

## COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA DE TRABAJO DE UN LUBRICANTE MINERAL UTILIZANDO ACEITE DE RICINO COMO ADITIVO

### Temperature behavior of a mineral oil with castor oil like additive

#### RESUMEN

En aplicaciones automotrices, los lubricantes deben presentar alta adherencia a superficies metálicas para protección ante altas velocidades de trabajo. Actualmente la literatura presenta la posibilidad de utilizar aceite de ricino, como aditivo para favorecer la untuosidad y adherencia de lubricantes minerales, cuando estos se someten a altas revoluciones.

El objetivo del presente trabajo busca analizar el comportamiento de la temperatura en un cojinete de deslizamiento, utilizando lubricante SAE 40 y mezclas con aceite de ricino, bajo una condición de carga y velocidad.

Los resultados fueron obtenidos para mezclas con 1,5,10 y 25% de aceite de ricino, demostrando un comportamiento estable ante las condiciones de trabajo.

**PALABRAS CLAVES:** Aceite de Ricino, Aceite Mineral, Lubricación, Temperatura

#### ABSTRACT

*In automotive applications, the lubricants must to show high adhesion to the metallic surfaces for protection to high work speeds. At the moment, the literature show the possibility of to use oil castor like additive for the high adhesion of the mineral lubricants, when these are put under high revolutions. The aim of this work, looks for to analyze the temperature behavior in a bearing sliding using SAE 40 lubricant and castor oil mixtures in conditions of load and speed determinated. The results indicated that for mixtures with 1.5.10 and 25% of castor oil, the temperature behavior was stable.*

**KEYWORDS:** Castor Oil, Mineral oil, Lubrication, temperature

### 1. INTRODUCCIÓN

La vida de los motores depende en gran parte de los combustibles y de los lubricantes que se utilicen. En los motores se produce fricción entre las superficies metálicas, cuyo desgaste puede acelerarse por corrosión, adhesión, abrasión, entre otros, además de presentarse generación de lodos como consecuencia de la oxidación del lubricante [1-4].

Un fluido que actúa como lubricante en un motor debe tener una alta resistencia a la ebullición ante las temperaturas que experimenta. Idealmente el fluido debe tener "untuosidad", lo cual es difícil medir y que generalmente requiere una estructura molecular más grande.

El uso de aceites orgánicos, como aditivos para los aceites minerales, imparte ciertas propiedades al lubricante tales como adherencia y untuosidad a las superficies metálicas [1]. El aceite de ricino o también llamado de castor, cumple con éstos requerimientos bastantes simples en un motor, con solamente una severa desventaja: que es térmicamente inestable. Esta inestabilidad inusual es lo que le permite al aceite lubricar a temperaturas que van bastante más allá de

aquellas dentro de las cuales la mayoría de los aceites sintéticos trabajan [5].

Casi todos los aceites sintéticos comunes que se utilizan en aplicaciones automotrices se queman en la cámara de combustión a altas revoluciones. El aceite de ricino no, ya que se ocupa de formar polímeros a medida que la temperatura sube. La mayoría de los aceites sintéticos hierven en las paredes del cilindro a temperaturas apenas por encima de su punto de inflamación. La misma actividad puede tener lugar en el área del perno de pistón, dependiendo del diseño del motor.

El ricino es un aceite que forma una película lubricante, que no se rompe a altas revoluciones. Por ejemplo: Una moto de carrera alcanza 12000 rpm. En ese caso el aceite de ricino cumplirá satisfactoriamente su función, Pero en una moto de calle que no llega a más 8.000 rpm no se justifica el uso de este aceite. El problema que se tiene, es que al no tener aditivos antioxidantes, se oxida formando una película gomosa que obstruye todos los orificios. En los motores de carrera eso no es problema, porque se desarma muy seguido y se limpia constantemente evitando así la permanencia durante largos periodos del aceite de ricino degradado en el motor.

#### EDUARDO A. PÉREZ RUIZ

Ingeniero Mecánico, M.Sc.  
Profesor Asistente  
Programa Ingeniería Mecánica  
Universidad de Ibagué  
eduardo.perez@unibague.edu.co

#### JULIAN GARRIDO

Estudiante X Semestre  
Programa Ingeniería Mecánica  
Universidad de Ibagué  
juliangarrido2006@hotmail.com

#### NESTOR GRACIANO

Estudiante X Semestre  
Programa Ingeniería Mecánica  
Universidad de Ibagué  
nestorgraciano2@hotmail.com

Por lo anterior, el uso del aceite de resino como aditivo en lubricantes minerales, para lubricación de motores automotrices, debería de darse únicamente para condiciones de alta revolución (rpm) ya que la temperatura de trabajo es el factor diferenciador con los otros lubricantes.

El objetivo de este estudio es el de determinar el comportamiento, en cuanto a la temperatura de trabajo, de un lubricante mineral mezclado con diferentes cantidades de aceite de ricino, ya que la literatura existente no presenta resultados ante condiciones de velocidad rotacional inferior a la generada en un motor automotriz.

## 2. PROCEDIMIENTO

Para el estudio fue utilizado el banco para ensayo de cojinetes de deslizamiento mostrado en la figura 1, mediante el cual fue analizado el comportamiento del lubricante SAE 40 y de las mezclas de lubricante establecidas bajo la acción de una carga y velocidad determinadas.

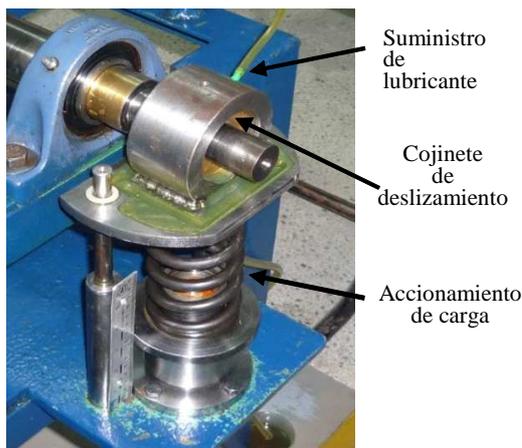


Figura 1. Banco de ensayo de cojinetes de deslizamiento.

Para el ensayo fueron realizadas mezclas de aceite SAE 40/SG TERPEL, con mezclas de 1, 5, 10 y 25% de aceite de ricino, las cuales fueron utilizadas como lubricantes del sistema: eje de acero al carbono y cojinete de bronce fosforado, sometidos a carga radial de 562,8 N y a velocidad rotacional de 750 rpm durante media hora.

La carga aplicada al cojinete se controla mediante un sistema de variación de cargas por medio de un tornillo de potencia autobloqueante que al girar comprime un resorte, el cual genera la fuerza aplicada al cojinete (Figura 1), así como la velocidad es controlada por un variador de frecuencia TEKDRIVE TDS V8 3P7 y verificada por un tacómetro digital UNI-T UT 372. La temperatura fue medida cada tres (3) minutos, con un termómetro láser en los puntos de contacto que se ilustran en la figura 2.

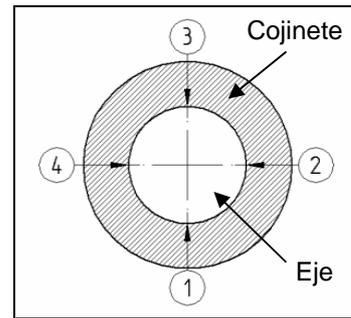


Figura 2. Puntos de medición de temperatura

Los resultados obtenidos para cada una de las mezclas fueron comparados con los resultados obtenidos para el aceite SAE 40 sin aditivos.

## 3. RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los datos de temperatura medidos en el cojinete lubricado con aceite SAE 40/SG.

Aceite SAE 40/SG TERPEL				
Tiempo(min)	Temperatura (°C)			
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
3	25,00	25,00	24,75	25,75
6	27,00	26,25	26,00	27,25
9	28,00	27,75	27,00	28,75
12	28,75	28,75	27,75	29,25
15	29,50	29,50	28,75	30,50
18	30,25	29,75	29,50	31,50
21	31,50	30,75	29,75	32,25
24	32,50	31,50	30,50	33,00
27	33,00	31,50	30,75	34,00
30	33,50	32,35	31,25	34,25

Tabla 1. Mediciones de temperatura para SAE40

La Figura 3 muestra el comportamiento de la temperatura en los puntos de medición al transcurrir el tiempo del experimento con el aceite SAE 40/SG

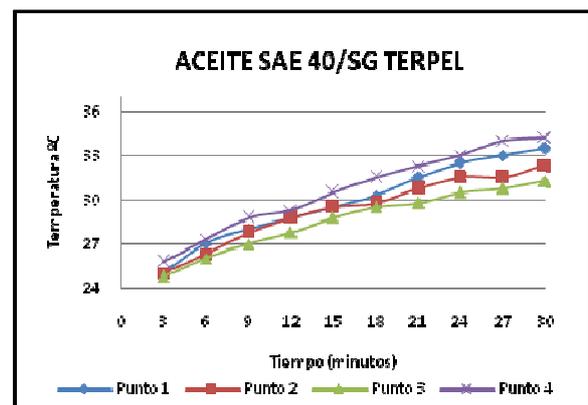


Figura 3. Banco de ensayo de cojinetes de deslizamiento.

En la tabla 2 se muestran los datos de temperatura medidos en el cojinete lubricado con la mezcla de aceite SAE 40/SG con 1% de aceite de ricino

Aceite SAE 40/SG con 1% aceite de ricino				
Temperatura (°C)				
Tiempo(min)	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
3	26,25	27,00	26,50	27,25
6	27,25	28,00	27,00	28,25
9	29,00	29,25	27,75	29,00
12	29,75	29,75	28,50	30,00
15	30,75	31,00	29,50	31,25
18	31,00	31,50	29,50	32,00
21	32,00	31,75	30,50	33,00
24	32,25	32,50	31,00	33,25
27	33,75	33,50	31,50	33,75
30	33,75	33,75	31,50	34,50

Tabla 2. Mediciones de temperatura para SAE40 con 1% de aceite de ricino

La Figura 4 muestra el comportamiento de la temperatura en los puntos de medición al transcurrir el tiempo del experimento con la mezcla de aceite SAE 40/SG con 1% de aceite de ricino.

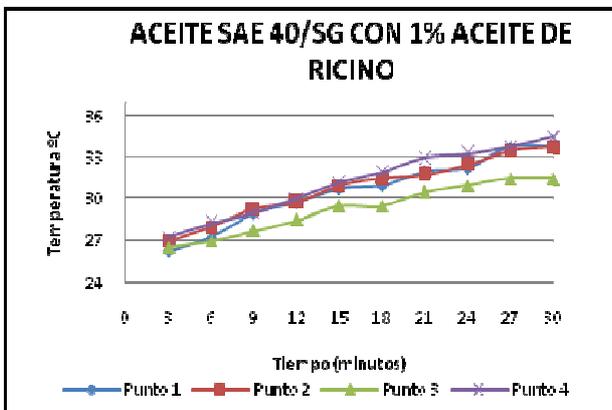


Figura 4. Banco de ensayo de cojinetes de deslizamiento.

En la tabla 3 se muestran los datos de temperatura medidos en el cojinete lubricado con la mezcla de aceite SAE 40/SG con 5% de aceite de ricino.

Aceite SAE 40/SG con 5% aceite de ricino				
Temperatura (°C)				
Tiempo(min)	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
3	25,50	26,50	26,00	25,50
6	27,00	27,50	28,00	26,50
9	30,00	29,00	29,50	28,00
12	31,00	30,00	30,50	29,50
15	31,50	30,00	31,50	31,00
18	32,50	31,00	32,00	31,00
21	33,00	31,50	32,50	32,00
24	33,50	32,00	33,50	33,50
27	34,00	32,50	33,50	33,50
30	34,50	33,00	34,00	34,00

Tabla 3. Mediciones de temperatura para SAE40 con 5% de aceite de ricino

La Figura 5 muestra el comportamiento de la temperatura en los puntos de medición al transcurrir el tiempo del experimento con la mezcla de aceite SAE 40/SG con 5% de aceite de ricino.

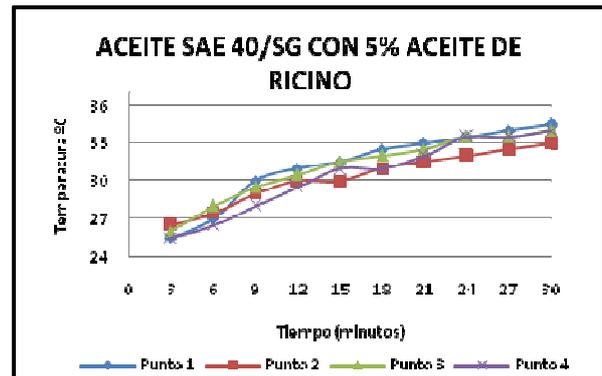


Figura 5. Comportamiento de la temperatura en los puntos de medición 1,2,3 y 4.

En la tabla 4 se muestran los datos de temperatura medidos en el cojinete lubricado con la mezcla de aceite SAE 40/SG con 10% de aceite de ricino.

Aceite SAE 40/SG con 10% aceite de ricino				
Temperatura (°C)				
Tiempo(min)	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
3	26,00	26,50	26,00	26,50
6	27,50	28,00	27,25	27,75
9	28,50	29,00	28,25	28,75
12	29,25	29,75	28,50	29,50
15	30,00	30,50	29,25	30,50
18	31,00	30,50	29,25	31,00
21	31,50	31,75	30,25	32,00
24	33,25	32,25	31,25	32,75
27	33,75	33,00	31,50	33,50
30	34,25	33,75	31,75	34,25

Tabla 4. Mediciones de temperatura para SAE40 con 10% de aceite de ricino

La Figura 6 muestra el comportamiento de la temperatura en los puntos de medición al transcurrir el tiempo del experimento con la mezcla de aceite SAE 40/SG con 10% de aceite de ricino.

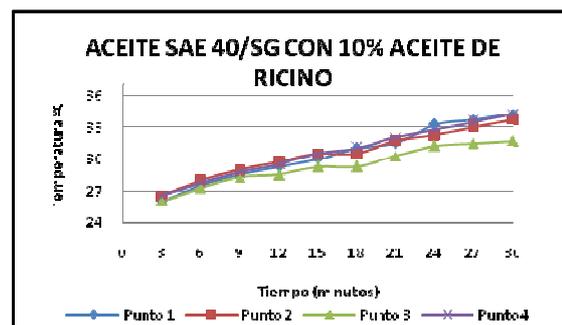


Figura 6. Comportamiento de la temperatura en los puntos de medición 1,2,3 y 4.

En la tabla 5 se muestran los datos de temperatura medidos en el cojinete lubricado con la mezcla de aceite SAE 40/SG con 10% de aceite de ricino.

Aceite SAE 40/SG con 25% aceite de ricino				
Temperatura (°C)				
Tiempo(min)	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
3	26,00	26,50	27,00	26,50
6	27,00	28,00	27,50	28,00
9	27,50	28,50	28,00	28,50
12	29,00	29,50	29,00	29,50
15	30,00	30,50	30,00	31,00
18	31,00	31,00	30,00	31,50
21	32,00	31,50	30,50	32,00
24	33,00	33,00	31,50	32,50
27	33,00	33,50	32,00	34,00
30	33,50	33,50	32,00	34,50

Tabla 5. Mediciones de temperatura para SAE40 con 25% de aceite de ricino

La Figura 7 muestra el comportamiento de la temperatura en los puntos de medición al transcurrir el tiempo del experimento con la mezcla de aceite SAE 40/SG con 25% de aceite de ricino.

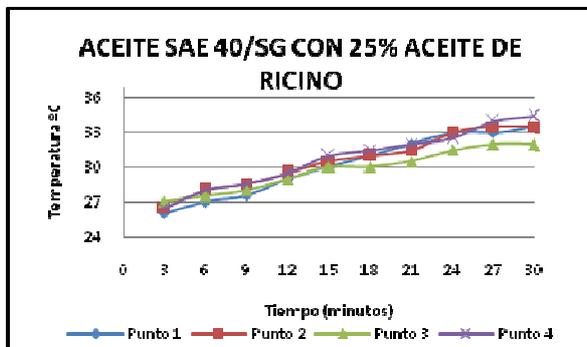


Figura 7. Comportamiento de la temperatura en los puntos de medición 1,2,3 y 4.

### 3.1. COMPARACIÓN ENTRE LAS TEMPERATURAS PROMEDIO, OBTENIDAS PARA LOS PORCENTAJES DE MEZCLA

En la tabla 6 se muestran los valores de temperatura del cojinete para las mezclas con 1,5,10 y 25% de aceite de ricino, obtenidos a partir de un promedio entre las temperaturas obtenidas en los cuatro (4) puntos de medición descritos en la figura 2.

Promedio de temperatura en el cojinete por experimento					
Temperatura (°C)					
Tiempo(min)	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 5
3	25,12	26,75	25,87	26,25	26,50
6	26,62	27,62	27,25	27,62	27,62
9	27,87	28,75	29,12	28,62	28,12
12	28,62	29,50	30,25	29,25	29,25
15	29,56	30,62	31,00	30,06	30,37
18	30,25	31,00	31,62	30,43	30,87
21	31,06	31,81	32,25	31,37	31,50
24	31,87	32,25	33,12	32,37	32,50
27	32,31	33,12	33,37	32,93	33,12
30	32,83	33,37	33,87	33,50	33,37

Tabla 6. Mediciones de temperatura promedio en el cojinete para cada experimento.

La Figura 8 muestra el comportamiento de la temperatura del cojinete para cada uno de los experimento al transcurrir el tiempo de duración del mismo.

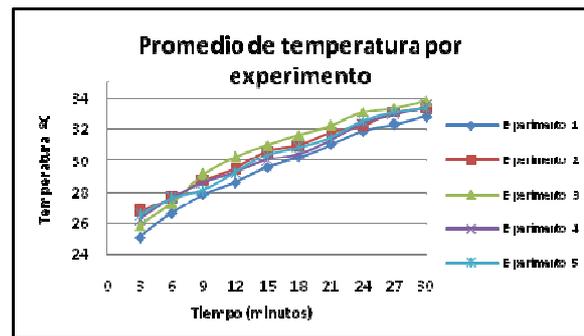


Figura 8. Comportamiento de la temperatura en el cojinete por experimento.

## 4. DISCUSIÓN

Para aplicaciones del aceite de ricino en mezclas lubricantes en motores de combustión, tal como se indica en la literatura [5], a medida que la temperatura sube en el sistema lubricado, el aceite de ricino pierde una molécula de agua y se convierte en un aceite "secante".

El aceite se polimeriza rápidamente a medida que la temperatura sube, lo cual facilita la formación de aceites más pesados ricos en ésteres. Estos ésteres ni siquiera comienzan a descomponerse hasta tanto la temperatura alcanza los 600° [1,2]. El aceite de ricino forma entonces gigantescas estructuras moleculares a éstas elevadas temperaturas, en otras palabras, lo hace a medida que la temperatura sube, por lo tanto el aceite de ricino expuesto a estas temperaturas responde satisfactoriamente, convirtiéndose en un lubricante de alto desempeño.

Para diferentes aplicaciones, el aceite de ricino, por ser ácido graso, forma lubricantes del tipo compuestos [1], los cuales favorecen la adherencia a superficies metálicas protegiendo de manera más eficiente el sistema contra la fricción. Sin embargo, los cambios de temperatura obtenidos en los experimentos considerando 1,5,10 y 25% de adición de aceite de ricino al lubricante SAE40, son muy pequeños entre estas mezclas, pero en todos los casos se presentó un incremento de un (1) grado centígrado aproximadamente, en la temperatura de trabajo del lubricante original.

Lo anterior sugiere, que el aceite de ricino no deberá considerarse como aditivo de motores, cuando el sistema involucre bajas condiciones de revolución, las cuales para un motor puede oscilar en un intervalo promedio de 2500 a 6000 rpm [6]. Ahora bien, debido a que el aceite no alcanza su debida descomposición el aceite podrá fluir más lento ocasionando aumento en la temperatura del contacto propiciado aumento en la oxidación del lubricante utilizado.

## 5. CONCLUSIONES

El estudio permitió determinar el comportamiento, en cuanto a la temperatura de trabajo, de un lubricante

mineral mezclado con diferentes cantidades de aceite de ricino, sometido a una carga radial de trabajo de 562,8 N y una velocidad de rotación de 750 rpm.

Los resultados obtenidos permitieron evidenciar que la menor temperatura de trabajo alcanzada se obtuvo bajo el uso del lubricante SAE40 sin adición de aceite de ricino.

Igualmente, se evidenció que para las condiciones de trabajo, la temperatura medida en cada uno de los puntos de contacto, previamente identificados, aumentó sin importar el porcentaje de aceite de ricino utilizado en la mezcla lubricante

Finalmente, se concluye que, considerando que la mayoría de los motores de combustión revolucionan entre 2500 – 6000 rpm, lo cual genera aumento considerable en la temperatura del lubricante, el uso del aceite de ricino no ofrece protección adicional contra la fricción, cuando es sometido a bajas condiciones de revolución y temperatura, como lo fue en el presente estudio (750 rpm).

## 6. REFERENCIAS

[1] Albarracín A. Pedro, “Tribología y lubricación industrial y automotriz”, LITOCHOA, 2da. Edición, Bucaramanga 1993

[2] Albarracín Pedro, Pinzón Ricardo, “Calculo de energía por menor fricción”, *DYNA*, Vol. 71, 2004 pp. 137-149

[3] Masabumi Masuko, “Influence of lubricant additive and surface texture of the sliding friction characteristics of steel under varying speeds ranging from ultralow to moderate”, *Tribology Transactions*, Vol 48, 2005, pp. 289-298

[4] Un Chia Chen a, Yu Shi Liu a, Chong-Ching Chang A, Jen Fin Lin b, “The effect of the additive concentration in emulsions to the tribological behavior of a cold rolling tube under sliding contact” *Tribology International*, Vol. 35, 2002, pp. 309–320

[5] Rueda Javier, “Lubricantes minerales con aditivos”, *Revista de obras públicas*, 1957, pp. 598-606

[6][http://es.wikipedia.org/wiki/Motor\\_de\\_combusti%C3%B3n\\_interna](http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_de_combusti%C3%B3n_interna)