

# RECICLAJE DEL ACEITE LUBRICANTE QUEMADO POR TRATAMIENTO ACIDO-ARCILLA, PARA SU USO A NIVEL INDUSTRIAL Y EN MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

Julio Ernesto Luján Alvarez  
QUIMICO

Pedro Noriega Ruiz  
Químico. Programa de EDC, Facultad  
de Ciencias Químicas y Farmacia

DOI: <https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.v5i1.451>

Licencia: CC-BY 4.0

## SUMARIO

El presente trabajo abarcó los aspectos siguientes:

- 1.1 Estudio de los fundamentos del reciclaje de aceites lubricantes quemados mediante un tratamiento ácido-arcilla.
- 1.2 Eliminar el agua que contenía el aceite quemado, mediante una destilación simple al vacío.
- 1.3 Reciclaje del aceite lubricante quemado, por medio de tratamiento con ácido sulfúrico al 98 o/o. (1) (2)
- 1.4 Filtración de este aceite, a través de diferentes concentraciones de arcilla (8 o/o, 10 o/o y 12 o/o respecto al volumen de aceite a filtrar). (3)
- 1.5 Determinación de las propiedades fisicoquímicas, tanto del aceite lubricante obtenido después de la destilación, como de los aceites obtenidos después de filtraciones con porcentajes variables de arcilla.
- 1.6 Las determinaciones realizadas fueron: densidad, acidez, viscosidad, cenizas sulfatadas y humedad. (4) (5)
- 1.7 También, se calculó el rendimiento de cada etapa del reciclaje del aceite lubricante quemado.

Este trabajo se realizó con el objeto de determinar si es factible reciclar el aceite lubricante quemado, para ser usado nuevamente a nivel industrial o en motores de combustión interna. Los resultados demostraron, con un 95 o/o de certeza, que hubo mejoría de las propiedades fisicoquímicas después del tratamiento de reciclaje.

A través del análisis estadístico, podemos decir que la mejoría se determinó en mayor grado, cuando se utilizó un 12 o/o de arcilla para filtrar el aceite.

## INTRODUCCION

El uso principal de los aceites lubricantes consiste en disminuir la fricción entre las superficies sólidas de las partes móviles de diferentes mecanismos, motores y máquinas, previniendo por lo tanto, el desgaste de esas partes. (5-8)

En el año de 1901, se dio la primera producción en grande de vehículos de combustión interna, éstos empezaron a usar los primeros lubricantes para motores, luego en el año de 1914 se produjo un combustible nuevo y con ello hicieron su aparición nuevos lubricantes. A partir de 1940 los automóviles se hicieron más modernos, esto llevó a incrementar el consumo de aceites lubricantes y a crearlos más específicos. (9)

En 1930 se vió la importancia de la purificación por ácido sulfúrico, era el único método para eliminar a partir de las

fracciones del petróleo los componentes indeseables (4, 10). Hoy en día las refinerías de petróleo están usando un tipo de purificación, consistente en un tratamiento adsorbente con arcillas naturales posterior a la purificación con ácido sulfúrico (11- 13).

Con fecha 21 de octubre de 1985, el Ministerio de Energía y Minas de Guatemala emitió un decreto ley (14), para establecer la calidad que deben tener los aceites lubricantes, lo cual impedirá el funcionamiento de industrias que no llenen los requisitos mínimos establecidos, en el reciclaje de los aceites lubricantes quemados.

Con el objeto de demostrar la hipótesis de que los aceites lubricantes quemados se pueden reciclar, por medio de un tratamiento ácido-arcilla, para obtener aceites con propiedades fisicoquímicas, similares a los usados en motores de combustión interna a nivel industrial, se estudió el comportamiento que presentan los aceites, después de los distintos tratamientos ácido-arcilla, mediante las propiedades fisicoquímicas.

El tratamiento que se hizo para reciclar estos aceites quemados es de suma importancia, ya que con ello se evitará desecharlo, siendo esto un derroche económico y un peligro ecológico. (15-17).

## MATERIALES Y METODOS

Los reactivos fundamentales con los cuales se llevó a cabo la presente investigación, fueron:

- Acido sulfúrico al 98 o/o, grado industrial<sup>\*1</sup>
- Bentonita, tipo "OCC-V"<sup>\*2</sup>

El equipo usado para las determinaciones fisicoquímicas fue:

- Viscosidad, determinada en un Viscocimetro Universal Saybolt GCA /PRESICION Scientific<sup>\*3</sup>
- Acidez, determinada en un Potenciómetro Fisher - Accumet, modelo 230A<sup>\*4</sup>.
- Cenizas Sulfatadas, determinadas con una Mufla Lindberg Heavy Duty<sup>\*5</sup>.
- Humedad, determinada en un aparato Karl Fisher. <sup>\*4</sup>

\*1 Distribuidora RICHARD

\*2 PROMISA

\*3 Ministerio de Energía y Minas de Guatemala.

\*4 Departamento de Físicoquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

\*5 Departamento de Química General de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.



El procedimiento empleado en esta investigación fue el siguiente:

Se homogenizó el aceite lubricante quemado, recolectado de fuentes diversas, para destilarlo a presión reducida. El siguiente paso fue el tratamiento con ácido sulfúrico al 98 o/o, manteniendo constante todas las variables. (2)

El tratamiento final fue la filtración del aceite lubricante con Bentonita. Este método se realizó de acuerdo a las normas del Instituto Mexicano del Petróleo (3). La cantidad de arcilla usada varió de 8 o/o, 10 y 12 o/o, respecto al volumen de aceite a filtrar.

Los análisis fisicoquímicos realizados al aceite lubricante reciclado fueron:

- Densidad, de acuerdo al método ASTM-D 1298. (17,18)
- Viscosidad, de acuerdo al método ASTM-D 445. (18,19)
- Acidez, de acuerdo al método ASTM-D 664. (18,19)
- Cenizas Sulfatadas, de acuerdo al método B-IP 4/53. (20)
- Humedad, de acuerdo al método de Karl Fisher. (20)

Se analizaron 10 muestras de aceite para cada concentración de arcilla usada para filtrar. El análisis estadístico usado para calificar el método fue la prueba de Hartley de F máxima, con  $\alpha=0.05$ . Si la hipótesis nula de esta prueba se rechaza, se realiza la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, con  $\alpha=0.05$ . (21).

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

TABLA No. 1

Densidades de los aceites lubricantes después de las filtraciones con porcentajes diferentes de arcilla

ALD*	Concentración de Arcilla		
	8 o/o (g/ml)	10 o/o (g/ml)	12 o/o (g/ml)
0.8513	0.8827	0.8675	0.8446
0.8586	0.8907	0.8727	0.8529
0.8626	0.8915	0.8650	0.8513
0.8501	0.8896	0.8709	0.8488
0.8577	0.8844	0.8718	0.8402
0.8601	0.8876	0.8600	0.8526
0.8497	0.8878	0.8765	0.8476

\* Aceite lubricante quemado después de ser destilado.

+ Todos los análisis fueron calculados a una temperatura de 23.5°C.

De acuerdo a la Tabla No. 1, la precisión en las determinaciones de la densidad se mantuvo constante. Podemos afirmar, con un 95 o/o de certeza, que la densidad del aceite reciclado exhibe una correlación descendente conforme se aumenta el porcentaje de arcilla.

En un aceite quemado, la densidad aumenta debido al alto contenido de agua, a las resinas residuales y a los productos olefínicos y nafténicos que posee. El tratamiento con ácido sulfúrico al 98 o/o elimina eficazmente esas impurezas, excepto el agua. En el posterior tratamiento, la arcilla absorbe el agua.

TABLA No. 2

Acidez de los aceites lubricantes después de las filtraciones con concentraciones diferentes de arcilla

ALD* (pH)	Concentraciones de arcilla		
	8o/o (pH)	10o/o (pH)	12o/o (pH)
4.32	1.75	1.98	3.99
4.46	1.55	2.36	4.56
4.47	1.29	2.55	4.26
4.47	1.45	2.26	3.87
4.39	1.46	2.49	4.39
4.41	1.70	1.96	4.55
4.30	1.71	2.08	4.45
4.50	1.24	2.11	4.44
4.37	1.19	2.60	4.26
4.48	1.27	2.40	4.32

\* Aceite lubricante quemado después de la destilación.

Esta tabla muestra que la acidez disminuye significativamente —  $\alpha = 0.05$  — conforme aumenta el porcentaje de arcilla. La acidez obtenida después de las distintas filtraciones con arcilla, denota un notable ascenso de la que se obtiene en el aceite lubricante quemado después de ser destilado.

El aceite lubricante quemado es ácido debido a la oxidación que sufren sus componentes. El tratamiento con ácido sulfúrico incrementa la acidez, ya que se forman ácidos orgánicos e inorgánicos. La arcilla, debido a su red cristalina, absorbe únicamente los ácidos solubles en agua.

TABLA No. 3

Viscosidades de los aceites lubricantes a partir de las filtraciones con porcentajes variables de arcilla

ALD*(cst)	Concentraciones de Arcilla		
	8o/o(cSt)	10o/o(cSt)	12o/o(cSt)
7.25	8.60	10.50	11.00
6.80	8.45	10.55	11.60
7.25	8.40	10.30	11.25
6.75	8.60	10.45	11.25
6.80	8.65	10.50	11.25
6.80	8.30	10.60	11.50
7.40	8.45	10.55	11.50
7.20	8.65	10.35	11.50
7.50	8.70	10.50	11.50
7.60	8.75	10.35	11.50

\* Aceite lubricante quemado luego de ser destilado.

+ cSt: centiStokes, viscosidad cinemática.

H Todos los análisis fueron calculados a temperatura de 100°C.

La viscosidad de un aceite lubricante quemado es baja, debido al deterioro que sufre por oxidación y a la disolución con combustible y agua. El tratamiento con ácido sulfúrico disminuye aún más la viscosidad, ya que elimina barros ácidos y resinas, de peso molecular elevado. Sin embargo, la viscosidad se ve aumentada significativamente —  $\alpha = 0.05$  — conforme se aumenta la concentración de arcilla. La Bentonita elimina agua por absorción, logrando disminuir la disolución del aceite.

**TABLA No. 4**

**Porcentaje de Cenizas Sulfatadas después de las filtraciones con diferentes concentraciones de arcilla**

ALD*(o/o)	Concentraciones de arcilla		
	8o/o (o/o)	10o/o (o/o)	12o/o (o/o)
1.6613	1.6172	1.3421	1.0280
1.6180	1.6100	1.3802	1.0091
1.6298	1.6129	1.3512	1.1271
1.6202	1.6144	1.3500	0.9871
1.6237	1.6096	1.3489	0.9909
1.6173	1.6088	1.3511	1.0370
1.6212	1.6112	1.3509	1.0620
1.6301	1.6110	1.3467	1.0225
1.6222	1.6090	1.3481	1.0269
1.6234	1.6129	1.3433	1.0271

\* Aceite lubricante quemado después de ser destilado.

De acuerdo a la Tabla No. 4, podemos afirmar estadísticamente, con un 95 o/o de certeza, que existe un menor contenido de cenizas sulfatadas a medida que se aumenta la concentración de arcilla.

En el aceite lubricante quemado, el contenido de estas cenizas es alto, debido al desgaste del motor y de los aditivos presentes. Este aceite, al ser tratado con ácido sulfúrico aumenta su contenido en metales, logrando eliminar cierta cantidad de ellos, por sedimentación. De acuerdo a sus componentes químicos, la bentonita asegura una retención fisicoquímica de los metales, en su red cristalina.

**TABLA No. 5**

**Humedad de los aceites lubricantes después de las filtraciones con concentraciones diferentes de arcilla**

ALD*(o/o)	Concentraciones de arcilla		
	8o/o (o/o)	10o/o (o/o)	12o/o (o/o)
2.43	1.65	0.95	0.09
2.48	1.62	0.90	0.10
2.54	1.66	0.88	0.09
2.46	1.64	0.89	0.12
2.46	1.64	0.92	0.10
2.44	1.65	0.89	0.11
2.50	1.63	0.90	0.11
2.51	1.64	0.90	0.13
2.49	1.66	0.91	0.10
2.50	1.65	0.90	0.10

\* Aceite lubricante quemado después de ser destilado.  
+ Título de Karl Fisher: 1.7715 mg/ml.

El contenido de agua presente en un aceite lubricante quemado es debido a la combustión en el motor, la cual se redujo al destilarse el aceite. Con el tratamiento ácido se vuelve a incrementar, pues es el producto secundario de la reacción de los componentes del aceite con el ácido sulfúrico.

El tratamiento con arcilla disminuye significativamente —  $\alpha = 0.05$  — el contenido de agua conforme se aumenta la concentración. La Bentonita es un buen absorbente polar cuya estructura permite la absorción del agua.

El rendimiento global del tratamiento ácido-arcilla del aceite lubricante quemado dio un valor medio de 68.44 o/o. Este proceso dio buen rendimiento, ya que los reactivos usados son de bajo costo y de fácil obtención, resultando ser económicamente rentable.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al análisis estadístico, podemos afirmar con un 95 o/o de certeza, que el aceite lubricante quemado mejora sus propiedades fisicoquímicas conforme se aumenta la concentración de arcilla para filtrarlo.

La mejor secuencia obtenida para reciclar un aceite lubricante quemado fue la siguiente: 1o.) destilación simple al vacío; 2o.) tratamiento con ácido sulfúrico al 98 o/o y 3o.) filtración con arcilla, a una concentración del 12 o/o con respecto al volumen de aceite a filtrar. El aceite lubricante reciclado presentó las siguientes características generales: menor densidad, menor acidez, mayor viscosidad, menor contenido de cenizas sulfatadas y casi nada de agua.

Se recomienda que en la etapa posterior al tratamiento ácido-arcilla sean especialmente mejoradas, con aditivos, a la viscosidad y la acidez. Con el fin de obtener un aceite lubricante en condiciones de ser clasificado para el uso en vehículos automotores, de acuerdo a las normas vigentes.

## 6. AGRADECIMIENTOS

A la Escuela de Química

Al Ministerio de Energía y Minas

## 7. REFERENCIAS

1. Bogomolov AI. et al, Química del Petróleo y del Gas. Steinberg K.G, trad. URSS. "Mir", 1984. 408p.
2. Luján JE., Reciclaje del Aceite Lubricante Quemado de Vehículos Automotores, por Tratamiento Acido-Base. Guatemala: Universidad de San Carlos, (Examen General de Integración, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia), 1985. 56p.
3. Instituto Mexicano del Petróleo, Proceso Relub. México, D.F. IMP, Doc. Tec., 1984. 4p.
4. ESSO, Prodotti Petroliferi, Provedi Laboratorio e loro Significato. Italy: Exxon. 1971. 122p.
5. Asseff, PA., Análisis de Aceite Usado —Su significado. Grupo Técnico de Traducción de ESSO Inter-América, trad. USA: Exxon Company, Doc. Tec., 1975. 9p.
6. Nelson, WL, Petroleum Refinery Engineering. New York: Mc Graw Hill, 1949. 760p.
7. Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF), Lubricantes y Lubricación. Buenos Aires: Departamento de Servicio Técnico Doc. Téc., 1984. 18p.
8. Ruf, HI., Breve Tecnología del Petróleo. Pérez JA, trad. Madrid: Tecnos, 1957. 318p.
9. Talbot, A., Man's Physical Universe. New York: The MacMillan Company, 1943. XV + 832p.
10. Astle, MJ., Petroquímica. Badin, PA, trad. Buenos Aires: Kapelusz, S.A., 1962. x + 310p.
11. The Institute of Petroleum, Moderna Tecnología del Petróleo. Mora L., García A., trads. Barcelona: Reverte, S.A., 1963. 734p.
12. Mason B., Principios de Geoquímica. Candel Vila R., trad. Barcelona: Omega, S.A., (p. 169-203).
13. Wuinther P., El Petróleo, Refino y Tratamiento Químico. Tomo I. Alzala M. y colaboradores, trads. Madrid: CEPESA, S.A., 1971. XVI + 940p.
14. Tipografía Nacional, Ministerio de Energía y Minas. Diario de Centro América. Guatemala. 1985. 39: 855-860p.
15. American Petroleum Institute, Know Your Motor Oil, Fifth ed. USA: Marketing Department, Doc. Tec., 1967. 19p.
16. ESSO, Control de Calidad, su Aplicación a Productos del Petróleo. Grupo Técnico de Traducción de ESSO Interamericana, trad. USA: Exxon Company. 1980. VI + 82p.
17. TEXACO, Lubricating Oil and Grease Digest. USA: Texaco Inc., 1982. 107p.
18. American Society for Testing and Materials, ASTM Standard. Part 17. Baltimore, USA: ASTM, 1968. XXV + 1144p.
19. American Society for Testing and Materials, ASTM Standard. Part 18. Baltimore, USA: ASTM, 1968. XXV + 974p.
20. ESSO, Patrones de Calidad para los Aceites de los Automotores Grupo Técnico de Traducción de ESSO Interamericana, trad. USA: Exxon Company, Doc. Tec., 1984. 8p.
21. Ott L. An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis. USA: Duxburg. 1977.

Copyright (c) 1987 Julio Ernesto Lujan Alvarez y Pedro Noriega Ruiz



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)