BE USED BEYOND 12 MONTHS FROM DATE OF RECEIPT. Although conservative, Conostan Standards should be stable for at least 12 months from the date of shipment (see Certificate of Analysis/Assurance date). Stability varies with the element or element combination and the concentration. Higher concentrations contribute to longer shelf life. Contamination introduced when transfers are made with droppers and pipettes is a common problem. For unopened product containers, Conostan warrants stability up to 12 months from date of shipment.

Moisture: How sensitive are oil-based standards? Moisture sensitivity varies with the element, but all oil-based standards should be protected from exposure to moisture. Keep container caps tightened during storage. If high humidity is a normal operating condition, minimize exposure and consider replacing standards more frequently.

Storage: How should standards be stored? Store in original Conostan Standard container at ambient laboratory temperatures, keep tightly sealed, and avoid direct exposure to sunlight. Do not refrigerate.

Dilutions: How long will the dilution be stable? Dilutions to lower concentrations contribute to shorter stable life. USE CARE – As stated above, contamination introduced when transfers are made with droppers and pipettes is a common problem. Shelf life in solvents may range from one day to several weeks. Solvent quality (moisture content and purity) can have a significant effect on stability. We recommend:

1. Use of a high-quality, analytical grade solvent.
2. Determine shelf life of your dilutions by the following:

Prepare a batch of solvent-diluted standard. Run tests over time comparing your aged dilution against a freshly prepared dilution to learn how long your dilution may be good. Remember, when you change to another lot number, or maybe just to another bottle of solvent, shelf life may be affected. For multielement standards, be aware that shelf life may vary among individual elements.



CIB-ESPOL

970212
GLH

[Handwritten signature]



FAX TRANSMITTAL

Date: 2/6/01

No. of Pages 3

To: Francisco Noboa	From: Tonya Treat Customer Service Associate
Company Name: Lubriansa	Company Name: Conoco Specialty Products Inc. Conostan Division
Phone No:	Phone No: 580-767-3078
Fax No: 593-4-484803	Fax No: 580-767-5843



CIB-ESPOL

Certificate of Analysis as Requested -

Thank You -
[Signature]

APÉNDICE H: CALENDARIO PARA TOMA DE MUESTRAS
PERIODO 90 DÍAS



CIB-ESPOL

**APÉNDICE I: RESULTADOS DE MUESTRAS DE ACEITE
TOMADAS PERIODO 90 DÍAS**



CIB-ESPOL

NUMERO DE MAQUINA..... 06-31

KILOMETRAJE INICIAL.....69313

FECHA MUESTRA	km RECORRIDOS	km MUESTRA	ANALISIS INFRAROJO				PARAMETROS ANALIZADOS					ANALISIS POR ABSORCION ATOMICA					
			H (%)	Ox (%)	S (%)	H2O	CMB	FE (ppm)	Cu (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Si (ppm)	Hollin	Oxidación	Sulfatación	Agua	Combustible
30-Oct-99	106836	9806	84	42	24	N	N	86	15	9	13	9					
24-Sep-99	97030	9814	91	45	18	N	N	106	17	6	2	24					
18-Ago-99	87216	9856	93	46	24	N	N	94	17	11	10	19					
12-Ago-99	77360	8047	92	42	26	N	N	86	16	15	9	6					
LIMITE CONDENATORIO			100%	100%	100%	N	N	100	25	15	25	25					



CIB-ESPOL

H Hollin
 Ox Oxidación
 S Sulfatación
 H2O Agua
 CMB Combustible
 Fe Hierro
 Cu Cobre
 Cr Cromo
 Pb Plomo
 Si Silicio
 N Negativo
 P Positivo

NUMERO DE MAQUINA.....06-58

KILOMETRAJE INICIAL.....69313

FECHA MUESTRA	km RECORRIDOS	km MUESTRA	ANALISIS INFRAROJO				ANALISIS POR ABSORCION ATOMICA					
			H (%)	Ox (%)	S (%)	H2O	CMB	FE (ppm)	Cu (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Si (ppm)
30-Oct-99	103885	7296	75	48	28	N	N	84	18	1	8	18
03-Oct-99	96589	9496	82	45	25	N	N	87	22	6	11	22
27-Ago-99	87093	9624	95	56	36	N	N	94	28	6	8	24
21-Ago-99	77469	8156	75	50	33	N	N	86	24	7	12	18
LIMITE CONDENATORIO			100%	100%	100%	N	N	100	25	15	25	25

PARAMETROS ANALIZADOS

- H Hollín
- Ox Oxidación
- S Sulfatación
- H2O Agua
- CMB Combustible
- Fe Hierro
- Cu Cobre
- Cr Cromo
- Pb Plomo
- Si Silicio
- N Negativo
- P Positivo

Jun-30

NUMERO DE MAQUINA.....06-30

KILOMETRAJE INICIAL.....109232

FECHA MUESTRA	km RECORRIDOS	km MUESTRA	ANALISIS INFRAROJO					ANALISIS POR ABSORCION ATOMIC				
			H (%)	Ox (%)	S (%)	H2O	CMB	FE (ppm)	Cu (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Si (ppm)
30-Oct-99	144234	7315	61	12	5	N	N	49	18	9	3	11
03-Oct-99	136922	9796	84	29	17	N	N	71	22	10	4	12
27-Ago-99	127126	9748	115	38	14	N	N	92	23	11	4	18
21-Ago-99	117378	8146	74	26	11	N	N	62	22	11	5	12
LIMITE CONDENATORIO			100%	100%	100%	N	N	100	25	15	25	25

H Hollín
 Ox Oxidación
 S Sulfatación
 H2O Agua
 CMB Combustible
 Fe Hierro
 Cu Cobre
 Cr Cromo
 Pb Plomo
 Si Silicio
 N Negativo
 P Positivo



CIB-ESPOL

NUMERO DE MAQUINA.....06-49

KILOMETRAJE INICIAL.....104793

FECHA MUESTRA	km RECORRIDOS	km MUESTRA	ANALISIS INFRAROJO				PARAMETROS ANALIZADOS					
			H (%)	Ox (%)	S (%)	H2O	CMB	FE (ppm)	Cu (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Si (ppm)
26-Oct-99	127748	7356	74	22	13	N	N	54	14	7	4	10
20-Sep-99	12392	9764	82	24	18	N	N	51	18	7	5	12
08-Ago-99	110628	5835	46	12	5	N	N	34	12	6	6	4
LIMITE CONDENATORIO			100%	100%	100%	N	N	100	25	15	25	25

H Hollín
 Ox Oxidación
 S Sulfatación
 H2O Agua
 CMB Combustible
 Fe Hierro
 Cu Cobre
 Cr Cromo
 Pb Plomo
 Si Silicio
 N Negativo
 P Positivo

NUMERO DE MAQUINA.....06-57

KILOMETRAJE INICIAL.....76856

FECHA		km	km	PARAMETROS ANALIZADOS									
MUESTRA		RECORRIDOS	MUESTRA	ANALISIS INFRAROJO					NALISIS POR ABSORCION ATOMIC				
				H (%)	Ox (%)	S (%)	H2O	CMB	FE (ppm)	Cu (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Si (ppm)
30-Oct-99		112197	8154	71	27	6	N	P	45	12	7	6	12
29-Sep-99		104043	9815	68	24	8	N	P	42	12	7	9	11
23-Ago-99		94228	9934	63	18	15	N	N	48	7	6	7	16
17-Ago-99		84294	7438	100%	100%	100%	N	N	39	9	6	9	12
LIMITE CONDENATORIO				100%	100%	100%	N	N	100	25	15	25	25

- H Hollín
- Ox Oxidación
- S Sulfatación
- H2O Agua
- CMB Combustible
- Fe Hierro
- Cu Cobre
- Cr Cromo
- Pb Plomo
- Si Silicio
- N Negativo
- P Positivo

NUMERO DE MAQUINA.....06-38

KILOMETRAJE INICIAL.....105268

FECHA MUESTRA	km RECORRIDOS	km MUESTRA	PARAMETROS ANALIZADOS											
			ANALISIS INFRAROJO					NALISIS POR ABSORCION ATOMICA						
H (%)	Ox (%)	S (%)	H2O	CMB	FE (ppm)	Cu (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Si (ppm)					
30-Oct-99	141293	8458	74	54	22	N	N	74	10	1	5	5		
01-Oct-99	132835	9782	84	58	34	N	N	87	18	1	2	5		
25-Ago-99	123053	9821	96	62	43	N	N	94	22	2	2	8		
19-Ago-99	113232	7964	68	44	12	N	N	68	3	0	1	4		
LIMITE CONDENATORIO			100%	100%	100%	N	N	100	25	15	25	25		

H Hollin
 Ox Oxidación
 S Sulfatación
 H2O Agua
 CMB Combustible
 Fe Hierro
 Cu Cobre
 Cr Cromo
 Pb Plomo
 Si Silicio
 N Negativo
 P Positivo



CIB-ESPOL

NUMERO DE MAQUINA.....06-51

KILOMETRAJE INICIAL.....109853

FECHA MUESTRA	km RECORRIDOS	km MUESTRA	PARAMETROS ANALIZADOS									
			ANALISIS INFRAROJO			ANALISIS POR ABSORCION ATOM						
			H (%)	Ox (%)	S (%)	H2O	CMB	FE (ppm)	Cu (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Si (ppm)
28-Oct-99	147356	9779	82	56	25	N	N	81	12	2	5	7
22-Sep-99	137577	9806	84	62	28	N	N	92	15	2	1	9
16-Ago-99	127771	9794	92	59	32	N	N	84	19	3	2	9
10-Ago-99	117977	8124	70	45	11	N	N	71	5	1	2	6
LIMITE CONDENATORIO			100%	100%	100%	N	N	100	25	15	25	25

H	Hollín
Ox	Oxidación
S	Sulfatación
H2O	Agua
CMB	Combustible
Fe	Hierro
Cu	Cobre
Cr	Cromo
Pb	Plomo
Si	Silicio
N	Negativo
P	Positivo

NUMERO DE MAQUINA.....06-37

KILOMETRAJE INICIAL.....143649

FECHA MUESTRA	km RECORRIDOS	km MUESTRA	ANALISIS INFRAROJO				PARAMETROS ANALIZADOS						
			H (%)	Ox (%)	S (%)	H2O	CMB	FE (ppm)	Cu (ppm)	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Si (ppm)	
30-Oct-99	181985	9720	85	30	10	N	N	80	6	5	5	17	
26-Sep-99	172265	9805	78	18	15	N	N	84	4	4	9	23	
20-Ago-99	162460	10211	81	15	12	N	N	91	6	2	9	29	
14-Ago-99	152249	8600	77	22	13	N	N	71	7	0	7	21	
LIMITE CONDENATORIO			100%	100%	100%	N	N	100	25	15	25	25	

H Hollin
 Ox Oxidación
 S Sulfatación
 H2O Agua
 CMB Combustible
 Fe Hierro
 Cu Cobre
 Cr Cromo
 Pb Plomo
 Si Silicio
 N Negativo
 P Positivo



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

BIBLIOGRAFIA

1. BUFFA ELWOOD, Administración de la producción y de las operaciones, Editorial Limusa, Mexico 1992.
2. BAIN DAVID, Productividad: la solución a los problemas de la empresa, Editorial Mc. Graw Hill, Mexico 1990.
3. MORROW L.C., Manual de mantenimiento industrial, Editorial CECSA, Mexico 1986.
4. HILL ROBERT, Manual de mantenimiento Industrial, Tomo V, Editorial Mc. Graw Hill, Mexico 1990.
5. LUBRIZOLI, ready reference for lubricant and fuel performance, Wickliffe - Ohio The Lubrizol Corporation, 2002.
6. MACK, Maintenance and Lubrication, Mack Trucks, Inc 1994.

7. CATERPILLAR, El aceite lubricante y su motor, Caterpillar Inc, 1995.
8. CATERPILLAR, Para entended el informe del A.P.A., E.E.U.U., Caterpillar Inc, 1991.
9. VALVOLINE, programa S.O.S., Guayaquil, Lubrival S.A., 1995.
10. VALVOLINE, Aceites para motores, Guayaquil, Lubrival S.A., 1997.
11. ASTM, Petroleum Products, Lubricants, and Fossil Fuels, Section 5, West. Conshohocken E.E.U.U., American Society for Testins and Materials; 1998.



CIB-ESPOL