

Análisis de Aceite como Herramienta para el Mantenimiento Predictivo-Proactivo

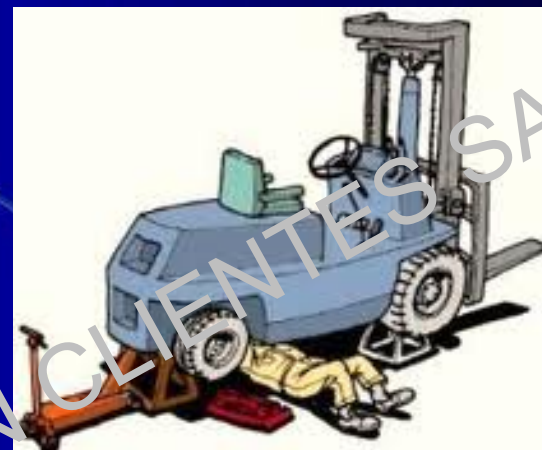


USO INTERNO-CAPACITACIÓN CLIENTES SAMP



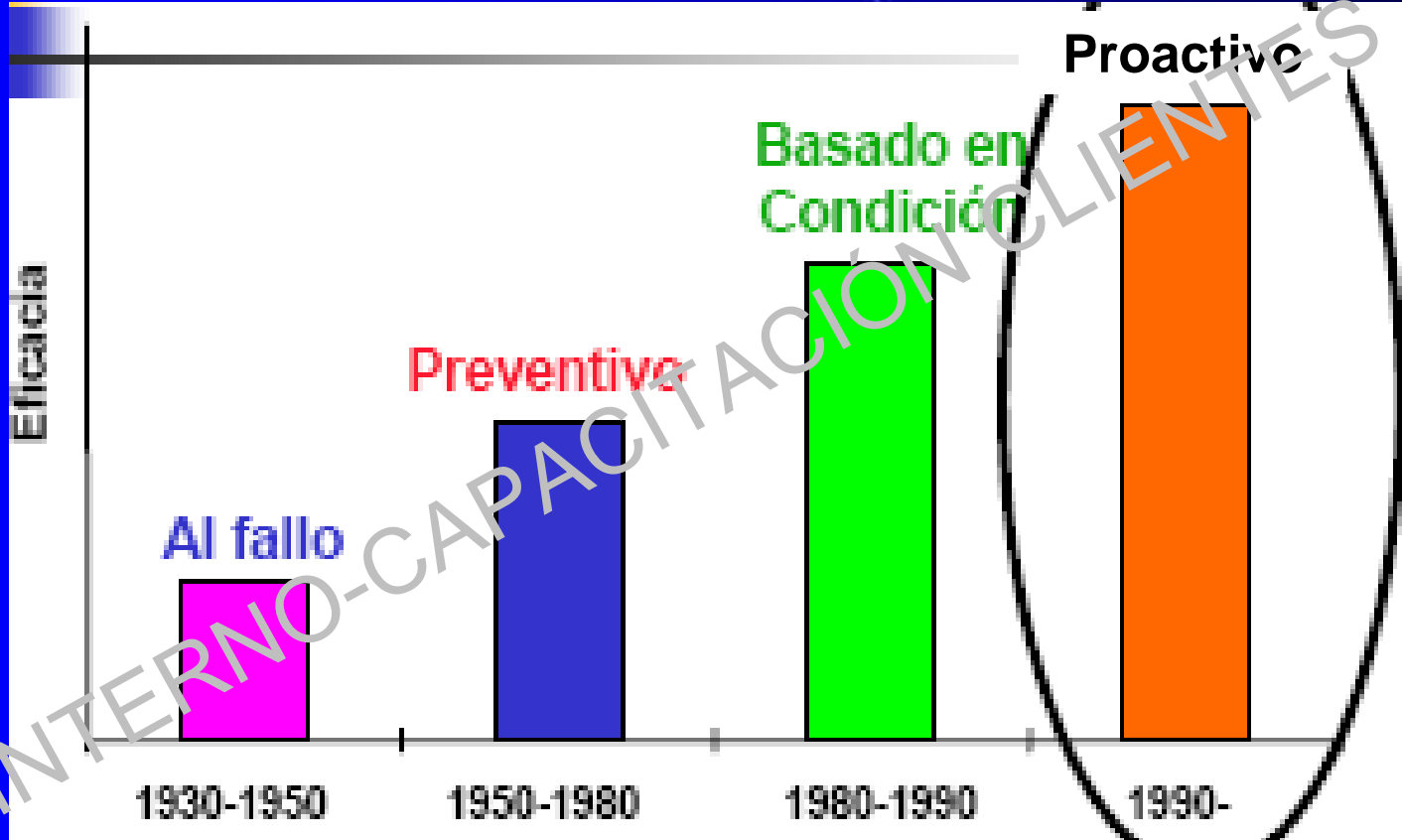
Definición general de Mantenimiento:

Todas las actividades desarrolladas con el fin de conservar las instalaciones y equipos en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico.





Filosofías del Mantenimiento



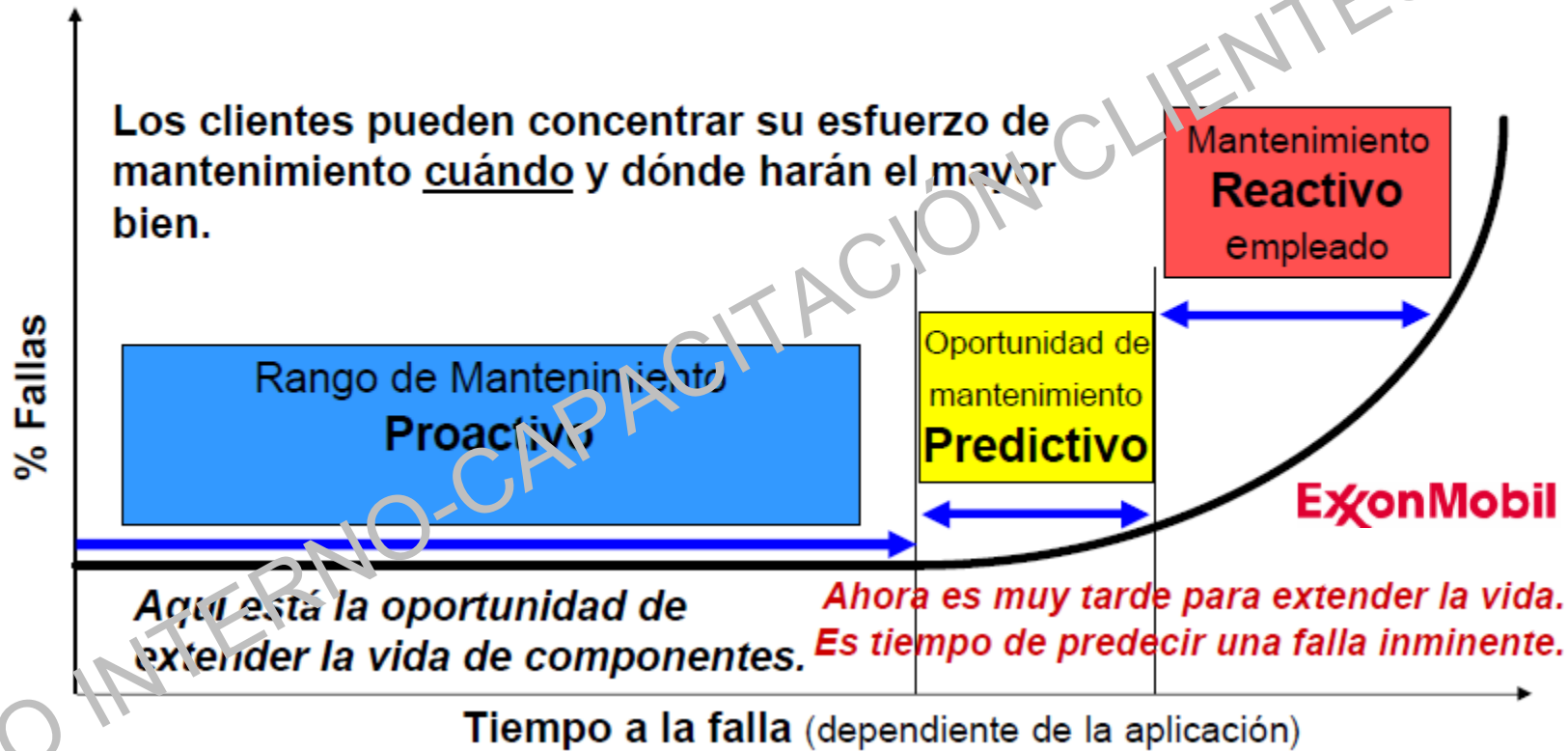
USO INTERNO-CAPACITACIÓN CLIENTES SAMP



ANCAP

Evolución Mundial del mantenimiento

Progresión de un equipo a la falla



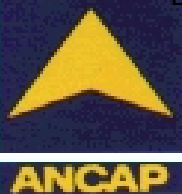


Mantenimiento Proactivo

-El Mantenimiento proactivo trata de **minimizar las fallas** buscando “señales” que le permitan encontrar la **causa raíz** de los problemas para eliminarla y adelantarse a la falla.

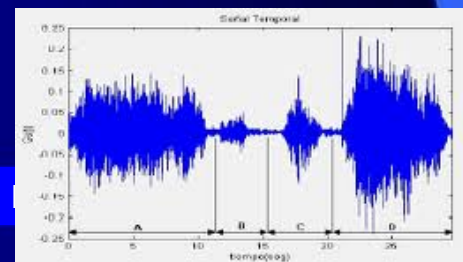
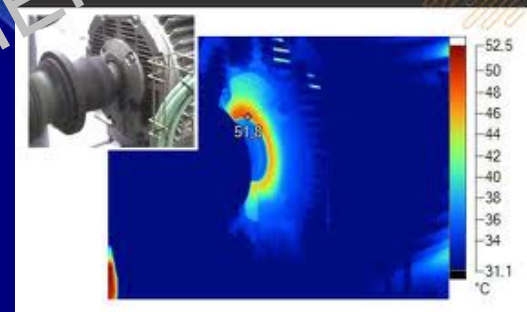
-Para ello se usa una **combinación de tecnologías de detección** según el caso en cuestión.





Tecnologías de apoyo al M.Proactivo

- Inspección visual
- Partículas magnéticas
- Inspección radiográfica
- Ultrasonidos
- Medida de presión
- Termografía
- Monitoreo de Corrientes
- **Análisis de lubricante**
- **Análisis de vibraciones**





Trabajando Proactivamente – ¡A la Causa de Falla!



Cortar Aquí Significa Trabajar con las 4-Rs

- Reparar**
- Reemplazar
 - Reconstruir
 - Remover

Repetición del Problema

Arrancar Significa Trabajar con las 5-Es

- Está Limpio
- Está Seco
- Está Frío
- Está Alineado y Balanceado
- Está Bien Lubricado

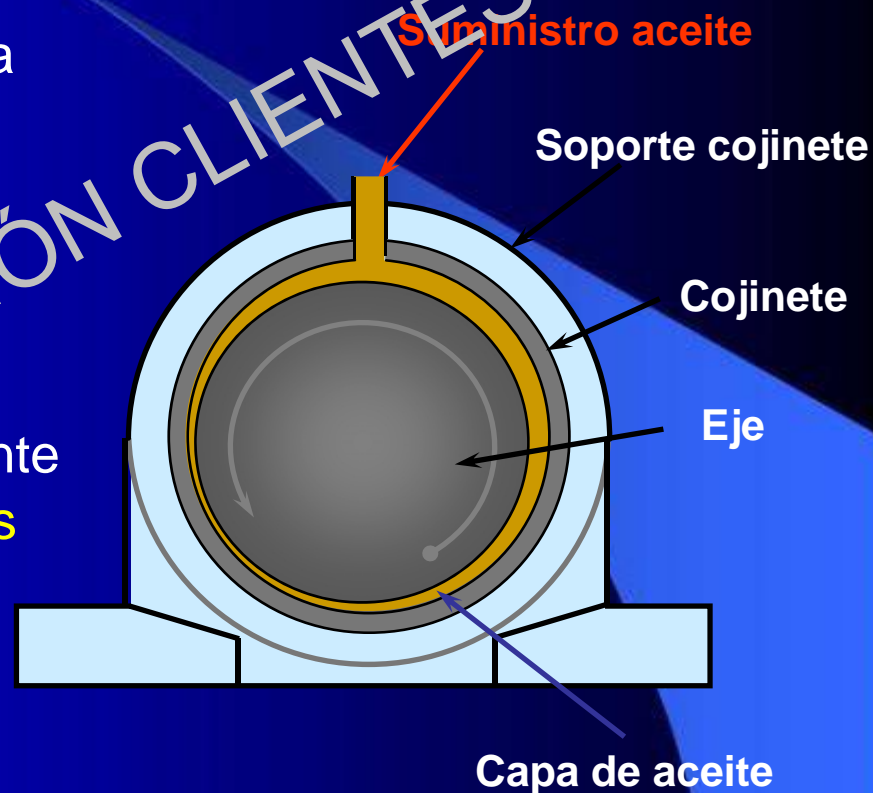
Eliminación del Problema



Lubricante, la "sangre" de la maquinaria

Todas las partes móviles de una máquina son lubricadas por un film de aceite que separa físicamente las superficies móviles y soporta la carga.

- Todos los lubricantes se **degradan y contaminan** con el uso.
- La maquinaria se **desgasta** inevitablemente. Deterioro y contaminación causarán **fallas graves en equipos**.
- Control y mantenimiento del lubricante son esenciales para una operación confiable:



Courtesy of Larry A. Toms Technical Services

Laboratorio de Lubricantes

Proceso de degradación de aceites

Los aceites en la maquinaria son degradados por estrés mecánico, térmico y químico, generando productos medibles por análisis del aceite.

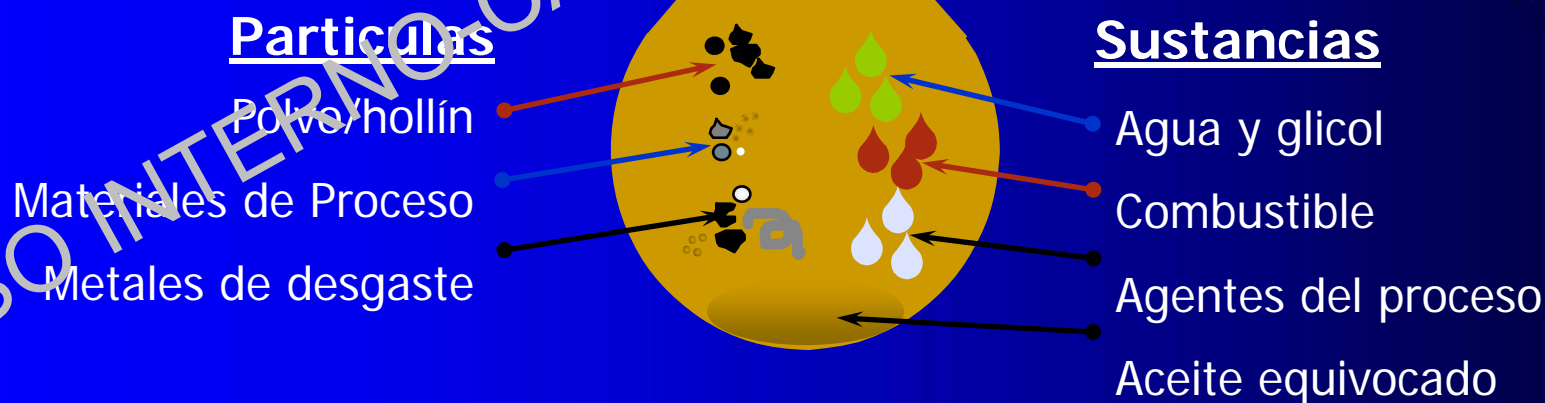


Courtesy of Larry A. Toms Technical Services

Laboratorio de Lubricantes

Proceso de contaminación de lubricantes

- Los aceites en la maquinaria son contaminados por una serie de materiales que son **medibles por análisis de aceite.**



Courtesy of Larry A. Toms Technical Services

Laboratorio de Lubricantes

Proceso de desgaste o falla una máquina



Proceso de desgaste o falla una máquina



ANCAP



-Desgaste corrosivo: Ocurre cuando el material de la superficie reacciona químicamente con su ambiente formando una película de óxido



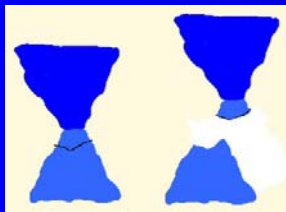
-Desgaste por fatiga: Fractura de asperezas por cargas cíclicas elevadas



-Desgaste abrasivo: Cuando una aspereza dura o un cuerpo extraño raya la superficie



-Desgaste adhesivo: Partículas que son removidas de una superficie se adjuntan a la otra en fase sólida (microsoldaduras)



Ejemplos de desgaste de maquinaria

☞ **Falla de cojinete por corrosión ácida** por productos ingresados o generados en el aceite.

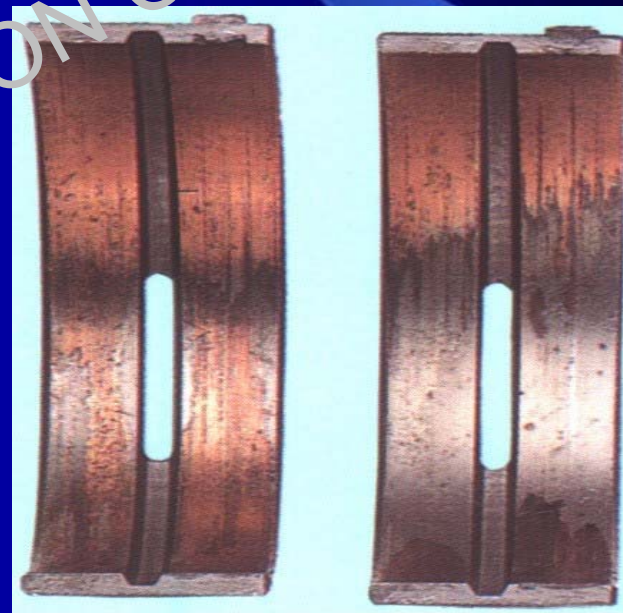
☞ **Ataque ácido a la capa de Babbitt del cojinete.**



Photo: Federal Mogul Corporation
Bearing Failure Mode Wall Chart

☞ **Desgaste de cojinete debido a falla de película lubricante.**

☞ **Resultado de la dilución por combustible.**





Ejemplos de desgaste de maquinaria

Daño en cojinete por **calentamiento por fricción.**

Resultado de **falta de lubricación o un aceite decaído en aditivos o mala calidad.**



Photo: Federal Mogul Corporation
Bearing Failure Mode Wall Chart



Falla por degradación y contaminación

Falla en pistón por depósitos de carbón y lacas.

Debido a **aceite incorrecto** o **Agotamiento de Aditivos (Detergentes- Demulsificantes)**



Photo: Chevron Chemical Company
Oronite Division



Modos de falla en Maquinaria

Modo de falla en motores diesel:

Contaminación por agua o glicol:	<i>20% to 40%</i>
Contaminación por combustible:	<i>30% to 45%</i>
Degradación del aceite:	<i>5% to 15%</i>

Modo de falla en sistema hidráulico:

Contaminación por polvo:	<i>50% to 65%</i>
Contaminación por agua:	<i>15% to 20%</i>
Degradación de aceite:	<i>5% to 15%</i>

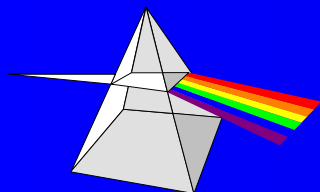
Modo de falla en equipos industriales:

Los ppales son polvo, agua y contaminación de lubricante.
Hay pocos datos reportados de frecuencia y distribución

Datos tomados de muestras ingresadas a base de Datos de SAMP (2004-2010)



Una Solución a los problemas en equipos



Monitoreo de Condición basado en Análisis Aceite

Detecta precursores de fallas de componentes y o de deterioro del lubricante

Alerta a los operadores para tomar medidas antes que ocurran las fallas o antes que estas sean catastróficas.



Paradas de Planta, Reducción de producción y fuerte incremento en los Costos de Mantenimiento.

Pérdida de Dinero



ANCAP

Que información nos da el Análisis de aceite



Que nos permite lograr el Análisis de aceite

1. Detectar fallas potenciales antes de que ocurran
2. Aumentar la vida útil de los componentes
3. Reducir las paradas no programadas de las unidades
4. Programación eficiente de actividades de mantenimiento
5. Reducir el consumo y el desecho de lubricantes (OID)
6. Detectar errores humanos ocultos
7. Identificar mejoras al proceso de Mantenimiento



Técnicas analíticas usadas en SAMP y su significado

USO INTERNO-CAPACITACION CLIENTES SAMP

1) Viscosidad en Aceites Lubricantes



Definición

Es una medida de la resistencia a fluir de una sustancia.

Mide la resistencia interna entre capas de un fluido desplazándose una respecto a la otra.

Depende fuertemente de la temperatura

Unidades

Unidad base, Stoke (St), unidad de medida, centiStoke (cSt)

Uso / Importancia

-Es determinante para la formación de película lubricante.

-Define el grado de viscosidad.

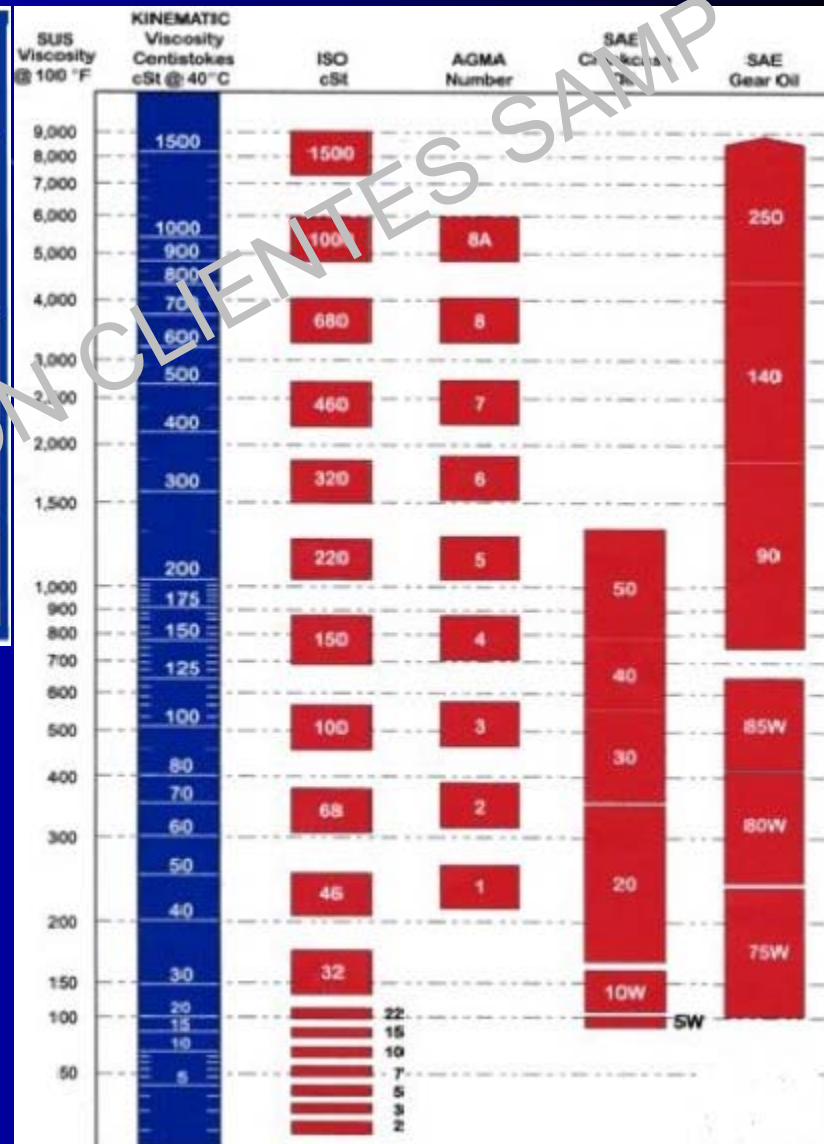
-Es indicador secundario de contaminación y degradación

Tendencia en el Tiempo

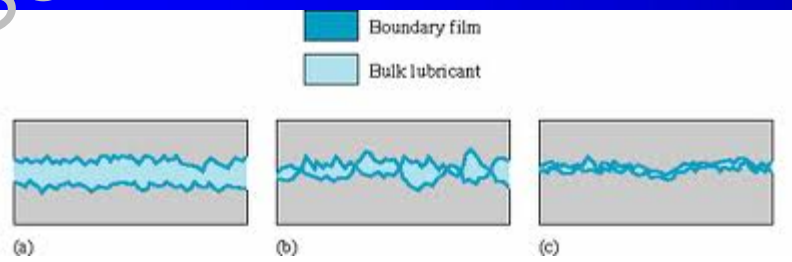
-Constante o leve descenso.

Grados de Viscosidad

Abreviación	Nombre de grupo	Qué clasifica el grupo:
AGMA	American Gear Manufacturers Association	Aceites para engranajes industriales
SAE	Society of Automotive Engineers	Aceites para engranajes/motores automotrices
SUS	Saybolt Universal Seconds	Todos los aceites
ISO	International Standards Organization	Aceites industriales

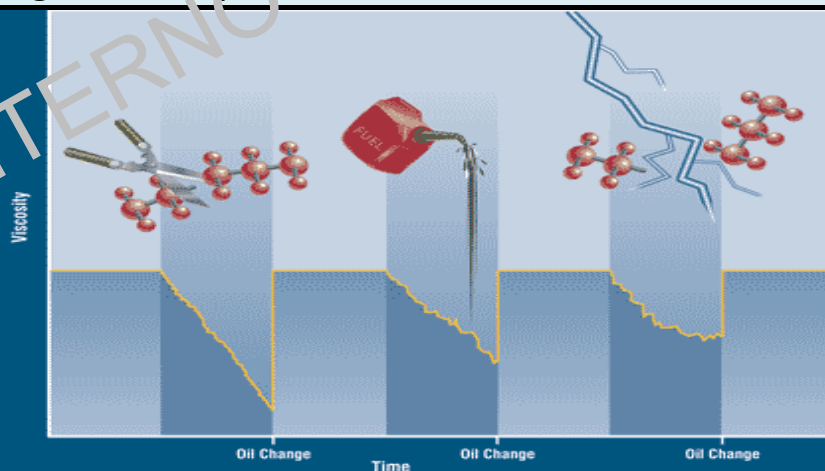


Espesor de película (Define régimen de lubricación y tipo de lubricante necesario)



Causas de Cambio en Viscosidad

	Disminución de Viscosidad	Incremento de Viscosidad
Cambios en el Lubricante (cambios moleculares)	<ul style="list-style-type: none"> a) Ruptura térmica (craqueo, microdieseling) b) Ruptura de Mejoradores de IV c) Descargas eléctricas d) Hidrólisis (Esteres) e) Remoción de Aditivos (Filtrado, decantación) 	<ul style="list-style-type: none"> a) Polimerización b) Oxidación (lacas-barricas) c) Pérdidas por evaporación d) Formación de Carbón y Oxidos insolubles
Agregados al aceite (Contaminación)	<ul style="list-style-type: none"> a) Combustible b) Refrigerante c) Solventes d) Aceite equivocado (baja V) e) Agentes de proceso 	<ul style="list-style-type: none"> a) Agua (emulsiones) b) Aire atrapado (aeroemulsión) c) Hollín d) Anticongelante (glicol) e) Aceite equivocado (alta V)



Efectos de los cambios en Viscosidad

La baja viscosidad puede causar:

- <Pérdida de película lubricante causando desgaste excesivo.
- <Generación de calor por fricción mecánica y consumo de energía.
- <Aumento de sensibilidad a la contaminación por partículas debido a reducción de película.
- <Falla de película en alta temperatura, alta carga o durante paradas y encendidos.
- <Fugas internas y externas.

La alta viscosidad puede causar:

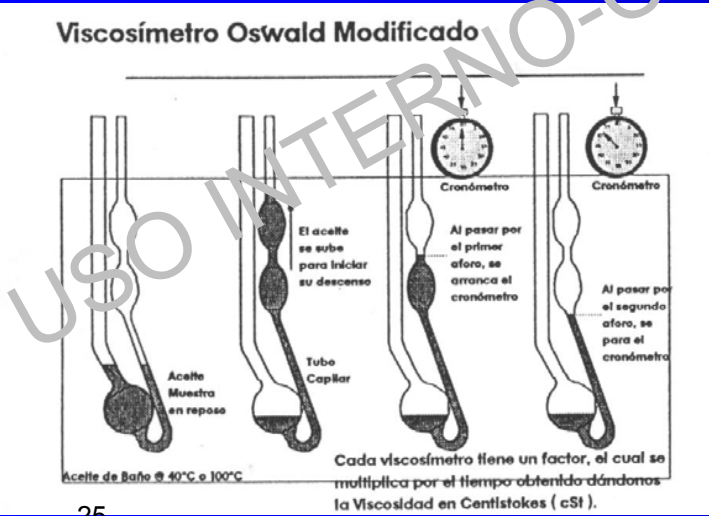
- <Generación de calor excesiva provocando oxidación, leasos y barnices.
- <Cavitación debida a falta de flujo de aceite a bombas y cojinetes.
- <Falla de lubricación por flujo inadecuado.
- <Consumo de energía excesivo debido a fricción interna del fluido.
- <Pobre demulsibilidad y desaereación.
- <Pobre bombeabilidad en arranques a baja temperatura.
- <Batido de aceite en cojinetes



Equipamiento en Viscosidad para SAMP

Cannon CAV3 (D445)

SVM 3000 (D7042)





Espectroscopía Infraroja, FTIR

Definición	Estudio de espectros de Absorción en el infrarrojo por medio de espectrofotómetro FTIR. Los aceites en particular absorben intensamente en el infrarrojo.
Unidades	Depende del parámetro a determinar, %, Abs/cm, etc.
Uso / Importancia	<ul style="list-style-type: none">-Huella digital del Lubricante, comparación contra estándares-Determinación cuantitativa de aditivos constituyentes.-Determinación de contaminación: agua, glicol, combustible, otro aceite, etc.-Degradación del aceite por determinación de oxidación, nitración, sulfatación, etc. <p>“UN ANALISIS DE ACEITE SIN INFRARROJO ES INCOMPLETO”</p>

Norma ASTM E2412 para Monitoreo de Condición de Aceites por FTIR



Ventajas del FT-IR

-Mucha Información en un solo ensayo

- Coincidencia espectral contra estándares (Contaminación)
- Agua
- Dilución (Nafta-Diesel)
- Hollín/Suciedad
- Oxidación
- Nitración
- Sulfatación
- Deterioro de Aditivos
- TAN/TBN (por IR por PLS)

-Otras ventajas

- Mejor Reproducibilidad que los métodos clásicos
- -Medida directa de la química y condición del aceite:
- -Los resultados son numéricos permitiendo llevar tendencias.
- -Costo Bajo por muestra.
- -Requiere menos solventes y productos químicos.

¡ UN ANALISIS DE ACEITE SIN INFRARROJO ES INCOMPLETO !

Equipamiento FT-IR para SAMP



- Dos Espectrofotómetros IR (Varian y Perkin Elmer)
- Diseñados para el análisis de Aceite.
- Software de cuantificación aprobados
- Ambos de última generación con Muestreador para mas de 25 muestras.

Varian Oil Analyser



Perkin Elmer Oil Express



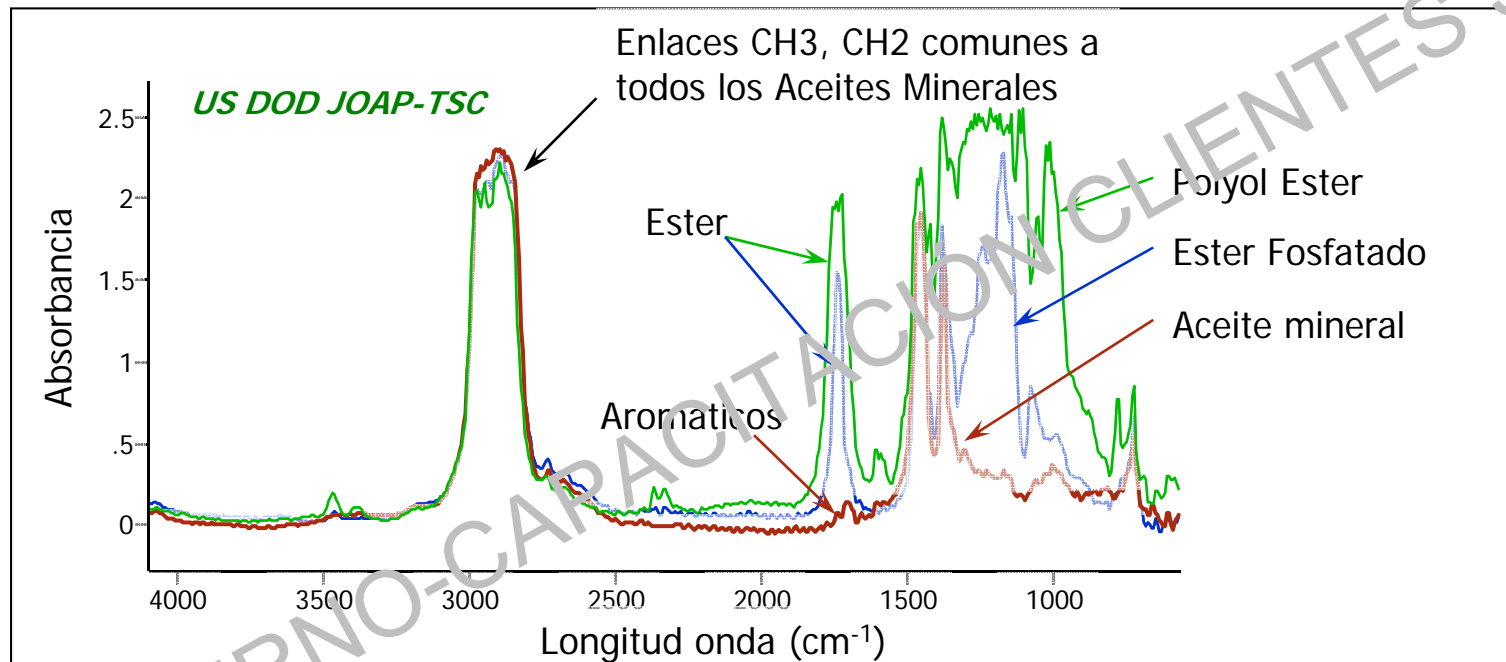
Laboratorio de Lubricantes

2) Coincidencia espectral en Aceites Lubricantes

Definición	Evaluación cualitativa o semi cuantitativa de la coincidencia de un aceite con el aceite de referencia correspondiente.
Unidades	Sin unidades, o match % (algoritmos)
Uso / Importancia	<ul style="list-style-type: none"> -Es indicador primario de contaminación -Se pueden diferenciar hasta partidas distintas de un mismo lubricantes -Se puede diferenciar bases lubricantes
Tendencia en el Tiempo	-Estable, con leve disminución de coincidencia al acercarse a la vida útil del lubricante.

2) Coincidencia espectral entre aceites

- Grandes diferencias espectrales entre algunos aceites permiten fácil detección de contaminación y verificación del aceite en uso.



-Huella digital (600-1400cm⁻¹)

-Es deseable tener siempre espectro de comparación del aceite nuevo.

3) AGUA EN LUBRICANTES



ANCAP

Definición	Determinación del contenido de agua de un lubricante (Agua libre, emulsionada, disuelta)
Unidades	Ppm o Porcentaje %
Uso / Importancia	<ul style="list-style-type: none"> -El agua es uno de los contaminantes más importantes y destructivos para los aceites y para las maquinarias. -Valores condensation según el uso en aceites usados. -Estimaciones de extensión de vida de la maquinaria. -Evaluación de sistemas de secado.
Tendencia en el Tiempo	¡ MANTENER LO MAS BAJO POSIBLE !



Principales efectos del Agua

En el Aceite Base

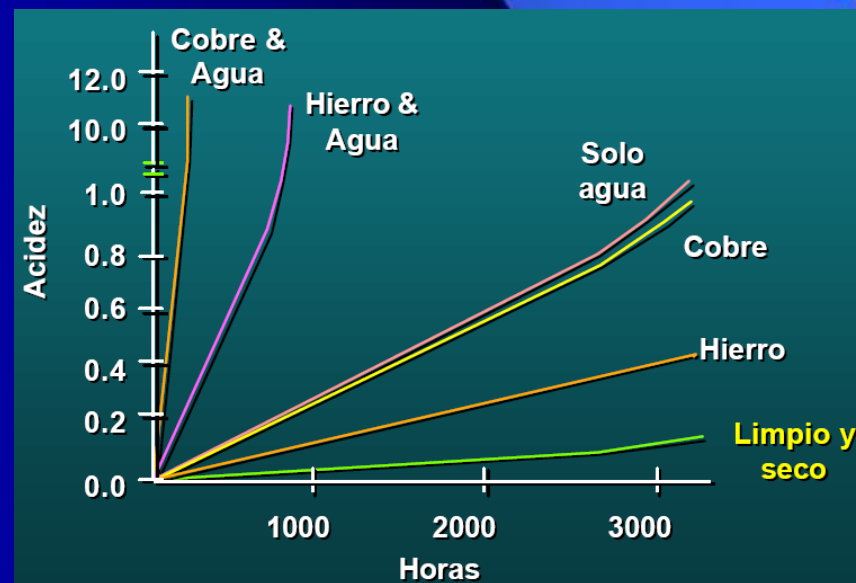
En los Aditivos

PROBLEMA		COMO ACTUA
HIDROLISIS Y OXIDACION	➔	Promueve cambios físicos y químicos en el aceite base: -Formación de ácidos -espesamiento del aceite -barnices -lodos.
AERACION	➔	Fomenta: -Espumación -Retención de aire (aeroemulsión)
EFFECTO EN LA VISCOSIDAD	➔	-Aumenta la viscosidad -Conduce a emulsiones estables -Comportamiento no Newtoniano de los aceites
EFFECTOS DIELECTRICOS	➔	Pequeñas cantidades de humedad reducen fuertemente las propiedades aislantes-

ADITIVO ATACADO	METODO DE ATAQUE	RESULTADO
ANTIOXIDANTES (fenólicos) INHIBIDORES DE HERRUMBRE ZDDP (ANTIDESGASTE)	HIDRÓLISIS (Reacción química con el agua)	-Floculación de sedimentos -Formación de ácidos, (Aumento TAN) -Pérdida de actividad de los aditivos -Azufre
DEMULSIFICANTES DETERGENTES- DISPERSANTES INHIBIDORES DE HERRUMBRE	LAVADO O ARRASTRE POR AGUA	-Sedimentos y lodos -Bacterias -Pobre demulsibilidad (Separación agua aceite) -Decaimiento de aditivos
ZDDP (ANTIDESGASTE)	HIDRÓLISIS A ALTA TEMPERATURA	-Sulfuro de hidrógeno -Acido sulfúrico
ADITIVOS EP (BORATOS)	QUIMICO	Pérdida de desempeño del aditivo

En la Maquinaria

PROBLEMA		COMO ACTUA
CORROSION	➔	Principal promotor de corrosión.(Ácida y galvánica) Da a los óxidos y ácido gran potencial destructivo.
PERDIDA DE PELICULA	➔	Provoca falla de película en contactos hidrodinámicos (cojinetes, rodamientos) y fragilización por hidrógeno.
CAVITACION	➔	Es la principal causa de cavitación de bombas hidráulicas (cavitación vaporosa) Fatiga en cojinetes
FILTRACION DEFICIENTE	➔	Provoca tamponamientos de filtros, crecimiento de hongos y bacterias, etc

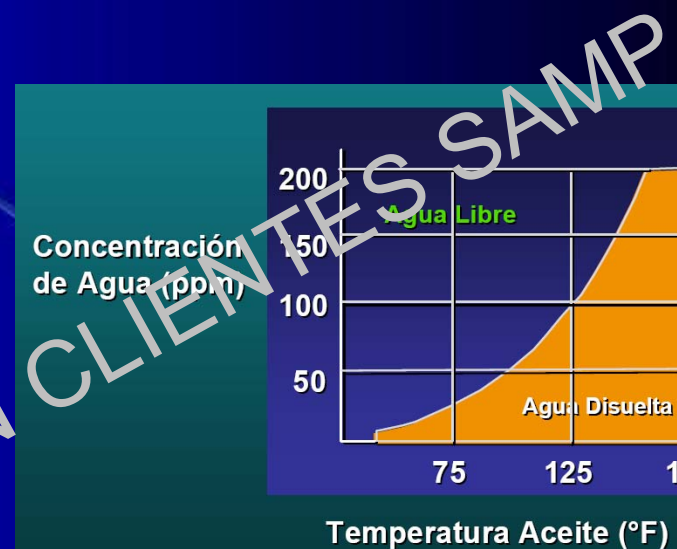


Límites Recomendados

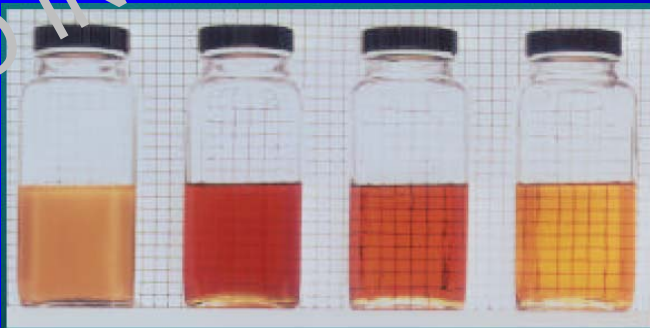


- Tomar con precaución los límites generales
- Seguir recomendación de manual de fabricante
- Lo mas bajo que se pueda
- Estar por debajo del punto de saturación a la temperatura de operación

Tipo de Aceite	Precaución	Crítico	Fuente
Aceite de motor	0,3-0,5%	0,5%	CEMIS
Aceites hidráulicos	0,1%		Exxon
Aceites hidráulicos		0,1%	Vickers
Aceite de engranajes industriales	0,1%	1%	Exxon
Aceites de motor marinos	0,5%		Exxon
Aceite máquinas papeleras	0,1%		Exxon
Aceites de refrigeración a freón	0,01%		Exxon
Unidades EHC, turbinas de vapor		0,2%	GE
Aceites para transformadores		20-35ppm	IEEE



- Valores Típicos de Saturación
- ▶ Hidráulico : 200-400 ppm (0.02-0.04%)
 - ▶ De Lubricación : 200-750 ppm (0.02-0.075%)
 - ▶ Para Transformadores: 50 ppm (0.005 %)



Como estimar agua por aspecto



Aspecto-Aceite de baja aditivación

Aspecto-Aceite de alta aditivación

Cantidad de agua, ppm	Apariencia Aceite (R&O)
0	Claro y brillante
100	Trazas de opalescencia
200	Leve opalescencia
250	Opalescente
500	Opalescente no traslucido
1000	Opalescente no traslucido con separación de gotas de agua
Agua por apariencia en aceite de turbina	

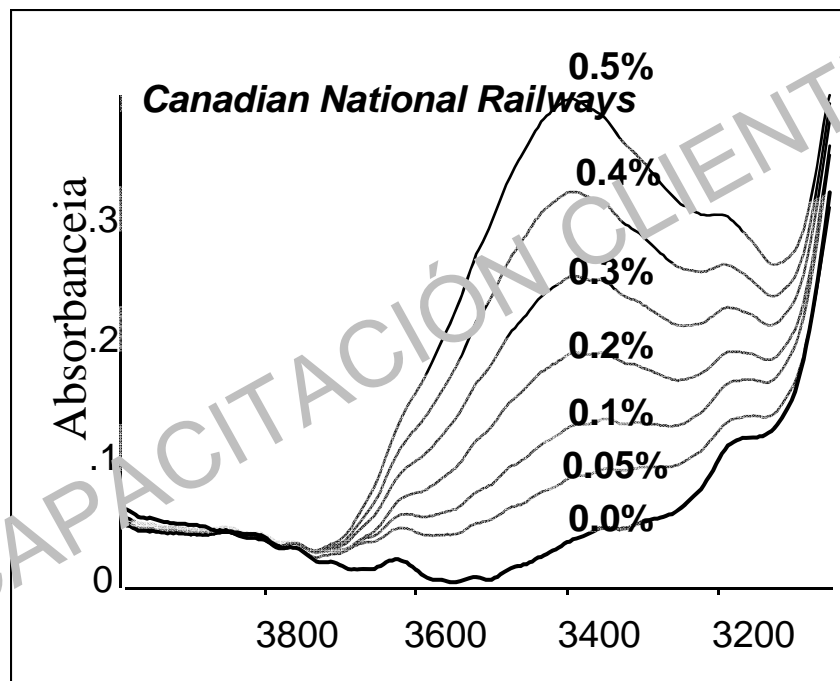


Como estimar extension de vida de la maquinaria

Contenido actual de Agua	Factor de Extensión de vida En rodamientos									
	ppm	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50,000	12,500	6,500	4,500	3,125	2,500	2,000	1,500	1,000	782	
25,000	6,250	3,250	2,250	1,563	1,250	1,000	750	500	391	
10,000	2,500	1,300	900	625	500	400	300	200	156	
5,000	1,250	650	450	313	250	200	150	100	78	
2,500	625	325	225	156	125	100	75	50	39	
1,000	250	130	90	63	50	40	30	20	16	
500	125	65	45	31	25	20	15	10	8	
250	63	33	23	16	13	10	8	5	4	
100	25	13	9	6	5	4	3	2	2	

3.1) Agua por FTIR

- FT-IR es una manera confiable de medir agua en lubricantes minerales:
- Area:
 - 3500 to 3150 cm^{-1}
- Left Baseline:
 - 4000 & 3680 cm^{-1}
- Right Baseline:
 - 2200 & 1800 cm^{-1}



- Es deseable tener siempre espectro de comparación del aceite nuevo.
- Se hacen curvas de calibración con cantidades de agua conocidas.
- Se expresa en % normalmente
- Se detecta agua en orden de 0,05% (500ppm)
- No es aplicable en algunos aceites sintéticos (hidrólisis)

3.2) AGUA por Karl Fisher

Definición

Determinación de Agua basada en titulación coulombimétrica del agua por medio de yodo.

Unidades

Ppm (habitualmente)

Uso / Importancia

-El agua es uno de los contaminantes más importantes y destructivos para los aceites y para las maquinarias.

-Se usa en sistemas limpios, aceites hidráulicos, de turbina, transformadores, etc.

-Donde el nivel de agua aceptable es muy bajo.



Laboratorio de Lubricantes

3.3) AGUA por Destilación

Definición

Determinación de Agua basada en destilación con arrastre por solvente mas volátil que el aceite y uso de trampa para recoger le agua.

Unidades

Ppm (habitualmente)

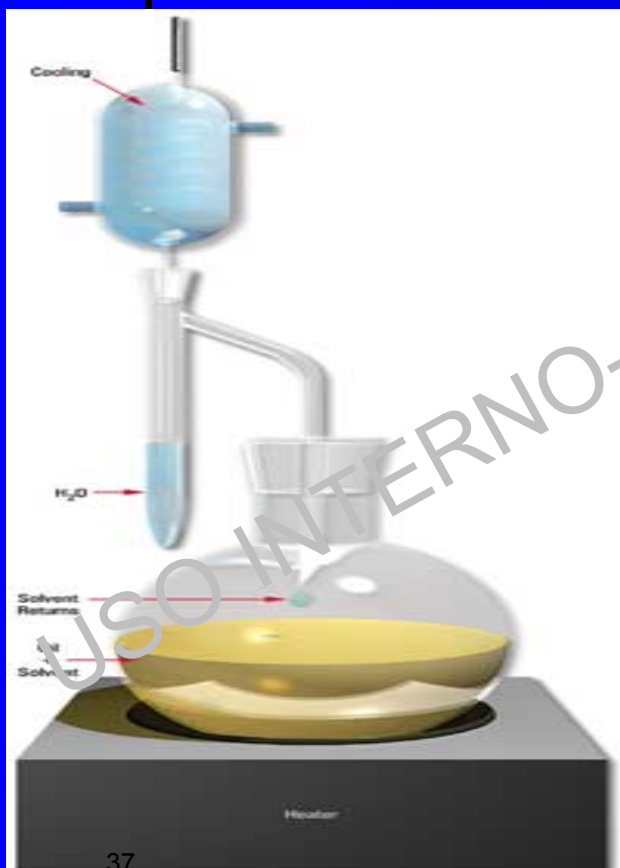
Uso / Importancia

-El agua es uno de los contaminantes más importantes y destructivos para los aceites y para las maquinarias.

-Muestras poco homogéneas

-Agua por encima de 0,1% (1000 ppm)

-Es lento y de mucha manipulación



3.4) Otros métodos:

-Crepitación

-Kit's para agua

4) Glicol en Lubricantes

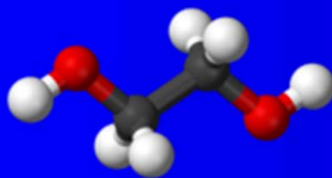


Definición	Determinación del contenido de glicol de un lubricante
Unidades	Porcentaje %
Uso / Importancia	<p>-El glicol es un contaminante destructivo para los aceites y para las maquinarias.</p> <p>-Proviene de la fuga de anticongelante del sistema de refrigeración.</p>
Tendencia en el Tiempo	Ideal que sea No detectable

USO INTERNO CAPACITACIÓN CLIENTES SAMP



Principales efectos del Glicol



- Coagulación del hollín (Depósitos, lodos, etc) (0,4% ya es crítico)
- Reacción con aditivos (ZDDP, precipitados, etc)
- Taponamiento de filtros, galerías, etc
- Se oxida formando ácidos (fórmico, oxálico, etc)
- Formación de esferas abrasivas por reacción con detergentes
- A igual concentración se considera 10 veces mas perjudicial que el agua

USO INTERNO-CAPACITACIÓN CLIENTES SAMP

4.1) Glycol por FTIR

- FT-IR es una manera confiable de medir contaminación por glicol en lubricantes minerales:

- Area:

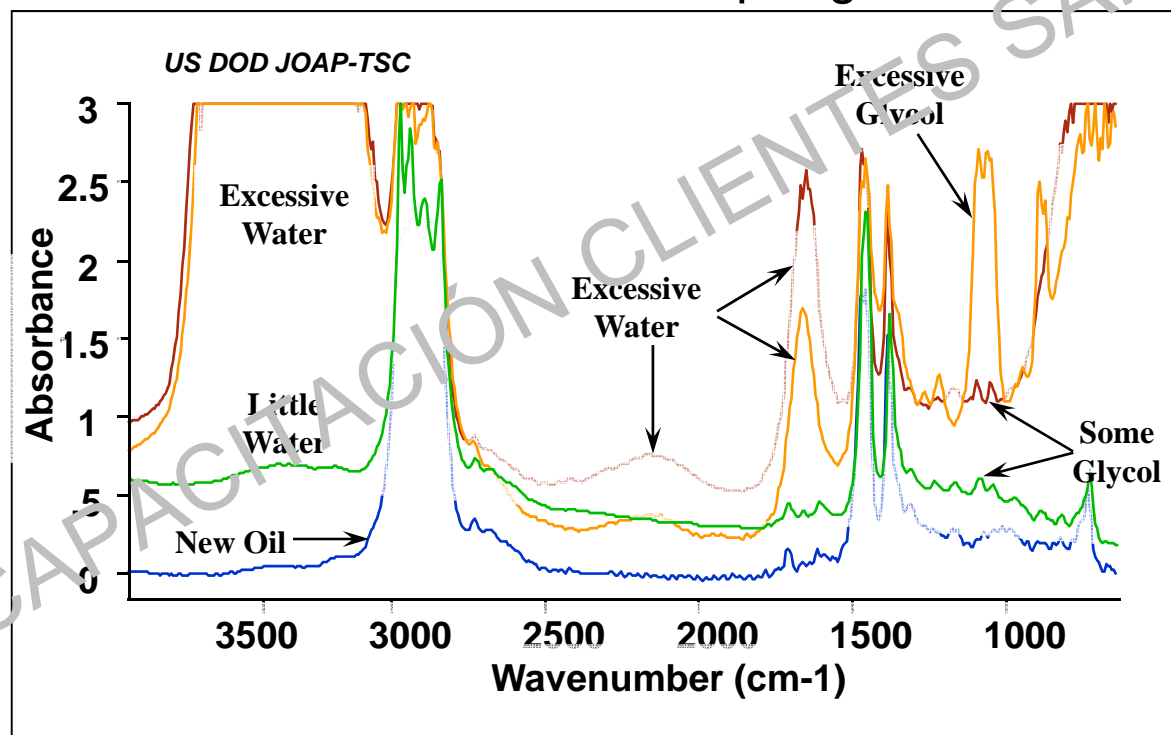
- 1100 to 1020 cm^{-1}

- Left Baseline:

- 1130 & 1100 cm^{-1}

- Right baseline:

- 1030 & 1010 cm^{-1}



-Es deseable tener siempre espectro de comparación del aceite nuevo.

-Se hacen curvas de calibración con cantidades de glicol conocidas.

-Se expresa en % normalmente

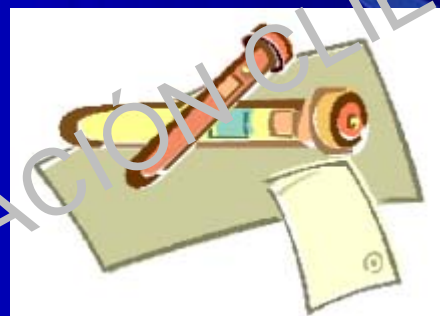
-Se detecta en orden de 0,1-0.2% (1000-2000ppm)

-No es aplicable en algunos aceites sintéticos (hidrólisis)



4.2) Otros métodos:

- Cromatografía gaseosa (ASTM D4291)
- Kit's para glicol



USO INTERNO-CAPACITACIÓN CLIENTES SAMP

5) Combustible en Lubricantes



Definición	Determinación del contenido de nafta o gas-oil en un lubricante
Unidades	Porcentaje %, Abs/cm
Uso / Importancia	<ul style="list-style-type: none"> -El combustible es un contaminante muy frecuente en motores de combustión interna. -Pasa por soplado desde la cámara de combustión al aceite. (paradas frecuentes, marcha en frío, ralenti excesivo) -En alta concentración es indicador de problemas de inyección
Tendencia en el Tiempo	<p>Depende de las condiciones operativas</p> <p>Valores recomendados < 3%</p>



Principales efectos del combustible sin quemar

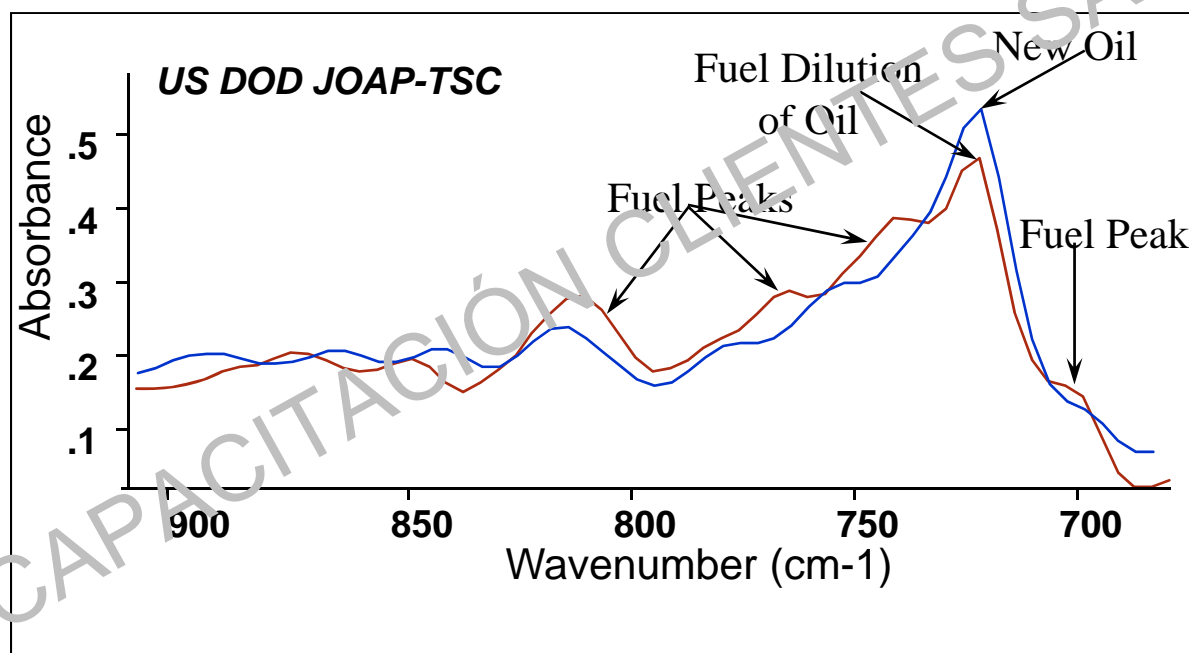
- Disminución de viscosidad (con todos sus problemas)
- Barrido de película lubricante de las camisas (desgaste)
- Formación de ceras en (problemas en encendido en frío)
- Introduce moléculas aromáticas al aceite (favorece oxidación)
- Dilución de aditivos
- El uso de Biodisel aumenta todos los problemas anteriores



USO INTERNO-CAPACITACION CLIENTES SAMP

5.1) Combustible por FTIR

- FT-IR es una manera confiable de medir el nivel de dilución por combustible en lubricantes minerales:
- Area:
 - 815 to 805 cm^{-1}
- Left Baseline:
 - 835 & 825 cm^{-1}
- Right Baseline:
 - 805 & 795 cm^{-1}



- Es vital tener siempre espectro de comparación del aceite nuevo.
- Se hacen curvas de calibración con cantidades de combustible conocidas.
- Se expresa en % normalmente
- Se detecta en orden de 0,5-1% (5000-10000ppm)
- No es aplicable en algunos aceites sintéticos



5.2) Otros métodos:

- Cromatografía gaseosa (ASTM Dxxxx)
- Destilación (ASTM Dxxxx para nafta)
- Ensayo a la mancha (cualitativo)



USO INTERNO-CAPACITACIÓN CLIENTES SAMP

6) Hollín en Lubricantes

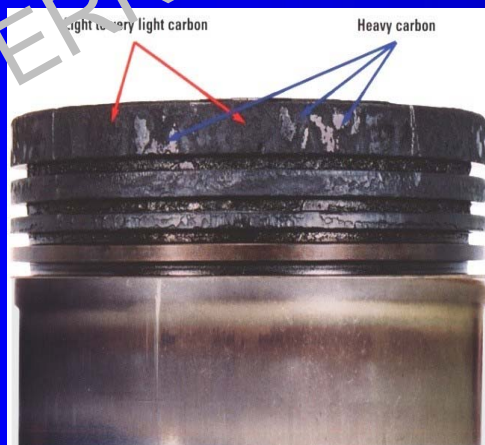


Definición	Medida relacionada con el contenido de carbón en un lubricante de motor
Unidades	Abs/cm, %
Uso / Importancia	<ul style="list-style-type: none"> -El hollín es inevitable en motores de combustión interna. -Pasa por soplado desde la cámara de combustión al aceite. -Es indicador de combustión incompleta (<O₂ ó >Comb) -En alta concentración es indicador de problemas de inyección o de admisión.
Tendencia en el Tiempo	<p>Cuanto mas bajo mejor (tipo de motor y condiciones)</p> <p>Creciente para una unidad determinada</p> <p>Valores recomendados < 100-150 Abs/cm</p>



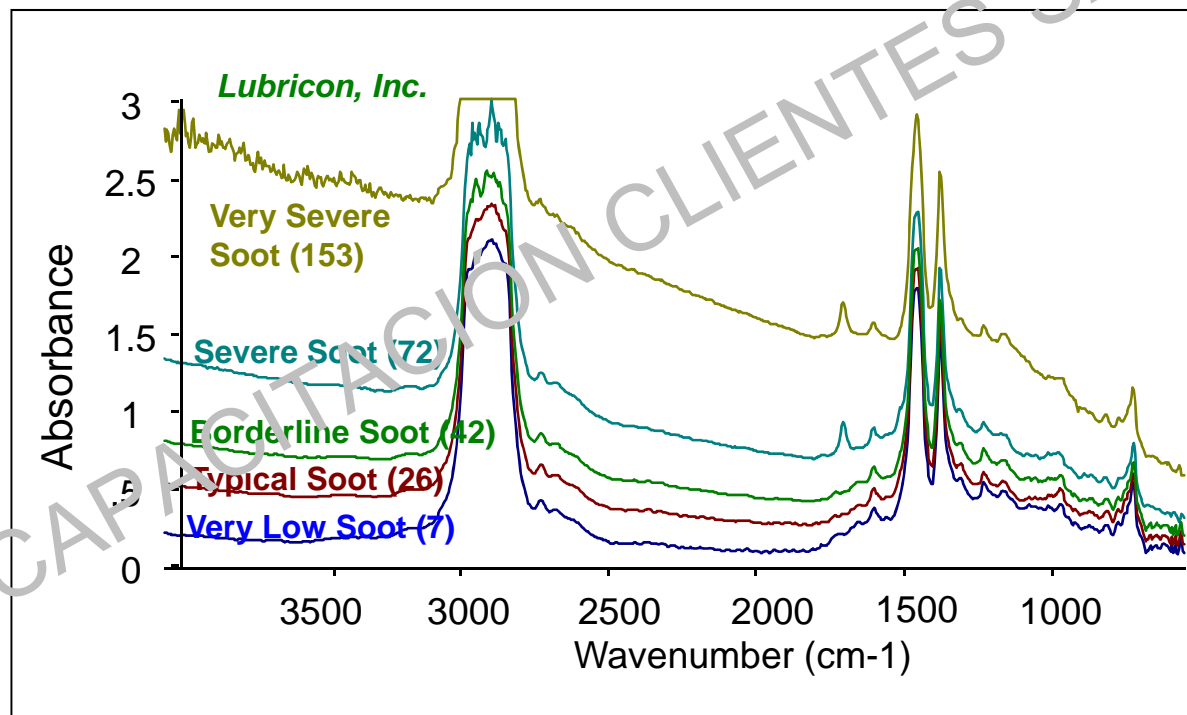
Principales efectos del hollín en los motores diesel

- Al aglomerarse es un elemento abrasivo (desgaste balancines, levas, etc)
- Aumento de viscosidad (con todos sus males)
- Agotamiento de aditivos dispersantes
- Taponamiento de filtros, galerías, etc
- Colabora en formación de lodos
- Pule la capa protectora de ZDDP, provocando desgaste
- Atascamiento de anillos del pistón



Hollín en Lubricantes minerales

- FT-IR es una manera confiable de medir hollín en lubricantes minerales:
- Area:
 - 2000 cm^{-1} .
- Baseline:
 - None.



- Es vital tener siempre espectro de comparación del aceite nuevo.
- Se expresa en Abs/cm
- Es una medida directa de Absorbancia



6.2) Otros métodos:

- Dilución y medida de transparencia a la luz visible (varios equipos)
- Insolubles en Pentano
- Ensayo a la mancha (cualitativo)
- Carbono Conradson

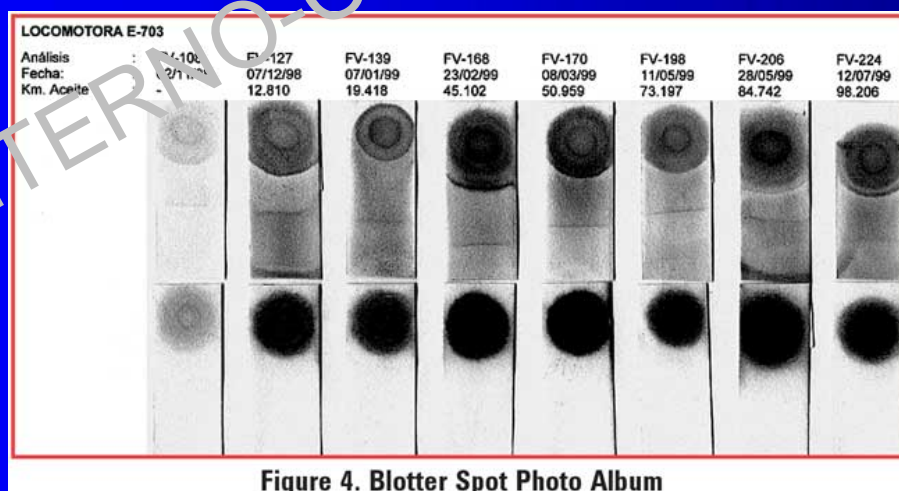


Figure 4. Blotter Spot Photo Album

7) Oxidación en Lubricantes



Definición	Medida relacionada con la degradación del lubricante formando compuestos oxigenados
Unidades	Abs/cm, %
Uso / Importancia	<ul style="list-style-type: none"> -Es un indicador de la salud del lubricante -Con calor y Oxígeno se oxida el aceite generando ácidos, aldeídos y cetonas. -Es catalizada fuertemente por agua y metales -Puede indicar Temp. Alta de operación
Tendencia en el Tiempo	<p>Cuanto mas bajo mejor (tipo de máquina y condiciones)</p> <p>Creciente para una unidad determinada</p> <p>Valores recomendados < 15-20 Abs/cm</p>

Principales efectos Oxidación Elevada

- Formación de ácidos y aldehídos por tanto corrosión
- Espesamiento del aceite (eleva viscosidad)
- Producción de lacas y barnices en zonas calientes
- Formación de lodos
- Aumenta el TAN
- Tamponamiento de filtros
- Limita la vida útil del aceite (no es reversible)

Por cada 10°C de aumento de temperatura, se duplica la oxidación



Catalizadores

El proceso de degradación es catalizado por:

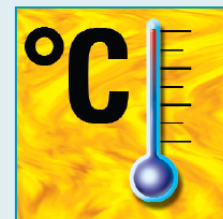
O₂



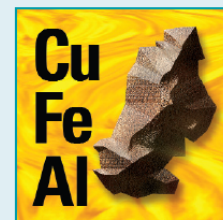
Oxígeno



Agua



Altas temperaturas



Partículas de desgaste

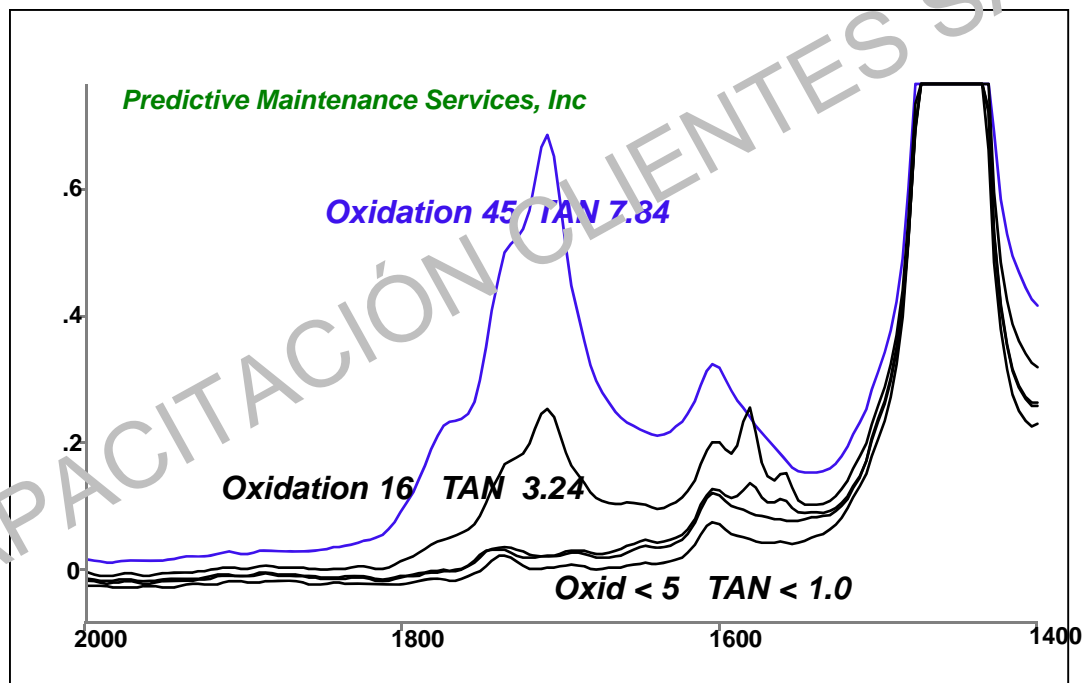
Laboratorio de

Oxidación en Lubricantes minerales

FT-IR es una manera confiable de medir oxidación en lubricantes minerales:

Area:

- 1800 to 1670 cm^{-1}
- Left Baseline:
 - 2200 & 1800 cm^{-1}
- Right Baseline:
 - 650 & 550 cm^{-1}



-Es vital tener siempre espectro de comparación del aceite nuevo.

-Se expresa en Abs/cm

-Es una medida directa de Absorbancia

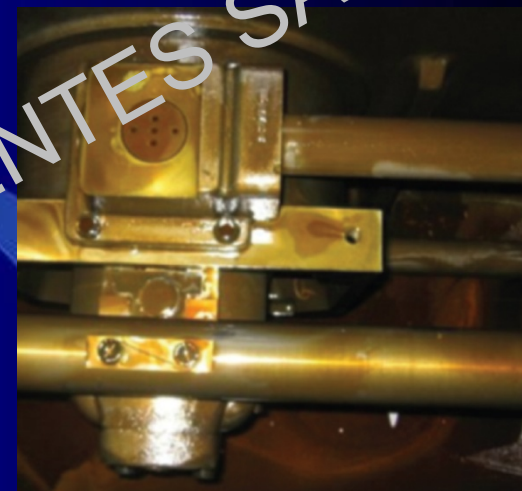
8) Nitración en Lubricantes



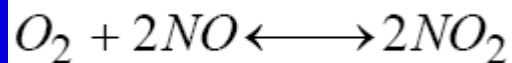
Definición	Medida relacionada con la degradación del lubricante formando compuestos nitrogenados
Unidades	Abs/cm, %
Uso / Importancia	<ul style="list-style-type: none"> -Es un indicador de la salud del lubricante -Se genera por los NOx formados en la combustión -A mayor temperatura de cámara de combustión mas óxidos de nitrógeno se forman
Tendencia en el Tiempo	<p>Cuanto mas bajo mejor (tipo de motor y condiciones)</p> <p>Creciente para una unidad determinada</p> <p>Valores recomendados < 15-20 Abs/cm</p>

Principales efectos Nitración Elevada

- Formación de pro-oxidantes por reacción con fuel
- Producción de lacas y barnices en zonas calientes
- Formación de lodos
- Taponamiento de filtros
- Limita la vida útil del aceite (no es reversible)
- Su efecto en Motor sigue el orden: gas>nafta>diesel



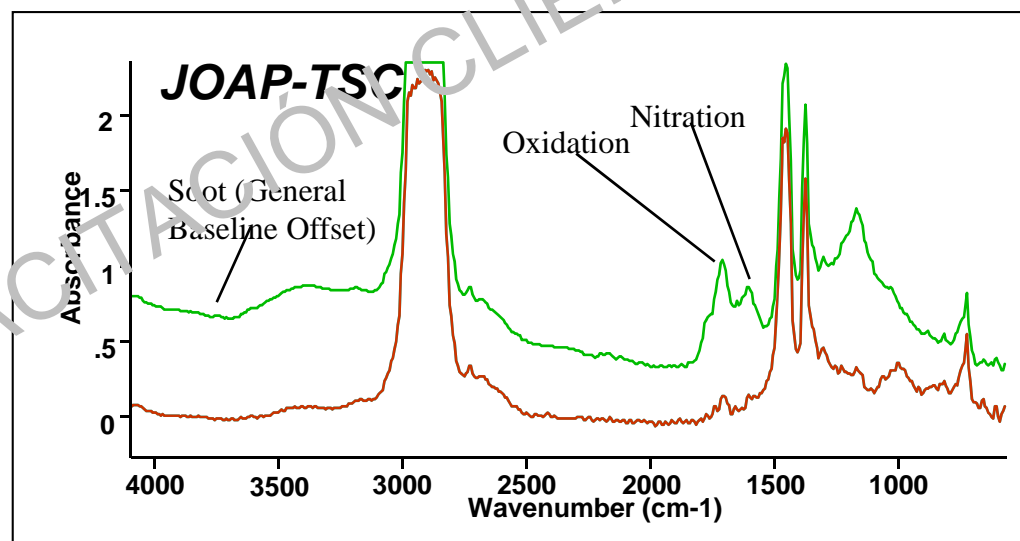
Se puede relacionar normalmente a la temperatura de la cámara de combustión



Nitración en Lubricantes minerales

FT-IR es una manera confiable de medir nitración en lubricantes minerales:

- Area:
 - 1650 to 1600 cm^{-1}
- Left Baseline:
 - 2200 & 1800 cm^{-1}
- Right Baseline:
 - 650 & 550 cm^{-1}



-Es vital tener siempre espectro de comparación del aceite nuevo.

-Se expresa en Abs/cm

-Es una medida directa de Absorbancia



9) Sulfatación en Lubricantes

Definición	Medida relacionada con la degradación del lubricante por oxidación de compuestos de azufre
Unidades	Abs/cm, %
Uso / Importancia	<ul style="list-style-type: none"> -Es un indicador de la salud del lubricante -Se genera por oxidación de compuestos de azufre del combustible del aceite -Se aplica para combustibles con $S > 500\text{ppm}$ -Hay cierta relación con TBN
Tendencia en el Tiempo	<p>Cuanto mas bajo mejor (tipo de motor y condiciones)</p> <p>Constante para una unidad determinada</p> <p>Valores recomendados $< 15-20$ Abs/cm</p>



Principales efectos Sulfatación Elevada

- Otro indicador de oxidación del lubricante y del combustible
- Consumo de aditivos detergentes
- Limita la vida útil del aceite (no es reversible)
- Su efecto y utilidad es mayor con combustibles de alto S

USO INTERNO-CAPACITACIÓN CLIENTES SAMP

Sulfatación en Aceites Minerales

- FT-IR es una manera confiable de medir sulfatación en lubricantes minerales:

- Area:

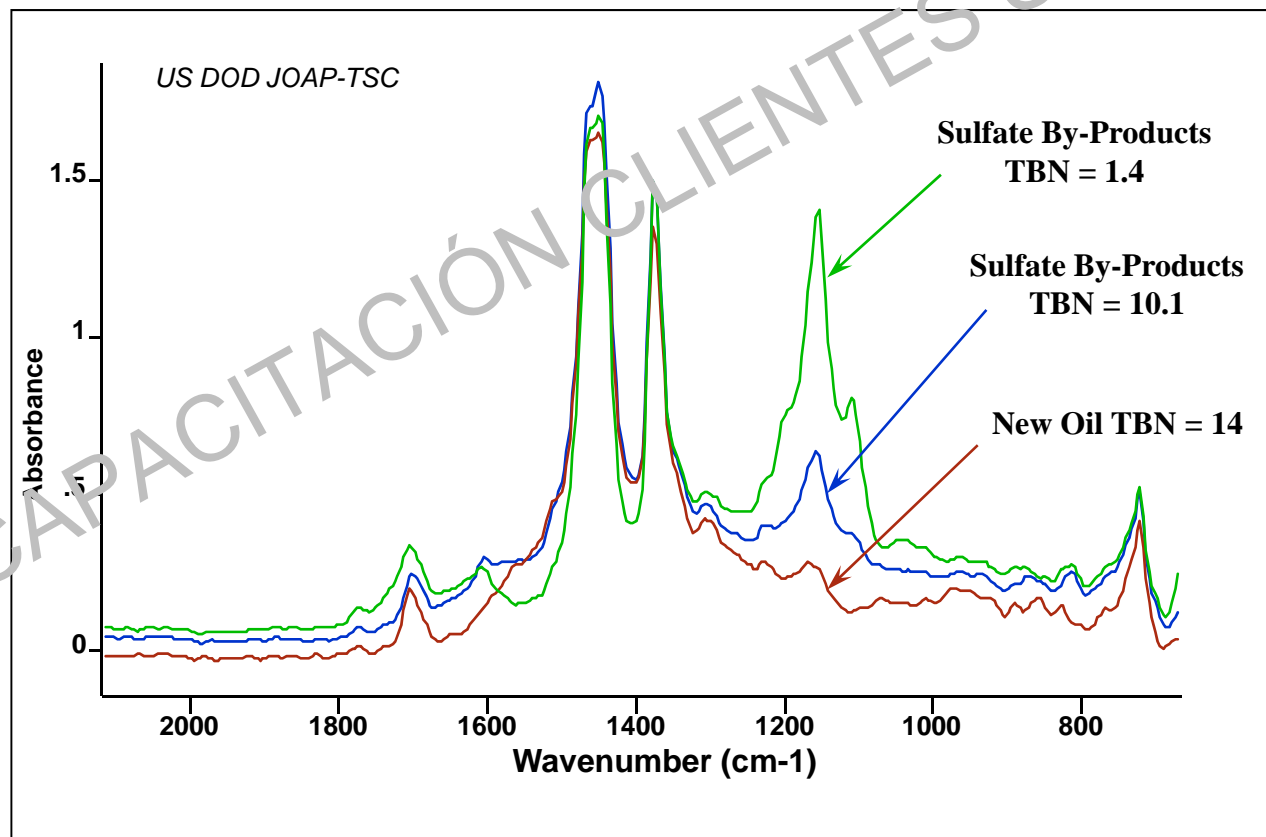
- 1180 to 1120 cm^{-1}

- Left Baseline:

- 2200 & 1800 cm^{-1}

- Right Baseline:

- 650 & 550 cm^{-1}



-Es vital tener siempre espectro de comparación del aceite nuevo.

-Se expresa en Abs/cm

-Es una medida directa de Absorbancia

10) Deterioro o Agotamiento de Aditivos

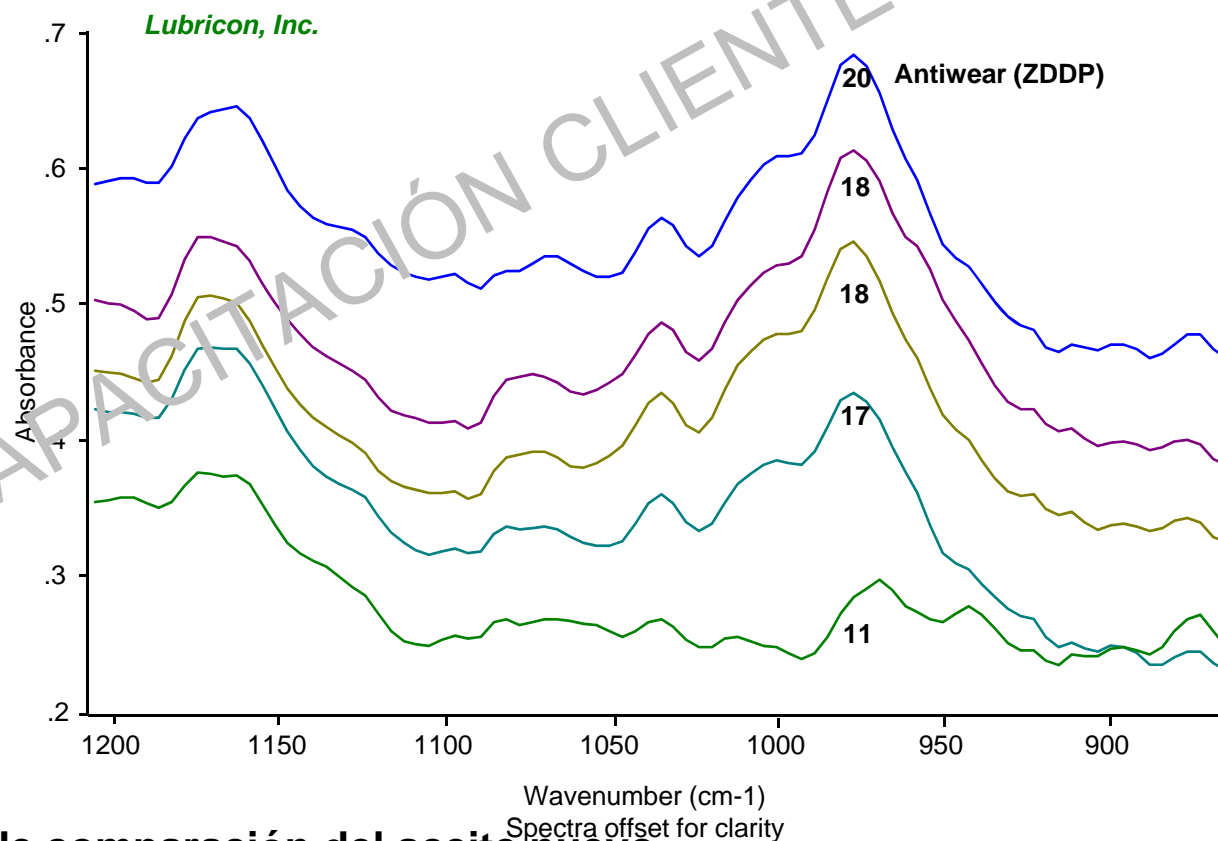


Definición	Medida relacionada con la disminución de la cantidad de aditivo en un aceite en uso comparado con el nuevo
Unidades	Abs/cm, %
Uso / Importancia	<ul style="list-style-type: none"> -Es un indicador de la salud del lubricante -El agotamiento de aditivos es normal pero hay límites -Puede medir decaimiento en ZDDP, aditivos oxidantes, aditivos EP, etc
Tendencia en el Tiempo	<p>Cuanto más bajo mejor (tipo de máquina y condiciones)</p> <p>Es creciente en el tiempo</p> <p>Valores recomendados < 60-80%</p>

Agotamiento aditivo antidesgaste

- FT-IR es una manera confiable de medir agotamiento de ZDDP lubricantes minerales:

- Area:
 - 1020 to 960 cm^{-1}
- Left Baseline:
 - 2200 & 1800 cm^{-1}
- Right Baseline:
 - 650 & 550 cm^{-1}

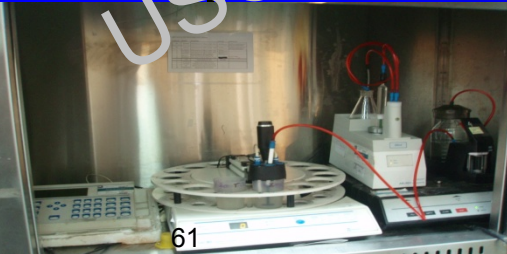


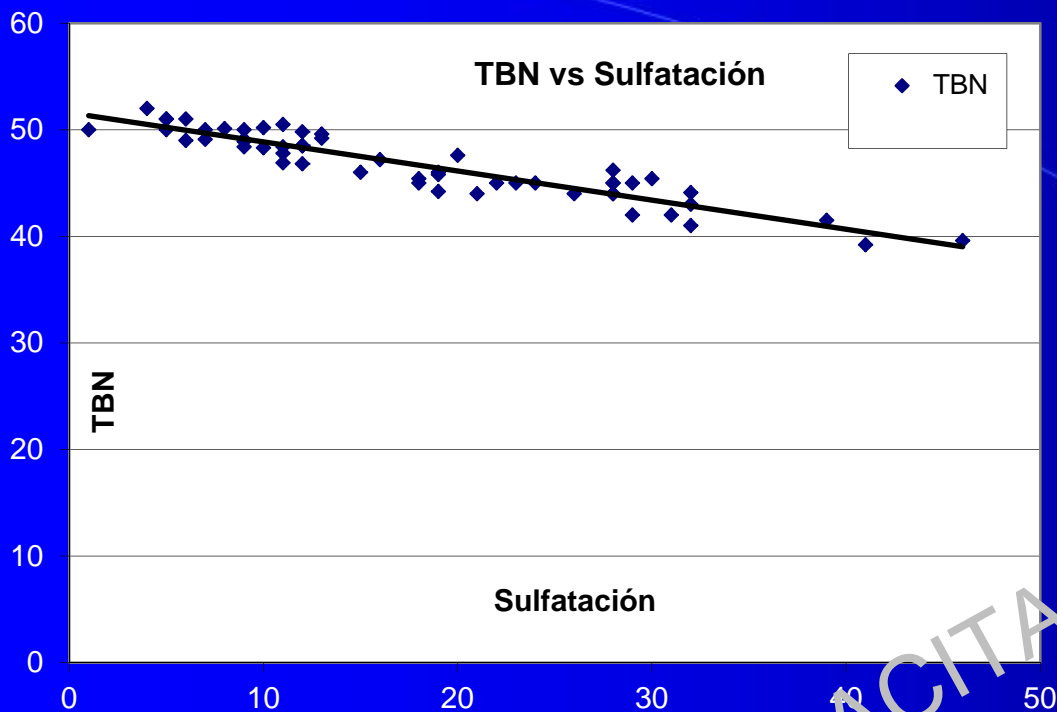
- Es vital tener siempre espectro de comparación del aceite nuevo.
- Se expresa en Abs/cm o % respecto al aceite nuevo
- Es una medida directa de Absorbancia en donde sale el aditivo a evaluar

11) Número Total Básico, TBN Astm D2896



Definición	<p>Indicador de la capacidad del lubricante de neutralizar ácidos</p> <p>Es la cantidad de álcali, expresada en mg de KOH, que se requiere para neutralizar el contenido básico de un gramo de muestra en las condiciones del método.</p> <p>El contenido total de productos básicos</p>
Unidades	<p>mgKOH/gr</p>
Uso / Importancia	<p>-Indicativo de la reserva alcalina del lubricante nuevo y usado.(Detergentes)</p> <p>-Parámetro a seguir en aceites usados.(límite condensorio en aceites de motor)</p>
Tendencia en el Tiempo	<p>Decrece en el tiempo</p> <p>No caer por debajo del 50% del aceite nuevo</p>





Para combustibles con mucho azufre tiene buena correlación con Sulfatación

Algunos fabricantes recomiendan TBN según el azufre del combustible

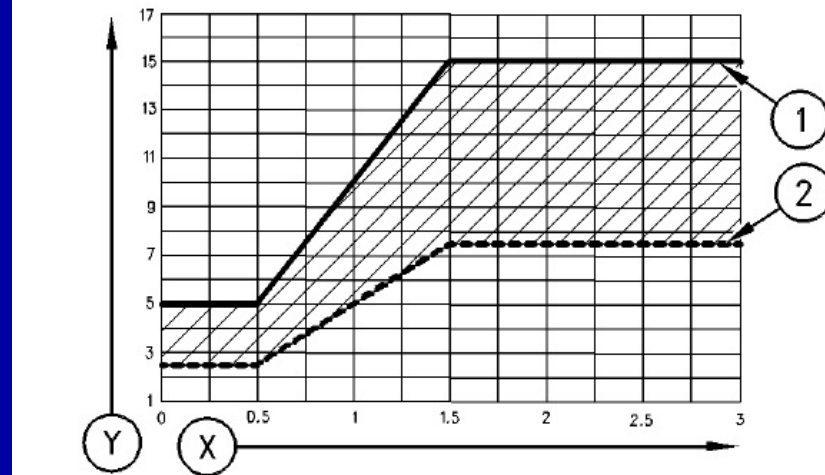


Illustration 1

g00104890

(Y) TBN by "ASTM D2896"

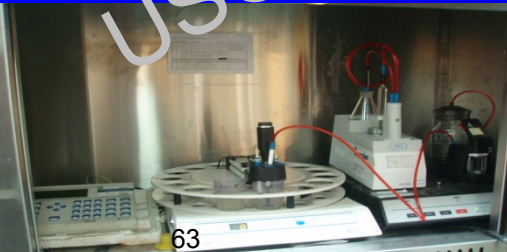
(X) Percentage of fuel sulfur by weight

(1) TBN of new oil

(2) Change the oil when the TBN deteriorates to 50 percent of the original TBN.

12) Número Total de Acido, TAN Astm D664

Definición	Indica la acidez relativa del lubricante Es la cantidad de álcali, expresada en mg de KOH, que se requiere para neutralizar el contenido ácido de un gramo de muestra en las condiciones del método.
Unidades	mgKOH/gr
Uso / Importancia	<ul style="list-style-type: none"> -En los aceites nuevos nos da su grado de refinado y aditivación. -En los usados es un dato de la degradación, oxidación, contenido de contaminantes ácidos- -En aceites usados.(límite condenatorio)
Tendencia en el Tiempo	En general creciente en el tiempo



Algunas Recomendaciones



Tipo de aceite	Alto ZDDP y EP	AW y R&O	Turbinas vapor alta eficiencia
Rango TAN inicial			
Límite Alarma	Inflexión más 0,2	TAN inic. más 0,2	TAN inic. más 0,2
Límite Crítico	TAN inic más 1	TAN inic más 1	TAN inic más 1

USO INTERNO-CAPACITACIÓN CLIENTES SAMP

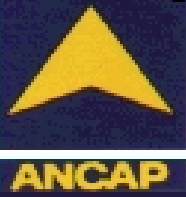


ANCAP

13) Conteo de partículas ISO4406

Definición	Medida de la limpieza de un aceite. Tres categorías, mayores de 4, 6 y 14 micras.
Unidades	Código ISO para partículas (código asociado a part. / ml)
Uso / Importancia	<ul style="list-style-type: none"> -Vital para comprobar limpieza de sistemas limpios (Hidráulicos, transmisiones, turbinas, compresores) -Medir eficiencia de filtración -Extensión de vida del lubricante.
Tendencia en el Tiempo	Deseable constante en tiempo y por debajo de Objetivo fijado





Conteo de partículas

Código ISO de limpieza (ISO 4406)

Asigna N° por tamaño >4 / >6 / >14micras

Use the ISO Code to Represent Particle Concentrations

Number of particles per ml		Range Number (R)
More than	Up to and including	
80,000	160,000	24
40,000	80,000	23
20,000	40,000	22
10,000	20,000	21
5,000	10,000	20
2,500	5,000	19
1,300	2,500	18
640	1,300	17
320	640	16
160	320	15
80	160	14
40	80	13
20	40	12
10	20	11
5	10	10
2.5	5	9
1.3	2.5	8
0.64	1.3	7
0.32	0.64	6
0.16	0.32	5
0.08	0.16	4
0.04	0.08	3
0.02	0.04	2
0.01	0.02	1

Example Particle Count		ISO 4406:99
Size in microns (c)	Count Larger Than Size per ml	R ₄ /R ₆ /R ₁₄
4	1,752	ISO 4406:99 R ₄ /R ₆ /R ₁₄
6	517	
10	144	
14	55	ISO 18/16/13
20	25	
50	1.3	
75	0.27	
100	0.08	

ISO Code Oddities			
4µm	6µm	14µm	ISO Code
1,301	321	41	18/16/13
2,500	640	80	18/16/13
2,501	641	81	19/17/14
5,000	1,300	160	19/17/14

Annotations: 1,752 particles > 4µm/ml, 517 particles > 6µm/ml, 55 particles > 14µm/ml. ISO Code Oddities: one more particle, 4X as many particles.

If only two range numbers are used: ISO */16/13

Objetivos de Limpieza Típicos para Fluidos Hidráulicos



Presión de Operación < 1500 psi 1500-2500 psi > 2500 psi

Presión de Operación	< 1500 psi	1500-2500 psi	> 2500 psi
Servo válvulas	16/14/12	15/13/11	14/12/10
Válvulas proporcionales	17/15/12	16/14/12	15/13/11
Bombas de volumen variable	17/16/13	17/15/12	16/14/12
Válvulas de cartucho	18/16/14	17/16/13	17/15/12
Bomba de pistones	18/16/14	17/16/13	17/15/12
Bomba de paletas	19/17/14	18/16/14	17/16/13
Válvulas de control de presión/flujo	19/17/14	18/16/14	17/06/13
Válvulas solenoide	19/17/14	18/16/14	18/16/14
Bomba de engranes	19/17/14	18/16/14	18/16/14

Conteo de Partículas en Campo-Promedio de 25,000 Muestras-Pall



Aceites Lubricantes	Código ISO	Fluidos Hidráulicos	Código ISO
Equipo de Minería	24/17	Escrepas	22/17
Reductores	22/17	Equipo de Construcción	18/14
Metales No-Ferrosos	21/16	Equipo de Minería- General	18/14
Proceso de Metales	21/16	Metales No- Ferrosos	18/14
Acerías	20/16	Aserraderos	18/14
Aceites Usados	20/15	Industria del Carbón	17/14
Aceite de Compresor	18/15	Acerías	17/14
Aceite nuevo (granel)	18/15	Inyección de moldes	17/14
Aceite de Turbinas	17/14	Máquinas herramientas	17/14
Aceite Hidráulico nuevo	17/14	Hidráulicos Turbinas generación	17/14
Baleros de ventiladores	17/14	Hidráulicos papeleras	17/14
Aceite de Papeleras	17/13	Equipo Forestal	16/13
Libricantes Marinos	15/12	Fundición	16/13







Código ISO	11/9	14/11	16/13	18/15	20/17	22/19	24/21	26/23
Fluidos Hidráulicos	Muy limpio	Limpio			Sucio			
Cámaras de cambios		Muy limpio		Limpio				Sucio
Motores		Muy limpio		Limpio		Sucio		
Turbinas	Muy limpio		Limpio		Sucio			

Tabla 10. Estado del fluido en función del código ISO.

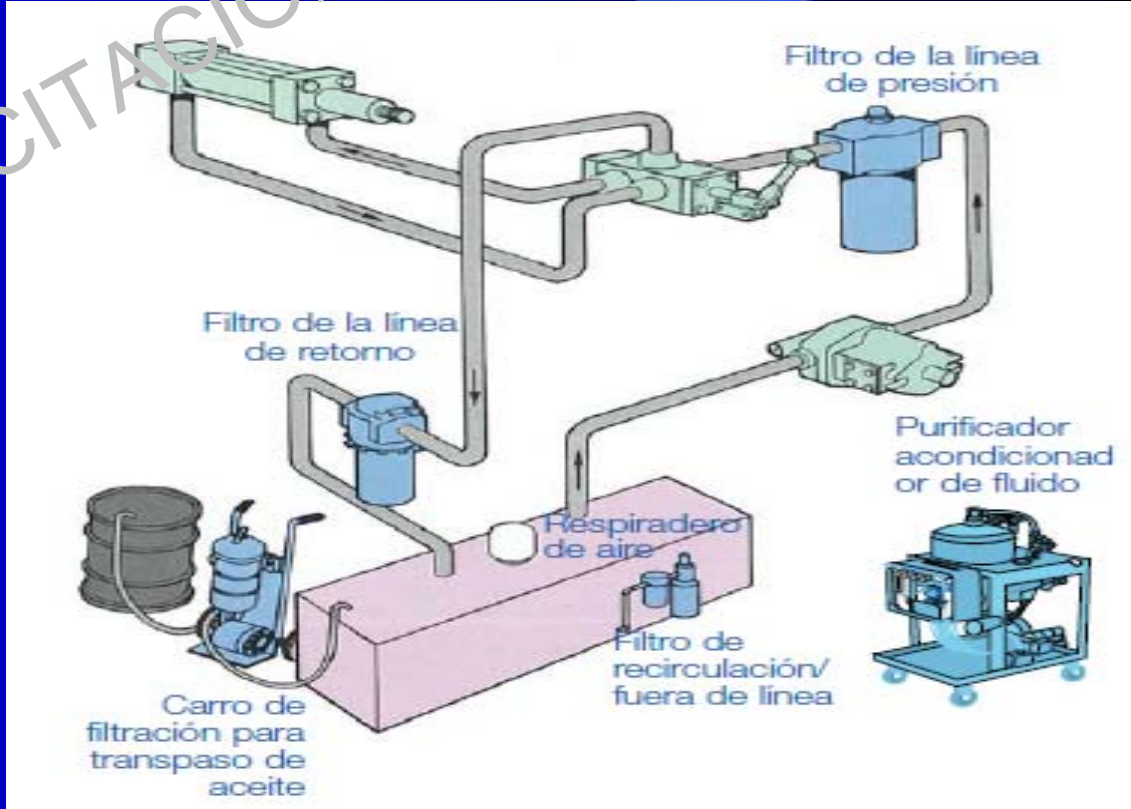
Cómo obtener niveles adecuados de limpieza



ANCAP

 Oil arrives at site ISO 18/16/13	 Oil drum left unsealed ISO 20/18/15 (4x)
 Dirty dipstick used to check level ISO 21/19/16 (8x)	 Oil is transferred into dirty top-up container ISO 22/20/17 (16x)
 Dirty funnel to introduce oil into sump ISO 23/21/18 (32x)	 Machine run without a proper breather ISO 24/22/19 (64x)

- Transporte
- Almacenamiento
- Flushing
- Relleno de aceite
- Filtros adecuados
- Filtración fuera de línea
- Respiraderos
- Juntas y sellos
- Muestreo





Conteo de partículas

Tablas de extensión de vida

New Cleanliness Level (ISO Code)

	20/17		19/16		18/15		17/14		16/13		15/12		14/11		13/10		12/9		11/8		10/7	
26/23	5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	6	>10	7.5	>10	9	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
	4	2.5	4.5	3	6	3.5	6.5	4	7.5	5	8.5	6.5	10	7	>10	9	>10	10	>10	>10	>10	>10
25/22	4	2.5	5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	6	>10	7	>10	9	>10	>10	>10	>10	>10	>10
	3	2	3.5	2.5	4.5	3	5	3.5	6.5	4	8	5	9	6	10	7.5	>10	9	>10	>10	>10	>10
24/21	3	2	4	2.5	6	3	7	4	9	5	>10	6	>10	7	>10	8	>10	10	>10	>10	>10	>10
	2.5	1.5	3	2	4	2.5	5	3	6.5	4	7.5	5	8.5	6	9.5	7	>10	8	>10	10	>10	>10
23/20	2	1.5	3	2	4	2.5	5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	6	>10	8	>10	9	>10	>10
	1.7	1.3	2.3	1.5	3	2	3.7	2.5	5	3	6	3.5	7	4	8	5	10	6.5	>10	8.5	>10	10
22/19	1.6	1.3	2	1.6	3	2	4	2.5	5	3	7	3.5	8	4	>10	5	>10	6	>10	7	>10	>10
	1.4	1.1	1.8	1.3	2.3	1.7	3	2	3.5	2.5	4.5	3	5.5	3.5	7	4	8	5	10	5.5	>10	8.5
21/18	1.3	1.2	1.5	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	3.5	9	4	>10	5	>10	7	>10	10
	1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.4	2.2	1.6	3	2	3.5	2.5	4.5	3	5	3.5	7	4	9	5.5	10	8
20/17			1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	4	9	5	>10	7	>10	9
			1.2	1.05	1.5	1.3	1.8	1.4	2.3	1.7	3	2	3.5	2.5	5	3	6	4	8	5.5	10	7
19/16					1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	4	9	6	>10	8
					1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.2	1.7	3	2	3.5	2.5	5	3.5	7	4.5	9	6
18/15							1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	5	3	7	4.5	>10	6
							1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.3	1.7	3	2	3.5	2.5	5.5	3.7	8	5
17/14									1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5	6	3	8	5
									1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.3	1.7	3	2	4	2.5	6	3.5
16/13											1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	3.5	6	4
											1.2	1.1	1.5	1.3	1.8	1.5	2.3	1.8	3.7	3	4.5	3.5
15/12													1.3	1.2	1.6	1.5	2	1.7	3	2	4	2.5
													1.2	1.1	1.5	1.4	1.8	1.5	2.3	1.8	3	2.2
14/11															1.3	1.3	1.6	1.6	2	1.8	3	2
															1.3	1.2	1.6	1.4	1.9	1.5	2.3	1.8
13/10																	1.4	1.2	1.8	1.5	2.5	1.8
																	1.2	1.1	1.6	1.3	2	1.6

Based on ISO 4406:99 - 4 Million range number has been omitted.

Filtración

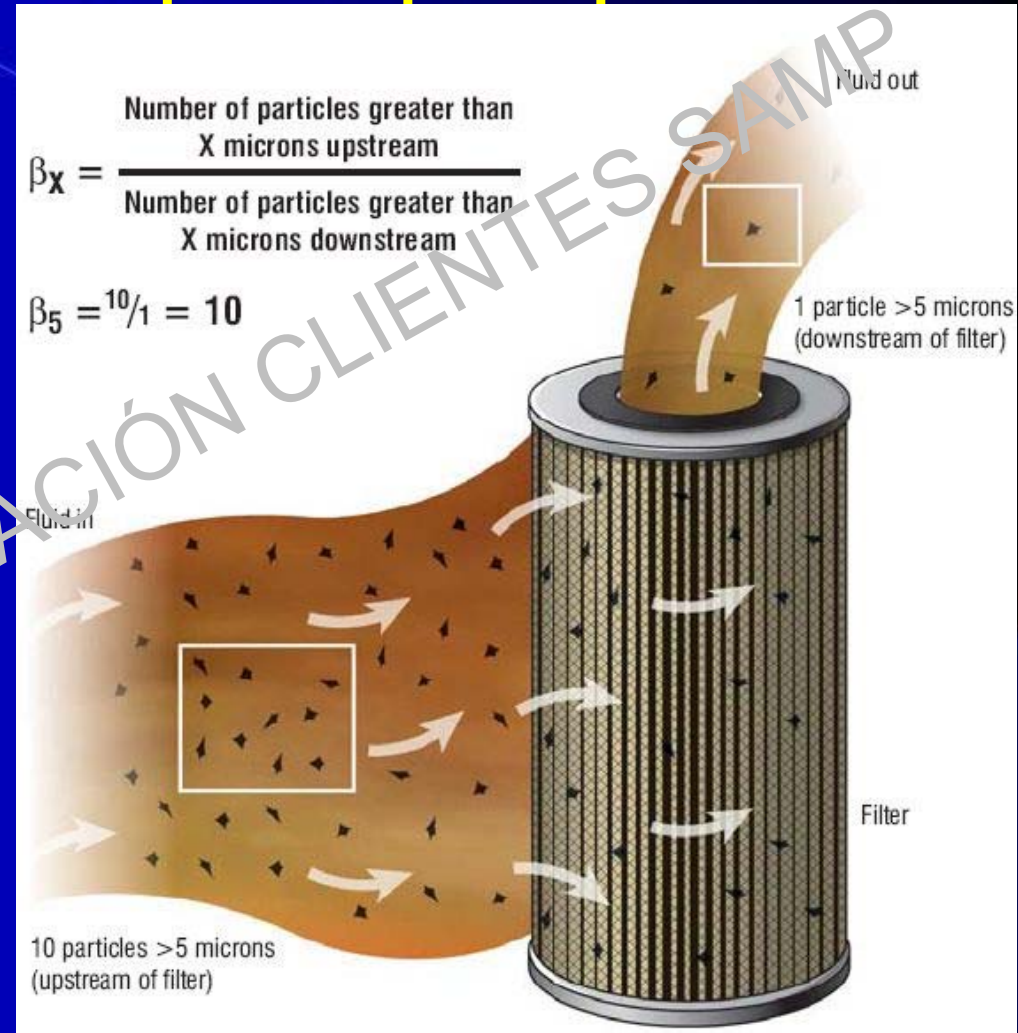
-Como especificar un filtro para que cumpla requerimientos

-Tasa nominal de filtro (No aporta nada para requerimiento de limpieza, cada vez se usa menos)

-Tasa absoluta de filtro (Tamaño máximo de partícula que pasa el filtro, no hay método normalizado para determinarlo pero es mejor que el nominal)

-Tasa Beta (El mejor y más utilizado, hay método ISO 16889 para determinarlo)

(p/ml) Antes del filtro	(p/ml) Después del filtro	TASA BETA	EFICIENCIA $\frac{\beta - 1}{\beta} \times 100$
1000000	500000	2	50
	50000	20	95
	13000	75	98.7
	5000	200	99.5
	1000	1000	99.9





ANCAP

14) Examen al microscopio

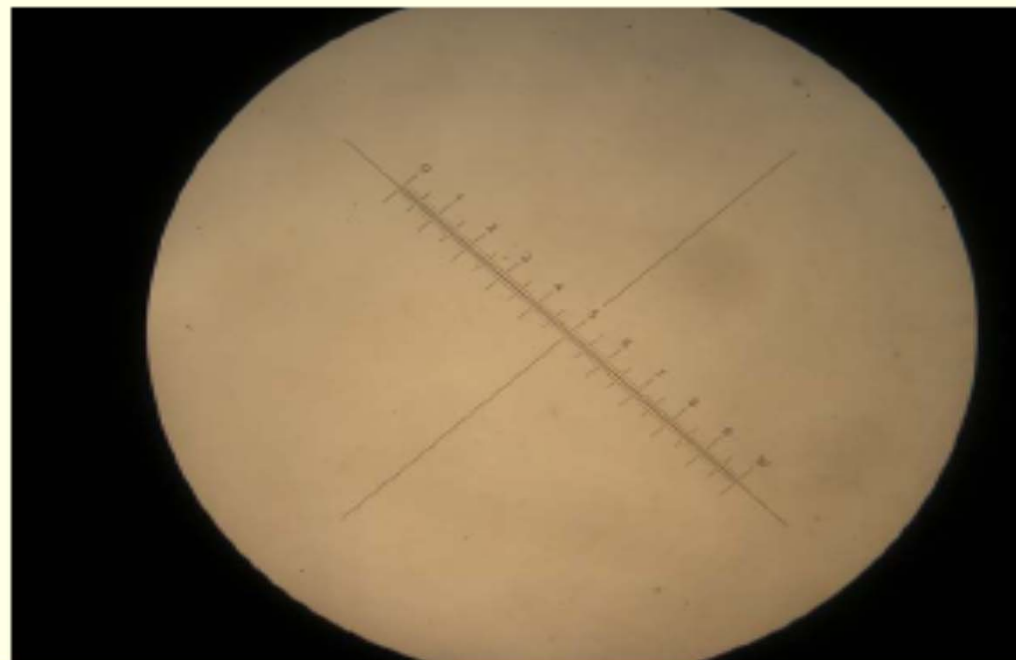
Definición	Análisis de Membrana de filtración de 0.8 micras por la que se pasa determinado volúmen de aceite.
Unidades	No Aplica
Uso / Importancia	<ul style="list-style-type: none"> -Vital para comprobar limpieza de sistemas limpios (Hidráulicos, trasmisiones, turbinas, compresores) -Identificar contaminantes del proceso y ambientales -Identificar grandes partículas de desgaste y clasificarlas



Laboratorio de Lubricantes

Capa de oxido, metal
Brillante.
Desgaste de la mayoría
de los sistemas de
lubricación

Muy poca contaminación
presente
equipo funcionando en forma
normal

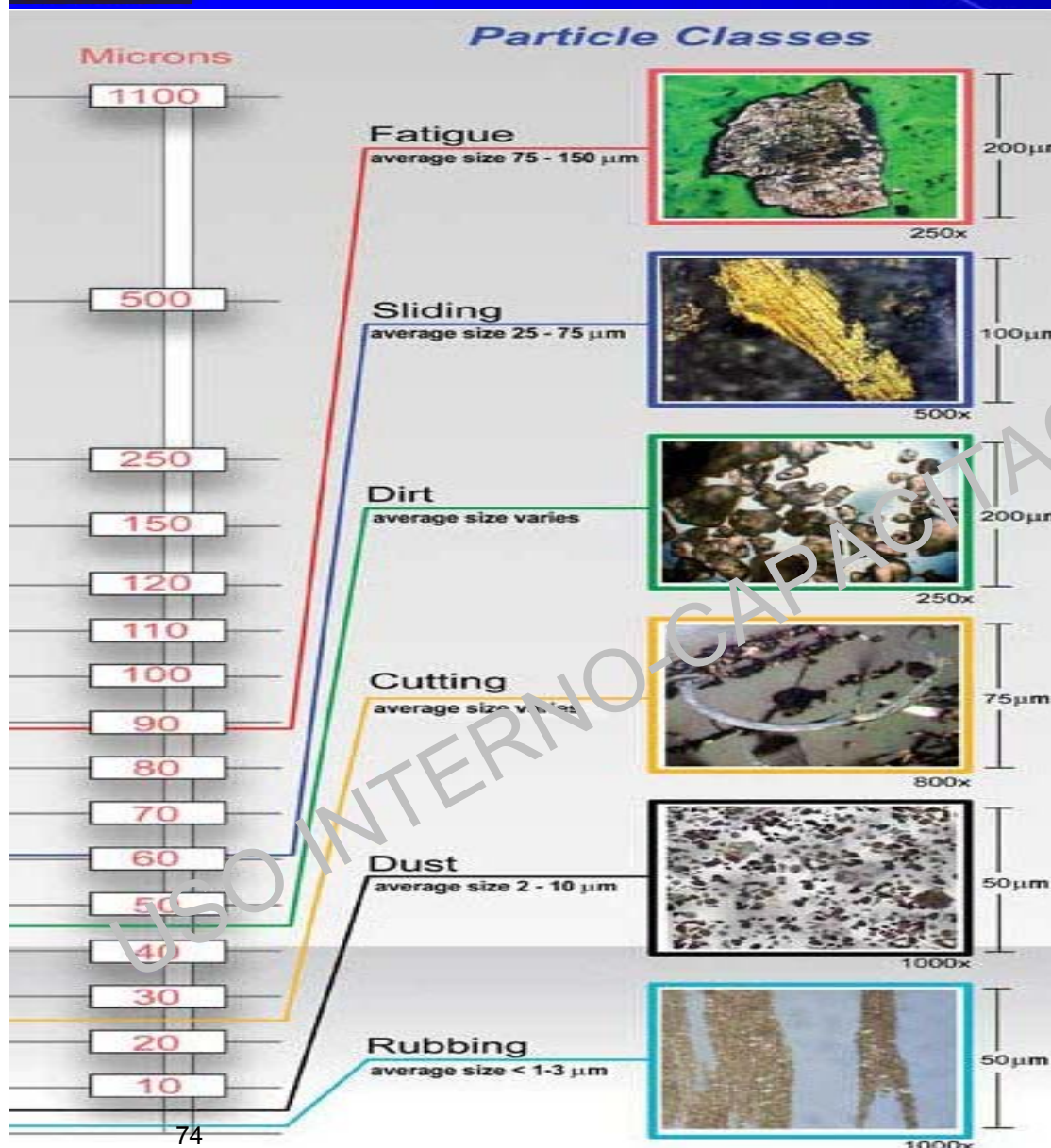


USO INTERNO-CAPACITACIÓN CLIENTES SAMP

Examen al microscopio



ANCAP



- Contaminates (polvo, fibras etc)
- Desgaste (Abrasión adhesión, corrosión, fatiga)
- Degradación (lacas, precipitados etc)

15) Análisis Espectrofotométrico, ASTMD5185/D4951



ANCAP

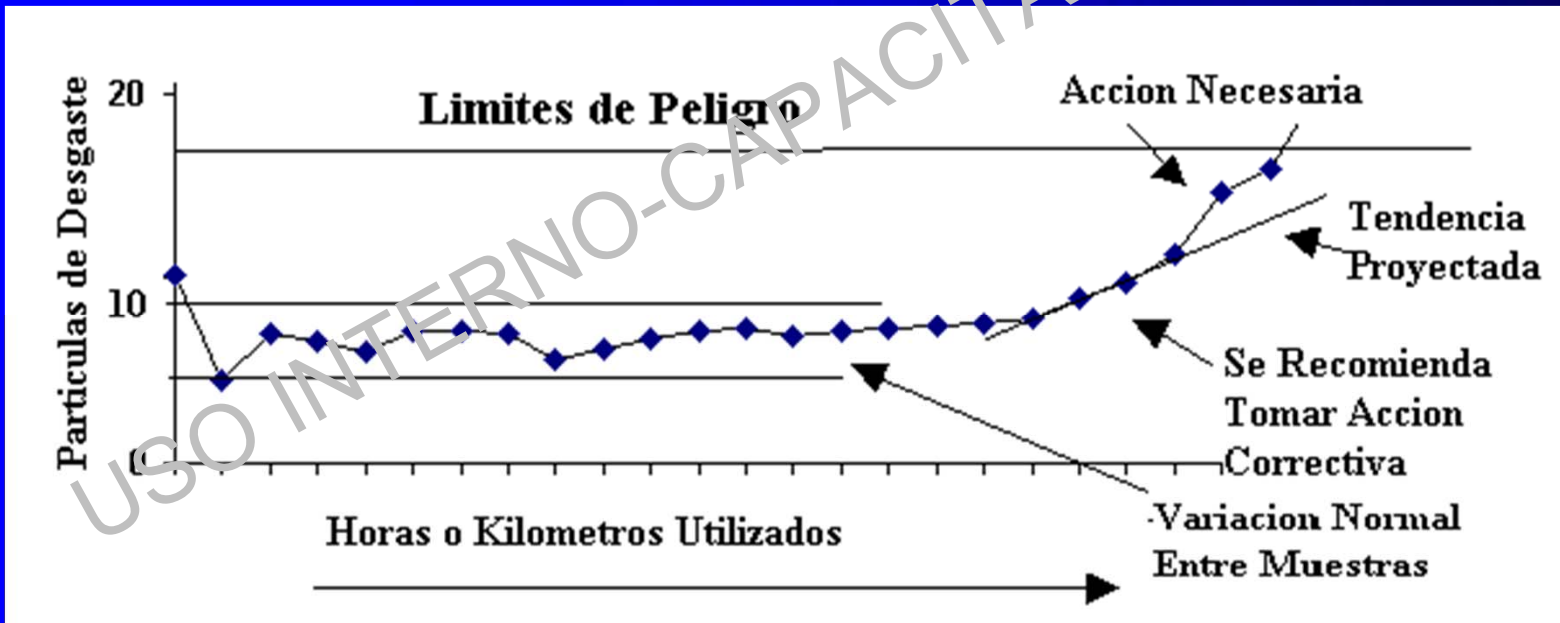
Definición	Determinación de concentración de variados elementos en aceites nuevos y usados por emisión atómica (limitado a partículas < 10 micras)
Unidades	ppm (habitualmente)
Uso / Importancia	<ul style="list-style-type: none"> -Determinación de metales de aditivos en aceites nuevos. -Decaimiento aditivos en usados (Ca, Mg, Zn, etc) -Elementos contaminantes en usados (Si, Na, B, etc) -Metales de desgaste de la maquinaria (Fe, Cu, Al, etc.) -Identificar procedencia y severidad del desgaste
Tendencia en el Tiempo	<p>En general creciente en el tiempo para desgaste</p> <p>Constante o leve crecimiento para contaminantes</p> <p>Decreciente en Aditivos</p>

Consideraciones sobre desgaste



- Debe conocerse la metalurgia de la maquinaria
- Considerar límites del fabricante (si existen)
- Evaluar tendencias
- Criterios estadísticos
- Normalizar la información (kilometraje, rellenos)

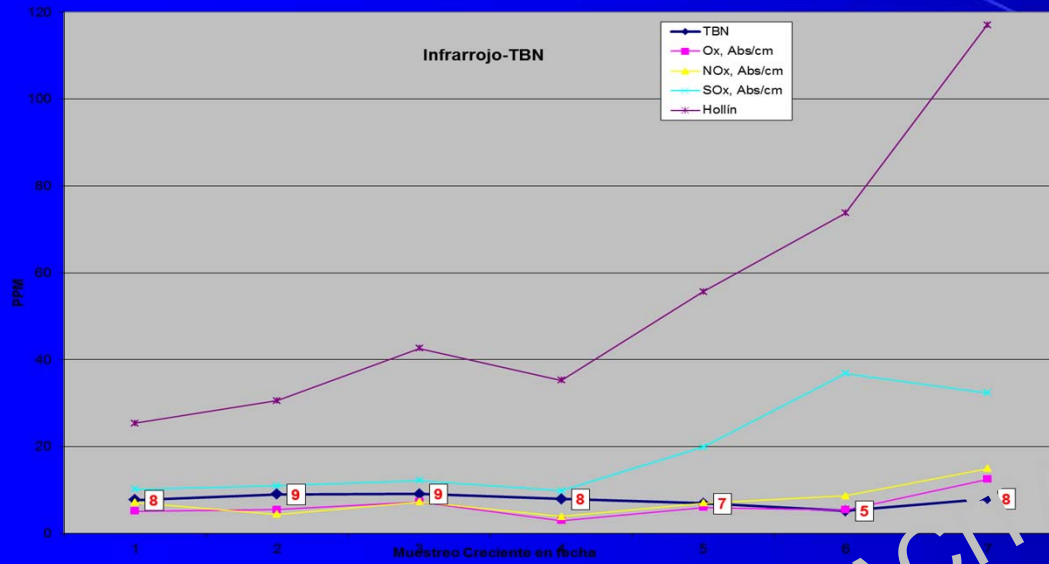
Tendencias



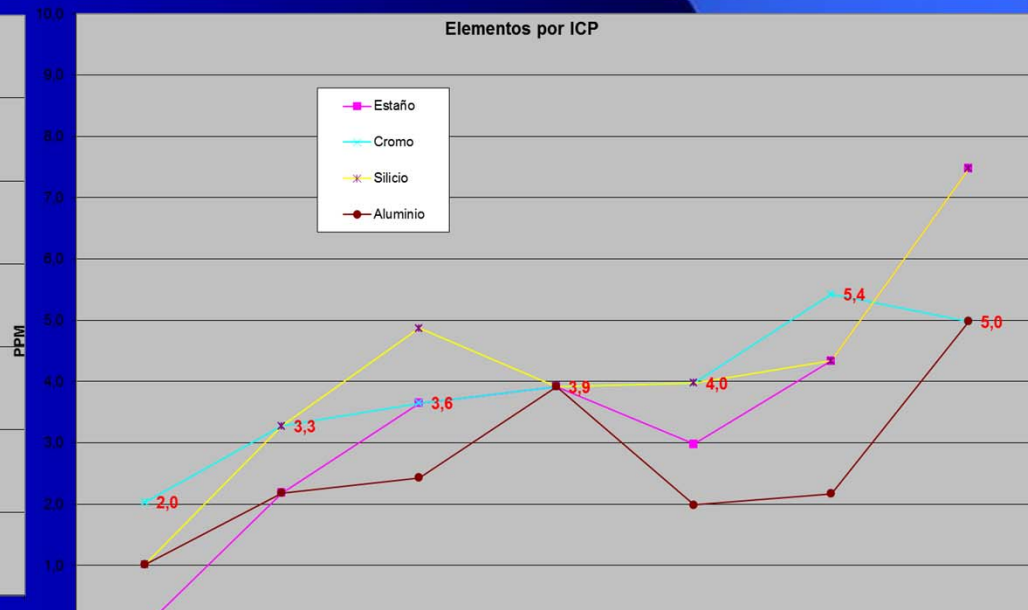
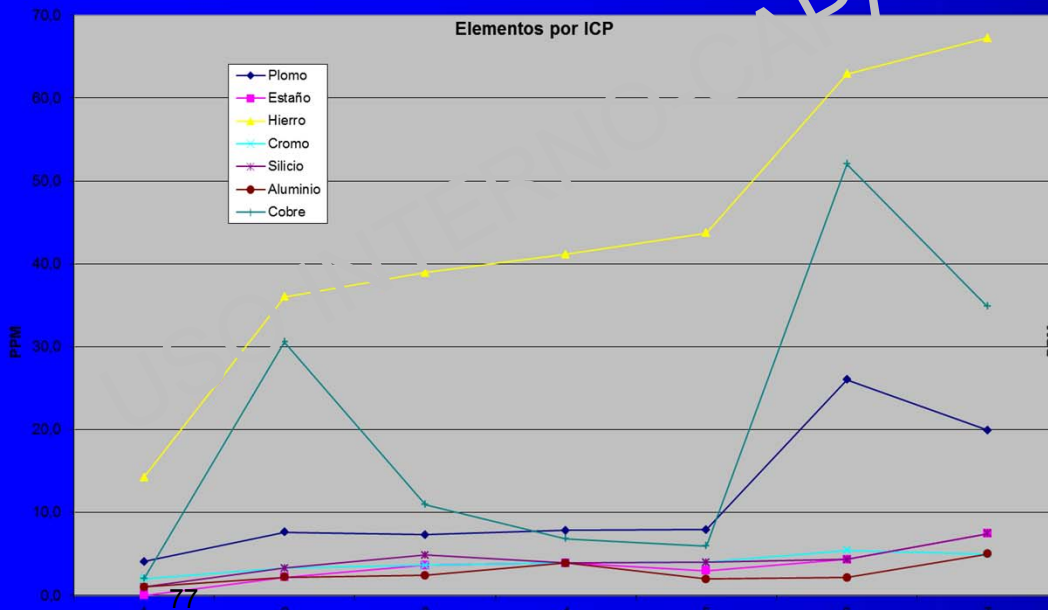
Metales SAMP

1	Ag
2	Al
3	B
4	Ba
5	Ca
6	Cd
7	Cr
8	Cu
9	Fe
10	K
11	Mg
12	Mn
13	Mo
14	Na
15	Ni
16	P
17	Pb
18	Si
19	Sn
20	Ti
21	V
22	Zn

Ejemplo real de seguimiento de metales y contaminantes



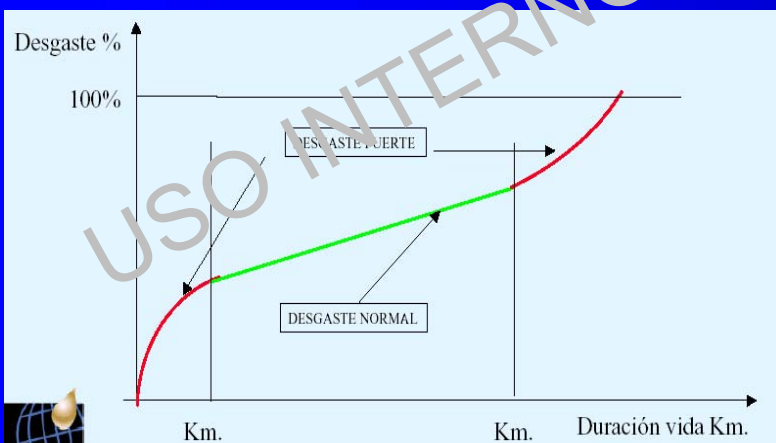
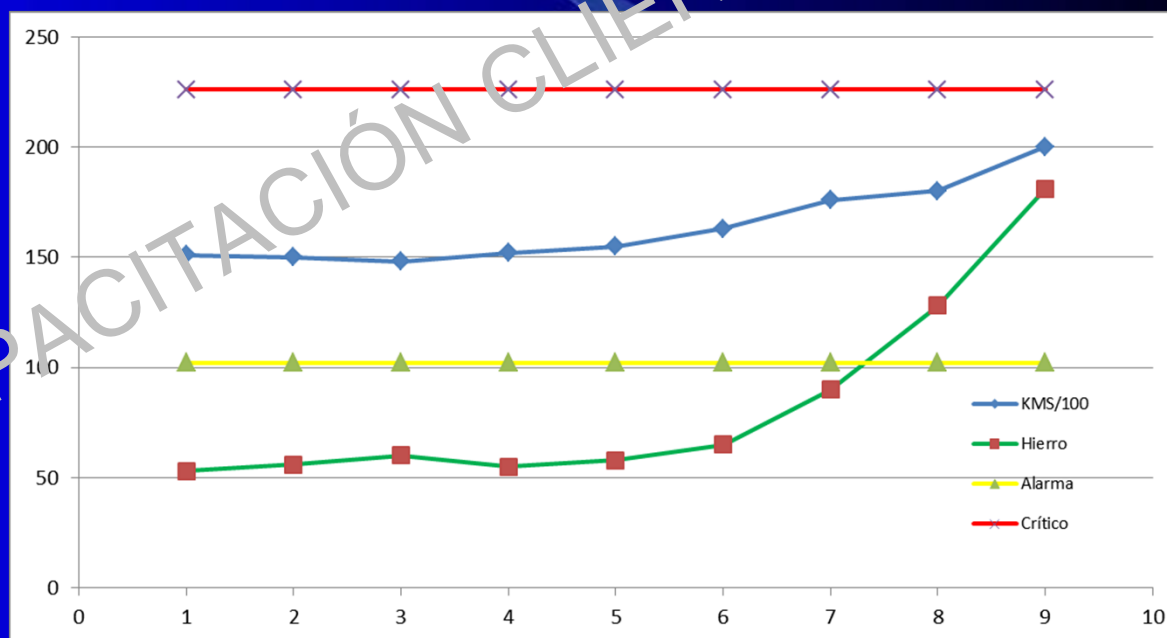
- Unidad diesel de flota interdepartamental
- Tendencia Creciente en hollín
- Desgaste moderado (creciente)
- Se encontró problema en Turbo



Consideraciones sobre intervalo de drenaje

- Deben evaluarse en el tiempo todas las propiedades (dependientes e independientes del tiempo)
- Normalizar la información (kilometraje, rellenos)
- Ver tasa de cambio de metales vs kilometraje (tasa de desgaste)
- Debemos mantenernos en tasas proporcionales al kilometraje o Hs de uso

KMS/100	Hierro	Alarma	Crítico
151	53	102	226
150	56	102	226
148	60	102	226
152	55	102	226
155	58	102	226
163	65	102	226
176	90	102	226
180	128	102	226
200	181	102	226



- Resultado:
- Un 33% de ahorro en lubricante
- Un 250% mas de desgaste
- Reducción al 1/3 de la vida de la maquinaria²

Procedencia de elementos en general

Fuentes potenciales de elementos - Lista condensada

Hierro

Acero
Hierro fundido
Herrumbre
Partículas de desgaste
Cascarillas de molienda
Polvo mineral
Cenizas
Pintura
Polvo de papelera
Asbestos
Talco
Zeolita
Detergente limpiador

Níquel

Aleación de acero inoxidable
Cromado
Estelita (cobalto – níquel)
Aleaciones de aceros duros

Plata

Acabado de cojinetes
Soldadura
Algunos rodamientos de aguja

Potasio

Inhibidor de refrigerante
Cenizas
Polvo de papelera
Polvo de camino
Granito

Boro

Inhibidor de refrigerante
Aditivo EP
Agente de limpieza de contenedores de aceite
Acido bórico (tratamiento de aguas)
Detergente

Cromo

Revestimiento de anillos
Pinturas
Acero inoxidable

Silicio

Polvo de camino
Sellador
Aditivo anti-espumante
Aleación de aceros
Lubricante sintético
Frenos húmedos
Fabricación de vidrio
Aditivo refrigerante
Polvo de fundición
Fibras de filtros (vidrio)

Cenizas
Escoria
Mica
Polvo de cemento
Asbestos
Granito
Calizas
Talco

Plomo

Babbit
Revestimiento de cojinetes
Aditivo de gasolina
Pintura
Soldadura

Sodio

Inhibidor en refrigerantes
Agua de mar
Algunos aditivos
Grasa
Aceite básico (trazas)
Tierra
Polvo de camino
Sal (sal del camino)
Cenizas
Alúmina activada
Polvo de papelera

Cobre

Aditivo Anti-desgaste
Bronce
Latón
Jaulas de rodamientos
Enfriadores
Minas de cobre
Pinturas
Babbit

Molibdeno

Aditivo Extrema Presión
Aleaciones de metal
Anillos

Calcio

Agua dura
Agua salada
Aditivo de aceite de motor
Polvo de minas
Grasa
Caliza
Escoria
Hules
Tierras Fuller
Lignita
Polvo de cemento
Polvo del camino
Gypsum
Inhibidor de herrumbre
Detergente

Zinc

Aditivo Antidesgaste
Bronce
Cromado
Galvanizado

Fósforo

Aditivo Anti-desgaste, Extrema Presión
Acabado de superficie en engranes
Detergente limpiador

Estaño

Jaulas de rodamientos (bronce)
Soldadura
Babbit

Aluminio

Polvo de camino
Metal de rodamientos
Pinturas
Abrasivos
Plantas de aluminio
Contaminantes de carbón
Cenizas
Polvo de fundición
Alúmina activada
Bauxita
Granito
Catalizador

Bario

Aditivo de aceite de motor
Grasa

Vanadio

Aspas de turbinas
Válvulas

Titanio

Rodamientos de turbinas de gas
Pinturas
Aspas de turbinas
Cadmio
Cojinetes
Recubrimiento de metales

Magnesio

Agua dura
Aditivo de aceite de motor
Metalurgia de turbinas
Agua salada
Tierras Fuller
Polvo de camino

Elementos en motores

	Hierro	Cobre	Plomo	Aluminio	Silicio	Cromo	Estaño	Sodio	Potasio
Cojinetes		X	X	X			X		
Bujes		X		X			X		
Árbol de levas	X								
Refrigerante					X	X		X	X
Cigüeñal	X								
Camisa	X					X			
Válvula Escape	X					X			
Cojinetes anti-fricción	X					X			
Empaquetaduras					X				
Gasolina			X					X	
Carcasa	X			X					
Tierra				X	X				
Aditivo					X				
Enfriador de Aceite		X							
Bujes de bomba de aceite				X					
Bomba de aceite	X			X					
Pistones	X			X					
Anillos	X					X			
Volandas de empuje		X	X	X			X		
Engranajes de cadena	X								
Turbo	X			X					
Guías de válvulas	X	X							
Tren de válvulas	X								
Bujes de bielas		X	X	X			X		
Bielas	X								

Alarmas o Alertas

Utah Transit Oil Alarm Limits – Cummins Diesel Engines

Models: ISB, ISC, ISL, M11, ISM		Normal	Abnormal	Critical
Elements				
Fe	Iron (except M11 series)	<105	105-160	>160
Fe	Iron (Cummins M11 series)	<85	85-150	>150
Cr	Chromium	<7	7-15	>15
Pb	Lead	<25	25-60	>60
Cu	Copper	<25	25-50	>50
Sn	Tin	<5	5-10	>10
Al	Aluminum	<10	10-25	>25
Ni	Nickel	<5	5-15	>15
Ag	Silver	<5	5-10	>10
Mn	Manganese	<2	2-6	>6
Si	Silicon	<15	15-25	>25
B	Boron	>85	85-60	<60
Na	Sodium	>30	30-60	>60
Mg	Magnesium	>300	600-300	<300
Ca	Calcium	>200	200-130	<130
Ba	Barium	+	+	+
P	Phosphorus	>1000	1000-750	<750
Zn	Zinc	>900	900-700	<700
Mo	Molybdenum	<15	15-40	>40
Ti	Titanium	+	+	+
V	Vanadium	+	+	+
K	Potassium	<10	10-20	>20
Viscosity		12.5-15.8	11.0-12.4/15.8-17.0	<11.0/>17.0
Water		<.5	NA	>.5
Sot% M11 & ISM		<4.0	4.0-5.0	>5.0
Sot% ISB, ISC, & ISL		<2.0	2.0-3.0	>3.0
Fuel Dilution %		<2	2 - 2.5	>2.5
Glycol		<.2	.2-.5	>.5
Nitration		<15	15-20	>20
Oxidation		<15	15-20	>20
TAN "Total Acid #"		<4.0	4.0-5.5	>5.5
TBN "Total Base #"		>4.0	3.5-4.0	<3.5

Note: This table should be used as a general guide only. These are recommendations for Cummins Diesel Engines.
 Note: + L₁ test for these elements, but they are not normally found in engines applications.

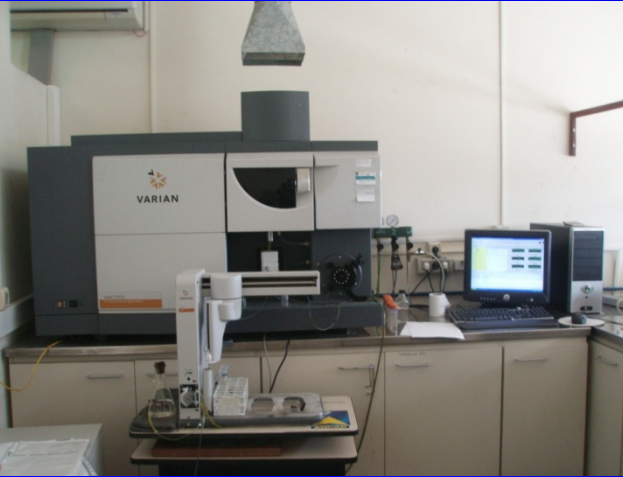
Alarmas o Alertas (CAT SOS)

S·O·S Oil Analysis Guidelines	
Test Parameter	Guideline
Oxidation	(1)
Soot	(1)
Sulfation	(1)
Wear Metals	Trend Analysis and Cat Wear Table ⁽¹⁾ norms
Water	0.5% maximum
Glycol	0%
Fuel Dilution	based on viscosity ⁽¹⁾ and GC ⁽²⁾ fuel dilution in excess of 4%
Viscosity "ASTM D445" measured at 100° C (212° F)	+/-3 centistoke (cSt) change from new oil viscosity.

(1) Acceptable values for these parameters are proprietary to the S·O·S oil analysis program.
 (2) Gas Chromatograph

Equipamiento para Análisis elemental SAMP

Plasma Varian con muestreador



Plasma Perkin Elmer con muestreador



Equipo de Absorción Atómica Perkin Elmer



USO INTERNO-CAPACITACIÓN CLIENTES SAMP

Como establecer limites condenatorios



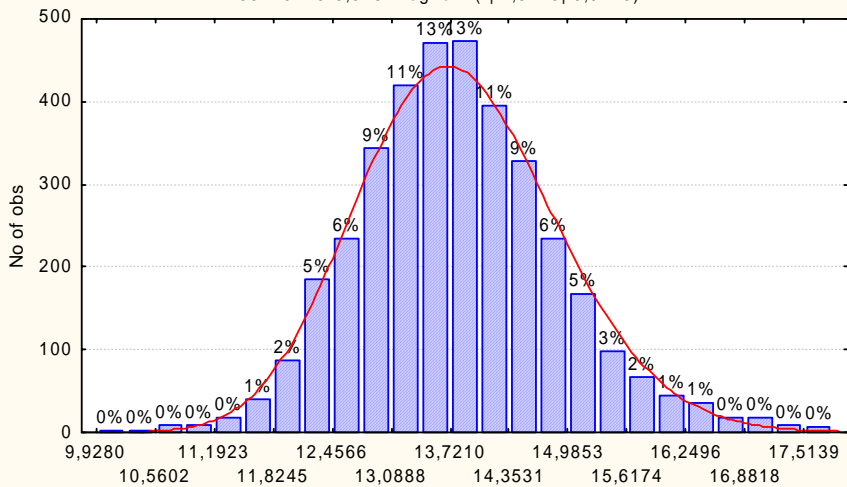
Guía Rápida para el Establecimiento de Límites y Objetivos del Análisis de Aceite			
Propiedad a Evaluar	Método y Enfoque	Precaución	Límite
Conteo de Partículas	Especif. Del Fabricante u Objetivo (proactivo)	Objetivo	2 Rangos ISO arriba del Objetivo
Viscosidad a 40°C	Desviación de la Línea de Base, %	+/-5% Industria, +10% Aceites de Motor, -15% Aceites de Motor	+/-10% industria, +20% Aceites de Motor, -20% Aceites de Motor
Viscosidad a 100°C		+8% Aceites de Motor, -4% Aceites de Motor	+15% Aceites de Motor, -8% Aceites de Motor
T.A.N.	Desviación de la Línea de Base y/o Tendencia	0,2 arriba de línea base o tendencia	1 arriba de la Línea de Base
T.B.N.	Disminución respecto al nuevo	-50%	-70%
Punto de Inflamación	Disminución de la Línea de Base °C	+20°C	-40°C
Dilución por Combustible	Varios OEM	2%	5%
RPVOT	Disminución de tiempo respecto al nuevo	-50%	-80%
Humedad	Recomendaciones del fabricante del equipo, lo más bajo que se pueda		
Prueba de Crepitación		Burbujas de vapor pequeñas - industrial	Crepitación audible-industrial
		Burbujas de vapor grandes - motor	Crepitación audible-motor
IR, Karl Fischer, etc		Objetivo	100% arriba del Objetivo
Glicol	No debe aparecer	+ 200 ppm(0,1%)	+ 400 ppm(0,2%)
Análisis de Elementos			
Metales de Descuste	Métodos estadísticos, especificaciones del fabricante, tendencia	+ 1 Desviación Estandar	+ 2 Desviación Estandar
Contaminación (K, I, Fe, Si)	Nivel Objetivo basado en concentración	Objetivo	100% arriba del Objetivo
Aditivos (e, P, Zn, Mg, Ca, Ba, Mo)	Disminución respecto al nuevo %	-20%	-30%
Demulsibilidad	Depende de la prueba y del lubricante. Ideal 40:40:0	>20 minutos para 40:37:3(Turbinas)	>40 minutos para 40:37:3 separación incompleta (Turbinas)
FTIR			
Oxidación	ABS/cm-1	15	30
Nitración	ABS/cm-1	15	30
Sulfatación	ABS/cm-1	30	40
Aditivos ZDDP, inhibidores fenólicos	Deterioro del aceite base	-25% con respecto al aceite de referencia (50%)	-75% con respecto al aceite de referencia(75%)
Hollín	ABS/cm-1	70	120

Alarmas o Alertas estadísticas (Histogramas)

Histogram (2010NovFlotasTD 14v*5013c)

Include condition: v8 > 0
Exclude condition: v14 > 15

V100 = 3719*0,3161*lognorm(x| 2,6215| 0,0773)

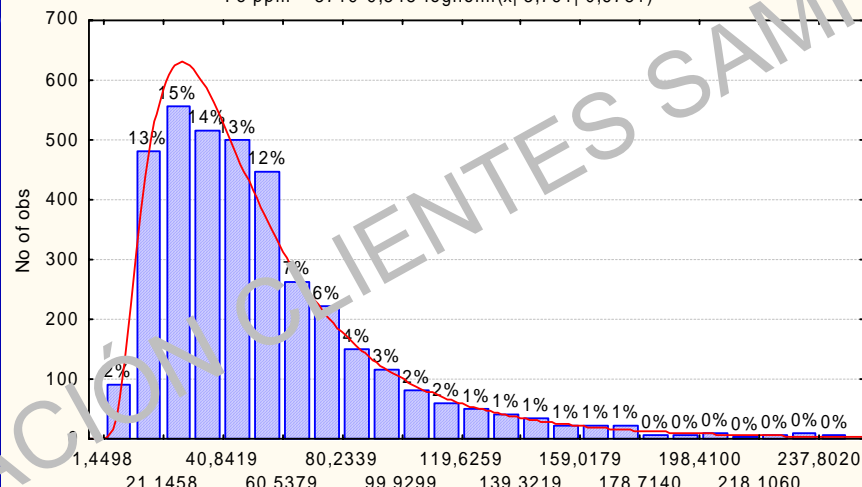


V100: N = 3719 | Mean = 13,7977 | StdDv = 1,0714 | Max = 17,83 | Min = 9,928

Histogram (2010NovFlotasTD 14v*5013c)

Include condition: v8 > 0
Exclude condition: v14 > 15

Fe ppm = 3719*9,848*lognorm(x| 3,761| 0,6781)

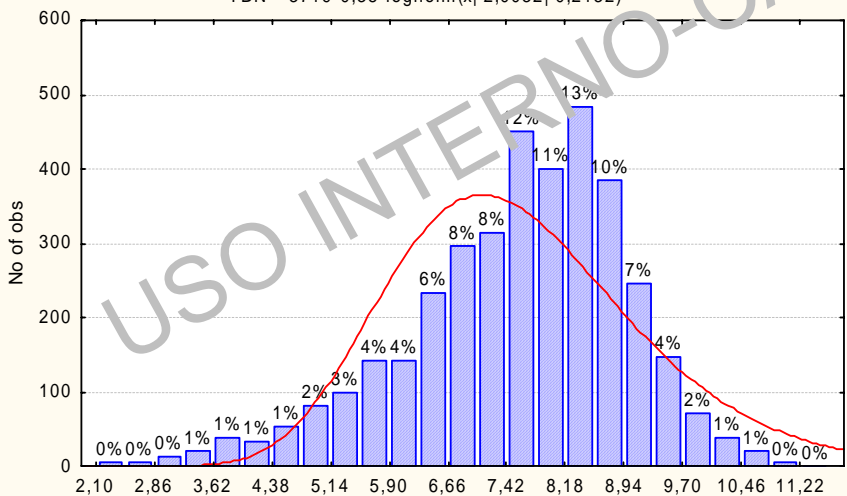


Fe ppm: N = 3719 | Mean = 53,4782 | StdDv = 37,0817 | Max = 247,65 | Min = 1,4498

Histogram (2010NovFlotasTD 14v*5013c)

Include condition: v8 > 0
Exclude condition: v14 > 15

TBN = 3719*0,38*lognorm(x| 2,0032| 0,2132)

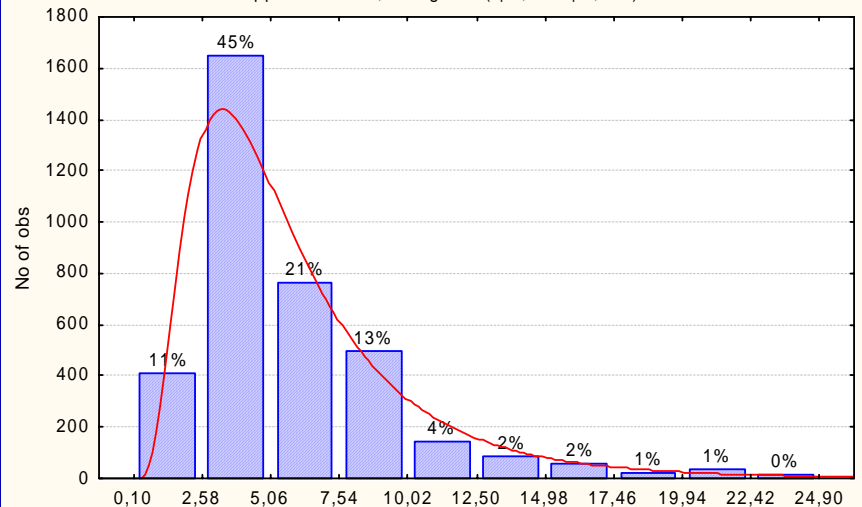


TBN: N = 3719 | Mean = 7,5667 | StdDv = 1,4165 | Max = 11,6 | Min = 2,1

Histogram (2010NovFlotasTD 14v*5013c)

Include condition: v8 > 0 and v12 < 20 and v14 < 18

Si ppm = 3684*2,48*lognorm(x| 1,5899| 0,631)



Si ppm: N = 3684 | Mean = 5,8698 | StdDv = 3,6747 | Max = 24,9 | Min = 0,1

16) Punto de Inflamación Astm D 93/7094

(Copa Cerrada Pensky Martens)

Definición

Temperatura mínima a la cual desprende vapores suficientes para que se inflame momentáneamente al aplicarle una llama, en las condiciones del método.

Unidades

°C

Uso / Importancia

- Indica inflamabilidad y volatilidad del aceite.
- Muy sensible a mezclas con volátiles
- Detecta contaminación con materias inflamables. (Incorporadas al aceite durante su empleo como Combustible en aceites de motor, o de hidrocarburos en aceites de turbinas que circulen por los sellos de bombas o compresores)



Laboratorio de Lubricantes



17) Punto de Inflamación Astm D 92

(Copa Abierta Cleveland)

Definición	Temperatura mínima a la cual desprende vapores suficientes para que se inflame momentáneamente al aplicarle una llama
Unidades	°C
Uso / Importancia	-Indica inflamabilidad y volatilidad del aceite. -Detecta contaminación con materias inflamables. (Incorporadas al aceite durante su empleo como Combustible en aceites de motor, o de hidrocarburos en aceites de turbinas que circulen por los sellos de bombas o compresores).

Punto de Ignición (Fire point)

La temperatura a la que un líquido combustible debe ser calentado para que los vapores liberados se enciendan continuamente, por lo menos por 5 seg, cuando una pequeña llama se les aplica, suele estar entre 30 y 60 °C por encima del Pto de Inflamación.



Laboratorio de Lubricantes

18) Espuma, Astm D892

Definición	Mide la tendencia a formar espuma y la estabilidad de la misma en el lubricante bajo condiciones determinadas. Se informa en tres Secuencias 24, 93.5 y 24°C.
Unidades	ml (Se informa ml / ml / ml)
Uso / Importancia	<ul style="list-style-type: none">-La espuma es perjudicial en los aceites (cavitación, oxidación, falla de cojinetes, etc)-Uso principal en motores, hidráulicos, turbinas, engranajes.-En usados es importante la mantención de este parámetro controlado a lo largo de la vida útil.



19) Demulsibilidad, Astm D1401

Definición

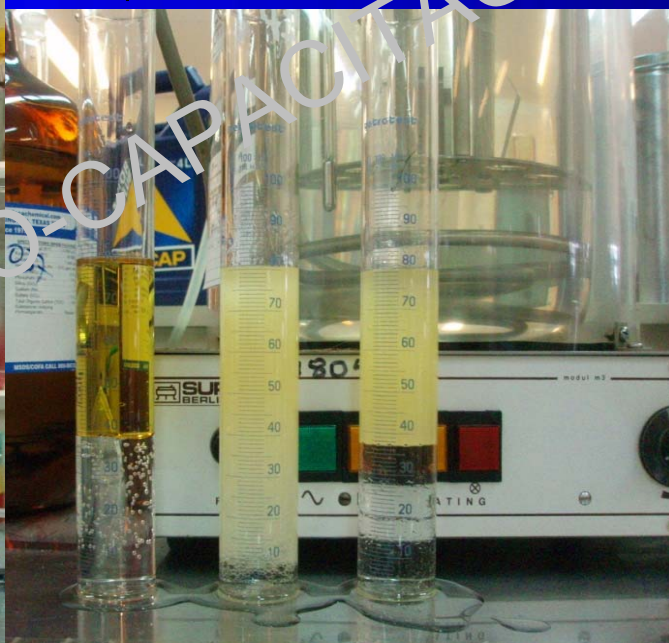
Indica la estabilidad de las emulsiones agua aceite formadas en las condiciones ensayo.

Unidades

ml (ml aceite / ml agua / ml emulsión)

Uso / Importancia

- Hay Sistemas donde es deseable que el agua se separe rápido del lubricante. (Turbinas, compresores, hidráulicos)
- Es requerimiento de muchos fabricantes de maquinaria.
- En usados es importante la mantención de este parámetro controlado a lo largo de la vida útil.
- Puede indicar decaimiento de aditivos o degradación (formación de compuestos polares)



Laboratorio de Lubricantes



20) Rust, Astm D665

Definición

Evalúa la capacidad de prevenir el rust en las parte ferrosas cuando el agua se mezcla con el aceite. En los aceites de Turbina en aceites hidráulicos, y de circulación.

Unidades

No Aplica (es Pasa – No Pasa)

Uso / Importancia

- El resultado es requerido como especificación en los aceites nuevos.
- Se usa como monitoreo de aceites en servicio.



Laboratorio de Lubricantes



Bibliografía

- Lubrication and Lubricant Selection (A R Lansdown)
- Practical Lubrication for industrial facilities (Heinz Bloch)
- The Motor Vehicle Thirteenth Edition T.K. GARRETT
- Guía de pruebas de campo e inspecciones (Noria)
- Guía de procedencia de Elementos para Aceites Usados (Noria)

Links de interés

<http://www.machinerylubrication.com/sp/home.asp>

<http://www.noria.mx/nla/>

http://www.reliabilityweb.com/fa/oil_analysis.htm

<http://www.skf.com/portal/skf/home>

<http://www.pall.com/>



FIN

Certificación para lubricación de maquinaria (ML I) y análisis de aceite(LLA I) por el "ICML" (International Council for Machinery Lubrication)

USO INTERNO-CAPACITACIÓN CLIENTES SAMP



USO INTERNO-CAPACITACIÓN CLIENTES SAMP

Laboratorio de Lubricantes



USO INTERNO-CAPACITACIÓN CLIENTES SAMP

Laboratorio de Lubricantes