

# La Vida Útil del Motor de su Auto, Camioneta, Camión u otro Motor de Combustión Interna – Lubricación

*Este boletín es el trabajo de Richard Widman de Widman International SRL, Santa Cruz, Bolivia, escrito para informar a los ingenieros del daño causado por las practicas tradicionales en los talleres del país. Es el resumen de años de análisis de aceites y estudios de contaminación del aceite en Bolivia.*

---

Esta es el segundo de una serie de boletines donde revelaremos los secretos de la vida larga para los equipos automotrices e industriales. En este boletín hablaremos de la lubricación del motor, los hábitos tradicionales y los problemas causados cuando no usamos el aceite adecuado. En un boletín anterior hablamos de los efectos de contaminación del aceite en los motores. Todos los boletines están disponibles en nuestra página Web: [www.widman.biz](http://www.widman.biz)

La vida útil del motor en Bolivia típicamente varía entre un año y cuatro años (50,000 a 100,000 kilómetros) para los autos y camiones mientras en equipo pesado encontramos reparaciones entre las 8,000 a 12,000 horas de servicio. Estos números son alarmantes para los que conocen el mantenimiento proactivo y preventivo. Sabemos que el motor del auto a gasolina debería dar un mínimo de 400,000 kilómetros de servicio y el motor de equipo pesado esta diseñado para proveer 18,000 horas de trabajo sin reparaciones generales. Cuando comparamos estos resultados con los de las empresas mas exitosas, encontramos que el motor del auto podría proveer mas de 600,000 kilómetros y el motor del equipo pesado entre 24,000 y 28,000 horas.

La pregunta clave entonces es: “¿Qué hacen en estas empresas exitosas para obtener estos resultados aquí en Bolivia, a diferencia de otras empresas que en las mismas condiciones operacionales reparan sus equipos frecuentemente?”

## Lubricación

Cuando analizamos la causa/raíz de las reparaciones de motores en el país encontramos dos problemas distintos: **Viscosidad** y **Aditivos**.

### 1. Viscosidad

El primer principio para considerar al escoger la viscosidad del aceite para el motor es el diseño del motor. La mayoría de los motores funcionan mejor con un aceite cuya viscosidad a 100°C se encuentra entre 12.5 cSt y 16.3 cSt, aunque hay muchos motores nuevos que funcionan mejor con un aceite cuya viscosidad esta entre 9.3 cSt y 12.5 cSt.

Si colocamos un aceite muy delgado, no se logra una buena película y hay desgaste. Si colocamos un aceite mas viscoso, hay mayor fricción, reducción en fuerza, falta de circulación y mayor desgaste.

¿Cuales son los aceites con una viscosidad entre 12.5 cSt y 16.3 cSt a 100°C?

- SAE 5W-40
- SAE 10W-40
- SAE 15W-40
- SAE 40

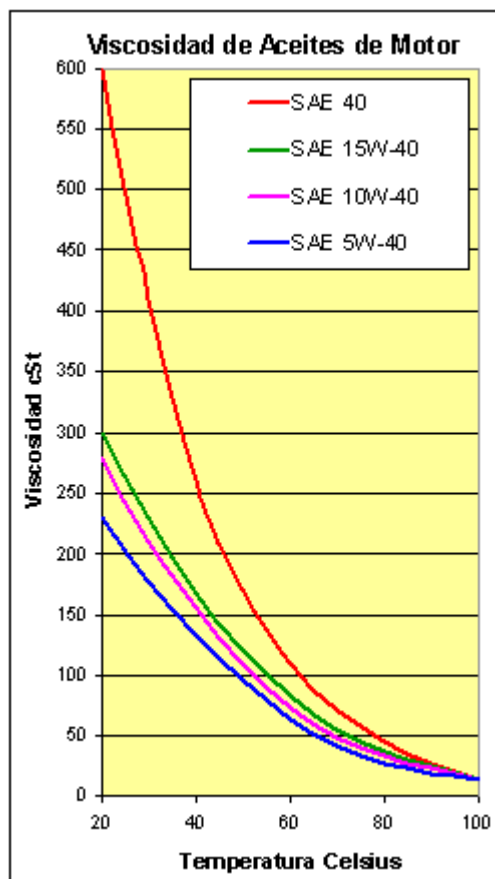
O sea, una vez que el motor esta operando a su temperatura normal (con termostato), todos estos aceites satisfacen los requerimientos del motor. Pero si analizamos estos aceites a temperaturas del medio ambiente encontramos que son demasiado viscosos.

Viscosidad Nominal	Viscosidad cSt a 40°C (Aproximada)	Viscosidad cSt a 100°C (Aproximada)
SAE 5W-40	95	14.4
SAE 10W-40	112	14.4
SAE 15W-40	115	14.4
SAE 40	150	14.4

Si el motor requiere aceite con una viscosidad cerca de 14 cSt para operar con el mínimo de desgaste, tenemos que escoger un aceite que llegue a esa viscosidad lo antes posible y así no exigir mucho al motor hasta alcanzar su temperatura normal, ya que mientras el motor esta frío el aceite es demasiado viscoso para proteger las piezas.

Antes de considerar el problema de viscosidad y las recomendaciones, tenemos que aceptar que un aceite SAE 40 de una marca tiene la misma viscosidad (dentro de las tolerancias de la SAE) que un aceite SAE 40 de otra marca. También tenemos que aceptar que todos los aceites SAE 15W-40 empiezan con la misma viscosidad. Así dicta la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices).

El primer problema es el hábito adquirido de utilizar un aceite SAE 40. Cuando evaluamos el clima de Bolivia y las recomendaciones de las fábricas, encontramos que para obtener la vida útil programada por el fabricante del motor, no podemos utilizar un aceite SAE 40, (“especial 40”) en ningún motor de 4 tiempos. Aquí tenemos una tabla con las recomendaciones de algunas marcas desde unos años atrás:

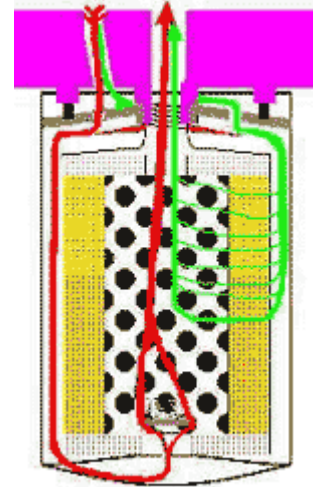


Fabricante	Viscosidad	Temp. Ambiente Mín.	Temp. Ambiente Máx.
Ford	<b>SAE 40</b>	<b>Nunca</b>	
	SAE 5W-30	Todo a gasolina	Todo a gasolina
	SAE 15W-40	Solo Diesel	Solo Diesel
Caterpillar	<b>SAE 40</b>	<b>Nunca</b>	
	SAE 15W-40	-15°C	+50°C
Toyota	<b>SAE 40</b>	<b>Nunca</b>	
	SAE 15W-40	-15°C	+50°C
Nissan	SAE 40	Nunca	
	SAE 5W-30	Todo a gasolina	Todo a gasolina
	SAE 15W-40	Solo Diesel	Solo Diesel

Nissan Camión	<b>SAE 40</b>	<b>&gt;30 °C</b>	
	SAE 15W-40	-15°C	+50°C
Volvo Camión	<b>SAE 40</b>	<b>Nunca</b>	
	SAE 15W-40	Todas las temperaturas	Todas las temperaturas
Mercedes Camión	<b>SAE 40</b>	<b>&gt;20 °C</b>	
	SAE 15W-40	-10°C	+50°C

¿Si los fabricantes alertan al dueño del vehículo que el uso del aceite SAE 40 acabará con el motor antes de tiempo, por que continuamos usando SAE 40? ¿Será que nuestros lúbricos saben algo que no saben los ingenieros de las fábricas de los autos y camiones?

La verdad es que el aceite SAE 40 a 20°C no bombea por el filtro y tarda más para llegar al eje de levas y otras piezas en la parte superior del motor. El aceite frío pasa de largo por el filtro, agarrando toda la suciedad atrapada y pasando directo por la válvula de alivio de presión, al mismo tiempo lleva la tierra para lijar el motor y eventualmente quedarse atrapado de nuevo en el filtro una vez que esta bastante caliente para pasar por el papel del mismo. (La línea verde demuestra el camino normal del aceite por el filtro mientras la línea roja muestra el flujo del aceite SAE 40 en frío). Este retardo de lubricación y la abrasión de toda la suciedad es el equivalente en desgaste a 800 kilómetros de recorrido con el motor caliente. A 20°C el aceite SAE 40 tiene el doble de viscosidad que el SAE 15W-40. (600 cSt para el SAE 40 y 300 cSt para el SAE 15W-40). La válvula de alivio de presión abre cerca de los 50 psi (3.5 k/cm<sup>2</sup>).



**BY-PASS - Línea Roja**

### ¿Entonces por qué usan SAE 40?

**La primera razón** indicada por los mecánicos es que al palpar el SAE 15W-40 se nota que es más delgado. Realmente eso es lo que queremos. Queremos una viscosidad que bombee y lubrique bien a temperaturas normales del ambiente, y al mismo tiempo lleguen a actuar como SAE 40 cuando el motor llegue a 100°C. Un SAE 40 y un SAE 15W-40 tienen exactamente la misma viscosidad a 100°C, solo que el SAE 15W-40 es un aceite de menos viscosidad que tiene polímeros para modificar su viscosidad en el calor y no permitir tanta pérdida de viscosidad.

**La segunda razón** ofrecida es que el SAE 15W-40 pierde su viscosidad con el uso y al final de 200 horas o 3000 kilómetros parece un aceite SAE 30. Esta observación puede ser correcta si el aceite no es de buena calidad. Actualmente los aceites SAE 15W-40 **tradicionales** utilizados en el país pierden su viscosidad con el uso hasta que empiece su oxidación (con la oxidación vuelve a tomar viscosidad). En Figura 1 y Figura 2 podemos ver un aceite que ha perdido su viscosidad. Para ser clasificado como aceite SAE 40 o SAE 15W-40 el aceite tiene que mantener una viscosidad mínima de 12.50 cSt a 100°C. En ambos ejemplos el aceite ya había perdido su viscosidad y se había aumentado el desgaste de hierro (falta de lubricación hidrodinámica en los anillos y la parte superior del motor) y plomo (falta de colchón hidrodinámico en los cojinetes). Esto no es por ser SAE 15W-40, si no por ser un aceite barato.

Figura 1

Lab No Condition	Date Taken Tested	Time on Oil Time on Unit	SPECTROCHEMICAL ANALYSIS (ppm)																			
			Iron	Chromium	Lead	Copper	Tin	Aluminum	Nickel	Silver	Silicon	Boron	Sodium	Magnesium	Calcium	Barium	Phosphorus	Zinc	Molybdenum	Titanium	Vanadium	Potassium
37806 Normal	07-FEB-02 22-FEB-02	186 3129	39	1	9	2	0	4	0	0	2	1	6	371	2707	1	1104	1185	5	0	0	0

Lab No	Physical Properties						Additional Tests	
	Fuel	Visc40	Visc100	Water	Soot/ Solids	Glycol	SAE	TBN
37806	<1	N/A	12.40	0	0.5	NEG	30	8.5

Figura 2

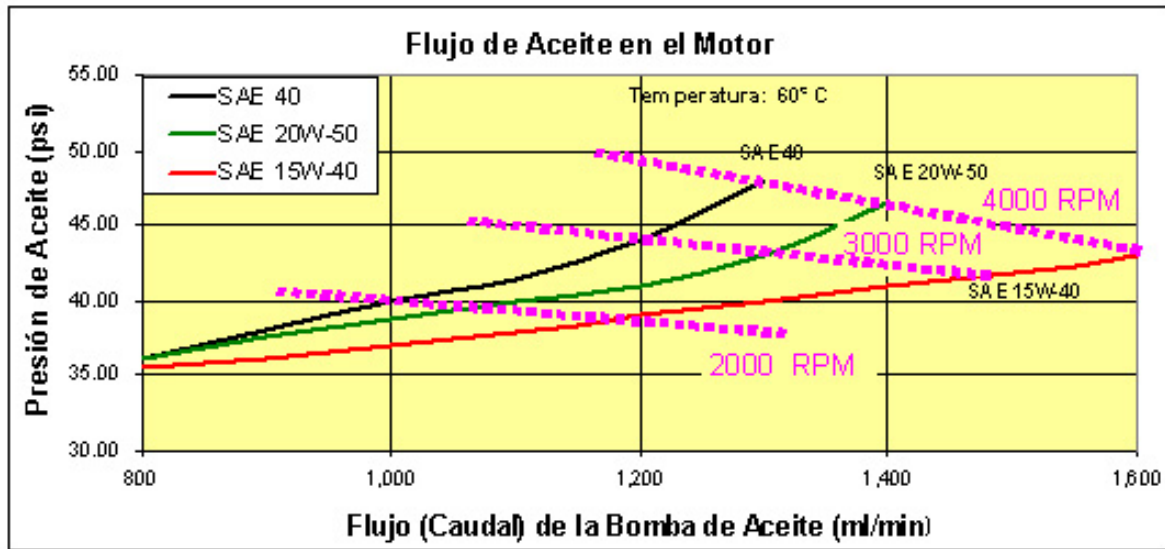
Lab No Condition	Date Taken Tested	Time on Oil Time on Unit	SPECTROCHEMICAL ANALYSIS (ppm)																			
			Iron	Chromium	Lead	Copper	Tin	Aluminum	Nickel	Silver	Silicon	Boron	Sodium	Magnesium	Calcium	Barium	Phosphorus	Zinc	Molybdenum	Titanium	Vanadium	Potassium
37834 Normal	07-FEB-02 22-FEB-02	319 2853	48	2	11	2	1	4	0	0	5	0	9	558	2824	1	1148	1369	5	0	0	0

Lab No	Physical Properties						Additional Tests	
	Fuel	Visc40	Visc100	Water	Soot/ Solids	Glycol	SAE	TBN
37834	<1	N/A	12.44	0	0.5	NEG	30	7.5

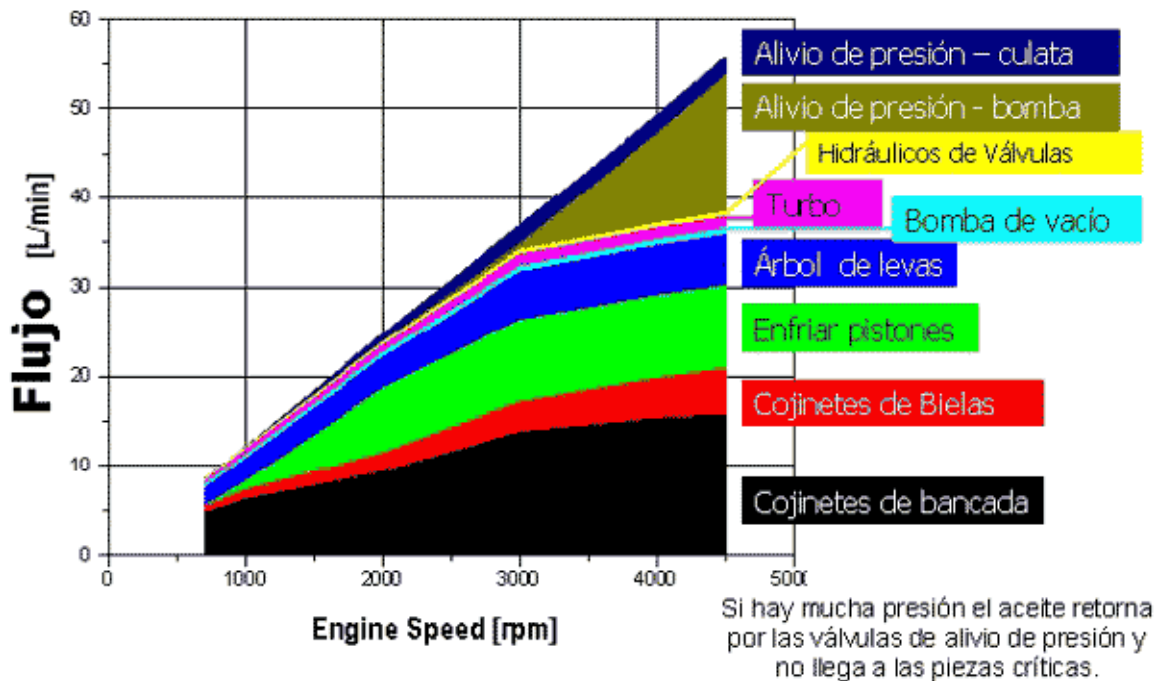
La tercera razón dada por los mecánicos tradicionales y los choferes es que el SAE 40 da más presión en el manómetro del tablero. Al arrancar el motor esta observación es correcta, pero no queremos mayor presión, buscamos mayor circulación o flujo de lubricante para llegar lo antes posible a las piezas en riesgo. El manómetro esta midiendo la presión del aceite que no puede pasar por los cojinetes.

$$\text{Flujo de aceite} = \frac{\text{Fuerza de la bomba}}{\text{Presión del aceite}}$$

Si analizamos el flujo de aceite, podemos ver en el grafico siguiente de un motor a diesel, que mientras el motor está calentando con el aceite a 60°C y operando a 1000 rpm un aceite SAE 15W-40 tiene 13% mas lubricación que el aceite SAE 40. Esta diferencia continua aumentando con la velocidad del motor, marcando 23% mas lubricación a 4000 revoluciones. A esta velocidad el SAE 40 marca 49 psi en el manómetro y tiene un flujo de 1300 ml/min. El SAE 15W-40 marca 43 psi en el manómetro y tiene un flujo de 1600 ml/min.



El exceso de presión abre válvulas de alivio de presión del filtro y devuelve el aceite “sucio” al cárter. Aquí tenemos la distribución típica del flujo de aceite para un motor a gasolina con turbo.



Para mantener la viscosidad correcta se requiere un aceite de última generación. En los últimos años los fabricantes de motores en cooperación con el API determinaron que el aceite tiene que mantener su viscosidad mínima en condiciones críticas después de la rotura de sus polímeros, cualquiera que sea la razón. Para esto se utiliza la prueba HT/HS (alta temperatura, alto cizallamiento). Los aceites API CF-4 (SAE 40 y SAE 15W-40) mantenían una viscosidad en la prueba HT/HS de 2.9 cP a 150°C. Se determinó que el desgaste era mucho menos cuando se mantenía un mínimo de 3.5 cP. Los aceites clasificados API CI-4 pasan la nueva prueba asegurando una máxima protección.

## 2. Aditivos de protección

La viscosidad del aceite reduce desgaste con una buena lubricación hidrodinámica en los cojinetes, la bajada del pistón, y actúa en condiciones limitadas por lo demás del motor. Pero 75% de la fricción en el motor se encuentra entre los anillos y las camisas (o bloque) en la subida del pistón. Para reducir esta fricción y el desgaste correspondiente, el aceite tiene que tener aditivos que se adhieran a las paredes de los cilindros para absorber el desgaste. Los aditivos normalmente utilizados para este propósito son zinc, fósforo, molibdeno y boro. La combinación exacta de estos elementos para reducir el desgaste sin aumentar carbón o lodo en el motor es sumamente importante para la vida útil del motor. Los buenos aceites hoy en día tienen cerca de 1500 ppm de zinc y fósforo combinado con el aceite básico y a veces 100 ppm de molibdeno y 150 ppm de boro. La necesidad o deseo de aumentar boro y molibdeno depende del aceite básico y sus calidades naturales. La adición de aditivos no es tarea para los mecánicos, solamente debería ser hecho por los químicos en las plantas donde se formulan los aceites. La adición de aditivos al aceite del motor hecha por el chofer o mecánico puede hacer mucho daño al motor.

Además de los aditivos anti-desgastes necesitamos aditivos para neutralizar los ácidos de la combustión y mantener el hollín y las partículas de desgaste en suspensión sin bloquear el filtro de aceite ni formar lodo en las piezas. Para esto normalmente se utiliza Calcio y Magnesio. Una variación de aditivos puede causar más daño que protección. Por eso no se recomienda agregar otros aditivos al aceite formulado por la fábrica. En esta página [www.widman.biz/Seleccion/Diesel/diesel.html](http://www.widman.biz/Seleccion/Diesel/diesel.html) se puede ver el resumen del desarrollo de la categoría de aceites CI-4 donde se invirtió más de 6 millones de dólares para mejorar el nivel de protección de los motores.

Para complicar la selección, hay mucha variación en los aceites, sea aceite básico utilizado en la formulación, o la calidad de los polímeros, aditivos anti-desgastes, y detergentes/dispersantes.

En esta tabla (Tabla 1) podemos ver las calidades de aceite básico de 9 refinerías de los EE.UU. Para interpretar la tabla hay que considerar que el mejor aceite para el motor es el más puro. El aceite con menos nitrógeno, menos azufre, menos aromáticos y **mas moléculas saturadas** hará el mejor producto final.

Tabla 1

Marca	Azufre (ppm)	Nitrógeno (ppm)	HPLC Aromáticos %	HPLC Saturados %
1	12	<10	<1.0	<99.0
2	3900	22	22.7	77.1
3	1480	22	24.4	75.6
4	2500	20	25.3	74.7
5	1200	38	13.3	84.4
6	1700	28	30.0	69.8
7	500	47	12.6	87.2
8	23	11	8.0	92.0
9	3400	32	27.6	72.2



En la próxima tabla (Tabla 2) podemos ver valores típicos de algunos aceites en el mercado boliviano analizados por su nivel de aditivos y la calidad indicada en sus etiquetas.

**Tabla 2**

	Marca 1	Marca 2	Marca 3	Marca 4	Marca 5	Marca 6	Marca 7	Marca 7
Clasificación	SL/CI-4	SL/CI-4	SH/CG-4	SH/CF-4	SJ/CH-4	CF-4	CG-4	CG-4
Magnesio	<50	0	1000	481	478	9	813	0
Calcio	3300	3300	2600	2442	2467	670	642	2428
Fósforo	1360	1430	1180	1126	1064	509	1269	723
Zinc	1510	1550	1100	1249	1281	443	1567	857

Analizando esta tabla podemos ver porque algunos aceites son más baratos. La marca 6 tiene solo 30% de los aditivos anti-desgaste y 20% del detergente/dispersante que las mejores marcas. La realidad es que marcas 6 y 7 no cumplen con las normas de calidad API que indica en sus etiquetas, como se puede ver en la tabla siguiente.

La próxima tabla (Tabla 3) indica los valores típicos de diferentes generaciones de aceites. Muestra claramente el progreso que se ha hecho para extender la vida útil de los motores a través de tecnología, del nivel de aditivos, y la calidad de aditivos. Podemos ver que un aceite CI-4 tiene cerca de tres veces más protección contra desgaste que un aceite CD.

**Tabla 3**

Servicio A.P.I.	Detergente Dispersante	Zinc (ppm)	Fósforo (ppm)
<b>SB/CB</b>	<b>850</b>	<b>250</b>	<b>200</b>
<b>SC/CC</b>	<b>1200</b>	<b>350</b>	<b>300</b>
<b>SD/CC</b>	<b>1600</b>	<b>500</b>	<b>400</b>
<b>SE/CC</b>	<b>1900</b>	<b>600</b>	<b>450</b>
<b>SF/CD</b>	<b>2200</b>	<b>630</b>	<b>520</b>
<b>SL/CI-4</b>	<b>3300</b>	<b>1600</b>	<b>1500</b>

El aceite para el motor a Diesel debería tener la certificación API CI-4, garantizando el comportamiento necesario para una larga vida. El aceite para un motor a Gasolina debería tener la clasificación API SL para garantizar el comportamiento necesario. Muchos de los mejores aceites son certificados para ambos motores. La diferencia es que el aceite certificado para ambos tiene mayor protección contra desgaste y mayor detergencia/dispersancia que lo necesario en el motor a gasolina. La única desventaja de utilizar el mismo aceite en el motor a gasolina viene de la posibilidad de acortar la vida del catalizador del escape (si tiene) después de los 400,000 kilómetros de recorrido si el zinc o el fósforo no son de buena calidad.

**Tabla 4**

Servicio A.P.I.	Detergente Dispersante	Zinc (ppm)	Fósforo (ppm)
<b>SL</b>	<b>1350</b>	<b>1000</b>	<b>900</b>
<b>SL/CI-4</b>	<b>3300</b>	<b>1600</b>	<b>1400</b>

¿Por qué el motor a gasolina no requiere tantos aditivos?

- La combustión de gasolina es más limpia que la combustión de diesel, dejando menos contaminación en el aceite.
- El motor a gasolina comprime el volumen de la mezcla entre 9 a 1 hasta 12 a 1 mientras el motor a diesel comprime el volumen de la mezcla entre 13 a 1 hasta 20 a 1.
- El motor a gasolina normalmente está en un auto o camioneta de paseo donde raras veces se precisa de fuerza (con excepción a los taxis que sobrecargan sus autos, autos de carrera, y otras excepciones menores). El motor a diesel normalmente utiliza toda su potencia.

La clasificación (SL/CI-4) debería estar escrita claramente en la etiqueta del tambor o bidón de aceite nuevo, mostrando la “Donut” del API. No es suficiente escribirlo con marcador o las palabras “cumple” o “excede”. El API fiscaliza los aceites con licencia y cada año retira millones de litros que no tiene la formulación correcta.



**Tabla 5**

<b>Vigencia de Clasificaciones A.P.I.</b>							
Motores a Gasolina				Motores a Diesel			
SA	1900	30 años	Obsoleto	CA	1900	30 años	Obsoleto
SB	1930	34 años	Obsoleto	CB	1930	25 años	Obsoleto
SC	1964	4 años	Obsoleto	CC	1955	24 años	Obsoleto
SD	1968	4 años	Obsoleto	CD	1979	9 años	Obsoleto
SE	1972	8 años	Obsoleto	CE	1988	3 años	Obsoleto
SF	1980	9 años	Obsoleto	CF	1991	2 años	Vigente
SG	1989	6 años	Obsoleto	CF-4	1993	2 años	Vigente
SH	1995	2 años	Obsoleto	CG-4	1995	4 años	Vigente
SJ	1997	4 años	Vigente	CH-4	1999	3 años	Vigente
<b>SL</b>	<b>2001</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>Vigente</b>	<b>CI-4</b>	<b>2002</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>Vigente</b>

Fuente: [American Petroleum Institute](http://www.americanpetroleum.com) -- A.P.I.

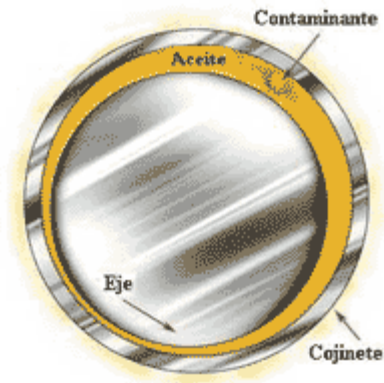
### Las clasificaciones antiguas

Todavía hay gente que dice que su motor es del año 1988 y por eso puede seguir utilizando un aceite con la clasificación API SF. La verdad es que en 1988 el mejor aceite conocido era un aceite API SF, y con esa calidad los fabricantes de motores garantizaban sus motores 50,000 kilómetros. En muchos casos estos mismos fabricantes hoy en día utilizan los mismos motores, recomiendan un aceite API SL, y garantizan los motores 200,000



kilómetros. La decisión es nuestra: ¿Queremos un motor garantizado para 50,000 kilómetros o 200,000 kilómetros?

Además, aquí tenemos que luchar contra contaminantes que no se consideran en muchas partes del mundo. La cantidad de polvo, hollín, arenilla y otros contaminantes que entran al aceite termina penetrando la película de aceite, arrastrándose entre las piezas para causar más daños. Si nuestro aceite tiene el máximo de aditivos anti-desgastes tenemos una mejor lubricación marginal, resultando en mayores defensas contra éstas partículas.



### **Motores convertidos a GNC o GLP**

Los motores convertidos de gasolina a GNC o GLP son sujetos a la misma contaminación que los de gasolina o diesel.

La diferencia viene en los requerimientos de lubricación. Dedicaremos otro boletín al tema de motores convertidos a gas y las ventajas que llevan los aceites con base Grupo II.

### **Recomendaciones:**

Para garantizar una vida larga en su motor se necesita cuatro cosas primordiales:

1. **Confianza:** En todos los casos, es decir ya sea para los 4 litros de su auto o 10,000 litros de su empresa, se debe buscar una empresa o estación de servicio limpia y conocedora del tema, que le brinde esa confianza total. Los vendedores callejeros, o los que le ofrecen “especial 40”, son un claro ejemplo de lo que no se debe confiar. Se debe buscar un distribuidor autorizado de la marca que provea una garantía.
2. Lea el libro de mantenimiento que llegó con su vehículo o busque un distribuidor que cuenta con libros de todas las marcas de motores. Utilice la viscosidad recomendada por la fábrica de su motor en la temperatura ambiente donde vive. Es probable que recomiende SAE 5W-30, SAE 15W-40, SAE 20W-50 o incluso SAE 5W-40 en algunos casos.
3. Lea la etiqueta del envase del aceite. Esta debería contar con el “Donut” del API, y si se desea un máximo cuidado del vehículo, se deberá comprar solo si indica la última clasificación: SL para motores a gasolina o GNC, CI-4 para motores a Diesel. Las palabras “Cumple con API .....” no garantizan lo anteriormente mencionado. Si no hay una etiqueta de fábrica en el envase, o la viscosidad, calidad, o tipo de motor esta escrito con marcador, este no es un lugar recomendado.
4. Hay que revisar el precio. Un sabio dijo una vez: “Si parece demasiado barato, es trucho.”, parecido al famoso dicho boliviano: “Lo barato cuesta caro.” Esto no quiere decir que lo mas caro es lo mejor, pero un precio bajo es un buen indicador de que algo anda mal.
  - Cuando tomamos en cuenta los impuestos grabados por el estado Boliviano en aceites automotrices, sumamos GAC, IEHD, ITF, IVA, e IT, cada litro de aceite tiene aproximadamente 5.50 bolivianos de impuestos para el gobierno.
  - Un aceite que cuesta 7 a 8 bolivianos es un aceite posiblemente sucio que fue filtrado en la estación de servicio y no cumple con ninguna especificación. Es un engaño.

- Un aceite que cuesta entre 10 y 11 bolivianos es posiblemente un aceite “reciclado”. El reciclado en Bolivia no cumple con ninguna norma, destroza el medio ambiente por los residuos filtrados y botados a lagunas y destroza el motor por falta de aditivos y viscosidad, causando mayor desgaste y mayor humo.
- Un aceite que cuesta entre 12 y 17 Bolivianos puede ser legítimo, pero hay que leer bien la etiqueta. No conocemos aceites en el mercado que cuesten menos de 18 Bolivianos y tengan el “Donut” del API certificando CI-4 para motores diesel y SL para motores a gasolina. Si existen aceites en este rango que lleven la certificación, probablemente son con aceite básico joven y contienen pocas moléculas saturadas: Tendrán una vida corta en el motor y mayor bloqueo de filtros de aceite, o también pueden ser rechazos de las fábricas que en realidad no cumplen con las especificaciones en sus etiquetas como observamos arriba en la [tabla 2](#), o pueden ser mezclas de aceite nuevo y usado preparado en la estación.
- Si quiere la máxima protección, encontrará dos opciones. Personalmente utilizo aceites de la primera opción que han demostrado resultados en protección sobresalientes:
  1. La nueva generación de aceites considerados sintéticos por muchos expertos pero que todavía no cuestan tanto como los sintéticos tradicionales. Tendrán las mismas clasificaciones API que los otros, pero su base es API grupo II+, grupo III, y/o una combinación de estos con grupo IV o V. Estos aceites le costarán entre 20 y 23 bolivianos y aumentarán el periodo entre cambios de aceite mientras reducen el desgaste de las piezas. ([Análisis 1](#))
  2. Aceite sintético tradicional: La máxima protección posible, especialmente en el frío. Mejor encapsulamiento de contaminantes, mayor vida útil del aceite y el motor. Le costará cerca de 60 Bolivianos por litro. ([Análisis 2](#)).

**Análisis 1** (Chevron Delo 400 SAE 15W-40, Camioneta Toyota Hi-Lux 2002)

			SPECTROCHEMICAL ANALYSIS (ppm)																			
Lab No	Date Taken	Time on Oil	Iron	Chromium	Lead	Copper	Tin	Aluminum	Nickel	Silver	Silicon	Boron	Sodium	Magnesium	Calcium	Barium	Phosphorus	Zinc	Molybdenum	Titanium	Vanadium	Potassium
8699	06-JAN-04	6608	10	1	2	1	0	4	0	0	13	1	0	15	3255	0	1223	1305	1	0	0	0
Normal	12-JAN-04	17758																				

LabNo	Physical Properties						Additional Tests	
	Fuel	Visc40	Visc100	Water	Soot/Solids	Glycol	SAE	TBN
8699	<1	N/A	13.79	0	0.4	NEG	40	7.6

**Análisis 2** (Chevron Supreme 100% Synthetic SAE 5W-40, Camioneta Toyota Land Cruiser) Nota: Aunque la primera muestra a 142,298 km tenía un nivel elevado de contaminación por tierra (18 ppm) el aceite limitó el desgaste de hierro a 13 ppm.

			SPECTROCHEMICAL ANALYSIS (ppm)																			
Lab No Condition	Date Taken Tested	Time on Oil Time on Unit	Iron	Chromium	Lead	Copper	Tin	Aluminum	Nickel	Silver	Silicon	Boron	Sodium	Magnesium	Calcium	Barium	Phosphorus	Zinc	Molybdenum	Titanium	Vanadium	Potassium
41472 Normal	04-FEB-04 24-FEB-04	10000 151273	7	0	2	1	0	2	0	0	9	2	0	23	2920	0	1009	1083	0	0	0	0
268520 Normal	08-DEC-03 16-DEC-03	10000 142298	13	1	5	1	0	4	0	0	18	1	0	15	2846	0	988	1016	0	0	0	0

LabNo	Physical Properties						Additional Tests	
	Fuel	Visc40	Visc100	Water	Soot/ Solids	Glycol	SAE	TBN
41472	<1	N/A	12.53	0	<0.1	NEG	40	7.0
268520	<1	N/A	13.18	0	<0.1	NEG	40	6.0

Ambas camionetas viajan por el campo y son sujetas a todos los problemas de caminos accidentados, tierra, montañas y cargas.

## Resumen:

La inversión que tiene cada individuo o empresa en equipo o vehículos es apreciable. Hoy en día los motores están diseñados para proveer muchos años de servicio sin reparaciones generales. Para cumplir con nuestro deber de mantenerlos tenemos que evitar su destrucción por lubricantes incorrectos y contaminantes del ambiente, capacitando a nuestros mecánicos y cambiando su mentalidad tradicional que está orientada al **mantenimiento correctivo** hacia una actitud de **mantenimiento proactivo**.

**Nota:** para más detalles sobre como leer análisis de aceite, recomendamos que consulte a la página: [http://www.widman.biz/Analisis\\_de\\_Aceite/Interpretacion/interpretacion.html](http://www.widman.biz/Analisis_de_Aceite/Interpretacion/interpretacion.html)

*Widman International SRL contribuye a la capacitación de los ingenieros y usuarios en Bolivia para mejorar su competitividad. Para mayores informaciones prácticas, viste nuestra página Web: [www.widman.biz](http://www.widman.biz)*

Si usted conoce a otra persona que estará interesada en recibir estos boletines, favor responder al [scz@widman.biz](mailto:scz@widman.biz) con el email que quiere adicionar.

Si no quiere recibir estos boletines mensualmente, favor responder al [scz@widman.biz](mailto:scz@widman.biz) con “**remover**” en el asunto.

*La información de este boletín técnico, es de única y completa propiedad de Widman International S.R.L. Su reproducción solo será permitida a través de una solicitud a [scz@widman.biz](mailto:scz@widman.biz) no permitiendo que esta altere sus características ni su totalidad.*