



► Lubricantes: El Sistema Circulatorio de la Producción

María Cristina Rojas Cruz

Periodista Metal Actual

Establecer la rentabilidad de estos productos en función de sus beneficios, y no del costo inicial, es la clave.

Los lubricantes son insumos neurálgicos en la producción de cualquier empresa. Su correcta elección y uso no sólo prolonga la vida útil de las máquinas, sino que favorece los ahorros de tiempo y dinero en paradas innecesarias, a la vez que incide en la obtención de productos de mejor calidad.

Conocidos desde la invención de la rueda, los lubricantes han sido tan vitales en la vida de las máquinas, y por ende de las industrias, que no sería errado afirmar que sin ellos las primeras y segundas no existirían.

Por definición, los lubricantes son sustancias sólidas, semisólidas o líquidas de origen animal, vegetal, mineral o sintético que se utilizan para reducir el rozamiento entre piezas y mecanismos en movimiento al interponerse entre ellas, formando una película que las separa y evita su contacto directo y la consiguiente fricción y desgaste; entendida la primera como el roce de dos cuerpos en contacto y el segundo, como el daño de una o ambas superficies por remoción de material, en movimiento relativo.

Paralelamente, cumplen otras funciones como facilitar el movimiento de las piezas, reducir el consumo de energía, refrigerar los componentes de un equipo, transmitir potencia, proteger contra la corrosión, mejorar la estanqueidad y transmitir o aislar calor.

De estos productos existe una gran variedad en el mercado con rangos de clasificación que van desde diversas composiciones y calidades, diversas presentaciones –entre líquidos como el aceite, semisólidos como la grasa o sólidos como el grafito–, diferentes grados de viscosidad que influyen de manera directa en la eficiencia de los equipos en los que se aplica, hasta distinto origen: mineral, semi-sintéticos y sintéticos.

Precisamente, en éste último, que es el principal rango de clasificación, se encuentran los lubricantes de origen mineral, aquellos obtenidos del petróleo, elaborados por refinación del hidrocarburo, con proporciones de parafinas y naftenos que les dan características especiales según su uso y que cubren aproximadamente el 90 por ciento de la demanda de lubricantes en el mundo.

Los sintéticos, de otro lado, son aquellos obtenidos únicamente por síntesis química, variedad que ha alcanzado un gran desarrollo gracias a que se utilizan para procesos y máquinas que no operan con lubricantes minerales –como los equipos de última generación–, y porque ofrecen solución al problema medioambiental mundial y energético relacionado con la escasez de petróleo, hechos que los posicionan como la mejor alternativa del mercado.

La segunda variedad de lubricantes que trataremos en este artículo son las grasas, sustancias de alta adherencia, excelente sellamiento y que ofrecen un espesor laminar extra, irremplazables donde los lubricantes líquidos no proveen la protección suficiente, son difíciles de aplicar o requieren mantenimientos muy frecuentes.

Características y Tipos de Aceites y Grasas

Es importante anotar que las características particulares –que hacen los lubricantes, sangre para el funcionamiento de diversos mecanismos– se deben a la adición de unas sustancias químicas llamadas aditivos, que



► Las grasas y aceites son las variedades de lubricantes que tienen mayor grado de uso en la industria, en ambos campos, los desarrollos son destacados.

retardan la degradación de estos productos y les otorgan propiedades antioxidantes, anti-desgaste, detergentes y anti-emulsificantes o dispersantes ⁽¹⁾, hecho que de paso les mejora sus propiedades, reduce unas e incrementa otras.

Precisamente, entre las propiedades que caracterizan los lubricantes, que los hace vitales en la industria y que incluso establece diferencias entre ellos, de acuerdo a sus grados, están la *emulsionabilidad*, que se refiere a la tendencia a formar emulsiones o mezclas intensas y duraderas con el agua –efecto no deseado en cilindros y turbinas a vapor–, la *untuosidad* o capacidad de formar películas de adherencia y espesor entre dos superficies deslizantes, suprimiendo el rozamiento entre ellas y, el *punto de congelación*, llamado también punto de fluidez que hace referencia a la mínima temperatura a la cual este fluye y que tiene relación directa con la viscosidad.

Otras propiedades son la *volatilidad* o capacidad de evaporación de una sustancia a una temperatura y presión determinada ⁽²⁾, *antioxidante*, que le da la propiedad al lubricante de no degradarse y no reaccionar al contacto con el oxígeno y la *biodegradabilidad*, referida a la propiedad de algunos materiales a ser degradados por microorganismos para formar productos finales sencillos, y en la que precisamente los lubricantes de última generación de base sintética y origen vegetal se han destacado.

Pero la más importante de las características de los lubricantes es la *viscosidad*, que se entiende como la medida de fluidez a determinadas temperaturas, cuyo nivel depende de la presión y la temperatura existente en el medio de desempeño del lubricante –al aumentar la temperatura disminuye la viscosidad, y al aumentar la presión aumenta la viscosidad– y alrededor del cual la industria ha establecido varias clasificaciones de aceites.

Por ejemplo, basado en este indicador, la ISO - Organización Internacional para la Estandarización, determina la viscosidad utilizando como unidad de medida el Centistoke (cSt) a 40° C, indicada únicamente para aceites industriales y la API - Instituto Americano de Petróleo, los clasifica según la calidad mínima del producto, rangos que comienzan por la letra C (compresión), para motores tipo Diesel y con la letra S (de Spark: chispa en inglés) para motores a gasolina. La segunda letra indica la época de los rangos, (ver tabla 1).

Tabla 1

ACEITES MOTORES GASOLINA		ACEITES MOTORES DIESEL	
SA	ANTES 1950	CA	ANTES 1950
SB	1950-1960	CB	1950-192
SC	1960-1970	CC	1952-1954
SD	1965-1970	CD/CD II	1955-1987
SE	1971-1980	CE	1987-1992
SF	1981-1987	CF/CF-2	1992-1994
SG	1988-1992	CF-4	1992-1994
SH	1993-1996	CG-4	1995-200
SJ	1997-2000	CH-4	2001
SL	2001	"4" = 4 Tiempos	

De otro lado, la S.A.E - Sociedad de Ingenieros Automotores, ordena los aceites según su flujo, es decir, únicamente de acuerdo a su viscosidad a dos temperaturas, en grados Fahrenheit, 0°F y 210°F, que equivalen a -18° C y 99° C. Partiendo de estos valores establece ocho grados S.A.E para aceites monogrados y seis para los multigrados (ver tabla 2), esta es la clasificación más utilizada en nuestro país.

Los aceites monogrados se caracterizan por trabajar a una temperatura específica o en un rango muy cerrado, es decir, presentan un sólo grado de viscosidad, hecho que los hace inestables a las variaciones de temperatura. En cambio, los aceites multigrados ofrecen más de un grado de viscosidad (15W40) lo que les confiere un comportamiento uniforme a diferentes temperaturas y que además ofrecen como ventaja un ahorro importante de combustible debido a que disminuyen la fricción entre las diferentes partes de motor ⁽³⁾.

La mayor estabilidad en cuanto a la temperatura se refiere, ofrecida por los aceites multigrados frente a los monogrados, obedece básicamente a un mayor contenido de aditivos que mejoran el índice de viscosidad, pero también –y a diferencia de los monogrados– por contener estas sustancias y porque cada fabricante tiene formulaciones químicas exactas, los multigrados no admiten mezclas de distintas marcas, ya que pueden crear ácidos corrosivos que afecten el mecanismo a lubricar al ser sometidos a altas presiones.

Pero las grasas tienen también su clasificación. Estas, que pueden ser sólidas o semilíquidas y están constituidas por un aceite mineral o sintético y un agente organometálico (jabón) espesante encargado de darle el cuerpo, le deben su categorización precisamente a este último componente. Por lo regular, el tipo de jabón le confiere a la grasa sus propiedades –resistencia al agua, capacidad de sellar y resistir altas temperaturas, sin variar sus propiedades ni des-

Tabla 2

GRADO S.A.E	Viscosidad Cinemática cSt @ 100°C
0W	3,8
5W	3,8
10W	4,1
15W	5,6
20W	5,6
25W	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

componerse– y se dosifica o varía dependiendo de las necesidades que debe resolver el producto.

Vale señalar que la consistencia de una grasa depende del contenido del espesante que posea y que puede fluctuar entre un 5 y un 35 por ciento, por peso según el caso, y que en ocasiones especiales, en cambio de emplearse jabones como espesante o base, se integran otros productos como arcilla de bentonita (no organometálico).

También es importante anotar que existen pruebas que se realizan a las grasas y que, como en los aceites, determinan sus características físicas. Algunas de las más comunes

son: Extrema presión, que se emplea para estimar la presión que puede soportar una grasa en condiciones de trabajo, la de Consistencia, que se expresa de acuerdo a la clasificación dada por NLGI (Nacional Lubricating Grease Institute) y mide la dureza de una grasa a una temperatura específica y el punto de goteo, que indica la temperatura a la cual una grasa pasa de ser sólida a líquida.

Selección y Uso

Lubricar va más allá de aplicar aceite o grasa a una máquina, es aprovechar correctamente un insumo valioso cuya amplia variedad y especialización, actualmente, le permite a la industria asegurar un óptimo desempeño en los equipos –sin importar su tipo o tecnología– obtener ahorros en paradas, en cambios y reposición de repuestos o máquinas, alargar su vida útil y optimizar en línea su producción.

En este sentido, las compañías fabricantes de aceites y grasas son y han sido una valiosa fuente de información para que los industriales los empleen correctamente, de hecho, gracias a sus investigaciones y a la práctica se sabe que para altas temperaturas, alta carga y baja velocidad, lo ideal es utilizar siempre aceites de alta viscosidad y para casos en condiciones con bajas

VENTAJAS DE GRASAS Y ACEITES

Grasas	Aceites
<ul style="list-style-type: none"> • Menor mantenimiento: una aplicación puede durar toda la vida. • Menor riesgo de fugas. Especial para industrias con productos finales limpios. • Eficaz obturación que previene la entrada de agua o partículas extrañas. • Menor frecuencia de lubricación. • Fácil mantenimiento, en las cajas de lubricación, por su consistencia plástica. • Menor cantidad aplicada en rodamientos que, cuando se usa aceite. • Mayor efectividad en velocidades bajas y grandes cargas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil purga y relleno en lubricaciones frecuentes. • Control de cantidad correcta de lubricante. • Mayor adaptación a todas las partes de la máquina. • Usados en casos de alta temperatura y velocidad (Bajo los 32° F y sobre los 200° F). • Mayor rango de viscosidad de acuerdo a velocidad y carga.



► Para casos en los que el lubricante debe soportar altas temperaturas, se recomienda emplear grasas, pues no se descomponen, no pierden sus propiedades y pueden sellar.

temperaturas, baja carga (presión) y alta velocidad, se deben aplicar aceites de baja viscosidad o livianos.

Sin embargo, existen también criterios generales para escoger el lubricante adecuado, según la necesidad y las variables de operación del equipo:

- **Tipo correcto:** involucra el conocimiento del origen de la base del lubricante, los aditivos, sus propiedades y las recomendaciones de uso del fabricante.
- **Calidad correcta:** todos los lubricantes no son iguales, por lo tanto debe escogerse de acuerdo a sus características y a las del equipo, revisando cuidadosamente la ficha técnica del producto elegido.
- **Cantidad correcta:** sobre-engrasar y saturar las piezas con lubricante son prácticas comunes y equivocadas. Los instructivos de cada equipo ayudan a identificar la cantidad correcta.
- **Tiempo correcto:** Los fabricantes de maquinaria, lo mismo que los especialistas en mantenimiento indican en fichas técnicas, los intervalos de tiempos en los que debe lubricarse sus equipos, realizarse los cambios de lubricante y el control de niveles, éstos son aspectos que deben ser atendidos y ejecutados siguiendo estrictamente sus indicaciones.

Sin embargo y pese a lo conveniente de atender las recomendaciones de los expertos, en el tema de la escogencia del lubricante correcto, el factor económico es para muchas empresas una "piedra en el zapato", dado que se debaten entre lo que significa "pagar más" por un lubricante sintético y "pagar menos" por uno de origen mineral, aunque el primero haya demostrado ventajas superiores en cuanto a rentabilidad y eficiencia:

- Ofrecen mayor protección a la máquina o equipo.
- Son necesarios menos cambios de aceite: mientras un aceite mineral trabaja en una máquina 2500 horas, un sintético puede extender su tiempo óptimo de servicio entre 12.000 y 15.000 horas.
- Menos paradas (reducción de tiempos muertos): mientras con el mineral se requiere entre 4 y 6 paradas para cambio, con el sintético es necesario solo una. Esto, en términos económicos frente a la producción, el personal necesario, repuestos y funcionamiento es muy positivo.
- Menor coeficiente de fricción interna frente a los minerales, lo que favorece un ahorro en el consumo de energía: hasta un siete por ciento menos frente a los derivados del petróleo, valor que en economías grandes, representa mucho dinero.

- Protegen el medio ambiente dado que existe una amplia gama de biodegradables que no producen los efectos nocivos de los lubricantes minerales que tardan hasta 100 años para degradarse.

Por eso, para lograr un acierto total en la escogencia correcta de este insumo, la industria se vale de una ciencia multidisciplinar que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación, y cuyo objetivo es lograr la prolongación de la vida útil de los equipos y componentes mecánicos a través del control y reducción del desgaste de los mismos: La tribología.

Aplicando dicha ciencia se puede adelantar un estudio técnico-económico, apoyado en expertos, para establecer la conveniencia o no de la inversión al adquirir un determinado lubricante o para estimar el cambio de un tipo por otro, según la máquina. De hecho, una evaluación en este campo puede indicar cuando el uso de un aceite sintético, pese a sus ventajas, no se justifica, por ejemplo, cuando el valor del lubricante puede superar el valor de la máquina o cuando la aplicación no lo amerita.

Tanto los estudios tribológicos como la experiencia han arrojado como enseñanza que, en aquellas ocasiones que el lubricante cumple una función neurálgica en el proceso productivo, es sabio considerar la opción de emplear sintéticos o cambiarse a ellos pues, esto unido al acato de las recomendaciones del fabricante y a un mantenimiento preventivo con registros confiables, es siempre garantía de buenos resultados.

Los Lubricantes en el Trabajo

A la hora de lubricar son frecuentes y numerosos los errores que los expertos en el tema han detectado. "Se reduce el concepto al simple hecho de aceitar o engrasar una máquina. No se tiene en cuenta el tipo de lubricante, la cantidad, la forma de hacerlo para que llegue a todos los elementos que lo necesitan (como las

html.rincondelvago.com/files



► *Seleccionar el tipo de lubricante de acuerdo a las condiciones del trabajo y a la rentabilidad que ofrezca el producto, más allá de su costo, puede ser la decisión más acertada en este campo.*

www.miatanet.net/garage



bombas, filtros, enfriadores, tuberías, etc) y los tiempos”, afirma el Ingeniero Luis Eduardo Benitez, Director del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica de la Universidad Nacional de Colombia.

En este sentido expone, como error común, el exceso o deficiencia en la cantidad de lubricante aplicado, hecho que se convierte en una pesadilla para la máquina y para la producción.

En el primer caso, parte de la potencia del equipo debe encargarse de batir el exceso, lo que genera calentamiento, el adelgazamiento del aceite y por ende, una película de lubricante muy delgada entre las piezas, que por lo regular no separa las dos superficies, el resultado: fricción y daño. Otra es la situación cuando se aplica una menor cantidad de lubricante, en este caso

la película es inoperante por su poco espesor, no siendo capaz de separar las irregularidades de las dos superficies y provocando el contacto metal-metal; a esto se le llama lubricación de película delgada o lubricación límite.

Por eso, para evitar cualquiera de las dos situaciones lo ideal es atender las recomendaciones del fabricante de los equipos sean nuevos o tengan años de uso.

Por ejemplo, en una máquina nueva, la gran cantidad de partículas que se desprenden del proceso de maquinado de las piezas –al arrancar por primera vez– se convierten en elementos abrasivos que la desgastan prematuramente, lo que obliga a realizar un cambio de lubricante antes de tiempo, aunque aparentemente esté limpio y sea eficiente.

Esta situación es producto directamente del sobreesfuerzo que hacen las máquinas nuevas, al tener que pulir las irregularidades de los procesos de maquinado de forma gradual, tratando de evacuar las partículas abrasivas con el primer aceite, lapso que se conoce como período de asentamiento y que resulta vital pues, de no respetarse dicho tiempo, puede reducirse entre un 50 y un 60 por ciento la vida útil del equipo.

“Para el caso de máquinas nuevas, el fabricante de las piezas es quien conoce el tipo de acabado superficial que dio a sus elementos mecánicos y el material en que están fabricados”, comenta el catedrático de la Universidad Nacional.

¿Pero qué hacer cuando se trata de lubricar máquinas antiguas o de segunda, si no se tienen los manuales y recomendaciones de uso? Allí aparece de nuevo la tribología que se encarga de hacer un estudio basado en modelos matemáticos y, contando con las variables del funcionamiento (materiales, mantenimiento, velocidades, presiones, cargas, procesos químicos, entre otros), determinar el tipo de lubricante para cada caso.

Para este caso, los fabricantes de lubricantes generan tablas específicas que determinan el tipo para cada caso, teniendo en cuenta variables como la velocidad, la temperatura y la carga de trabajo. Esta puede ser una opción viable aunque no tan acertada como los resultados que arrojan las pruebas de tribología.

De otro lado, otro de los puntos neurálgicos en el tema es el hecho que en el 90 por ciento de las industrias, la lubricación está en manos inexpertas. “El lubricante es como la sangre en los seres humanos y desafortunadamente, para esta sección, se emplea operarios con mínimos conocimientos, sin una formación que garantice que los objetivos de la lubricación se cumplan. Esto quiere decir que no se tienen buenas prácticas, que no se optimiza la vida de las máquinas, el medio ambiente la

LUBRICANTES PARA LA INDUSTRIA METALMECÁNICA

Tipo	Función
Lubricantes para reductores de velocidad	Ideales para sistemas de engranajes industriales utilizados en reductores de máquinas herramientas.
Fluido hidráulico anti-desgaste de alto rendimiento	Sus aditivos modifican el índice de viscosidad y le permiten comportamientos especiales ante cambios extremos de temperatura.
Lubricantes para guías de máquinas herramientas	Previenen el deslizamiento cuando la bancada se desliza a baja velocidad sobre las guías, mejorando el acabado de las piezas.
Aceites de refrigeración	Actúan como refrigerante y lubricante de las herramientas utilizadas en procesos de mecanizado de metales.
Refrigerante y Lubricante	Aceite soluble, que forma emulsiones estables con agua. Se utiliza como refrigerante y lubricante en procesos de rectificado, taladrado, torneado, fresado y corte en frío.
Aceites de corte puros	Especial para herramientas empleadas en el mecanizado de metales ferrosos.
Mecanizado metales amarillos	Empleado para lubricar las herramientas utilizadas en el mecanizado de metales amarillos.

y desarrollo ofrecen productos que satisfacen sus requerimientos con opciones para mantener los equipos en óptimas condiciones.

“La calidad de la oferta es buena, pero cuando hacemos mal uso de ellos, los seleccionamos mal, no hacemos mantenimiento y le asignamos funciones que no les corresponden, los dañamos y decimos que son de “mala calidad. Tenemos empresas con procesos y procedimientos de mantenimiento y lubricación de calidad mundial, pero también hay un alto porcentaje que deben mejorar no sólo sus procesos y procedimientos sino también la formación técnica de su personal responsable de la lubricación, comenta el ingeniero Benítez.

El sector industrial colombiano enfrenta un gran desafío: lograr altos estándares de competitividad y el primer paso es colocar sus activos en máxima capacidad, invirtiendo en la gente, entrenándola, aprovechando la fuerza de trabajo, aportando conocimiento, además invertir en nuevas tecnologías de lubricantes”, concluye el ingeniero Ardis Centeno, Gerente Nacional de Lubricantes Shell.

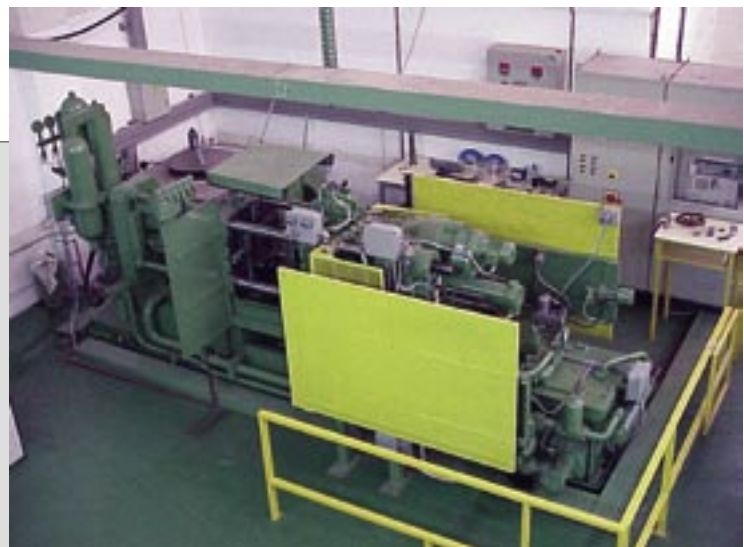
economía en gasto energético y no se reduce el tiempo en paradas, repuestos y la reposición de maquinaria”, concluye el ingeniero Benítez.

Pero el uso incorrecto del insumo o la falta de fundamentos del personal no son las únicas falencias que manifiestan los industriales en el tema, también se peca cuando se cree que el lubricante puede corregir fallas de montaje, diseño, mantenimiento y manejo de la máquina; no hay que olvidar que una máquina funciona bien cuando está bien lubricada, bien diseñada, bien construida, bien montada y bien mantenida.

Es necesario recordar que, sin importar la variedad, las condiciones de uso determinarán la vida útil del lubricante, por lo que su comportamiento no será igual en todos los equipos. La tribología asume también este tema, siendo la fuente confiable de información y la que permite determinar cuando debe realizarse el cambio de aceite. Aquella práctica empírica de aprobarlo por su color o consistencia no siempre es fiable y como en los casos anteriores, constituye también uno de los errores frecuentes.

Prácticas y Oferta en Colombia

En general, la oferta de lubricantes en Colombia es completa y de calidad. Multinationales con amplia experiencia en este campo y con departamentos especializados en investigación



► La capacitación a quienes en planta se encargan de lubricar, debe ser una prioridad, dado que solo el conocimiento asegura buenos resultados.

PROPIEDADES DE LAS BASES

Base	Mineral	Hidrocrack	P.A.O.	Éster
Propiedades				
Viscosidad	Monogrado	Multigrado	Multigrado	Multigrado
Índice de viscosidad	Bajo 100	Buena 120 - 150	Buena 120 - 150	Muy Buena 130 - 160
Punto de congelación	Débil -10/-15	Débil -15/-25	Excelente -40 / -60	Excelente -40 / -60
Resistencia a la oxidación	Buena	Buena	Muy buena	Excelente
Volatilidad	Media	Media	Excelente	Excelente
Untuosidad	No	No	No	Sí
Biodegradabilidad	No	No	No	Sí

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos10/lubri/lubri.shtml> - Ezequiel Cometto

Pero en este plan de mejoramiento, las empresas deben también incluir el tema del manejo de los desechos de lubricantes minerales cuya base orgánica, se sabe, es altamente contaminante. En este sentido, las autoridades ambientales locales—el Dama en Bogotá y las Car's en Cundinamarca— ejercen actualmente un estricto control exigiendo a los industriales la realización de estudios de vertimiento para establecer si los niveles de contaminación que se trasladan al agua, exceden los estándares establecidos, según el marco legal.

Se trata de disposiciones y de un tema que está lejos de ser negociable, y que de no ser acatado puede generar a los infractores, costosas y engorrosas sanciones que incluso, pueden llevar al cierre del negocio, de allí la importancia de adelantar los estudios y prácticas exigidas por la ley y necesarias para proteger la vida y el medio ambiente.

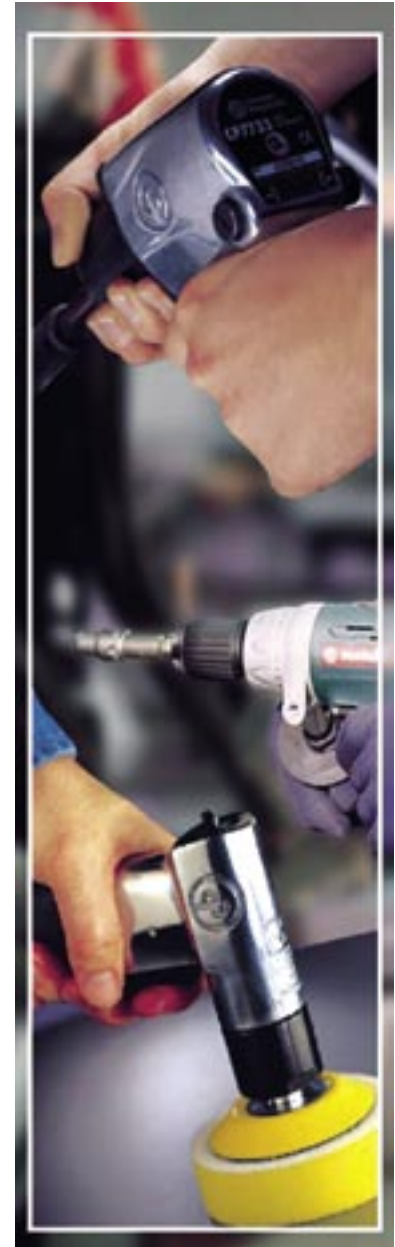
De otro lado, vale anotar que las compañías fabricantes de lubricantes han creado una serie de mecanismos de comunicación para mantener informados a los industriales, asistirlos en sus dudas técnicas y brindarle un servicios post-venta eficiente, medios que van desde líneas 9800 hasta formatos en

sus páginas de Internet y en los que los productores ofrecen cursos gratuitos generalmente, asociados a un programa de compra de producto.

Se trata de herramientas diseñadas para que el industrial se apoye en los expertos, haga buen uso de estos insumos y aproveche sus ventajas; herramientas que se extienden también al plano académico cuando las universidades brindan capacitación y asesoría a costos muy bajos, y que pueden significar el cambio entre una empresa que simplemente engrase sus máquinas y otra, que lubrica con rentabilidad, eficiencia y responsabilidad. 🚩

Citas:

- 1) Aditivos detergentes: su función es lavar las partes interiores del motor contaminadas por partículas de polvo, carbonilla, etc. Aditivos dispersantes: tipo de aditivo que pone en suspensión las partículas que el aditivo detergente lavó y las disipa en millones de partes, reduciendo su impacto para la zona a lubricar.
- 2) Cuanto menor es la temperatura de evaporación a la que reacciona la sustancia, se dice que es más volátil.
- 3) Un aceite SAE 10W 50, indica que el aceite se comporta en frío como un SAE 10 y en caliente como un SAE 50. Esto significa que para una mayor protección en frío, es necesario recurrir a un aceite que tenga el primer número lo más bajo posible y para obtener un mayor grado de protección en caliente, se debe incorporar uno que posea un elevado número para la segunda.



Fuentes:

- Luis Eduardo Benítez. Ingeniero Mecánico. Maestría en Administración de Empresas. Profesor Titular y Director del Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica, Universidad Nacional de Colombia (Bogotá). lebenitez@unal.edu.co
- Aridis Centeno. Gerente Nacional de Lubricantes SHELL.
- Giovanni Fonseca Duffó. IPUBLICA. giovanni.fonseca@i-publica.com
- Guillermo Sayazo. Director técnico Sain Lubricantes. servicioalcliente@sainlubricantes.com
- Lubricantes. Manual Técnico. Gulf.
- www.monografias.com Ezequiel Cometto eze_cometto@hotmail.com - www.wikipedia.com
- www.monografias.com - <http://www.shell.com>.