



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores

ZARAGOZA

**REGENERACIÓN DE ACEITES
AUTOMOTRICES USADOS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A

DULCE HAYDEE MENDOZA MOLINA

MÉXICO, D.F.

2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO POR LA JEFATURA DE LA CARRERA:

PRESIDENTE: I.Q. EDUARDO LOYO ARNAUD
VOCAL: M. en I. CRESENCIANO ECHAVARRIETA
SECRETARIO: ALBITER
SUPLENTE: I.Q. RAUL RAMÓN MORA HERNÁNDEZ
SUPLENTE: I.Q. JOSÉ ANTONIO ZAMORA PLATA
SUPLENTE: I.Q. ALEJANDRO JUVENAL GUZMÁN GÓMEZ

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

S U S T E N T A N T E

D I R E C T O R D E T E S I S

DULCE HAYDEE MENDOZA MOLINA

M. en I. CRESENCIANO
ECHAVARRIETA ALBITER

A mis padres y a todo ese
apoyo incondicional que
siempre me brindaron.

A mis hermanos, en especial
a mi hermana por soportar
mis buenos y malos ratos.

A Beto y a todos sus
consejos y ánimos.

A todos los que creyeron en
mí.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme ser parte de esta gran Institución y en especial a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por darme la oportunidad de ser su alumno y haber crecido como persona.

A todos los profesores que en su momento me compartieron sus conocimientos y experiencias dentro y fuera del salón de clases.

Al *Profe Chanito* por haber aceptado ayudarme en la realización de este trabajo y por todas sus palabras que me guiaron tanto en lo profesional como en mi vida personal, por sus consejos y por todo su tiempo invertido en mi, mil gracias.

Y de manera muy especial a mis padres, que sin ellos no hubiera logrado esto. Gracias por su apoyo, desvelos, tiempo y todo ese cariño que me motivó y me mantuvo en el camino hasta llegar al final.

ÍNDICE GENERAL:

	PÁGINA
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2 GENERALIDADES	4
2.1 Definición de aceite usado	5
2.2 Composición de los aceites usados y principales contaminantes	7
2.2.1 Composición química	7
2.2.2 Características físicas	9
2.3 Principales fuentes generadoras de aceites usados	10
CAPÍTULO 3 IMPACTO SOBRE LA SALUD Y MEDIO AMBIENTE	11
3.1 El aceite usado como desecho peligroso para la salud	12
3.2 Daños ocasionados al medio ambiente debido a los aceites usados	14
3.3 Manejo adecuado del aceite usado	15
CAPÍTULO 4 PANORAMA MUNDIAL Y NACIONAL CON RESPECTO AL USO DE ACEITES DE DESECHO	17
4.1 Producción mundial y nacional de aceites usados	18
4.1.1 Principales productores de aceite usado en el Mundo	18
4.1.2 Producción de aceite usado en México	21
4.2 Usos dados al aceite regenerado	22
4.3 Programas ambientales existentes para su manejo y tratamiento	23
CAPÍTULO 5 PROCESOS DE TRATAMIENTO DE ACEITES AUTOMOTRICES USADOS	27
5.1 Alternativas de Gestión para aceites usados: reutilización, regeneración, valorización energética o destrucción	28
5.2 Tratamientos existentes de acuerdo a la valorización del aceite usado	30
A Tratamientos con arcillas	31
A.1 Uso de arcillas para la purificación de aceites usados	31
A.2 Proceso Ácido-arcilla	33
A.3 Proceso Clarificación con propano	35
B Tratamientos con destilación	36
B.1 Proceso Recyclon	36
B.2 Proceso KTI	37
	37

B.3Proceso PROP (Phils Re-refinelpd Oil Process)

ÍNDICE GENERAL:

(CONTINUACIÓN)

	PÁGINA
C Tratamiento combinado (Ácido-arcilla-destilación)	38
C.1 Proceso Luwa	38
5.3 Patentes registradas	39
5.3.1 Patentes en México	40
5.3.2 Patentes en Estados Unidos	42
5.3.3 Patentes en España	44
5.3.4 Patentes en Japón	48
5.3.5 Patentes en China	50
5.4 Uso de membranas en la regeneración de aceites usados	51
5.4.1 Membranas simétricas	52
5.4.2 Membranas anisotrópicas	53
5.4.3 Membranas cerámicas, metálicas y líquidas	54
5.5 Patentes con uso de membranas en la regeneración de aceites usados	56
5.6 Destino final del aceite	59
CAPÍTULO 6 PROCESOS DE TRATAMIENTO DE ACEITES USADOS APLICABLES EN MÉXICO	61
6.1 Principales centros de acopio de aceites usados en México	62
6.2 Tratamiento aplicable en el país de acuerdo a normatividades	64
6.2.1 Análisis de los tratamientos recomendados para la regeneración de aceites usados	66
6.3 Alternativas propuestas	68
6.4 Impacto y mejora ambiental	72
CAPÍTULO 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
REFERENCIAS	78
ANEXOS	82

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. INTRODUCCION

Los aceites son una variedad de mezclas líquidas obtenidas durante el proceso de refinación del petróleo crudo, que pueden ser empleados tanto en el sector industrial como automovilístico. Dentro de los aceites industriales se encuentran por ejemplo, los utilizados en motores de máquinas, turbinas o transformadores eléctricos. Los aceites de tipo automovilístico son elaborados para trabajar en motores a diesel o gasolina, transmisión manual o automática, sistema de dirección, etc.

La característica primaria de un aceite es ofrecer lubricación entre partes metálicas que se encuentran en contacto, para mejorar sus propiedades y rendimiento es necesario que sea acompañado de aditivos, los cuales cumplen distintas funciones como agentes de antidesgaste, antioxidante y aquellos que ayudan en el mejoramiento del índice de viscosidad, entre otros.

La mezcla de dos o más aceites y aditivos es conocida como aceite lubricante, una vez que este ha cumplido su función es necesario reemplazarlo, teniendo como desecho un aceite usado, contaminado y altamente tóxico. El destino del aceite usado es variado, se puede utilizar como combustible alternativo para hornos de cemento y ladrilleras, someterlo a un proceso de regeneración y así obtener un aceite base para la creación de un lubricante nuevo o en el peor de los casos y el más preocupante, ser arrojado de manera irracional al agua o suelo perjudicando severamente el medio ambiente y la salud de los seres vivos.

La importancia sobre los daños ocasionados por el mal manejo y disposición de los aceites usados ha llevado a que diversos países como España, Estados Unidos o China, lleven a cabo acciones que van desde su correcta manipulación hasta procesos de regeneración que permitan obtener un nuevo producto y a la vez evitar la contaminación por este desecho.

El Instituto Nacional de Ecología reporta que la principal generación de aceite usado corresponde a los lubricantes para motores automotrices. El parque vehicular en México es de 32 338 820 unidades en circulación según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2010), donde cada una de ellas demanda aproximadamente 4 litros de aceite nuevo cada tres meses o 10 000 km, lo que ocurra primero, produciendo cerca de 129 355 280 litros de aceite contaminado.

Aunque por parte del Gobierno, hoy en día existen programas de recolección de aceites automotrices usados, como el “Plan de manejo de aceites lubricantes automotrices usados y envases de aceites”, el tema no ha tomado tanta importancia pues la población aun no está informada de los daños que provocan y las alternativas que existen para utilizarlo como materia prima de lubricantes.

El problema de la cantidad de aceite usado que se genera reside en: ¿qué hacer con este desecho?, es por ello que en este trabajo se pretende realizar un estudio que amplíe el conocimiento del tema con el fin de valorizarlos y darles un manejo integral y ambiental adecuado, dando a conocer algunos de los métodos y/o procesos de tratamientos existentes para su regeneración. Para ello, se definen los siguientes objetivos:

Objetivo General:

- Identificar los procesos existentes para tratar aceite automotriz usado y obtener un aceite con las características similares a un aceite virgen o de primer refino, así como determinar un uso a este nuevo producto.

Objetivos particulares:

- Definir las características físicas y químicas de un aceite automotriz usado.
- Investigar los procesos de tratamiento de aceites automotrices usados.
- Seleccionar el proceso y uso final idóneos para cada tipo de aceite usado.

CAPÍTULO 2
GENERALIDADES

CAPITULO 2 GENERALIDADES

2.1 Definición de aceite usado

Los aceites gastados o usados son sustancias en estado líquido clasificados como residuos peligrosos según el Art. 31 sección I de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos y la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993 [1].

El aceite usado es el residuo que genera la utilización de aceites lubricantes para automoción. Los aceites usados son una mezcla de hidrocarburos procedentes del petróleo con restos de los aditivos que se les añadieron para realizar la función de lubricación, así como agua, disolventes y otros contaminantes adquiridos durante su utilización [2]. Las características promedio de aceites automotrices vírgenes se pueden ver en la tabla 1.

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE ACEITES AUTOMOTRICES VÍRGENES

PROPIEDAD FÍSICA O QUÍMICA	
Estado físico	Líquido
Densidad relativa (agua=1)	0.88
Índice de viscosidad (aceite=40 y 100°C)	90
Solubilidad en agua	Insoluble
Densidad de vapor (aire=1)	>1
Presión de vapor	<0.5 Pa a 20°C
Punto de inflamación	220°C

Fuente: Hoja de Seguridad de Materiales (www.quakerstate.com), Aceites Mobil. (www.mobil.com)

Los aditivos están presentes en el aceite en un promedio del 15% al 25%, su función es reforzar las propiedades de un lubricante, mejorar su rendimiento y ofrecer protección al sistema donde se encuentran, algunos ejemplos de éstos son los presentados en la siguiente tabla:

TABLA 2. TIPOS DE ADITIVOS PRESENTES EN EL ACEITE AUTOMOTRIZ

ADITIVO	FUNCIÓN
Que mejoran el índice de viscosidad	Permite que el aceite se mantenga lo suficientemente fluido en frío y que mantenga su viscosidad en caliente.
Antidesgaste	Forman una capa protectora en las superficies metálicas que lubrica, evitando el contacto entre estas.
Antioxidante	Suprime o disminuye los fenómenos de oxidación del lubricante. Contribuyendo al espaciado del cambio de aceite para un mejor desempeño a altas temperaturas.
Detergente	Su función es principalmente en el interior de los motores donde impiden que los residuos carbonosos de la combustión, o componentes oxidados, formen depósitos o capas sobre las superficies metálicas.
Dispersante	Mantienen en suspensión todas las impurezas sólidas formadas durante el funcionamiento del motor como hollín o depósitos que han sido limpiados por los detergentes.
Anticorrosivo	Impide el ataque a los metales ferrosos, debido a la acción conjugada del agua, oxígeno, aire y óxidos formados durante la combustión, formando una capa protectora en la superficie del metal.
Anticongelante	Permite al lubricante mantener una buena fluidez a bajas temperaturas: - 15°C a - 45°C.
Antiespuma	Reduce la dispersión de un gran volumen de aire en el aceite, proveniente principalmente de la espuma que generan los aditivos detergentes.

Fuente: www.lubricantes.elf.com

Durante el uso normal del aceite, puede mezclarse con éstas impurezas tales como tierra, partículas de metal, agua, y productos químicos que afecten a la larga el rendimiento de dicho aceite que tarde o temprano debe ser reemplazado con aceite virgen.

Por tanto se considera aceite usado a todo aceite lubricante de motor, transmisión o hidráulico con base mineral o sintética que por efectos de su utilización, se haya vuelto inadecuado para su uso asignado inicialmente.

En Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) considera que para satisfacer la definición de aceite usado, éste debe cumplir con los siguientes tres criterios:

- **Origen.** El aceite usado debe haber sido refinado a partir de petróleo crudo o haber sido fabricado con materiales sintéticos. Los aceites de origen vegetal o animal están excluidos de la definición de aceite usado de la EPA al no ser productos del petróleo.
- **Uso.** Los aceites utilizados como lubricantes, líquidos hidráulicos, fluidos para la transferencia de calor, medios de flotación y en otros propósitos similares se consideran como aceites usados. El aceite que se encuentra depositado en el fondo de tanques de almacenamiento de combustible virgen o el combustible virgen recuperado en un derrame, no satisfacen la definición de "aceite usado". La definición también excluye a los productos que funcionan como agentes limpiadores y los que han sido utilizados sólo por sus propiedades de disolvente, así como ciertos derivados del petróleo tales como anticongelantes y queroseno.
- **Contaminantes.** El aceite será contaminado como resultado de su uso. Este aspecto incluye residuos y contaminantes generados por el manejo, almacenamiento y procesamiento del aceite. Los contaminantes físicos incluyen partículas de metal o suciedad. Los contaminantes químicos incluyen disolventes, halógenos o agua salada.

2.2 Composición de los aceites usados y principales contaminantes

2.2.1 Composición química

Los aceites lubricantes usados adquieren concentraciones elevadas de metales pesados como plomo, cadmio, cromo, arsénico y zinc. El origen de estos metales es

principalmente el desgaste del motor o maquinaria que lubricó. Otra fuente de metales es debida al contacto con combustibles, como es el caso de la presencia de plomo proveniente de la degradación del tetraetilo de plomo, aditivo antidetonante de las naftas, aunque este por su alta toxicidad para los seres vivos está siendo sustituido por otras sustancias como el metil terbutil éter.

Con frecuencia también se encuentran disolventes clorados tales como tricloroetano, tricloroetileno y percloroetileno, provenientes del proceso de refinación del petróleo y de la reacción del aceite con compuestos halogenados de los aditivos.

En la Tabla 3 se presenta un ejemplo de la composición de contaminantes presentes en un aceite lubricante usado:

TABLA 3. PRINCIPALES CONTAMINANTES DE UN ACEITE LUBRICANTE USADO [3]

CONTAMINANTE	CONCENTRACIÓN (ppm)
Cadmio	1.2-2 máximo
Cromo	1.8-10 máximo
Plomo	100
Arsénico	5
Zinc	640
Cloro	900

Fuente: Instituto Nacional de Ecología. Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana para el manejo de los aceites lubricantes Usados.

Los aceites lubricantes sufren una descomposición luego de cumplir con su ciclo de operación, después del uso de un aceite queda hollín en el interior, éste es una parte de hidrocarburo parcialmente quemado que existe como partícula individual en el aceite, los tamaños de estas partículas varían de 0.5 a 1.0 micras y generalmente se encuentran muy dispersas por lo cual es muy difícil filtrarlas.

La descomposición de los aceites de motor se debe especialmente a una reacción de oxidación, ésta se inicia hasta que pasa un cierto periodo de inducción el cual corresponde al intervalo necesario para la formación de peróxidos, que actúan como catalizadores, durante éste periodo la oxidación del aceite es muy débil. En el motor la oxidación se produce de forma muy rápida, en particular por la elevada temperatura que alcanzan las piezas próximas a la cámara de combustión.

Los aceites pueden ser parafínicos o nafténicos, los aceites parafínicos tienen un contenido relativamente alto de alcanos, además de poseer buena estabilidad reflejado en

un alto índice de viscosidad a cambios de temperatura. Los aceites nafténicos, muestran pocas características aceptables en el comportamiento de la viscosidad con respecto, a la temperatura; es decir presentan un índice de viscosidad bajo.

2.2.2 Características físicas

Los aceites usados se clasifican según sus características físicas, ya que son las más fáciles de medir; las características evaluadas son las siguientes:

- Color

El color de la luz que atraviesa los aceites lubricantes varia de negro (opaco) a transparente (claro). Las variaciones en el color de los aceites lubricantes resulta de: diferencias en los petróleos crudos, viscosidad, el método y grado de tratamiento durante la refinación, y la cantidad y naturaleza de los aditivos usados.

- Punto de fluidez

Éste punto es la temperatura más baja a la cual fluirá el aceite cuando es enfriado, la mayoría de los aceites contienen ceras disueltas, cuando el aceite comienza a enfriarse las ceras se empiezan a separar en cristales que se interconectan para formar una estructura rígida, reduciendo la habilidad del aceite a fluir libremente. El punto de fluidez debe estar al menos 200° F debajo de la temperatura a la que se realiza el encendido.

- Cenizas sulfatadas

Son el residuo no combustible de un aceite usado que ocasionan depósitos de cenizas. Los detergentes y el difosfato de zinc son las fuentes más comunes de éstas.

- Viscosidad

La viscosidad es un factor fundamental para: la formación de películas lubricantes, afecta la generación de calor y el enfriamiento de cilindros, engranes y cojinetes. La viscosidad rige el efecto sellante del aceite, la tasa de consumo del aceite y determina la facilidad con la cual la maquinaria se enciende en condiciones de frío. Esta propiedad en los aceites usados es medida basada en la norma ASTM D88, la cual establece procedimientos empíricos para determinar su valor en temperaturas entre 21 a 99°C.

2.3 Principales fuentes generadoras de aceites usados

Un generador de aceite usado es aquella persona o aquel establecimiento cuyas acciones o procesos generan aceite usado. Dichas acciones o procesos, a su vez, causan que el aceite usado quede sujeto a regulaciones locales.

Los aceites lubricantes son productos de uso masivo, siendo consumido además por el sector industrial y las empresas de servicios, principalmente por empresas de transporte. Los puntos de generación, así como los actores involucrados son muy diversos, destacándose en orden de relevancia por el volumen de generación las estaciones de servicio y talleres de mantenimiento de vehículos, seguidos por las plantas industriales.

Un porcentaje menor es generado por el cambio de aceite realizado por el propio usuario. En el caso de los vehículos se estima una vida útil del aceite lubricante equivalente a los 10 000 km. El parque automotriz genera alrededor del 65% del total de aceite usado generado, mientras que el restante 35% es de origen industrial [4].

Se reporta que en México cada año se generan más de 325 millones de litros de aceites automotrices usados [5], principalmente en los talleres mecánicos locales, donde se llevan a cabo cambios de aceites de motores de autos.

Otra fuente generadora de aceites usados son las refinerías y procesadoras, en las cuales se implementan métodos para eliminar impurezas de este desecho que ellas mismas producen de forma que pueda ser quemado para volver a usarlo o recuperar energía, por ejemplo los hornos queman el aceite usado en calderas, hornos industriales o incineradores de desechos peligrosos.

Aunque el presente trabajo está enfocado a aceites usados de tipo automotriz, cabe mencionar que dentro de las fuentes generadoras de aceite usado, se encuentran los transformadores eléctricos, en los cuales se produce un aceite altamente contaminante y peligroso para la salud debido al contenido de Bifenilos policlorados y ascarenos, hidrocarburos de gran toxicidad por lo que en lugares como Europa y Estado Unidos están prohibidos desde 1976.

CAPÍTULO 3
IMPACTO SOBRE LA SALUD Y MEDIO AMBIENTE

CAPITULO 3 IMPACTO SOBRE LA SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Todo residuo o desecho que pueda causar daño a la salud o al medio ambiente es considerado como un residuo peligroso, es por ello que la OMS (Organización Mundial de la Salud) ha llegado a clasificar a los lubricantes usados de autos como residuos peligrosos, por sus características venenosas y biológico infecciosas, debido a que los lubricantes contienen una serie de hidrocarburos no degradables biológicamente, elementos tóxicos como cadmio, plomo y compuestos del cloro.

El aceite usado es peligroso debido a:

- Su alta toxicidad
- Su baja biodegradabilidad
- Su acumulación en seres vivos, causando graves problemas en la salud
- La emisión de gases peligrosos a la atmósfera
- Su degradación química

3.1 El aceite usado como desecho peligroso para la salud

De la combustión inadecuada de un aceite usado, se desprenden diversos compuestos, entre ellos compuestos aromáticos como el benceno y tolueno, al igual que cloro, níquel, plomo y cadmio, estos compuestos actúan sobre los tejidos y órganos del cuerpo humano causando serios daños a la salud, desde pequeñas afectaciones sobre el sistema respiratorio hasta cáncer en los distintos órganos [6].

Cuando los aceites usados que contienen compuestos clorados se usan como combustible, se generan dioxinas y furanos, siendo ambos muy tóxicos, térmicamente estables hasta una temperatura de 600°C, liposolubles y poco solubles en agua lo que los hace muy estables y persistentes al medio. Las principales afectaciones a la salud humana generada por la exposición a dioxinas y furanos, se manifiesta a nivel de la piel presentando acné, hiperpigmentación, hipoqueratosis (engrosamiento de la piel) y a nivel de sistema nervioso presenta neuropatías (pérdida de sensibilidad e incapacidad para mover los músculos), disfunciones sexuales e inflamación de los nervios.

Otro problema lo crea el plomo presente en el aceite usado en una concentración que oscila del 1 al 1.5% en peso. Cuando el plomo es emitido al aire perjudica la salud de los seres humanos, éste es el más volátil de los componentes metálicos que forman las cenizas de los aceites usados. En los hornos utilizados por ejemplo para la fabricación de cemento, cal y ladrillos, se usa como combustible el aceite usado por lo que al ser quemado todo el plomo es emitido por las chimeneas de cada horno [7].

La contaminación de los alimentos debido a aceites usados, ocurre cuando el aceite es absorbido por el suelo, y daña tanto la vegetación del lugar como a los animales que de él se alimentan, los animales de consumo humano como vacas o borregos llegan a ingerirlo y de esta forma encadenada dañar la salud del hombre.

A estas dificultades debemos añadir los riesgos que implican las sustancias tóxicas contenidas en los aceites usados, vertidos en el agua que pueden ser ingeridas por el hombre o los animales. Dichas sustancias tóxicas provienen de los aditivos añadidos al aceite y engloban diversos grupos de compuestos tales como: fenoles, aminas aromáticas, terpenos fosfatados y sulfonados di-alquil-ditiofosfato de zinc, detergentes, poli-isobutilenos, poliésteres, que durante el uso del aceite a temperaturas elevadas forman peróxidos intermedios que son muy tóxicos.

Algunos efectos que causan los componentes del aceite usado son los siguientes:

Los gases que contienen aldehidos, cetonas, compuestos aromáticos y CO₂ son irritantes y actúan sobre el tejido respiratorio superior, provocando ahogos, asma, bronquitis, efectos mutantes y cáncer.

Los elementos como cloro, dióxido de nitrógeno, antimonio, cromo, níquel, cadmio, manganeso y cobre provocan irritaciones en el tejido respiratorio superior y tejido pulmonar. Otros elementos como el monóxido de carbono, disolventes halogenados y el ácido sulfhídrico producen efectos asfixiantes, impiden el transporte de oxígeno y por tanto la respiración de la célula.

Los disolventes halogenados tienen efectos anestésicos y narcóticos que se acumulan en el hígado con posibles efectos cancerígenos. Compuestos aromáticos como tolueno o benceno pueden llegar a provocar leucemias y otros hidrocarburos más ligeros se acumulan en la sangre produciendo parálisis [8].

3.2 Daños ocasionados al medio ambiente debido a los aceites usados

Los aceites lubricantes automotrices usados mal manejados afectan al medio ambiente en diversas formas y en consecuencia llegan a dañar nuestra salud; por ejemplo un litro de aceite usado puede contaminar un millón de litros de agua, dañando así la agricultura, la fauna, la flora, al ser humano y plantas de tratamiento de aguas residuales.

Si un aceite usado es arrojado al drenaje puede llegar a ríos, lagos o mares, donde puede dañar la vida de los animales y las plantas que viven ahí, además de ocasionar un problema con las coladeras, pues debido a la densidad y a los contaminantes presentes en el aceite éstas llegan a taparse. Al no mezclarse con el agua y mantenerse en la superficie, los aceites usados bloquean los rayos solares y el paso del oxígeno afectando la vida acuática y sus procesos vitales.

Los hidrocarburos saturados (parafinas) que contiene el aceite usado no son degradables biológicamente, recubren las tierras de una película impermeable que destruye el humus vegetal y, por tanto, la fertilidad del suelo [9].

En el mundo han hecho su aparición en los últimos años, nuevos procesos y tecnologías que permiten la reutilización o reciclaje de este tipo de residuos peligrosos, transformándolos en sustancias susceptibles de ser utilizadas o aprovechadas ya sea como materia prima o como energéticos. Un ejemplo de ello es el aprovechamiento del aceite usado como combustible en hornos de fabricación de cemento [10].

Por desconocimiento de procedimientos técnicos para su adaptación, por ausencia de normatividad sobre su reutilización industrial o por la carencia de estándares de consumo en calderas, hornos y secadores, se presume que los manejos dados a los aceites usados, son inadecuados, no solo ambiental, sino técnicamente, pues las chimeneas de los equipos donde éstos son quemados no cuentan con un sistema de absorción de gases capaz de atrapar los gases tóxicos producidos por la combustión del aceite.

Estos procedimientos están generando la degradación del medio ambiente por la gran cantidad de contaminantes, particularmente aquellos asociados con contenidos de metales como arsénico, cadmio, cromo, plomo y antimonio entre otros, que son emitidos a la atmósfera durante el proceso de combustión. Estos compuestos químicos producen un efecto directo sobre la salud humana y varios de ellos son cancerígenos.

La combustión del aceite usado como método de eliminación, no es una solución apropiada ya que agrava aún más la contaminación del aire si esta no se lleva de manera correcta, pues la incineración inadecuada de 5 litros de aceite contamina con plomo y otras sustancias nocivas mil millones de litros de aire, que es la cantidad que respira una persona durante tres años.

Estudios realizados, en países como Francia, España y Bélgica, estiman que si se quemaran 70 000 toneladas al año de aceite usado, se recargarían a la atmosfera 350 toneladas adicionales de plomo, es decir una tercera parte más de lo que actualmente se emite por los escapes de los vehículos [11].

3.3 Manejo adecuado del aceite usado

El aceite usado como todo residuo o desecho que pueda causar daño a la salud o al medio ambiente es considerado como un residuo peligroso, fundamento por el cual los gobiernos tienen la responsabilidad de promover la adopción de medidas para reducir al máximo la generación de estos desechos, así como establecer políticas y estrategias para que su manejo y eliminación se ejecuten sin menoscabo del medio ambiente y se reduzcan sus propiedades nocivas mediante técnicas apropiadas.

Para garantizar un manejo adecuado, tratamiento y/o disposición final de un aceite usado es necesario conocer las obligaciones y prohibiciones de cada uno de los integrantes de la cadena generada por este residuo peligroso:

Primeramente reconociendo al *generador* que es la persona natural o jurídica responsable de la maquinas, equipos o vehículos de los que se remueven los aceites usados.

A la persona natural o jurídica que acopia y almacena temporalmente aceites usados provenientes de los generadores se le denomina como *acopiador primario*.

Un *acopiador secundario* es aquella persona natural o jurídica que cuenta con los permisos requeridos por la autoridad competente, que almacena temporalmente los aceites usados provenientes de acopiadores primarios para su redistribución posterior.

Procesador, transformador y/o dispositor de aceites usados, es la persona natural o jurídica que está debidamente asignada por la autoridad ambiental, recibe y trata aceites usados para transformarlos de residuos peligrosos a productos para su adecuado aprovechamiento.

Las estaciones de servicio participantes como acopiadores en México, reciben máximo 10 litros de aceite lubricante automotriz usado al día por particular [12], los aceites lubricantes automotrices usados deben ser entregados en los envases plásticos en los que son comercializados, si se utiliza otro tipo de envase, el particular se hará cargo del recipiente; asimismo el aceite no debe estar contaminado con otras sustancias líquidas o basura.

El aceite lubricante usado que se recibe es vertido en el contenedor correspondiente, escurriendo por completo el envase boca abajo sobre la charola de escurrimiento. Los envases totalmente escurridos se depositan dentro de las bolsas correspondientes para su almacenamiento y posterior recolección.

El almacenamiento del aceite lubricante usado dentro de las estaciones de servicio es una operación temporal, por lo que son recolectados y transportados por empresas autorizadas por la SEMARNAT, como es el caso de EYL (Ecología y Lubricantes S.A de C.V.), empresa que se encargan de reciclarlos o incinerarlos de acuerdo a la calidad del aceite usado.

Los envases y sus cierres donde se encuentra el aceite usado deben ser rígidos y resistentes para responder con seguridad a las manipulaciones necesarias, manteniéndose en buenas condiciones, sin defectos estructurales y sin fugas aparentes. Los envases se deben etiquetar en forma clara legible e indeleble, deben permanecer cerrados para evitar el ingreso de agua de lluvia. El lugar de acopio debe estar acondicionado de forma de contener eventuales derrames y en caso de ser exterior debe contar con un sistema de separación agua aceite.

Durante el transporte, se deben utilizar documentos de identificación de la carga y contar con planes de contingencia, así como los elementos necesarios para la atención de emergencias. El número de las Naciones Unidas para el transporte y almacenamiento de aceites usados es UN 3082.

En el centro de transferencia o centro de acopio se realizan los análisis según las especificaciones establecidas para el tratamiento del aceite, determinando el contenido de humedad, metales pesados, PCB (bifenilos policlorados), cloruro y material en suspensión. En algunos centros, se puede realizar el tratamiento previo para disminución de contenido de agua, material en suspensión y/o metales pesados, de forma que el aceite esté apto para el tratamiento posterior o la utilización como combustible alternativo.

Un aceite usado, no debe ser arrojado al alcantarillado, al suelo, mar, ríos, arroyos y mucho menos ser quemado, además debe almacenarse adecuadamente. El almacenamiento se puede hacer en un depósito específico para tal efecto.

El aceite usado no debe mezclarse con ninguna otra sustancia: agua o algún otro tipo de líquido, con elementos sólidos como papeles o trapos. Especialmente importante es no mezclarlo con los disolventes que se usan para limpiar algunas piezas como los carburadores: si se mezcla el aceite usado con los disolventes se arruina el proceso de recuperación de éste [13].

CAPÍTULO 4
PANORAMA MUNDIAL Y NACIONAL CON RESPECTO AL USO DE ACEITES DE DESECHO

CAPITULO 4 PANORAMA MUNDIAL Y NACIONAL CON RESPECTO AL USO DE ACEITES DE DESECHO

Los aceites usados constituyen un residuo peligroso que tiene un elevado valor económico, es por ello que varios países como España y Alemania han puesto gran interés para su regeneración, con el fin de obtener un aceite base para la producción de lubricantes o su utilización como combustible.

La regeneración de aceites usados, constituye la opción preferente según la situación ambiental actual, no obstante, su desarrollo se enfrenta a dificultades derivadas de:

- La competencia que en la adquisición de aceites usados ejerce la combustión de éstos, es decir resulta más económico quemar estos aceites que regenerarlos.
- y la competencia que en la venta de aceites regenerados ejercen los aceites de primer refino.

Los aceites usados tienen la característica de conservar gran parte de los hidrocarburos que contenían inicialmente, esto hace que dicho residuo cumpla con el principio de aprovechamiento y se desarrolle un importante mercado.

4.1 Producción Mundial y Nacional de aceites usados

4.1.1 Principales productores de aceite usado en el Mundo

A pesar de que la regeneración del aceite usado representa la mejor opción para su reutilización, en la mayoría de los países, estos aceites se destinan a combustión.

En países europeos existe una alta concientización de las personas que trabajan con aceites de desperdicio pues este es un desecho peligroso altamente contaminante y son en estos lugares donde se pone mayor atención al tratamiento y uso de aceites usados.

España es el país con mayor atención en el tema de aceites usados, de manera regular se destinan a regeneración alrededor del 30% de los aceites automotrices usados recogidos, mientras que el 70% restante se destina a la combustión.

En la tabla 4 se puede observar la cantidad de aceites usados generados en España a partir del año 1997 hasta el 2002, así como las cantidades destinadas a combustión y a

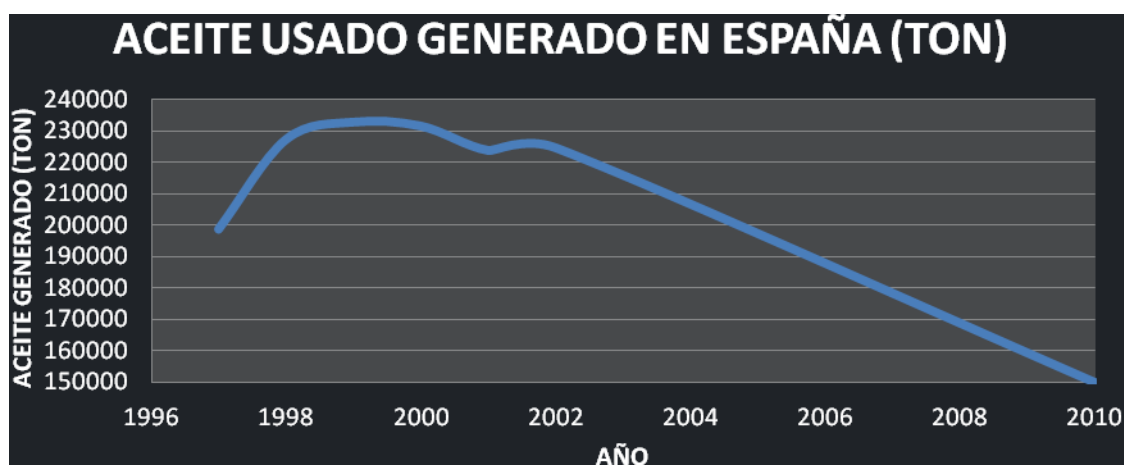
regeneración, el valor de estas cantidades no coincide con el total del aceite usado recogido porque existe una cantidad dedicada al reciclaje en productos asfálticos [14].

TABLA 4. EVOLUCIÓN DE LA CANTIDAD DE ACEITES USADOS GENERADOS Y RECOGIDOS Y SUS PRINCIPALES DESTINOS (TONELADAS)

AÑO	ACEITES USADOS GENERADOS	ACEITES USADOS RECOGIDOS	ACEITES USADOS DESTINADOS A REGENERACIÓN	ACEITES USADOS DESTINADOS A COMBUSTIÓN
1997	198 660	134 646	28276	103 677
1998	227 128	155 637	30951	121 723
1999	232 628	161 533	24348	134 301
2000	231 396	182 386	30490	148 922
2001	223 652	183 326	46661	133 302
2002	224 480	210 768	61835	146 621

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, España 2004

GRAFICA 1. ACEITE USADO GENERADO EN ESPAÑA



En la gráfica 1 se puede observar la tendencia de la cantidad de aceite usado generado en el país europeo; durante el año 2010 se generaron 150 000 ton de aceite usado en España, de los cuales el Sistema Integrado de Gestión de Aceites Usados (SIGAUS) recogió 142 237.180 ton de aceite usado regenerable, de estos 91 202.909 ton fueron regenerados y 46 459.885 ton destinados a combustión [15].

Asimismo, en Francia también se considera importante la industria cementera como gestora de aceites usados, ya que de las 279 000 ton generadas, se utilizaron en los hornos de clinker casi un 36% de éstos, representando este porcentaje un total de 99 770 ton de aceites usados [16].

La quema de aceites usados juega un papel muy importante en la gestión de este residuo, por ejemplo durante el 2004 en Australia, la industria cementera utilizó 29 370 ton de las 33 300 ton de aceite generados, en sus hornos de cemento como sustituto de combustible fósil, lo que representa más de un 80% de los aceite recogidos.

En América Latina, los países con mayor cantidad de aceite usado producido anualmente son Colombia, Argentina, Brasil y México.

En Colombia la protección del medio ambiente ha sido un tema de vital importancia por lo que el buen manejo de desechos como el aceite usado representa un tema de gran interés. En el 2005 se generaron cerca de 151 000 ton de aceite usado, el 30% de este proveniente de la ciudad de Bogotá [17].

En Argentina no se cuenta con información cierta sobre la cantidad de aceites usados que se generan en el país. Sin embargo considerando que la producción del año 1999 de aceites lubricantes fue de 232 200 ton, de las cuales 231 402 ton se vendieron en el mercado interno [18] y asumiendo que de ese total un 70% corresponden a aceites lubricantes destinados a automotores, se estima que entonces 162 400 ton de aceites residuales son provenientes de estaciones de servicio, talleres de reparación y/o de mantenimiento.

La producción de aceites lubricantes en Brasil es de aproximadamente 900 millones de litros al año. De este volumen, se consumen cerca de 510 millones de litros por quema o uso. De los 390 millones de litros anuales de aceites usados restantes, se reciclan en el re-refino, desde octubre del 2001 unos 270 millones de litros al año quedando sin conocer el destino de 20 millones de litros [19].

La producción mundial de aceites usados llega a aproximadamente a 40 millones de ton, de los cuales países como Estados Unidos producen al año 7.6 millones de ton de aceites usados y en Japón 2.2 millones de ton [20].

4.1.2 Producción de aceite usado en México

Una de las preocupaciones de la sociedad actual es el destino de los residuos que impactan los ciclos naturales del suelo y mantos acuíferos. El problema de la degradación del medio se está agravando en México pese a las Normas de protección que se han establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

La cantidad de aceite usado producido en México actualmente sobrepasa los 325 millones de litros al año, de los cuales en Ciudad Juárez, Chihuahua, se generan 5 millones de litros, producto de un parque vehicular de 500 000 unidades, de los cuales el 70% tiene una antigüedad promedio de 15 años. El Censo Poblacional INEGI (2005) reporta 3 500 talleres dispersos en la ciudad, 1095 de los cuales se consideraron los principales generadores de aceite debido a su actividad [21].

En el 2006 el municipio de Nogales realizó siete colecciones de aceite usado entre Febrero y Septiembre, el enfoque fue la colección de aceite de centros de servicio automotriz, el aceite usado fue enviado a una instalación en Hermosillo, para su proceso. Los resultados fueron 32 005 litros de aceite usado colectados en más de 50 pequeños negocios generadores [22]. De Julio a Diciembre del 2007 en Nuevo Laredo, Tamaulipas se recolectaron 79 015 litros de aceite usado, de establecimientos comerciales, vendedores pequeños, y casas [23].

En la tabla 5 se muestran los litros de aceite usado acopiados en el Distrito Federal a partir del año 2005. Durante el mes de agosto del 2007 la cantidad recogida se estima en 1 212 litros de aceite usado. Considerando el acumulado de los tres años, se tiene que en el D.F. se cuenta con un total de 7 315 litros de aceite usado al año para su posible regeneración o combustión.

TABLA 5. LITROS DE ACEITE USADO ACOPIADO EN EL D.F.

Año	Aceite (L)
2005	3 906
2006	2197
2007	1 212
TOTAL	7 315

Fuente: Programa de Recepción de Aceites Usados. Secretaria del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal

4.2 Usos dados al aceite regenerado

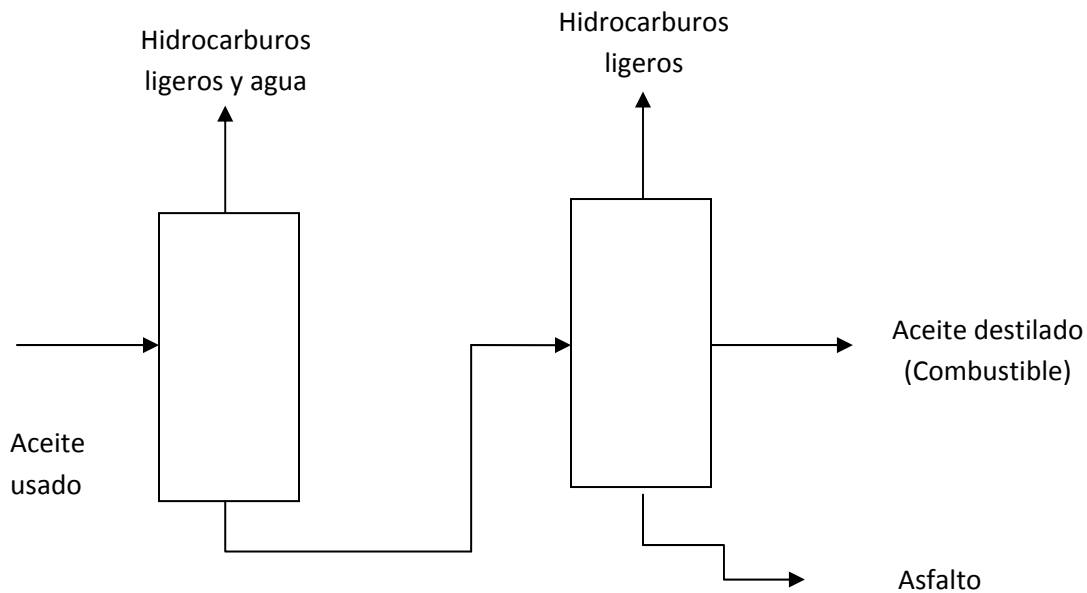
Los aceites usados son utilizados de las siguientes maneras:

- Transformación del residuo convirtiéndolo en un producto, mediante el tratamiento y aprovechamiento en la formulación de combustibles para uso industrial, por medio de la separación de agua y sedimentos.
- Transformación del residuo convirtiéndolo en un producto útil para la fabricación de plastificantes, por medio de destilación.
- Aprovechamiento como combustible en calderas y hornos mezclados con otros combustibles.
- Disposición del residuo mediante encapsulamiento que asegure la confinación total y definitiva.

La regeneración de aceites usados, es la obtención de nuevos aceites base para la formulación de aceites lubricantes. La remoción de contaminantes insolubles y productos de oxidación, mediante calentamiento, filtración, deshidratación y centrifugación, permite que los aceites usados puedan reusarse como aceite de maquinaria de corte o en sistemas hidráulicos. Tras la regeneración de aceites usados, se pueden obtener un alrededor de 75% del aceite usado como bases lubricantes, un 18% de componentes asfálticos que se comercializan y un 2% de ligeros que son utilizados para valorización energética.

El aceite usado puede ser sometido a tratamientos para su futura utilización, ejemplo de esto es el proceso Vaxon que consiste en una serie de evaporadores a vacío seguido por un tratamiento químico con ácido, el resultado es un aceite que puede ser utilizado como base para la elaboración de un aceite refinado. En el proceso Trailblazer se realiza una destilación al vacío de los aceites, este proceso permite convertir los aceites usados en un valioso combustible que puede ser quemado sin emisiones atmosféricas dañinas [24].

FIGURA 1. PROCESO TRAILBLAZER



Fuente: La Política de Gestión de Residuos: los aceites usados, Asunción Arner, Ramón Barberán, Jesús Mur. Universidad de Zaragoza 2006

4.3 Programas ambientales existentes para su manejo y tratamiento

En España el sector público interviene para promover la regeneración de aceites usados con el fin de incrementar la demanda de aceites regenerados y las que actúan sobre la oferta. Entre las primeras se encuentran las campañas de información y sensibilización de la demanda, la utilización de las Administraciones Públicas de este producto o el establecimiento de un contenido mínimo de aceites regenerados en la producción de lubricantes. En las segundas, las subvenciones a la producción de aceites regenerados así como los impuestos aplicados a aceites de primer refino. Con el fin de reducir la cantidad de producción de aceites de primer refino, el gobierno disminuye el monto de los impuestos a pagar por la empresa generadora de este producto, si esta utiliza dentro de sus materias primas aceites usados regenerados.

De igual manera para reducir la cantidad de residuos de aceite a eliminar se han contemplado políticas que incentivan el reciclaje como: los sistemas de depósito-reembolso o los impuestos sobre las materias primas naturales. El sistema de depósito-reembolso, implica reducir la cantidad de contaminantes con el fin de disminuir los impuestos que se generan al elaborar el producto, este sistema es consistente con el

principio de “responsabilidad del productor” y la “responsabilidad sobre el producto”, es decir que durante el ciclo de vida del producto, todos los implicados con éste, comparten la responsabilidad de los impactos medioambientales generados. Los impuestos sobre las materias primas naturales reducen la cantidad de producto final consumido y por consiguiente, la utilización de materias primas provenientes del reciclaje.

A la utilización porcentual de material reciclado se le conoce como Estándar de Material Reciclado, esto implica que cualquier empresa dedicada a la fabricación de lubricantes, utilice un porcentaje fijo en su composición de aceite regenerado

La gestión de aceites usados va dirigida a aumentar la oferta procurando su recogida y a incrementar la demanda mediante incentivos económicos al procesamiento de los aceites, reflejados estos en la disminución hasta de un 10% en la cantidad total a pagar en impuestos. En España el Ministerio de Medio Ambiente contempla la implementación de un impuesto sobre los lubricantes puestos en el mercado, cuya recaudación es dirigido a financiar la recogida y la regeneración de aceites usados, además de contemplar un 15% de aceite de desecho en los lubricantes existentes en el mercado

Durante el 2009, el Real Decreto determinó los objetivos ecológicos que cuantifican y jerarquizan la estrategia ambiental en relación con los aceites, estos objetivos son:

- La recuperación del 95% de los aceites usados generados.
- La valorización del 100% de los aceites usados recuperados, ya sea mediante regeneración, por reciclado en la producción de otros productos o mediante valorización energética.
- Regeneración de un 55% de los aceites usados recuperados.

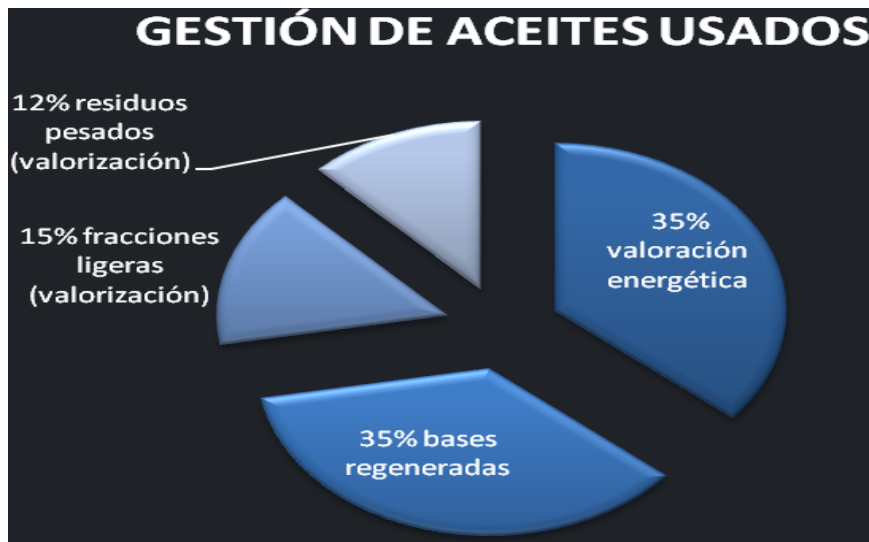
España es el único país donde el gobierno subsidia la recolección de aceites usados, además de pagar un monto por tonelada de aceite recolectado y regenerado. En otros países industrializados para incentivar la regeneración, de igual manera subsidian esta actividad, sin embargo lo más común es exonerar o disminuir la carga de impuestos al aceite regenerado frente al aceite producido de base lubricante virgen, como es el caso de Italia y Francia.

Para reducir el vertido de aceites usados, la industria del cemento ha considerado utilizarlos como combustible, la gestión de este tipo de residuo prevé las cantidades de aceites usados a tratar en estas plantas:

- El 65% de aceite recogido es destinado a regeneración.
- La regeneración produce tres fracciones: de las cuales el 35% son bases regeneradas,

- 15% de las fracciones ligeras se unen a las fracciones de valorización energética,
- Y el 12% de los residuos pesados, son valorados energéticamente en cementeras.

GRAFICA 2. GESTIÓN DE ACEITES USADOS



Fuente: posibilidades de uso de aceites de desecho en fábricas de cemento para reducir su vertido. Estudio realizado por el Instituto para la Sostenibilidad de los Recursos

En algunos estados de la República Mexicana, como por ejemplo en Chihuahua y Durango, se han creado programas ambientales con el fin de recolectar el aceite usado y evitar el vertido incorrecto de éste ya sea en coladeras o en el suelo. Un caso similar ocurre en el Distrito Federal donde se han creado programas de recolección de estos mismos aceites.

La Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal en coordinación con el Consorcio Gasolinero Plus S.A. de C.V. (Grupo Hidrosina) pone a disposición del público el primer Plan de Manejo de Aceites Lubricantes Automotrices Usados y Envases de Aceites en las gasolineras de las distintas Delegaciones, el cual tiene por objeto evitar que al menos 217 000 litros de aceites lubricantes automotrices usados al año, que utilizan los automóviles y autobuses sean vertidos en el suelo o en la red de drenaje, contaminando

con ello el agua y los mantos acuíferos de la Ciudad de México. Dentro del Distrito Federal se encuentran 45 estaciones gasolineras, que cumplen como centro de acopio de este desecho.

La participación de la ciudadanía consiste en entregar el aceite lubricante automotriz usado generado por el cambio de aceite de sus vehículos automotores en las estaciones de servicio que se encuentran operando en las delegaciones Benito Juárez, Cuauhtémoc, Iztapalapa, Miguel Hidalgo y Tláhuac.

Entre los beneficios de este plan resaltan:

- El aprovechamiento de los envases plásticos que actualmente se tiran a la basura.
- La protección de los sistemas de tratamiento de aguas residuales al evitar que el aceite usado llegue a sus instalaciones.
- Se evita la contaminación del aire, suelo y subsuelo por quema y disposición inadecuada del aceite usado.
- Como consecuencia de estas acciones se protege la salud de la población y el medio ambiente.

CAPITULO 5
PROCESOS DE TRATAMIENTO DE ACEITES AUTOMOTRICES USADOS

CAPITULO 5 PROCESOS DE TRATAMIENTO DE ACEITES AUTOMOTRICES USADOS

De acuerdo con los lineamientos del Convenio de Basilea [25] sobre movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su disposición, del cual México es signatario, los aceites usados se pueden reaprovechar siguiendo los siguientes procesos:

- **Reciclado.** Término genérico que aplica al reprocesamiento de recuperación (re-refinamiento) de aceites usados, mediante el uso de métodos de tratamiento físico o químico.
- **Reprocesamiento.** Involucra el tratamiento para remover de los aceites usados contaminantes insolubles y productos de oxidación, mediante calentamiento, decantación, filtrado, deshidratación, centrifugación, etc. Dependiendo de la calidad del producto generado, se puede mezclar con aceites y aditivos para volver a dar su especificación original y reusarlos con los mismos fines.
- **Recuperación.** Tratamiento para separar sólidos y agua de los aceites, por calentamiento, filtración, deshidratación y centrifugación, para ser usados como combustibles alternos
- **Regeneración.** Involucra la producción de aceites base a partir de los aceites usados como resultado de procesos que remueven contaminantes, productos de oxidación y aditivos, a través de predestilación, tratamiento con ácidos, extracción con solventes, contacto con arcilla activada e hidrotatamiento.

En cuanto a las distintas formas de valorización de los aceites usados, en los lineamientos del Convenio de Basilea se indica que:

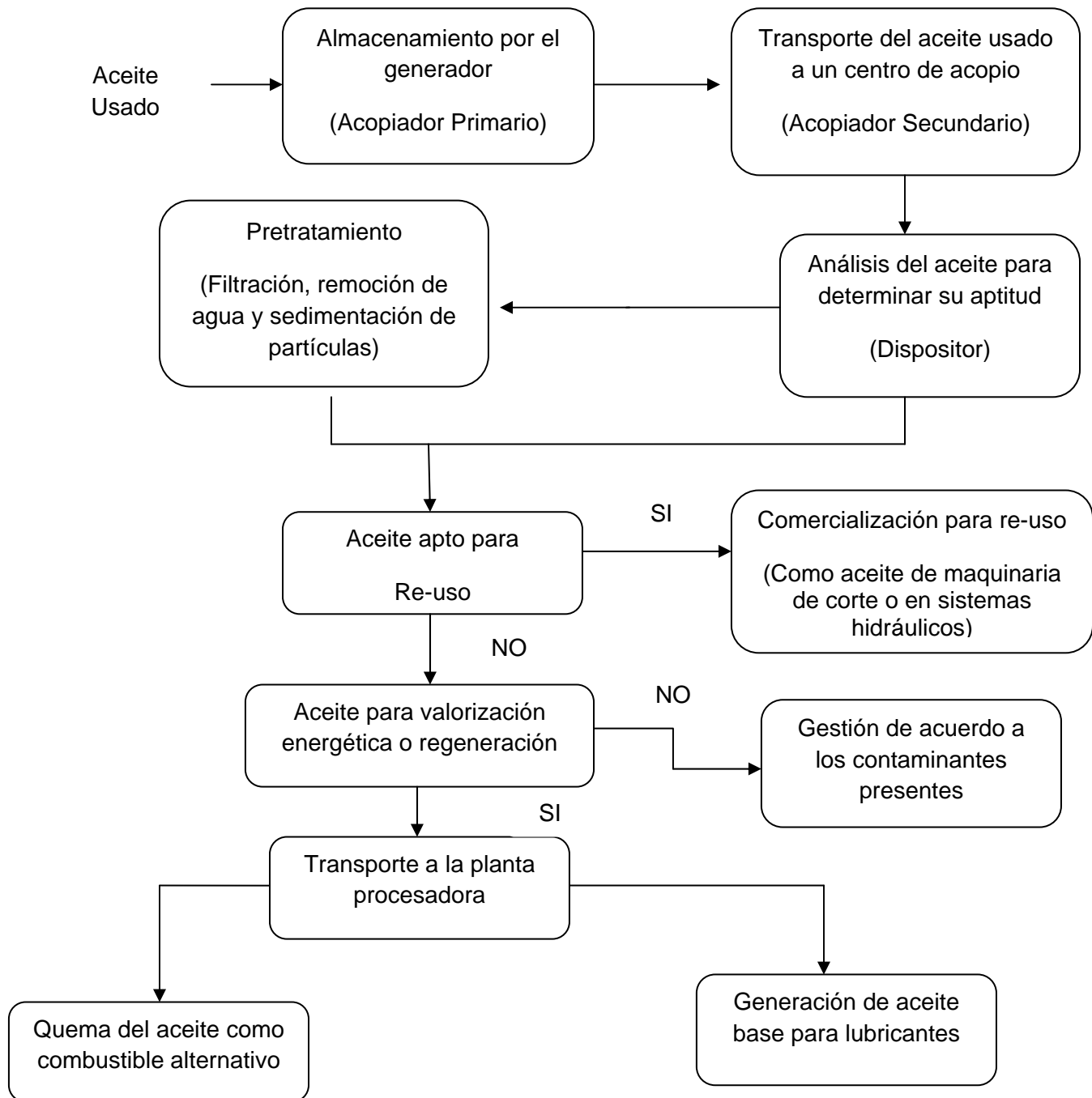
1. La primera opción es conservar las propiedades originales del aceite para volverlo a utilizar en su uso original; sin embargo, se admite que esto es muy sensible a las economías de escala de los procesos y a los precios en el mercado de los aceites primarios.
2. La segunda opción es la recuperación de su valor calorífico. El reciclado del contenido de hidrocarburos de los aceites usados por re-refinación, tiene el efecto benéfico de reducir el consumo de aceite virgen o primario.

5.1 Alternativas de Gestión para aceites usados: reutilización, regeneración, valorización energética o destrucción.

Para realizar una gestión adecuada de los aceites usados se debe implementar un sistema que integre todas las fases del manejo del aceite, desde su generación hasta su

tratamiento final o regeneración. El siguiente esquema representa las etapas del sistema integral de gestión para aceites usados.

FIGURA 2. ETAPAS DEL SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN PARA ACEITES USADOS



Fuente: Guía para la Gestión Integral de Residuos

Los aceites usados generados en la Zona Metropolitana y Valle de México, son identificados y su manejo se regula a través de la acción del gobierno federal que tiene la responsabilidad de coordinarse con otras instituciones, según la zona en que se generan y en la forma en que se realice su disposición.

El criterio para determinar si un aceite es recomendado para la regeneración o no, es principalmente el contenido de Bifenilos policlorados (PCBs), el cual no debe superar los 50 ppm, a mayor contenido de PCBs, el aceite debe ser sometido a destrucción controlada. En Alemania por ejemplo sólo se regeneran aceites con hasta 4 ppm de PCBs y 0.2 % de cloro como máximo.

Cuando la regeneración no resulta viable, ya sea por cuestiones técnicas o ambientales, el aceite usado se destina a recuperación energética. Previo a someter a un aceite usado a recuperación energética, es necesaria la eliminación de metales pesados como el plomo con el fin de evitar generar emisiones peligrosas con los gases de la combustión y explosiones por los hidrocarburos ligeros remanentes en el aceite.

5.2 Tratamientos existentes de acuerdo a la valorización del aceite usado

La implementación de métodos para recuperar el aceite usado contribuye no sólo a prolongar y cuidar la vida de los recursos energéticos provenientes del petróleo, sino también a minimizar la contaminación del ambiente, al utilizar lo que comúnmente era considerado un desecho.

Hay un gran número de procesos físicos y químicos que han sido desarrollados para la recuperación, re-refinación y reprocesamiento de aceites lubricantes automotrices gastados, algunos están encaminados tan solo a mejorar ligeramente las propiedades del aceite; que comprenden desde una simple sedimentación, filtración y deshidratación hasta complejos y sofisticados procesos petroquímicos, capaces de producir una múltiple gama de sustancias. De los procesos de regeneración de aceites gastados se tienen los que emplean:

- a) Tratamiento del aceite con ácido sulfúrico seguido del contacto con arcilla, como por ejemplo los procesos: ácido-arcilla y de clarificación con propano.
- b) Refinado del aceite gastado a través de destilaciones subsecuentes, como por ejemplo las que se llevan a cabo en procesos como: Recyclon, KTI y PROP.
- c) Destilación de aceite gastado y contacto del producto de destilación con ácido-arcilla.

En seguida se describen cada uno de los procesos:

A) Tratamientos con arcilla

A.1 Uso de arcillas para la purificación de aceites usados

La arcilla es un material natural que está constituido por minerales en forma de granos, principalmente de silicatos de aluminio hidratado. Las importantes aplicaciones industriales de este grupo de minerales radican en sus propiedades y características:

- Un extremadamente pequeño tamaño de partícula (inferior a 2 μm).
- Presentan una morfología laminar (filosilicatos), por lo tanto un valor elevado en el área superficial y una mayor cantidad de superficie activa, por ello puede existir la interacción entre sólido-fluido.
- Las sustituciones isomórficas, que dan lugar a la aparición de carga en las láminas y a la presencia de cationes débilmente ligados en el espacio interlaminar.
- Absorción y adsorción. Las arcillas tienen la capacidad de absorción, ya que pueden absorber agua u otras moléculas en el espacio interlaminar o en los canales estructurales, esto está directamente relacionado con las características texturales como la superficie específica y porosidad. Las arcillas actúan como adsorbente (cuando existe una interacción de tipo químico entre el adsorbente, en este caso la arcilla, y el líquido o gas adsorbido, denominado adsorbato).
- Hidratación e hinchamiento, la hidratación y deshidratación del espacio interlaminar, cuya importancia es crucial en los diferentes usos industriales. La absorción de agua en el espacio interlaminar tiene como consecuencia la separación de las láminas dando lugar al hinchamiento. Este proceso depende del balance entre la atracción electrostática catión-lámina y la energía de hidratación del catión.
- Las arcillas son eminentemente plásticas. Esta propiedad se debe a que el agua forma una envuelta sobre las partículas laminares produciendo un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas.
- Tixotropía, se define como el fenómeno consistente en la pérdida de resistencia de un coloide al amasarlo y su posterior recuperación con el tiempo.

La propiedad decolorante de las arcillas ha sido de importancia en el campo de la regeneración de aceites minerales gastados como los aceites lubricantes de motores, su uso se remonta al año de 1930, cuando procesos como ácido-arcilla se llevaban a cabo para la regeneración. De las arcillas más utilizadas en este tipo de procesos destacan la arcilla Tonsil Acticil, Attapulgus y Fuller descritas a continuación:

Arcilla Tonsil Acticil [26]

Es un tipo de arcilla decolorante a 300°C bajo vacío, en estas condiciones actúa como catalizador durante el proceso de craqueo y adsorbente de impurezas no volátiles tales como alquitrán ácido, lodo ácido y ácido sulfúrico. La arcilla presenta las siguientes características:

Precio: 300-400 dólares/tonelada.

Fórmula molecular: $H_2A_{12}(SiO_3)$, con una humedad máxima del 12%.

Granularidad (más de 200 mallas): 90% máximo.

Tasa de filtración: máximo 10 ml/min.

Densidad aparente: 0.7 g -1.1g / ml.

Es insoluble en agua, disolventes orgánicos, varios aceites y lípidos. Presenta buenos resultados en el intercambio de iones, adsorción selectiva, hidrofilia, la actividad superficial y la catálisis. Al ser calentado a más de 300°C, el producto empieza a perder agua de cristalización, con su estructura sujeta a los cambios y el rendimiento decolorante afectado. Presenta la capacidad de arranque (por absorción) de asfaltenos, sulfuro, materia mineral de ácido nafténico, alquenos, y el nitrógeno alcalino en el aceite lubricante. Se mejora la durabilidad y seguridad óptica para aceites lubricantes, así como mejora la propiedad antioxidante

Arcilla Attapulgus 200 mallas [27]

La arcilla Attapulgus, también conocida como tierra de Florida, floridrín o paligorskita es un tipo de arcilla decolorante, capaz de eliminar olores, deshidratar y neutralizar aceites minerales. Se presenta en partículas muy finas y presenta una capacidad adsorbente alrededor del 40%.

Formula molecular empírica: $(OH)_2H_2Al^4_3Mg_2Si_3H_4O_{20}$

Tamaño de partícula: 10-50µm.

Ofrece un área superficial calculada de 150 m² por cada gramo de arcilla.

Presenta gran resistencia a altas temperaturas, es decir sus propiedades decolorantes y adsorbentes se mantienen intactas a temperaturas por arriba de los 400°C.

Tierra Fuller [28]

Las tierras fuller también se conocen como tierra de batán o sepiolita; tienen una gran capacidad de adsorción de moléculas ácidas encontradas en los aceites gastados.

La regeneración con tierras fuller se utilizan para retirar lodos y limpiar el aceite, las tierras usadas quedan con una importante carga contaminante. Está clasificada en varios grados, según el tamaño de las partículas en productos granulares y en productos de polvo fino, encontrándose en presentaciones de 100- 200 mallas.

A.2 Proceso Ácido-Arcilla

El proceso ácido-arcilla es de los primeros procesos utilizados para la regeneración de aceites usados, consta principalmente de tres etapas:

- Deshidratación del aceite
- Tratamiento con ácido
- Tratamiento con arcilla

En este proceso el primer paso es someter el aceite gastado a una decantación, con el fin de separar el agua y residuos que contiene, esto en un tanque con rejillas en las cuales se atrapan los contaminantes sólidos como metales.

El aceite se bombea a través de un intercambiador de calor, alimentado con vapor, a un deshidratador flash donde la mezcla de aceite ligero vapor de la parte del domo de la torre se condensa y se separa; el aceite separado se envía a almacenamiento final de ligeros para ser usado como combustible y el agua a la instalación de tratamiento de agua.

El aceite seco se almacena y se enfría, el almacenamiento puede ser de 2 a 4 días antes de que recobre humedad y esto tienda a utilizar un volumen de ácido posteriormente. El aceite seco se somete a tratamiento con ácido, esto en reactores provistos de una chaqueta de vapor y agitación por medio de aire. El tratamiento se lleva a cabo con ácido sulfúrico el cual ocupa del 4 al 6% del volumen de aceite. Los productos oxidados

que contiene el aceite son eliminados por el ácido en un lapso de 24 a 48 horas a una temperatura de 37.8°C.

TABLA 6. COMPARACIÓN ENTRE ARCILLAS

Arcilla	Precio	Granularidad	Ventajas	Desventajas
Tonsil	300 a 400 dólar/tonelada	200 mallas	Arcilla decolorante. Buen resultado en el intercambio de iones. Adsorción selectiva. Adsorción de alquitrán ácido, lodo ácido y ácido sulfúrico.	A más de 300°C pierde rendimiento decolorante. Después de ser utilizada se obtiene un desecho altamente ácido.
Attapulugus	100 dólar/tonelada	200 mallas Con tamaño de partícula de 10 a 50 µm	Elimina olores. Neutraliza aceites minerales. Resistencia térmica sin perder propiedades adsorbentes y decolorantes.	Obtención de desecho ácido.
Tierra Fuller	96 a 100 dólar/tonelada	100-200 mallas	Gran capacidad de adsorción de moléculas ácidas. Retiran lodos de aceites contaminados.	Las tierras fuller usadas quedan con importante carga contaminante.

Creación propia a partir de información obtenida de fuente: [26],[27] y [28]

El lodo ácido que contienen los contaminantes del aceite, se separan y se drenan por el fondo del reactor; los lodos son utilizados para relleno de terrenos [29].

El aceite deshidratado y tratado con ácido sulfúrico es conducido a un tratamiento de vapor y separación de arcilla. El equipo del tratamiento de arcilla consta de un tanque

para pasta, una torre, un condensador y un calentador a fuego directo, a través del cual se circula el aceite. La temperatura para llevar a cabo el tratamiento con arcilla se aumenta de 287 a 315°C. El propósito de la operación de separación es eliminar las fracciones de combustible ligero remanente. Los vapores se condensan y se separa del aceite el agua, y las fracciones de aceite se usan como combustible.

Después de 12 a 15 horas, el aceite se desvía a un tanque para formar una pasta de arcilla a una temperatura de 200°C. La arcilla que generalmente es una mezcla de 50% de arcilla activada y tierra diatomácea, se mezcla con el aceite a una proporción de 0.4kg de arcilla por cada litro de aceite. La arcilla elimina por absorción el calor de los cuerpos y los carbonos coloidales. El aceite caliente con la arcilla (120-180°C) se limpia a través de un filtro prensa, el aceite ya clarificado se almacena. Los desperdicios del filtro, que son una mezcla de arcilla, impurezas y aceite pueden ser utilizados para relleno de tierras.

A.3 Proceso Clarificación con propano

La base de este proceso, es el uso de propano para extraer selectivamente los aceites básicos de los aditivos e impurezas que contienen el aceite usado, el proceso consta de las siguientes secciones:

- Deshidratación térmica
- Precipitación y extracción con disolvente
- Recuperación del propano
- Tratamiento con ácido
- Tratamiento con arcilla y filtración

El aceite usado se alimenta por medio de un intercambiador de vapor a un deshidratador flash que opera a 150°C, los vapores del domo se condensan y se drenan a un separador. La capa de agua se elimina y el aceite por otro lado se vende o se procesa en el extractor de disolvente.

El aceite deshidratado se bombea a una torre de precipitación (extractor de disolvente) pasando a través de un intercambiador de calor y mezclándose con propano, cuando el aceite ha sido disuelto en el disolvente se dirige a la parte superior del extractor, debido a las diferencias de gravedad, mientras que los precipitados fluyen al fondo de éste.

Para lubricantes de muy alta calidad es decir no muy contaminados, la relación propano-aceite alimentado es aproximadamente 20:1. La relación más pequeña de propano-aceite alimentado es de 1:1, pero esto produce un aceite de calidad baja en el refinado, por lo tanto las operaciones comunes se encuentran en una aproximación de 15:1[30].

Se agrega una pequeña cantidad de aceite combustible para ayudar en el flujo de los residuos de alta viscosidad del extractor, es frecuente el uso de dos etapas flash para separar el propano del aceite. En este caso el gas propano se licua y se recircula.

El aceite se envía a un tratamiento ácido-arcilla, este proceso de clarificación con propano, requiere alrededor de 2% de ácido sulfúrico por volumen base de aceite. Después del tratamiento con aproximadamente 18g de arcilla por cada litro de aceite a 149°C y filtración, se obtiene un aceite base de calidad superior en comparación con el producto obtenido en el proceso ácido-arcilla, al menos en términos de color y viscosidad [31].

B) Tratamientos con destilación

B.1 Proceso Recyclon

Este proceso se origina en un trabajo de investigación conjunta entre Suiza, Alemania y Yugoslavia, aquí el sodio desempeña un papel clave en lo que respecta a la reacción de los contaminantes del aceite. Los aceites gastados inicialmente son filtrados, deshidratados y destilados con el fin de eliminar los compuestos ligeros.

Las partículas de sodio que miden de 5 a 15 μm se dispersan en el aceite seco en una cantidad menor al 1 % con respecto al aceite. En pocos minutos y a una temperatura de 180°C, las impurezas en el aceite se transforman en compuestos que no pueden ser destilados, tales como sales, como resultado de la conversión de los compuestos halogenados y polímeros de olefinas insaturadas.

A continuación, los compuestos de bajo punto de ebullición se someten a flash mediante la disminución súbita de la presión, lo cual provoca la vaporización de las sustancias. Esta operación se realiza en evaporadores que operan a presiones inferiores a 0.75 mm Hg. El residuo altamente viscoso de la destilación total puede ser mezclado con los productos de punto de ebullición bajo obtenidos en el pretratamiento y el flash. El resultado es un aceite de calentamiento de viscosidad media y un contenido de ceniza de cerca de 7%, el cual se quema en un horno especial en el que el gas combustible se extrae por medio de filtros eléctricos.

El destilado obtenido a través de la evaporación es separado en platas de destilación al vacío en fracciones de los diversos grados de viscosidad requeridos.

B.2 Proceso KTI

Este proceso fue desarrollado por Kineticks Technology International (KTI) junto con Gulf Science and Technology Co. (Pittsburgh). KTI es un organismo europeo, esta planeación data de 1980. En el proceso KTI, por medio de la destilación se eliminan el agua y la gasolina.

La destilación a vacío produce material de domo en el intervalo de los aceites lubricantes y un residuo pesado conteniendo metales, productos de polimerización y asfáltenos. El proceso utiliza la tecnología de la Compañía Gulf en lo que se refiere a la operación de acabado, en la cual se mejoran el color y el olor de los productos.

El aceite lubricante se mezcla con un gas rico en hidrógeno, se calienta y se pasa a través de un reactor de lecho catalítico fijo. Prácticamente no ocurre ninguna descomposición o rompimiento del aceite. El exceso de gas que no ha reaccionado es recirculado adicionándole una cierta cantidad de hidrógeno.

Para obtener un producto con las especificaciones correctas, el aceite tratado se somete a un proceso de desorción con vapor, en el cual los remanentes ligeros son eliminados; o bien, es fraccionado en diferentes cortes lubricantes que se secan posteriormente en una columna de vacío.

El aceite lubricante producido de un lubricante gastado representa un 82 % con respecto a éste último sobre base seca. Los residuos pesados de fondos, los cuales representan cerca del 8 % de la producción, pueden ser usados para fabricar productos de asfaltos y lubricantes especiales, o bien, pueden ser quemados en hornos de cemento.

El 10 % representa las fracciones más ligeras, por ejemplo, la gasolina mezclada con el aceite lubricante de desecho. Como desventaja fundamental de este proceso se tiene que no se logra la eliminación de los metales presentes en los aceites lubricantes usados.

B.3 Proceso PROP (Phillips Re-refined Oil Process)

Durante los años de 1970-1976, la compañía Phillips Petroleum desarrolló el proceso Phillips para Re-refinamiento del Aceite PROP (por sus siglas en inglés). Posteriormente el proceso fue adquirido por las compañías Texaco Inc. y Shell Canadá.

El aceite usado se alimenta a una torre donde se lleva a cabo la demetalización, gracias a la inyección de una solución reaccionante de fosfato de diamonio. La reacción toma lugar bajo condiciones cuidadosamente controladas con incrementos progresivos de temperatura y decremento de la presión, inicialmente para promover la reacción del

fosfato y subsecuentemente la separación del agua y los ligeros del aceite. Un calentamiento del aceite reaccionado da como resultado una remoción parcial de azufre y nitrógeno en forma de dióxido de azufre, ácido sulfhídrico y amoníaco.

Una corriente de aceite reaccionado se usa para ayuda filtrante concentrada, este lecho se mezcla posteriormente con la corriente principal de aceite usado a una concentración de 1% por peso (de ayuda filtrante) que va al proceso de filtración en filtros de hojas o platos. El producto filtrado desmetalizado pasa a través de un filtro de protección a un tanque intermediario estando así listo para el hidrotatamiento.

El aceite desmetalizado se calienta en presencia de hidrógeno filtrado a través de una o dos camas paralela de arcilla logrando desulfurizarlo con un catalizador de níquel-molibdeno. El efluente hidrotatado se envía a flasheo con el gas rico en hidrógeno, que se enfría antes de ser lavado con agua para remover el amoníaco, cloruros e hidrocarburos ligeros. Al enfriamiento y a la eliminación de agua procede un lavado con sosa caustica.

El aceite hidrotatado del flash se introduce dentro de un separador de aceite lubricante para el control del pinto de flash. Este aceite se enfría y se separa con aire para remover la nube húmeda. El gas disuelto y los hidrocarburos ligeros así removidos se combinan con corrientes similares de desecho para la incineración y recuperación.

El producto hidrotatado es un aceite base regenerado útil para mezclarse con aceites automotrices o para comercializarse en esta forma como aceite básico neutro [32].

C) Tratamiento Combinado (Ácido-arcilla-destilación)

C.1 Proceso Luwa

El proceso Luwa consiste principalmente de tres etapas de destilación en serie:

- Deshidratación y remoción de compuestos orgánicos de bajo punto de ebullición
- Separación de diesel
- Destilación del aceite lubricante

Deshidratación. A fin de facilitar las etapas de destilación subsecuentes, las fracciones de bajo punto de ebullición del aceite húmedo usado, que contienen principalmente agua, gasolina y otros componentes orgánicos, tienen que ser removidos.

Para cantidades pequeñas (hasta 1000 kg/h), se requiere una separación térmica, por lo que para flujos mayores, resulta económico adicionar una pre-separación mecánica por decantación.

El precalentamiento y la evaporación de esta etapa toman lugar en una columna de rectificación, donde se obtiene una completa separación de gasolina y diesel, la destilación se lleva a cabo a presión atmosférica.

El destilado, que es una mezcla de agua y disolvente orgánicos, se condensa y se somete a una decantación, separando el agua de los disolventes. El aceite seco sale de esta etapa con un contenido de agua menos al 0.1% y se envía a la unidad de separación de diesel.

Separación de diesel. Esta es la segunda etapa de destilación, donde la fracción de diesel contenido en el aceite es removido, en la columna de destilación se produce un corte de diesel, así este puede ser utilizado como combustible sin ningún tratamiento posterior.

Destilación de aceite lubricante. Es la última etapa de destilación, el aceite lubricante se separa del residuo en una destilación al vacío de película delgada. Mediante la aplicación de la tecnología de película delgada, se obtiene un máximo rendimiento y producto de buena calidad debido a los tiempos de residencia más cortos, teniendo un aceite libre de residuos de aditivos, con un color brillante y no huele mal. El aceite del destilado puede ser llevado a un tratamiento de ácido-arcilla, obteniendo así un aceite de igual calidad comparada con el aceite virgen [33].

5.3 Patentes registradas

El desarrollo tecnológico de los procesos de regeneración de aceites automotrices usados se ve reflejado en las 62 patentes existentes a nivel internacional reportadas en el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) a la fecha de junio del 2011.

Dentro de los países con patentes registradas para la regeneración de aceites automotrices usados se encuentran:

- México
- Estados Unidos
- España
- China
- Japón

Los cuales cuentan tanto con patentes concedidas así como solicitudes de patentes.

5.3.1 Patentes en México

México cuenta con un registro de cinco patentes concedidas y cinco solicitudes de patente. El documento más antiguo es el registrado con fecha del 24 de octubre de 1983 y del 5 de mayo del 2009 la más actual. A continuación se describen algunos de los documentos registrados:

TABLA 7. PATENTE EN MÉXICO

Proceso de refinado de aceite	
Fecha de presentación	15-mayo-2009
Fecha de presentación internacional	17-noviembre-2006
Fecha de publicación internacional	22-mayo-2006
Inventor	Donald P. Malone, 685 Krestview Drive, 41143, Grayson, KY, E.UA.
Resumen	Se describe un proceso para calentar aceite lubricante usado para deshidratar y/o recuperar componentes destilables. La alimentación de aceites se calienta por un intercambio de calor por contacto directo con un fluido fundido no pirolizante, metal fundido o sal fundida, que de preferencia se mantiene como un baño de fase continua, que opera a una temperatura sobre el punto de ebullición del agua e inferior a 600°C. La alimentación de aceite usado se calienta y cuando menos parcialmente se evapora por contacto con el fluido fundido. Se recuperan como producto vapor, hidrocarburos lubricantes en el intervalo de ebullición. El paquete aditivo en el aceite usado o sus productos de descomposición, se recuperan como una fase líquida.

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

TABLA 8. PATENTE EN MÉXICO

Método y sistema para modificar un fluido hidrocarbúrico usado para crear aceite lubricante para cilindro	
Fecha de presentación	22-marzo-2007
Fecha de presentación internacional	7-diciembre-2004
Fecha de publicación internacional	30-marzo-2006
Inventor	Guiseppe NATOLI, 117 Spring Drive, 44922, Chagrin Falls, E.UA
Resumen	<p>Esta invención se relaciona con un método y un sistema correspondiente para crear un aceite lubricante para cilindros modificando al menos un fluido inicial (aceite automotriz usado). Esto proporciona beneficios económicos significativos puesto que los lubricantes que en otras circunstancias tendrían que ser desechados podrían ser reutilizados como lubricantes usados para cilindros de pérdida total. Además, el aceite lubricante para cilindros no tiene que ser comprado. Los aceites lubricantes usados para mezcla, el aceite lubricante para cilindro son de calidad más consistente cuando son reabastecidos contrario a la práctica tradicional, lo cual reduce el desgaste de la maquinaria, etc. De este modo, el reabastecimiento de los fluidos iniciales proporciona un mejor y más consistente desempeño de los fluidos iniciales dando como resultado un desgaste de los componentes y costo del ciclo de vida del equipo significativamente reducido. Más aun, se proporciona un método/sistema más ambientalmente amigable puesto que los residuos, en forma de aceites lubricantes usados que son desechados después de un uso prolongado, se reduce pues son convertidos en aceite lubricante para cilindros.</p>

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

TABLA 9. PATENTE EN MÉXICO

Proceso para declorar y desincrustar aceite	
Fecha de presentación	24-octubre-2000
Fecha de presentación internacional	27-abril-1999
Fecha de publicación internacional	4-noviembre-1999
Inventor	DASPIT, Alexander, 3509 Springbrook Drive, 75205, Dallas, Texas,E.UA.
Resumen	La invención está dirigida a un proceso para reducir el contenido de cloro del aceite, así como también su propensión a incrustarse durante los procesos de destilación subsecuentes. El proceso calienta el aceite a un temperatura en el intervalo de 204 a 372°C y pone en contacto el aceite con un gas no oxidante, tal como vapor, por un tiempo de residencia de al menos varios minutos. Después de esto el aceite puede ser destilado y/o acabado en un aceite lubricante base u otro producto de destilación. El aceite sujeto a proceso puede ser aceite usado, y puede ser sujetado aun tratamiento de secado o eliminación de contaminantes ligeros, antes de ser sujeto al proceso.

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

5.3.2 Patentes en Estados Unidos

En Estados Unidos el número total de patentes concedidas es de nueve, mientras que tres documentos se encuentran en solicitud de patente. En ese país el registro más antiguo corresponde a la fecha de 20 de agosto de 1979, mientras que el más actual tiene la fecha de 14 de diciembre del 2004 que corresponde al igual registrado en México titulado: Método y sistema para modificar un fluido hidrocarbúrico usado para crear aceite lubricante para cilindros. Algunos otros documentos registrados describen lo siguiente:

TABLA 10. PATENTE EN ESTADOS UNIDOS

Dispositivo para separar impurezas de aceites lubricantes de motores de combustión interna	
Fecha de presentación	13-febrero-2003
Fecha de publicación	27-octubre-2005
Inventor	Dieter Bauman, Greven-Gimbte
Resumen	La invención describe lo dispositivos para separar impurezas de un aceite lubricante de un motor de combustión interna. El equipo consta de un primer dispositivo que está caracterizado por una conexión con un tornillo el cual gira en dirección rotacional dentro de un dicho equipo donde se encuentra el aceite lubricante usado. El segundo dispositivo es una centrifuga para separar las impurezas dentro de los aceites. Todos estos dispositivos junto con un filtro, se encuentran dentro del mismo equipo de separación.

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

TABLA 11. PATENTE EN ESTADOS UNIDOS

Proceso para regenerar aceites lubricantes usados	
Fecha de presentación	22-noviembre-1989
Fecha de patente	11-noviembre-1975
Inventor	Guy Parc, Francia
Resumen	Los aceites lubricantes usados contienen componentes metálicos solubles, particularmente estos metales se obtienen por el desgaste del motor en donde son usados, de la caja del cambios y diferenciales. Para la regeneración, los aceites lubricantes usados, son recirculados a los largo de una de las caras de una membrana permeable de hidrocarburos, preferentemente una membrana de ultrafiltración. Posteriormente el aceite producto se colecta y purifica en la otra cara de la membrana.

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

TABLA 12. PATENTE EN ESTADOS UNIDOS

<i>Reprocesamiento de aceites usados</i>	
Fecha de presentación	22-noviembre-1989
Fecha de patente	17-septiembre-1991
Inventor	Karl H. Keim, Alemania
Resumen	La invención describe el proceso de reprocesamiento de aceites usados. La alimentación de aceite usado se somete a destilación fraccionaria para recuperar la fracción de gasolina y ácido carboxílico que existe dentro de la alimentación, así como la fracción de aceite que contiene componentes clorados y como fondos de la destilación se recupera los hidrocarburos de alto punto de ebullición. La parte gaseosa de la destilación es sometida a un hidrocrqueo catalítico, donde simultáneamente se destruyen los hidrocarburos clorados. Después de que se ha separado el ácido clorhídrico en la etapa de hidrocrqueado, el aceite queda libre de componentes clorados y otros contaminantes. El aceite obtenido se utiliza como aceite base para la producción de aceites lubricantes para autos o son sometidos a tratamiento térmico.

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

5.3.3 Patentes en España

España es el país con mayor número de patentes concedidas en el mundo con un total de veintitrés, la más antigua y registrada recientemente es la que corresponde a la fecha de 16 de julio de 1977, la cual describe un proceso para la regeneración de un aceite lubricante usado. Y siendo la titulada: procedimiento de regeneración de aceites minerales usados y residuos asfálticos por extracción líquido-líquido y productos así obtenidos, la patente actual registrada con fecha de publicación de 1 de agosto del 2008.

TABLA 13. PATENTE EN ESPAÑA

Procedimiento de regeneración de aceites minerales usados y residuos asfálticos por extracción líquido-líquido y productos así obtenidos	
Fecha de presentación	27-julio-2006
Fecha de publicación de solicitud	1-agosto-2006
Fecha de publicación de folleto de solicitud	1-agosto-2008
Inventor	Flores Velázquez, Juan, España
Resumen	<p>Esta invención menciona el procedimiento por el cual se regeneran aceites minerales usados, con el objeto de obtener cuatro bases lubricantes con las mismas características fisicoquímicas que las del primer refinado partiendo del aceite usado y una de los residuos asfálticos procedentes de la destilación del aceite en plantas de regeneración de difícil aplicación en el mercado. El procedimiento incluye, la deshidratación y destilación para la eliminación del agua y de los hidrocarburos ligeros. Extracción líquido-líquido con disolvente (metiletilcetona) a temperatura ambiente, presión atmosférica y recuperación de disolvente para su posterior reutilización, así como la destilación al vacío para la obtención de cuatro bases lubricantes; por último, la extracción con disolvente de los productos asfálticos obtenidos para la obtención de una base lubricante más pesada minimizando la cantidad de los mismos.</p>

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

TABLA 14. PATENTE EN ESPAÑA

Un procedimiento de obtención de sulfonatos de petróleo y aceites blancos de calidad técnica	
Fecha de presentación	19-enero-2004
Fecha de publicación de solicitud	1-agosto-2005
Fecha de publicación de folleto de solicitud	1-agosto-2005
Inventor	Delgado Oyague, Juan, España
Resumen	<p>Un procedimiento de obtención de sulfonatos de petróleo y aceites blancos de calidad técnica a partir de aceites lubricantes usados, junto con cantidades relativamente inferiores de asfaltos e hidrocarburos ligeros, que comprende las etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Pre-tratar el aceite usado para evitar la tendencia al ensuciamiento y la corrosión de los equipos en la etapa b); b) Destilar la mezcla pre-tratada de la etapa a), para separar por una parte agua, y por otra parte hidrocarburos ligeros, una fracción de punto de ebullición inferior a 150°C, una fracción de gas-oil, fracciones de aceites lubricantes y una fracción de asfaltos residual, y c) Sulfonar las fracciones de aceites lubricantes obtenidas en b) con trióxido de azufre y neutralizar posteriormente para obtener aceites blancos técnicos y sulfonatos de petróleo.

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

TABLA 15. PATENTE EN ESPAÑA

Procedimiento para regenerar aceites usados por desmetalización y destilación	
Fecha de presentación	23-septiembre-2003
Fecha de publicación de solicitud	16-febrero-2004
Fecha de publicación de folleto de solicitud	16-febrero-2004
Inventor	Carpintero López, Francisco, España.
Resumen	<p>La invención se refiere a un procedimiento para regenerar aceites usados de origen petrolífero que comprende las siguientes etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) desmetalización del aceite mineral usado mediante tratamiento químico de dicho aceite con una solución acuosa de un reactivo químico que contiene aniones que forman sales poco solubles con los metales del aceite, seguido de separación del aceite desmetalizado; b) destilación del aceite desmetalizado obtenido en la etapa a) a presión atmosférica y en presencia de hidróxidos alcalinos; y c) destilación del residuo líquido obtenido en la destilación atmosférica de la etapa b) a vacío y en presencia de hidróxidos alcalinos para obtener bases lubricantes.

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

5.3.4 Patentes en Japón

Según datos de la oficina de patentes de Japón, en ese país existen ocho documentos reportados referentes al tema de regeneración de aceites usados; de las cuales la más antigua se encuentra con una fecha de publicación del 22 de enero de 1988 describiendo un método para regenerar aceites gastados o de desecho. Por otro lado la invención de un aparato tipo móvil para purificación aceites de desecho, representa la publicación más actual hasta el momento con fecha de 11 de mayo del 2009.

TABLA 16. PATENTE EN JAPÓN

Aparato tipo móvil para purificación de aceites de desecho	
Fecha de publicación	11-mayo-2009
Inventor	Koo Kyung Hae; Choi Yun Hawn; Yu Tai Il, Japón.
Resumen	la invención describe un aparato de movimiento para purificar aceite de desecho, removiendo componentes de hierro, agua y partículas contaminantes que se encuentran contenidas en el aceite lubricante industrial usado, aceite de operaciones hidráulicas o aceite de corte. El aparato móvil es equipado en una clase de carro, donde se instalan dos equipos sobre el carro para la purificación del aceite usado y un tanque de mezclado dentro de dicho purificador el cual descarga selectivamente el flujo a cada uno de los equipos de purificación.

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

TABLA 17. PATENTE EN JAPÓN

Aparato y método para el reciclado de aceite usado	
Fecha de publicación	21-agosto-2008
Inventor	Ishikuri Yukihiro; Tajiri Eiichi; Akaishi Eiko, Japón.
Resumen	Describe un aparato para reciclar aceite usado proveniente de motores automotrices, removiendo de éste finas impurezas como polvo de metales. El aparato para el reciclado de aceites comprende de un contenedor de aceite usado, un electrodo 1 de alto campo eléctrico y un electrodo 2 de acumulación de contaminantes, así como de una fuente de poder para generar un fuerte campo eléctrico entre ambos electrodos. Este aparato trabaja de la siguiente manera: un campo eléctrico es generado entre los dos electrodos para acumular los contaminantes del aceite en el electrodo de acumulación de contaminantes. Usando este aparato, los contaminantes se acumulan sobre la superficie del electrodo 2 para generar un campo eléctrico en el aceite usado. El método de reciclado de aceite usado tiene la ventaja de ser aplicable en todo tipo de aceite industrial incluyendo aceite de maquinaria y herramientas mecánicas hasta el comestible, aunque queda limitado a eliminar de estos sólo partículas metálicas.

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

TABLA 18. PATENTE EN JAPÓN

Método de separación de contaminantes insolubles en aceites	
Fecha de publicación	2-diciembre-2002
Inventor	Hideshima Yasufumi, Japón.
Resumen	La invención consiste en un método para acelerar la separación por sedimentación de un aceite que se encuentra caliente el cual contiene impurezas insolubles. El aceite caliente posteriormente se somete a centrifugación, el calentamiento del aceite vuelve más eficiente la separación del aceite con impurezas tales como polvo de metal, óxidos metálicos o polvo acumulado en los aceites tanto lubricantes industriales como los usados en procesos de forjado y prensado así como los utilizados en motores.

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

5.3.5 Patentes en China

El número total de patentes registradas en China para la regeneración de aceites usados es de 17 documentos.

Hoy en día China es el país con la patente más actual en la regeneración de aceites lubricantes usados, con fecha de publicación del día 7 de julio del 2010, describiendo un método para la regeneración de aceites de motor usado por medio de un tratamiento de floculación-adsorción. La regeneración de aceites usados por medio de floculación, se ha ido desarrollando a través del tiempo en ese país, muestra de esto es que el método de floculación para tratar aceites usados es de las patentes más antiguas registradas en China con fecha de 6 de septiembre de 1993. A continuación se describen ambas patentes:

TABLA 19. PATENTE EN CHINA

Proceso de regeneración de aceites lubricantes usados, empleando el método de floculación	
Fecha de publicación	6-septiembre-1993
Inventor	Jingxin Zheng, China
Resumen	La invención describe el método de floculación para regenerar cualquier tipo de aceite lubricante, ya sea de una sola clase o mezcla de estos, provenientes de motores diesel principalmente. El método es un proceso simple, de fácil operación y con posibilidad de aplicarse en plantas de pequeño, mediana y mayor capacidad con la modificación de los equipos existentes.

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

TABLA 20. PATENTE EN CHINA

Método para la regeneración de aceites de motor usado por medio de un tratamiento de floculación-adsorción	
Fecha de invención	7-julio-2010
Inventor	Taifeng Cao, Shijiang Chen, Yuanhu Dong, China.
Resumen	El método comprende de los siguientes pasos: filtración, una primera floculación, una floculación secundaria y un blanqueo por adsorción. Las impurezas como hidrocarburos, depósitos de partículas de carbón y gomas de cemento en el aceite se pueden separar a través de dos procesos de floculación. La propiedad de blanqueo del peróxido de hidrogeno y la propiedad adsorción de una arcilla se combinan para mejorar el color, la estabilidad y las propiedades eléctricas del aceite usado. Este proceso ofrece una fácil operación, baja inversión en el equipo de regeneración y una mejora en la calidad del aceite producto en relación con el aceite alimentado. Los residuos generados en el proceso se utilizan como asfalto y el beneficio secundario económico que se obtiene de este es la disminución de contaminación.

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

5.4 Uso de membranas en la regeneración de aceites usados

Las membranas ocupan un lugar importante en la industria y tecnología química, así como en los procesos de regeneración de aceites usados. La principal propiedad que las hace aplicables, es la habilidad para controlar la velocidad de permeabilidad de especies químicas a través de la membrana. En definición, una membrana no es más que una discreta y delgada interface que modera la permeabilidad de especies químicas que entran en contacto con esta. Dicha interfase puede ser molecularmente homogénea; es decir de composición y estructura uniforme, o heterogénea tanto física como químicamente, por ejemplo pueden estar formadas por poros de diversas dimensiones [34].

5.4.1 Membranas simétricas

a) Membrana de microporo

Una membrana de microporo es muy similar en función y estructura que un filtro convencional, son rígidas, con estructura altamente anulada, es decir tienen una distribución e interconexión de sus poros al azar. Sin embargo, lo que diferencia a una membrana de un filtro, es el tamaño de poro, pues este en una membrana es extremadamente pequeño, de 0.01 a 10 μ m de diámetro. La separación en membranas de este tipo, es función del tamaño y distribución del poro. Por lo general, solo las moléculas que difieren considerablemente en tamaño, pueden ser separadas de manera efectiva por membranas de microporo, por ejemplo las utilizadas en ultra y microfiltración.

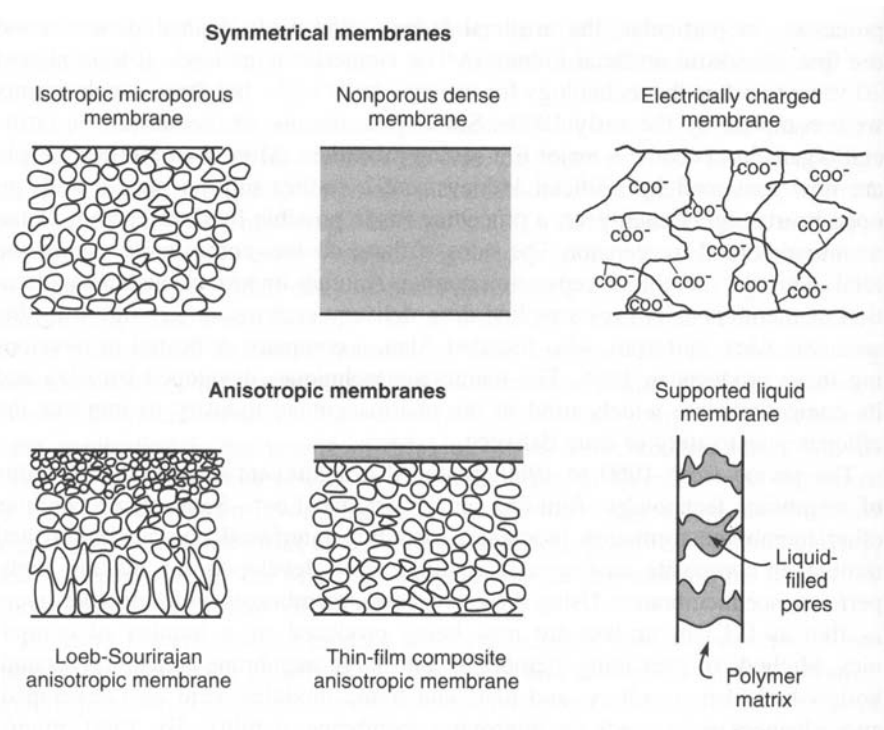
b) Membranas densas

Las membranas sin poros o densas, consisten de una película densa a través de la cual se permea y transporta por medio de difusión, bajo un gradiente de potencial eléctrico, de concentración o de presión. La separación de varios componentes de una mezcla es proporcional a la velocidad relativa de transportarse dentro de la membrana, esto se determina por la difusividad y solubilidad del material en la membrana. Las membranas densas son utilizadas en la separación de gases, pervaporación y osmosis inversa.

c) Membranas cargadas eléctricamente

Este tipo de membranas pueden ser de tipo densas o de microporo, con paredes cargadas de iones positivos y negativos. La separación con membranas cargadas eléctricamente, se logra por exclusión de iones de la misma carga como los iones fijados en la estructura de las membranas. Dicha separación se ve afectada por la carga y la concentración de los iones en la solución. Una aplicación de este tipo de membranas se refleja en electrodiálisis donde se utilizan soluciones electrolíticas.

FIGURA 3. PRINCIPALES TIPOS DE MEMBRANAS



Fuente: Membrane Technology and Applications, Richard W. Baker, 2004.

5.4.2 Membranas anisotrópicas

La velocidad de transporte de las especies a través de las membranas de este tipo es inversamente proporcional a su espesor, por lo tanto pueden ser tan delgadas como sea posible hasta de 20 μm de espesor.

Las membranas anisotrópicas consisten en una superficie extremadamente delgada, soportada sobre otra membrana mucho más delgada; es decir una subestructura de poros. La composición más común es a base de polímeros. Las propiedades de separación y permeabilidad de las membranas están determinadas exclusivamente por la superficie principal; la función de la subestructura es de un soporte mecánico.

5.4.3 Membranas cerámicas, metálicas y líquidas

Las membranas cerámicas, son una clase muy especial de membranas de microporos, son usadas en ultrafiltración y microfiltración. Presentan una gran resistencia a disolventes y estabilidad térmica. Membranas densas, principalmente de paladio, son utilizadas en la separación de hidrogeno a partir de mezcla de gases; los soportes de película líquida se han desarrollado para facilitar el proceso de transporte en las membranas.

Las membranas cerámicas proporcionan fiabilidad, es decir, resultan ser eficientes en sistemas de filtración de uso intensivo, garantizando una correcta separación. Ofrecen robustez, pues son altamente resistentes a condiciones extremas de pH, así como a ataques químicos y termomecánicos. Además de ser de sencilla operación, gracias al diámetro de los canales, se pueden filtrar fluidos con concentraciones elevadas de sólidos en suspensión, y se minimiza la necesidad de pretratamientos y prefiltros de seguridad [35].

TABLA 20. COMPARACIÓN ENTRE MEMBRANAS

Tipo de Membrana	Características	Usos
De microporo	Distribución de poros al azar. Presentan rigidez. El tamaño de poro varía de 0.01 a 10µm.	Es utilizada para separar moléculas que difieren en tamaño como en: Micro filtración. Ultrafiltración.
Densas	Realiza su función por medio de difusión. La separación de componentes depende de la solubilidad y difusión de éstos en la membrana.	Separación de gases. Pervaporación. Osmosis inversa.
Cargadas eléctricamente	Compuesta por paredes cargadas de iones negativos y positivos. La separación depende de la carga y concentración de iones en la solución a separar.	Electrodiálisis.
Anisotrópicas	Membranas delgadas de hasta 20µm de espesor. La velocidad de transporte es inversamente proporcional a su espesor.	Purificación de líquidos biofarmacéuticos: Sueros y vacunas
Cerámicas	Resistencia a disolventes. Estabilidad térmica. Resistencia a condiciones extremas de pH, ataques químicos y termomecánicos.	Ultrafiltración. Microfiltración.

Creación propia a partir de información obtenida de fuente: [34] y [35]

5.5 Patentes con uso de membranas en la regeneración de aceites usados

Así como las arcillas fueron una parte fundamental para llevar a cabo varios tratamientos para la regeneración de aceites lubricantes usados, las membranas están formando una parte importante en los métodos para la regeneración de estos aceites, su uso se ve reflejado en tres patentes registradas a nivel internacional donde el tratamiento de dichos aceites se realiza a través de membranas cerámicas. Las tres patentes registradas, según la oficina de patentes y marcas de China, describen lo siguiente:

TABLA 21. PATENTE CON MEMBRANAS

Proceso y equipo para el reciclado y reutilización de aceite usado	
Fecha de publicación	7-agosto-2009
Inventor	Zicheng Wu, China
Resumen	La invención describe un método y equipo para llevar a cabo el reciclado de aceite usado de motor. El equipo para el tratamiento comprende de una alimentación de aceite usado, una bomba de extracción, un filtro de aceite, un separador de impurezas, una bomba que aumente la presión y una membrana cerámica para filtración. La alimentación es bombeada; un conjunto de filtros se coloca en la entrada de la bomba; mientras a la salida de la bomba se conecta un filtro de aceite, el cual es comunicado con el separador a través de una tubería, en el fondo del separador se coloca una válvula de descarga. La entrada de la bomba se comunica con el separador de impurezas, y la salida de la misma a una membrana cerámica. Después de la primer filtración, es conveniente aumentar al temperatura del aceite a una temperatura entre 40 a 90 °C, y bombearlo a la membrana. La filtración con membranas cerámicas ayuda a separar varias impurezas y obtener así un aceite limpio.

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

TABLA 22. PATENTE CON MEMBRANAS

Vibración ultrasónica de una membrana cerámica rotatoria para la regeneración y purificación de aceite usado	
Fecha de publicación	22-julio-2009
Inventor	Jianmin Lu, Lihua Fan, Zhiqi Zhu, China.
Resumen	<p>La invención comprende un equipo regulador de aceite usado, un equipo de vibración ultrasónica con una membrana giratoria, un equipo de separación de gas y aceite, un equipo de retrolavado y un equipo de purificación. El dispositivo se caracteriza por que existe un equipo de transmisión que maneja una membrana cerámica en forma de tocadiscos que gira lentamente, el aceite usado vibra sobre la membrana cerámica por medio de un generador ultrasónico, la membrana limpia el aceite, y el aceite no filtrado se retiene. Bajo la acción de vacío, el aceite filtrado entra a un tanque de separación de aceite y gas. Después de la purificación se separan por distintas tuberías el aceite del gas.</p> <p>El modelo adopta la utilidad de vibración ultrasónica para la limpieza de la membrana cerámica, de esta manera las propiedades de la membrana se conservan por un largo periodo, tales como la cantidad de aceite penetrado y la remoción del color. Además de representar un proceso simple, la inversión en el equipo de operación es poca y el costo de operación es bajo, la manufactura e instalación son fáciles, es un método limpio, los equipos operan con ahorro de energía por lo tanto es amigable con el ambiente.</p>

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

TABLA 23. PATENTE CON MEMBRANAS

Aparato de separación para la regeneración de aceite de motor por medio de membranas cerámicas de nano filtración	
Fecha de publicación	18-marzo-2009
Inventor	Guoying Yang; Jiang Jin, China
Resumen	<p>El modelo describe una unidad de separación por medio de membranas cerámicas de nano filtración y una nanofiltración de aceite regenerado. Comprende un equipo de calentamiento, un tanque de almacenamiento, una bomba y un equipo de membrana de nanofiltración. El aceite usado entra a un tanque de almacenamiento y se calienta a una temperatura de 120°C. El aceite se recircula través de la bomba por el equipo de nanofiltración de membrana cerámica; el aceite recirculado se descarga por la salida de la bomba, mientras el resto del aceite, en forma de desecho se envía al tanque de almacenamiento para ser nuevamente recirculado por todo el sistema.</p> <p>Después de un tiempo de llevar a cabo la recirculación, la concentración de los sólidos en el aceite de desecho residuo aumenta y la eficiencia de la recuperación de aceite se reduce, en el momento que esto ocurre, el aceite de desecho se descarga y la alimentación de aceite usado se cambia por otra. Dentro de las ventajas de este proceso, se encuentra el bajo costo, la alta precisión en el filtrado, consumo bajo de energía y protección ambiental.</p>

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

5.6 Destino final del aceite

Cuando del aceite gastado se eliminan contaminantes insolubles y productos de oxidación mediante el uso de un tratamiento, el producto obtenido es un aceite que tiene un nuevo uso en mezclas o cortes (Blending) con o sin el agregado de aditivos. La característica principal del producto es que presenta una calidad similar o equivalente al aceite original de dónde provino el aceite usado.

Por otro lado los aceites recuperados, después de la separación de sólidos y agua, por medio de calentamiento, filtración, deshidratación y centrifugación, son utilizados como combustible tipo fuel en hornos y calderas. Teniendo este aceite como característica principal: una menor calidad, pues el proceso en general no elimina metales pesados, Bifenilos Policlorados (PCBs) y aditivos entre estos aquellos que inhiben la corrosión.

El aceite gastado que es sometido a proceso de regeneración; es decir se remueven sus contaminantes como metales y aditivos, posteriormente se somete a un refinado, en esta etapa el aceite se somete a pre-destilación, tratamiento ácido, extracción con disolventes, desasfaltado y deshidratación. Teniendo un producto de alta calidad, comparada con la de un aceite de primer refino, que puede ser utilizado como base para la fabricación de nuevos lubricantes.

Otras alternativas para el uso de aceites tratados son:

- *Reuso*, como combustible alternativo, en hornos ladrilleros, cementeros e incineradores. Esta es una alternativa válida que implica un tratamiento previo al aceite usado para controlar las emisiones de la combustión.
- *Membranas Asfálticas*. Las membranas asfálticas de calidad certificada se confeccionan con asfaltos puros, sin cargas minerales, sobre una tela sintética especial o sobre una película de polietileno (membranas en rollos).

Sin embargo se confeccionan membranas de baja calidad con el agregado de aceites usados previamente filtrados y clarificados en las cuales el aceite le confiere mayor plasticidad. Este uso no recomendable depende de factores económicos y falta de adecuado control por parte de la autoridad de vigilancia ambiental.

- *Pinturas y breas asfálticas.* Las pinturas y barnices asfálticos son utilizados en áreas rurales para protección de maderas, muelles, embarcaciones, etc. por otro lado las breas sirven para coberturas de techos y adherentes para membranas.
- *Uso agrícola.* Dentro de las actividades agrícolas el aceite tratado se puede utilizar para el control de maleza, así como insecticida-acaricida.

El aceite usado debe ser refinado, para obtener un aceite puro (tipo mineral) para así cubrir las demandas en su uso agrícola. En el mercado hay aceite mineral (mezcla de alifáticos) de Agar Cross, y mezcla de parafínicos como aceite mineral coadyuvante (Agar Cross, Basf, ICI, Ishihara y Uniroyal). Todos estos deben cumplir con normas de calidad como no ocasionar efectos fitotóxicos.

CAPITULO 6
PROCESOS DE TRATAMIENTO DE ACEITES USADOS APLICABLES EN MÉXICO

CAPITULO 6 PROCESOS DE TRATAMIENTO DE ACEITES USADOS APLICABLES EN MÉXICO

El manejo sustentable de los aceites usados es una tarea impulsada por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, puesta en vigor en enero de 2004, en la cual se establece la obligación de someterlos a planes de manejo en los que deben intervenir, aplicando la responsabilidad compartida pero diferenciada, los productores, importadores, distribuidores, comercializadores y consumidores, con el apoyo de las autoridades gubernamentales a nivel Federal, Estatal y Municipal, particularmente tratándose de los generados por microgeneradores [36].

Puesto que buena parte de los aceites usados que se generan provienen de los cambios de aceite de motores y de cajas de transmisión de automóviles, camiones de carga o de transporte público, que suelen realizar los talleres mecánicos, servicios de lubricación o las propias agencias automotrices, a ellos se han enfocado principalmente los esfuerzos por desarrollar programas de acopio y reciclaje de los mismos.

Dichos programas han sido creados con el objetivo de implantar un esquema de manejo integral desde la generación, recepción, acopio, almacenamiento, transporte, reúso y/o reciclaje de aceites usados de automotores para disminuir las presiones de contaminación que se ejercen sobre el medio ambiente y la posibilidad de efectos negativos a la salud humana.

6.1 Principales centros de acopio de aceites usados en México

A través de los programas enfocados a los talleres mecánicos o a pequeñas empresas, como la Legislación de los Aceites Usados de la SEMARNAT, se han identificado dificultades que enfrentan éstos para que se les brinden los servicios de recolección de los aceites usados ya que, por lo general, los transportistas o los tratadores, comercializadores y quienes los emplean como combustible alterno no consideran rentable llevar a cabo ellos mismos dicha recolección, esto debido a que el volumen a recoger lo consideran mínimo.

Por lo anterior, en México, se ha encontrado que un lugar adecuado para la instalación de centros de acopio de aceites usados son las estaciones de servicio de gasolina y los talleres automotrices, en los que se ofrecen los aceites lubricantes nuevos.

En las estaciones de servicio de gasolina que funcionan como centro de acopio, se han instalado tanques especiales para recolectar los aceites usados de los clientes que les

compran los aceites nuevos, los cuales deben mostrar el recibo correspondiente al retornarlos. Estos tanques están separados de los depósitos para los aceites generados en las trampas de las propias gasolineras.

Además de las estaciones de servicio de gasolina, el aceite usado es acopiado en algunas tiendas de productos para automóviles, talleres mecánicos, centros de acopio de residuos reciclables, estaciones de bomberos, centros de verificación de automóviles y rellenos sanitarios abiertos al público, todos estos con permiso del gobierno.

Al contar con centros de acopio de aceite usado, se tienen ventajas tanto sociales como ambientales, pues:

- Facilitan e incentivan el reciclaje al entregar los aceites usados acopiados sin costo alguno para los recicladores.
- Disminuyen considerablemente los problemas de contaminación ambiental provocados por la disposición inadecuada de los aceites usados.
- No demandan infraestructura costosa.
- Reducen los costos del acopio y transporte de los aceites usados.
- Las estaciones de servicio de gasolina desarrollan una actividad social y de protección al ambiente que les crea una imagen positiva ante sus clientes.

Dentro de la recolección de aceites usados se deben considerar los siguientes aspectos:

Recolección Domiciliaria. Establecer sistemas de recolección de aceites usados acoplados a la recolección de residuos sólidos municipales, adaptando los camiones recolectores para que dispongan de un contenedor donde se viertan los aceites y se lleven a un tanque de depósito al cual tengan acceso los recicladores. Esta alternativa demanda una amplia publicidad y coordinación entre autoridades y empresas recicladoras.

Acopio Centralizado. El acopio centralizado corresponde a los centros de acopio, por ejemplo estaciones de servicios de gasolina, donde los consumidores pueden retornar el aceite usado que le cambiaron a su vehículo y a donde recurren los recicladores interesados. La ubicación y la accesibilidad son importantes.

Estímulo a los actores claves. Para interesar a los distribuidores y a las estaciones de servicios u otros sitios potenciales para establecer los centros de acopio, es necesario

destacar que con su participación se incrementa el tráfico de los consumidores en sus establecimientos y se estimulan sus negocios, además que contribuyen a reducir la contaminación ambiental y protección de los recursos naturales. Aunado a esto se estimulan cadenas productivas que intervienen en la valorización de los aceites usados.

No menos importante es considerar otros aspectos relativos a las responsabilidades que derivan de la administración de los centros de acopio, tales como:

- Colocar anuncios alusivos a la ubicación de los contenedores para depositar los aceites usados e informar al público sobre el programa de recolección de los mismos para su reciclado.
- Disponer de un tanque apropiado para el depósito de los aceites usados y de fácil acceso al público.
- Supervisión periódica del tanque de acopio de los aceites usados.
- Establecimiento de convenios con los recicladores potenciales que se ocuparán de llevarse los aceites usados periódicamente, los recicladores deberán contar con licencias o registros válidos para operar de manera ambientalmente adecuada y llevar sus propias bitácoras de los aceites recuperados.
- Establecimiento de medidas de prevención para evitar que se mezclen con los aceites lubricantes usados provenientes de vehículos automotores y otro tipo de aceites.
- Integración de una bitácora donde se registren los aceites usados devueltos por los consumidores que compraron en el establecimiento los aceites nuevos y los enviados a reciclado.

6.2 Tratamiento aplicable en el país de acuerdo a normatividades

La normatividad ambiental mexicana en materia de residuos peligrosos se ha orientado hacia el manejo seguro de los desechos tóxicos y la protección del medio ambiente, la cual está definida por leyes, reglamentos y normas de aplicación federal.

En México se ha puesto atención en la problemática que representan los aceites usados, como consecuencia de este interés, se elaboró el proyecto de NOM-101-ECOL-1996

sobre los requisitos y especificaciones para el manejo de lubricantes usados que, entre otros, establece las siguientes condiciones:

- La prohibición de todo tipo de vertido de lubricantes usados, sus residuos y subproductos derivados de su tratamiento, en cualquier cuerpo de agua superficial o subterráneo, zonas de mar territorial, sistemas de drenaje y alcantarillado o descargas de aguas residuales.
- La prohibición de su depósito o vertido directo sobre el suelo o cualquier superficie del territorio nacional, al igual que cualquier tipo de incineración a cielo abierto o en instalaciones no autorizadas por la autoridad ambiental.
- La obligación por parte del pequeño generador (que genera un volumen menor o igual a 1 000 litros por mes calendarizado), de llevar una bitácora de control de adquisición de aceites nuevos y de generación de aceites usados.

Dentro del país se han elaborado distintos proyectos para el manejo y recolección de aceites usados, tales como los existentes dentro de las delegaciones del Distrito Federal, sin embargo estos constan únicamente en cumplir como un centro de acopio.

El problema de los aceites usados va mas allá de acopiarlos, la Red Mexicana de Manejo Ambiental de Residuos (REMEXMAR), trabajando en conjunto con el Instituto Nacional de Ecología han llevado a cabo foros de información sobre la problemática ambiental y de salud que estos representan al no ser usados adecuadamente. En este tipo de foros se informa a la comunidad los daños que puede llegar a causar el hecho que un aceite usado sea arrojado al agua, al suelo o a la atmósfera de forma incorrecta, invitando a los generadores a depositarlos en un lugar apto para esta tarea [37].

La REMEXMAR tiene como objetivo operar en los distintos Estados de la República Mexicana, en la cuestión de manejo de residuos, tal es el caso del Estado de San Luis Potosí, en el que dicha Red de la mano con el Gobierno del Estado a través de la Secretaria de Ecología y Gestión Ambiental, crearon un programa de manejo de aceite lubricante usado generado en talleres y centros de servicio automotriz. Con la implementación de este programa se han logrado recolectar hasta 120 000 litros mensuales de aceite usado los cuales son enviados a reciclaje en plantas de reciclaje de aceite usado instaladas en la Zona Industrial de la capital Potosina, con capital privado y con capacidad de tratamiento de más de un millos de litros al mes de dicho residuo, ejemplo de estas empresas es Petroquímica de Aceites [38].

6.2.1 Análisis de los tratamientos recomendados para la regeneración de aceites usados

Para la regeneración de aceites automotrices usados existen varios procesos, los cuales se pueden dividir en:

- Procesos que utilizan arcillas, siendo de los primeros y por lo tanto más antiguos.
 - Procesos a base de destilación.
 - Procesos involucrando el uso de membranas, de los tratamientos más recientes para la regeneración utilizando principalmente membranas cerámicas.
- a) Los procesos que involucran un tratamiento con arcillas, tienen como producto un aceite que puede ser utilizado posteriormente como combustible alternativo o un aceite base para la elaboración de aceites lubricantes gracias a la adición de aditivos. Dentro de las ventajas de este proceso se encuentra el lado económico, pues el costo de las arcillas es bajo por lo que en general éste resulta ser de baja inversión. La gran desventaja se ve reflejada en el impacto al medio ambiente, pues al utilizar este proceso, a la vez que se obtiene aceite regenerado se produce un volumen de arcilla ácida como desecho. Por lo tanto con los procesos que utilizan arcillas se pretende utilizar como materia prima un desecho para así aprovecharlo, pero se genera otro tipo de desecho, es decir; arcillas ácidas gastadas.
- b) Una opción para la regeneración de aceites usados, es recurrir a la destilación, ya sea fraccionaria y/o a vacío. El proceso es sencillo pues consiste en una serie de destilaciones en las cuales se separa del aceite usado las diferentes fracciones de componentes, tales como gasolina, aditivos, metales y el aceite. Esta opción resulta conveniente, pues el objetivo es obtener un aceite base para su posterior procesamiento y al mismo tiempo aprovechar los subproductos de este proceso como por ejemplo la gasolina obtenida. La desventaja se refleja en el consumo de energía para llevar a cabo el proceso.

En plantas en donde se lleva a cabo procesos de refinación de petróleo, se pueden encontrar columnas de destilación, las cuales pueden ser utilizadas para la regeneración de aceites usados, ajustando previamente las condiciones de operación, por lo que no implicaría una nueva inversión para llevar a cabo el tratamiento y así obtener aceites bases con calidad igualada a un aceite de primer refino.

- c) El estado del arte en cuestión de regeneración de aceites usados, pertenece al uso de las membranas en específico del tipo cerámicas. El proceso consiste en una filtración del aceite usado a través de una membrana cerámica por un

determinado tiempo para obtener un aceite básico de igual calidad a un aceite virgen. Dentro de las ventajas de este proceso es el bajo costo de la membrana cerámica además de ser un proceso limpio. Cuando se utilizan membranas para obtener aceites regenerados, no es necesaria ninguna otra operación de limpieza o pre filtración, por lo que en lugares pequeños que sirven como centro de acopio se podría adoptar esta técnica, sometiendo a filtración el aceite usado recolectado para su posterior uso.

TABLA 24. COMPARACIÓN ENTRE PROCESOS DE REGENERACIÓN DE ACEITES USADOS.

Proceso	Ventajas	Desventajas	Aceite obtenido
Utilizando arcillas	Bajo costo de las arcillas.	Producción de arcilla ácida gastada.	Aceite utilizado como combustible alterno; Aceite base para la elaboración de aceites lubricantes.
Destilación	Aprovechamiento de subproductos: gasolina.	Se reflejan principalmente en el consumo de energía para llevar a cabo la destilación.	Aceite base con calidad igualada a uno de primer refino.
Membranas (cerámicas)	Bajo costo de membranas cerámicas. Proceso limpio. No son necesarias operaciones previas de limpieza del aceite.	Desconocimiento del proceso; Tratamiento relativamente nuevo con registros de su invención con fecha del 2009.	Aceite base de igual calidad a un aceite virgen.

Creación propia a partir de información obtenida de fuente: [29] - [35]

De los procesos anteriores, se pueden considerar dos alternativas para la regeneración de aceites usados, estas son: la regeneración de aceite llevando a cabo el proceso de destilación, considerando que en el país se cuenta con plantas industriales, como refinerías por ejemplo, donde se cuenta con los equipos necesarios para llevar a cabo esta operación.

Otra alternativa para obtener aceites regenerados es el uso de membranas cerámicas, debido a la simplicidad del proceso, pues sólo se requiere de la filtración del aceite a través de ésta sin necesitar alguna otra operación de pre limpieza del aceite usado.

6.3 Alternativas propuestas

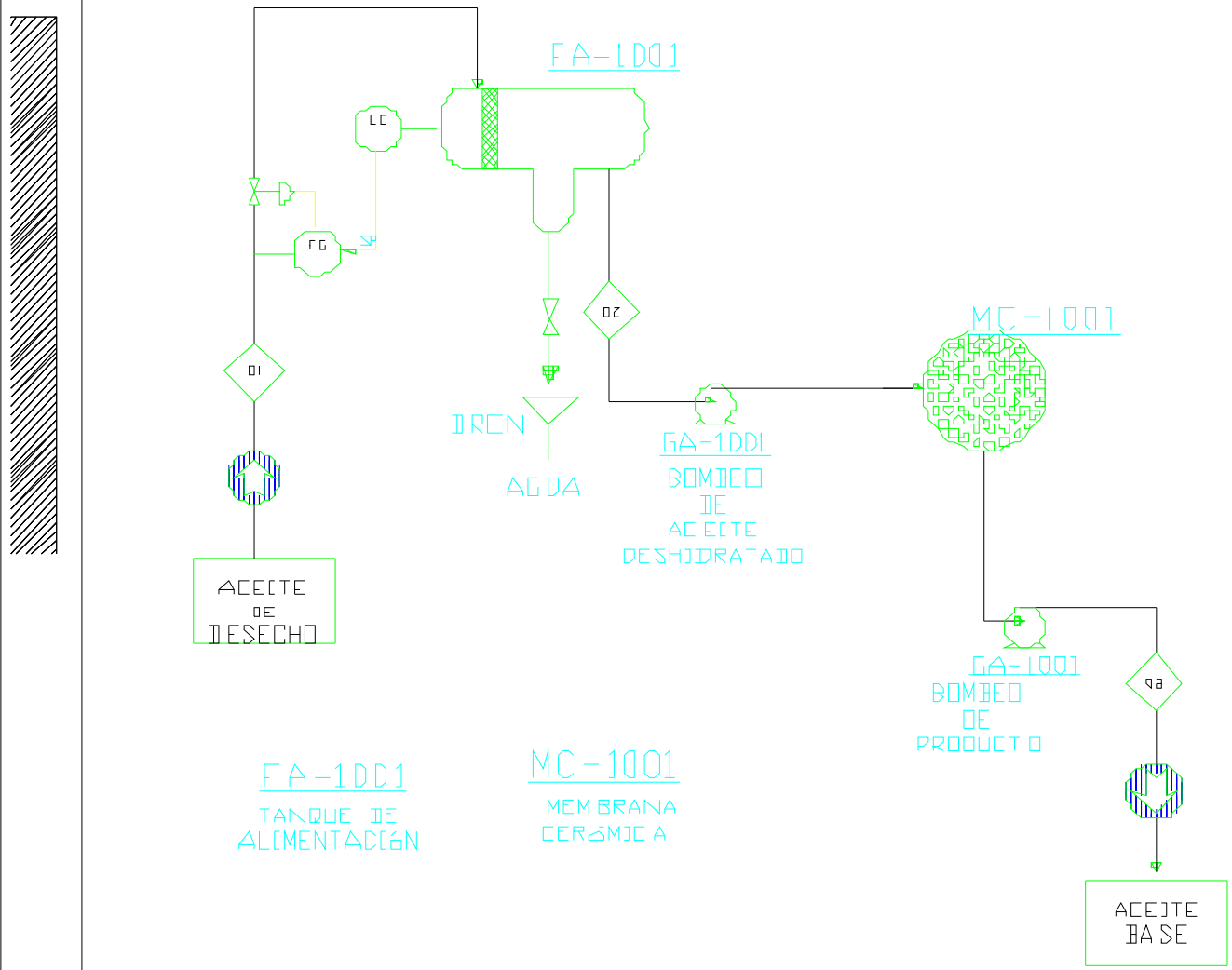
De acuerdo al análisis anterior, los procesos de regeneración de aceites usados se clasifican en tres: a base de arcillas, procesos con destilación y filtración con membranas, de los cuales se proponen dos métodos como alternativas:

Alternativa I: Proceso de regeneración de aceite mediante el uso de membranas cerámicas

El proceso para regenerar aceite automotriz usado utilizando membranas puede ser de la siguiente manera:

Se alimenta el aceite de desecho a un tanque de almacenamiento con bota, donde por acción de la densidad se lleva a cabo la separación de las trazas de agua contenida en el aceite, el agua queda depositada en el fondo de la bota y así el aceite queda listo para posteriormente ser sometido a filtración.

El aceite deshidratado pasa a través de una membrana tipo cerámica, donde después de la filtración, se obtiene como producto un aceite base, con calidad igualada a la de un aceite de primer refino.



UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA	
	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA LA REGENERACIÓN DE ACEITES AUTOMÁTICOS USADOS	
TESIS PROFESIONAL		
ESCALA:	01:0	01:0
SIN	NOVENOS MILIM	01:0
	QUE UNICE	NO. 1
FECHA:	APROBADO:	OTRO:
RESPONSABLE DE:	DESARROLLO DE:	OTRO:

Alternativa II: Proceso de regeneración de aceite mediante destilación

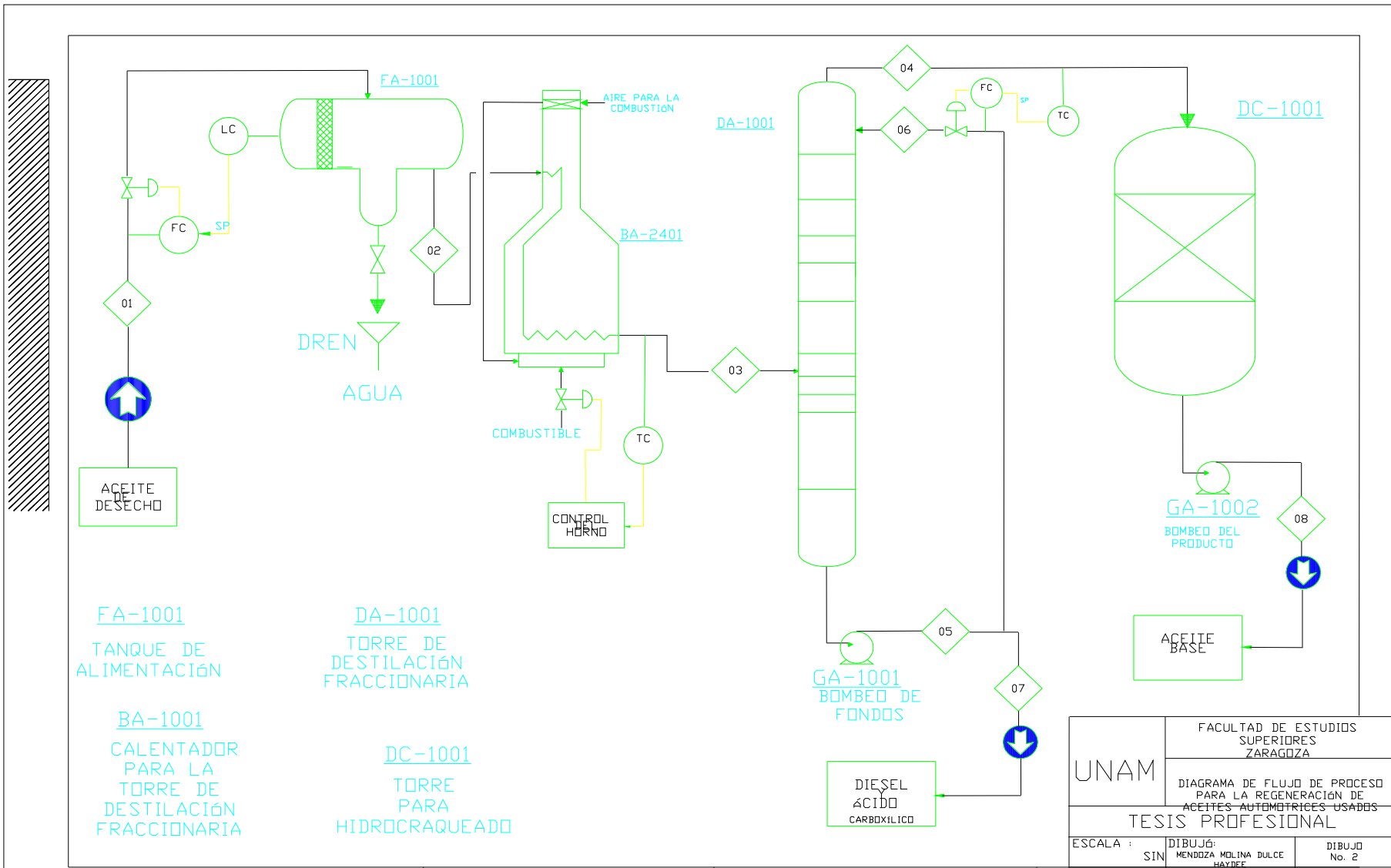
El proceso comienza con la alimentación de aceite usado a un tanque de alimentación con bota, en donde el agua contenida en el aceite se separa y se deposita en el fondo de la bota para después ser drenada y así obtener un aceite deshidratado.

Posteriormente por medio de un calentador se consigue aumentar la temperatura del aceite hasta alcanzar un valor de 204°C y así someter el aceite caliente a una destilación fraccionaria.

Durante la destilación fraccionaria, por la parte de los fondos, se recuperan fracciones de diesel, ácido carboxílico y otros hidrocarburos de alto punto de ebullición.

Por la parte superior de la torre; es decir en el domo de ésta, se obtiene en la fase gaseosa, un aceite con un contenido de hidrocarburos clorados. Para eliminar este contenido de cloro es necesario llevar al aceite a un tratamiento de hidrocraqueado.

Para llevar a cabo del hidrocraqueo, el aceite se envía a una torre con el fin de eliminar el cloro presente en forma de ácido clorhídrico, así como obtener un aceite producto hidrocraqueado. El aceite regenerado obtenido se puede someter a adición de aditivos para lograr nuevamente tener un aceite lubricante para autos.



FA-1001
TANQUE DE ALIMENTACIÓN

BA-1001
CALENTADOR PARA LA TORRE DE DESTILACIÓN FRACCIONARIA

DA-1001
TORRE DE DESTILACIÓN FRACCIONARIA

DC-1001
TORRE PARA HIDROCRACQUEADO

UNAM	FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA	
	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA LA REGENERACIÓN DE ACEITES AUTOMOTRICES USADOS	
TESIS PROFESIONAL		
ESCALA : SIN	DIBUJÓ: MENDOZA MOLINA DULCE HAYDEF	DIBUJO No. 2
FECHA: 5-SEPTIEMBRE-2011	APROBÓ: ECHAVARRIETA ALBITER CRESENCIANO	INGENIERIA QUIMICA

6.4 Impacto y mejora ambiental

El buen manejo y la regeneración de aceites usados contribuyen a la minimización del volumen que se genera cuando el aceite es acumulado y el grado de peligrosidad de este desecho.

Mediante la adopción de tecnologías aptas para la regeneración de un aceite usado, así como la disposición final adecuada de este desecho se puede lograr un compromiso con las entidades y naciones a preocuparse por el tráfico ilícito de este desecho peligroso y a poner atención en aquellas que ya realizan esta actividad, copiando y mejorando la tecnología que estas emplean.

La limitada capacidad de las entidades para dar un tratamiento adecuado al aceite usado, conlleva a transportarlos a destinos donde es utilizado de forma errónea, según la Red Panamericana del Manejo Ambiental de Residuos, estima que si el aceite usado es manejado de manera correcta se evitaría con esto que:

- El 15% del aceite producido se utilizara para dar tratamiento a madera, donde el desecho de aceite es utilizado como vehículo para transferir sustancias fungicidas y recubrir las maderas, protegiéndolas contra el ataque de diferentes insectos y microorganismos, con esto contaminado la vida animal y provocando su muerte.
- 10% en pulverización de piezas automotrices, el aceite usado en mezcla con diesel, las emplean muchas estaciones de lavado de carros para proteger las partes y piezas de los vehículos.
- Fabricación de bloques de cemento, pues para facilitar el desmolde de los bloques de cemento, actuando como antiadherente, se estima que el 5% de aceites usado se destina a este trabajo.
- Impedir el crecimiento de maleza, atiende a un conocimiento totalmente empírico, así como ciertas creencias, que sostienen que al regar este desecho directamente en los terrenos, se impide el crecimiento de malezas. Su uso para esta finalidad se estima de un 2%. Con esta acción es causa de contaminación de suelo y aunado a esto con la vida de este mismo.
- Curado de ganado, al mezclar el aceite usado con sustancias medicinales, se preparan baños para el ganado, con el fin de evitar que sea afectado por diferentes tipos de insectos y parásitos. Para este fin se estima que su consumo alcanza el 1%.

Durante el año 2000, REPAMAR realizó un estudio de mercado, donde se determinó que con un tratamiento sencillo por sedimentación y filtración para retirar impurezas y agua, los desechos de aceites lubricantes pueden refinarse, con lo que se recuperaría hasta un 60% de aceite de buena calidad, que puede ser utilizado como combustible más barato en la industria del cemento por ejemplo.

Los problemas causados por los aceites usados mal manejados, van más allá del hecho de ser vertidos al alcantarillado y contaminar con esto litros de agua, sino tomar en cuenta que este es un compuesto químico que presenta características propias por lo que el manejo debe considerar principalmente la salud humana, la conservación del Medio y la preservación de los recursos naturales. En el caso de la disposición final, lo deseable dentro de una política de Desarrollo sustentable, es que el aceite usado, sea reusado evitando al máximo posible convertirlo en un desecho ya no aprovechable.

El desperdicio no tiene justificación en un mundo de escasez, sin embargo, en México se producen litros de aceite usado los cuales se saturan en confinamientos municipales aun cuando este no pierde su utilidad. Este residuo se acumula en lugares donde es indeseable y ocasiona contaminación visual, degradan la calidad de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos ocasionando la proliferación de fauna nociva.

Los efectos benéficos de algunas mejoras de calidad del ambiente debido al manejo adecuado de los aceites usados son los siguientes [39]:

- Mayor Productividad económica de los sistemas ecológicos comerciales: agricultura, zonas de pesca comercial y silvicultura.
- Efectos en sistemas ecológicos que no hacen impacto directamente en los seres humanos: mayor diversidad en las especies y estabilidad del ecosistema.
- Mejora en la calidad del aire: reducción en los niveles ambientales de contaminación por emisiones de compuestos de azufre, monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, anhídrido sulfuroso, partículas de sulfatos, óxidos de nitrógeno y plomo principalmente.

El buen manejo de los aceites usados evita que una serie de sustancias tóxicas como el plomo, el cadmio y compuestos de cloro, contenidas en él, contaminen gravemente las tierras. Su acción contaminadora se ve en la acción de penetración en el terreno, pudiendo ser contaminadas las aguas subterráneas.

Evitar la mala combustión del aceite usado ya sea sólo o combinado con otro combustible, como en el caso de la industria cementera donde se utiliza como combustible alternativo en hornos, se logra la no emisión de gases a la atmósfera que contienen benceno, tolueno, xilenos, plomo, cloro, fósforo y azufre. También hay emisiones de estos gases cuando se está haciendo un trasvase de producto o se deja la tapa abierta de un tanque donde está almacenado el aceite, esto se caracteriza por la presencia de olor.

En la Norma Oficial Mexicana NOM-040-ECOL-2002, se establecen los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera provenientes de los hornos de calcinación de la industria del cemento que utilicen combustibles de recuperación como es el caso de los aceites usados, estos valores se muestran en la tabla 7:

TABLA 25. LÍMITES PERMISIBLES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Parámetro	Límite de emisión mg/m³
CO	400
HCl	70
NO_x	800
SO₂	400
CH₄	70
Sb, As, Se, Ni, Mn	0.7
Cd	0.07
Hg	0.07
Pb	0.7
Cr, Zn	0.7
Dioxinas y furanos	0.2 (ng EQT/m ³)

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-040-ECOL-2002

Los cambios en la calidad ambiental se pueden ver reflejados en el ahorro en cuestión monetaria: en los gastos de familia, por ejemplo gastos médicos; es decir al contar con un buen manejo y disposición de los aceites usados se puede observar en qué medida dichos gastos se reducen al contar la población con una mejor calidad en su salud.

La mejora en la calidad del ambiente de igual manera se ve involucrada en los precios hedónicos, pues se supone que determinadas características ambientales forman parte del precio de un bien o servicio y que aislándolas es posible inferir una demanda o disposición de los consumidores para pagar por la calidad del ambiente.

La regeneración de aceites usados es una actividad que aun no resulta rentable y por lo tanto no hay interés para realizarla, pues se considera más barato producir un aceite de primer refino que gastar en regenerar un aceite usado, significando entonces que nadie está pagando un precio por la conservación del ambiente. Mientras el precio de 950 ml de un aceite lubricante terminado oscila entre \$39 y \$59, dependiendo de la marca de este, el precio de un aceite base regenerado se encuentra entre \$37 y \$40. Si se considera que este precio representa solo al aceite base, se tendría que sumar a este un costo más por los aditivos que pueden ser añadidos posteriormente, dependiendo del destino que tenga después de la regeneración.

TABLA 26. PRECIO DE LAS PRINCIPALES MARCAS DE ACEITES LUBRICANTES

Precio (\$) Presentación de 950ml	Marca
41	Super Tech multigrado
40	Super Tech monogrado
39	Bardhal multigrado
57	Mobil multigrado
50	Mobil monogrado
59	Quaquer state multigrado
54	Quaquer state multigrado
48.5	Quaquer state monogrado
59	Castrol

Fuente: Precios encontrados en estaciones de gasolina

CAPITULO 7
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la regeneración de aceites usados, no sólo se combaten problemas ambientales, sino con esto se logra aprovechar un residuo para crear un producto igualado al original, tal como obtener un aceite base a partir de un aceite de desecho.

La implementación de métodos para obtener un aceite nuevo a partir de un aceite gastado, puede disminuir el volumen de aceite de desecho que se almacena o acumula en lugares que sirven para su acopio, tal es el caso de talleres mecánicos, al mismo tiempo disminuiría el volumen de petróleo destinado para la elaboración de aceites base. Mientras México se siga considerando un país petrolero y no se considere real y cercana la extinción de este recurso, la regeneración de aceites no tendrá la atención que merece, a pesar de que existan diversos procesos alrededor del mundo para lograrlo.

Cuando se somete un aceite usado a un proceso de regeneración se puede lograr obtener un aceite con las características igualadas a uno de primer refinado, con la opción de adicionarle los aditivos correspondientes para que cumpla nuevamente su función como lubricante. Aunque cabe considerar que todo proceso que tenga el objetivo de utilizar productos de desecho como materia prima principal y así combatir problemas ambientales, resulta muchas veces no competitivo en el sentido económico.

Finalmente, si con la regeneración de aceites no se consigue obtener un producto de calidad igualada a un aceite virgen y además a un precio que pueda competir con un aceite nuevo, es considerable pensar a futuro en las siguientes cuestiones:

- 1) Con la regeneración de aceites y su buen manejo se pueden evitar o disminuir los daños que causa a la salud de los seres vivos y el ambiente.
- 2) Si se aprovecha un desecho como el aceite usado de motor para obtener un aceite base, el volumen de la materia prima que se utiliza para su elaboración (petróleo crudo) se verá disminuido.

Con lo anterior, la regeneración de aceites automotrices usados se interpreta como el precio que se debe pagar a cambio de encontrar una solución a los problemas que causa un desecho, así como contar con una nueva fuente de materia prima para la elaboración de productos lubricantes u otros usos.

Para llevar a cabo la regeneración de un aceite usado, se mencionan los procesos de filtración o centrifugación, series de destilaciones y el uso de membranas; la cual puede ser una buena opción para la regeneración, pues no requiere de otra operación previa de limpieza del aceite y también es un proceso amigable con el ambiente.

REFERENCIAS

REFERENCIAS

- [1] Normas técnicas Ecológicas para diversos métodos de tratamiento y disposición final de Residuos Peligrosos, Instituto Nacional de Ecología (Libros INE), 1988.
- [2] La política de gestión de residuos: los aceites usados .Revista de Economía Aplicada E.A. Núm. 42 vol. XIV, 2006, pág. 81 a 100.
- [3] Instituto Nacional de Ecología. Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana para el manejo de los aceites lubricantes Usados.
- [4] SEMARNAT. (2000). Manual de buenas prácticas de manejo para los aceites usados automotrices. INE. México.
- [5] Instituto Nacional de Ecología. Recuperado el 07-Febrero-2011.
<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/folletos/324/324.html>.
- [6] Agencia de Protección Ambiental (EPA). Recuperado el 25-Febrero-2011.
http://www.epa.gov/Border2012/fora/waste-forum/docs/oil/usedOilToolkitFinal-Esp_2-10.pdf.
- [7] Grupo Hidrosina- Instituto Nacional de Ecología. Recuperado el 20-Febrero-2011
<http://www.hidrosina.com.mx/Hidrosina/medioambiente.html>
- [8] Gestión de los Aceites Usados. Secretaría Distrital de Ambiente, Dirección de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental. Bogotá 2008. Pág. 1 a 3.
- [9] La Sustitución de Combustibles Fósiles en el Sector Cementero. Oportunidad para reducir el Vertido de residuos. Estudio realizado por el Instituto para la Sostenibilidad de los Recursos (ISR). Fundación Laboral del Cemento y el Medio Ambiente.
- [10] <http://www.scribd.com/doc/261972/Recuperacion-o-reciclado-de-aceites-usados-de-motor>. Recuperado el 18-Febrero-2011.
- [11] Secretaria del Medio Ambiente. Recuperado el 25-febrero-2011
<http://www.sma.df.gob.mx/aceites/>
- [12] Experiencia de la Industria del Cemento Francesa en el Uso de Combustibles Alternativos. Asociación Técnica de Conglomerantes Hidráulicos. 2001.
- [13] Control,Reciclaje y Mantenimiento de Aceites Industriales. Recuperado el 5-Marzo 2011. <http://www.euskalnet.net/depuroilsa/Riesgosmedioambiente.html>.

[14] Gobierno del Distrito Federal 11-Marzo-2011
http://www.transparenciamedioambiente.df.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=188%3Aprograma-de-reciclaje-de-aceite&catid=55%3Aresiduos-solidos&Itemid=445

[15] Ecología y Lubricantes S.A. DE C.V. Recuperado el 13-Abril-2011
<http://www eyl.com.mx>

[16] La eficiencia de las políticas para promover la regeneración de aceites usados. XIII Encuentro de Economía Pública, Almería 2 y 3 de Febrero de 2006. Universidad de Zaragoza.

[17] Sistema Integrado de Gestión de Aceites Usados. 7-Mayo-2011
http://www.sigaus.es/pdf/Informe_MINISTERIO_2010.pdf

[18] Fundación Laboral del Cemento y el Medio Ambiente 2004
Valorización de residuos en la industria cementera europea: estudio comparado, Análisis comparativo de datos de valorización de residuos en la industria cementera por países.

[19] Unidad de Planeación Minero-Energética del Min. Minas y Energía. (UPME) 2006.
Utilización en Colombia de aceites usados como energéticos en Procesos de Combustión.

[20] Secretaría de Energía de la Nación, Argentina 1999. 7-Mayo-2011
<http://energia3.mecon.gov.ar/home/>

[21] Revisión y análisis de las experiencias de Argentina, Brasil, Colombia Ecuador y México respecto a los cinco elementos claves para el Manejo ambiental de lubricantes usados. Junio/2.002

[22] Depuroil. S.A., Reciclado de aceites, <http://www.euskalnet.net/depuroilsa/>, 8-Mayo-2011

[23] Generación y manejo de aceite automotriz usado en Ciudad Juárez, Chihuahua. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Biomédicas, Departamento de Ciencias Básicas. 8-Mayo-2011
www.uaemex.mx/red.../docs/.../ciudad%20obregon/.../qa010.doc

[24] La Política de Gestión de Residuos: los aceites usados, Asunción Arner, Ramón Barberán, Jesús Mur. Universidad de Zaragoza 2006.

[25] Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, adoptado por la Conferencia de Plenipotenciarios del 22 de marzo 1989. 23-Mayo-2011
<http://www.ecolex.org/server2.php/libcat/docs/TRE/Multilateral/Sp/TRE001003.pdf>

- [26] REFIL S.A.11-Agosto-2011
http://www.refil.com.ar/sec_productos_arcillas_aplicaciones_usoaceintes.asp
- [27] Thermal Activation of Attapulugus Clay.11-Agosto2011
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ie50483a035>
- [28] Alternativa de tratamiento para tierras fuller contaminadas con aceite dieléctrico
Scientia et Technica Año XII, No 32, Diciembre de 2006. UTP. ISSN 0122-1701
- [29] Tratamiento con arcilla los aceites lubricantes por el método de filtración por contacto.
Guerra Aguirre Enrique. Tesis ESIQIE, IPN 1956.
- [30] Regeneración de aceites lubricantes automotrices usados para reuso. Retana
Argueta Eduardo. Tesis ESIQIE, IPN 1987.
- [31] Aceites gastados: análisis de la problemática en la búsqueda de una gestión
adecuada. Rivera Balboa Rubén Darío. Tesis M. en Ing. Ambiental Facultad de Ing.
UNAM 1997.
- [32] Reuso-Reciclaje de Aceites Lubricantes, Informe REMAR AR. Ing. Hugo
L.D.Allevato Octubre 2001
- [33] Evaluación Técnico económica para México, de diferentes procesos para regenerar
aceites lubricantes usdaos. Loya Ramirez Jorge Humberto. Tesis F.Q., UNAM 1976.
- [34] BAKER, Richard W., Membrane Teconology and Applications, Ed. Willey 2004.
- [35] Membranas cerámicas Likuid, empresa española. 27-agosto-2011
<http://www.likuidnanotek.com/>
- [36] Bases Planes de Manejo de Aceites Usados. Cristina Cortinas, Febrero 2008.
<http://www.cristinacortinas.net> 13-junio-2010.
- [37] REMEXMAR y UAM Iztapalapa. Foro de discusión sobre: "Opciones para un manejo
ambiental de pilas, baterías, lubricantes y envases de plaguicidas en México. Octubre
2001.
- [38] Retos para el manejo de aceite lubricante usado en el Estado de San Luis Potosí.
Secretaria de Ecología, Gobierno del Estado de San Luis Potosí.
- [39] Instituto Nacional de Ecología. Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana para el
manejo de los aceites lubricantes usados.

ANEXOS

Documentos de Patentes y Diseños recuperados desde la base de datos Siga



Base de Datos

Arenal 550, Sótano 1, Colonia Santa María Tepepan, Delegación Xochimilco, México D.F.
16020, Teléfono: 01800-5705-990 extensión 10046, Fax: 5641-3614 IRB_02.0

(19) **United States**

(12) **Patent Application Publication** (10) **Pub. No.: US 2006/0068995 A1**
Natoli et al. (43) **Pub. Date: Mar. 30, 2006**

(54) **METHOD AND SYSTEM FOR MODIFYING A USED HYDROCARBON FLUID TO CREATE A CYLINDER OIL**

(52) **U.S. CL.** **508/111; 508/287; 508/391; 508/460; 508/586**

(75) **Inventors: Giuseppe Natoli, Turin (IT); Giulio Giovanni Pometto, Turin (IT); Alfio Bonciolini, Turin (IT); Hans Heinrich Petersen, Solrod Strand (DK); Jorn Dragsted, Allerod (DK); Niels-Henrik Lindegaard, Hellerup (DK)**

(57) **ABSTRACT**

Correspondence Address:
LADAS & PARRY
26 WEST 61ST STREET
NEW YORK, NY 10023 (US)

This invention relates to a method (and a corresponding system) of creating a cylinder oil, the method comprising modification of at least one initial fluid (101) by determining the TBN(s) of the at least one initial fluid, determining a desired TBN of a cylinder oil (102) and adjusting the TBN(s) of the at least one initial fluid (101) accordingly by blending the at least one initial fluid (101) with suited additive(s) (103). In this way, a method (and system) for modifying initial fluid(s) to create a cylinder oil by adjusting TBN is obtained. This provides significant economical benefits since lubricants that otherwise would have to be disposed of can be re-used as a total-loss cylinder lubricant. Further cylinder oil does not have to be purchased. The oil(s) used to blend the cylinder oil is/are of more consistent quality as it is replenished contrary to the traditional practice which reduces machinery wear, etc. Thus, the replenishment of the initial fluid(s) provides enhanced and consistent performance of the initial fluids resulting in greatly reduced component wear and equipment lifecycle cost. Even further, a more environmentally friendly method/system is provided since waste, in the form of spent oil(s) that is discarded after prolonged use, is reduced as it is converted into a cylinder oil.

(73) **Assignee: A.P. MOLLER - MAERSK A/S**

(21) **Appl. No.: 11/012,052**

(22) **Filed: Dec. 14, 2004**

Related U.S. Application Data

(60) **Provisional application No. 60/612,899, filed on Sep. 24, 2004.**

Publication Classification

(51) **Int. Cl.**
C10M 159/20 (2006.01)

Datos Bibliográficos

Gaceta

Historial de publicación

Expediente

Vínculos

La ficha que se presenta, refleja la información que fue publicada en la Gaceta.

Figura Jurídica:	Patentes de Invención
Número de solicitud:	PA/a/2000/010425
Fecha de presentación:	24/10/2000
Número de solicitud internacional:	PCT/US1999/009059
Fecha de presentación internacional:	27/04/1999
Número de publicación internacional:	WO 1999/055810
Fecha de publicación internacional:	04/11/1999
Solicitante(s):	PROBEX CORPORATION; Suite 111, 1467 LeMay, 75007., Carrollton, Texas, E.U.A.; US
Inventor(es):	DASPIT, Alexander, D., B., MACDONALD, Martin, MURRAY, Thomas, G., 3509 Springbrook Drive, 75205., Dallas, Texas, E.U.A., US
Agente:	FRANCISCO GARCIA GALLEGOS.; Varsovia No.44-2° Piso, Juárez, 06600, Distrito Federal
Prioridad (es):	US09/097, 28/04/1998
Clasificación:	A62D-003/000, C10M-175/000
Título:	PROCESO PARA DESCLORAR Y DESINCRUSTAR ACEITE.
Resumen:	La presente invención está dirigida a un proceso para reducir el contenido de cloro del aceite, así como también su propensión a incrustarse durante los procesos de destilación subsecuentes. El proceso calienta el aceite a una temperatura en el intervalo de 204 a 372° C (400 a 7000 F) y pone en contacto el aceite con un gas no oxidante, tal como vapor, por un tiempo de residencia de al menos varios minutos. Después de esto el aceite puede ser destilado y/o acabado a un aceite lubricante base u otro producto de destilación. El aceite sujeto al proceso puede ser aceite usado, y puede ser sujetado a un tratamiento de secado o eliminación de contaminantes ligeros, antes de ser sujetado al proceso.

(19) **United States**

(12) **Patent Application Publication**
Baumann

(10) **Pub. No.: US 2005/0236322 A1**

(43) **Pub. Date: Oct. 27, 2005**

(54) **DEVICE FOR SEPARATING IMPURITIES FROM THE LUBRICATING OIL OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

Publication Classification

(51) **Int. Cl.⁷** B01D 35/28

(52) **U.S. Cl.** 210/435; 210/497.01

(76) **Inventor: Dieter Baumann, Greven-Gimbte (DE)**

Correspondence Address:
SONNENSCHN NATH & ROSENTHAL LLP
P.O. BOX 061080
WACKER DRIVE STATION, SEARS TOWER
CHICAGO, IL 60606-1080 (US)

(57) **ABSTRACT**

The invention relates to devices for separating impurities from the lubricating oil of an internal combustion engine, said devices at least comprising a filter element and a housing provided with a screw cap. Said screw cap and said filter element comprise detachable connection means which can be brought into contact and are used to transmit axial tractive forces. A first device is characterized in that the connection means can be brought into contact by rotating the screw cap in the loosening rotational direction thereof and can be disengaged by rotating the screw cap in the tightening rotational direction thereof. A second device also comprises a centrifuge located in the same housing, first connection means, corresponding to the above-mentioned connection means being provided between an intermediate cap and the filter element, and second connection means being provided between the screw cap and the intermediate cap.

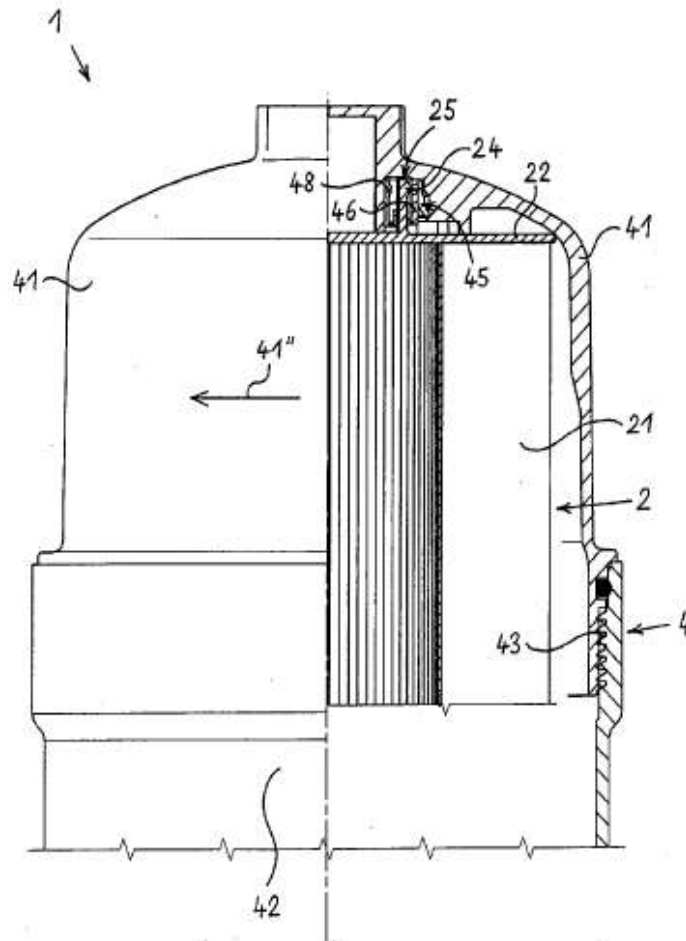
(21) **Appl. No.: 10/521,188**

(22) **PCT Filed: Feb. 13, 2003**

(86) **PCT No.: PCT/EP03/01412**

(30) **Foreign Application Priority Data**

Jul. 12, 2002 (DE)..... 20211556.9



United States Patent [19]

Keim et al.

[11] Patent Number: 5,049,258

[45] Date of Patent: Sep. 17, 1991

[54] REPROCESSING OF CONTAMINATED OILS

[75] Inventors: **Karl H. Keim**,
Swisttal-Heimerzheim; **Peter**
Seifried, Wesseling; **Hartmut**
Hammer, Cologne; **Ralf Wehn**,
Bergisch-Gladbach, all of Fed. Rep.
of Germany

[73] Assignee: **RWE-Entsorgung Aktiengesellschaft**,
Fed. Rep. of Germany

[21] Appl. No.: 440,504

[22] Filed: Nov. 22, 1989

[30] Foreign Application Priority Data

Nov. 25, 1988 [DE] Fed. Rep. of Germany 3839799

[51] Int. Cl.⁵ C10G 45/00

[52] U.S. Cl. 208/184; 208/67;
208/97; 208/100; 208/106; 208/179; 208/262.1;
208/262.5

[58] Field of Search 208/67, 97, 100, 106,
208/179, 184, 262.1, 262.5

[56] References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

3,738,931 6/1973 Frankovich et al. 208/67

3,755,141 8/1973 Youngblood et al. 208/67
4,065,379 12/1977 Soonawala et al. 208/67
4,167,533 9/1979 Raymond 208/67
4,252,637 2/1981 Knorre et al. 208/184
4,512,878 4/1985 Reid et al. 208/174
4,530,753 7/1985 Shiroto et al. 208/97
4,530,754 7/1985 Shiroto et al. 208/97
4,773,986 9/1988 Feldman et al. 208/97
4,797,198 1/1989 Wetzel et al. 208/184

Primary Examiner—Helene E. Myers

Attorney, Agent, or Firm—Thomas H. Whaley

[57] ABSTRACT

A process is disclosed for reprocessing contaminated oils, such as used crankcase oil from automobile engines, by thermal treatment, such as visbreaking, in the presence of other hydrocarbon feedstocks, followed by fractional distillation for the recovery of a gasoline fraction, a carboxylic acid fraction, a gas oil fraction containing chlorinated hydrocarbons and a high boiling bottoms fraction. The gas oil fraction is subjected to catalytic hydrocracking with the simultaneous destruction of chlorinated hydrocarbons. The resulting hydrocracked oils, after separation of hydrogen chloride, are free from chlorine compounds and other contaminants.

11 Claims, 1 Drawing Sheet

Bibliographic data: CN 201276555 (Y)

★ In my patents list

Previous ◀ 7 / 109 ▶ Next

→ Report data error

Print

Ultrasonic vibration ceramic membrane rotary type **used oil** purification and regeneration device

Page bookmark [CN 201276555 \(Y\) - Ultrasonic vibration ceramic membrane rotary type used oil purification and regeneration device](#)

Publication date: 2009-07-22

Inventor(s): JIANMIN LU [CN]; LIHUA FAN [CN]; ZHIQI ZHU [CN]; WENCHANG HUANG [CN] ±

Applicant(s): JIANMIN LU [CN] ±

Classification: - international: **C10M175/06**

- European:

Application number: CN20082048222U 20080526

Priority number(s): CN20082048222U 20080526

 [View INPADOC patent family](#)

 [View list of citing documents](#)

Abstract of CN 201276555 (Y)

[Translate this text](#)

The utility model discloses a rotary waste **engine** oil purification regeneration device for ultrasonic vibration ceramic membrane, comprising waste **engine** oil regulating equipment, ultrasonic vibration ceramic membrane rotating equipment, gas and oil separating equipment, backflushing equipment and purifying equipment. The device is characterized in that a transmission gear set drives a ceramic membrane turntable to rotate slowly; the waste **engine** oil on the ceramic membrane is vibrated by the ultrasonic produced by an ultrasonic generator, the rotary ceramic membrane is cleaned, and the waste **engine** oil is infiltrated into a hollow cylinder in a rotation axis from a filtration pore of the ceramic membrane. Under the action of the vacuum, the filtered oil enters a gas and oil separating tank through a vacuum oil inlet from the filtered oil outlet, then to a purification tank by an oil inlet pipe through an oil transfer pump from an oil outlet pipe of the gas and oil separating tank. The utility model adopts the ultrasonic vibration to clean the rotary ceramic membrane, thus the oil penetration quantity and color removing property of the ceramic membrane is kept in a long period, the structure is simple, the investment on equipment is small and the operating cost is low, meanwhile, the manufacture and installation are easy, the cleaning is convenient, the device is energy saving and environment protective, and the regenerated finished oil can meet the national standards.

Bibliographic data: CN 200999241 (Y)

★ In my patents list

Previous ◀ 17 / 109 ▶ Next

→ Report data error

🖨 Print

Equipment for refining waste **engine oil** into gasoline, diesel **oil** and **engine oil**

Page bookmark [CN 200999241 \(Y\) - Equipment for refining waste engine oil into gasoline, diesel oil and engine oil](#)

Publication date: 2008-01-02

Inventor(s): WENRUI LI [CN] ±

Applicant(s): WENRUI LI [CN] ±

Classification: - international: [C10G7/00](#); [C10M175/00](#)

- European:

Application number: CN20072062200U 20070111

Priority number(s): CN20072062200U 20070111

📖 [View INPADOC patent family](#)

📖 [View list of citing documents](#)

Abstract of CN 200999241 (Y)

[Translate this text](#)

The utility model relates to a distilling furnace, in particular to the equipment which extracts the gasoline, the diesel oil and the machine oil from the **used** oil. The utility model comprises a furnace, a reaction kettle and a condenser and is characterized in that: the furnace is an independent space and is arranged on the bottom in the shell with an insulating layer; the shell on one side of the furnace is connected with a **burner**; the reaction kettle is provided on the upper part of the furnace in the shell; the top of the shell is provided with a mixer connected with the reaction kettle, a catalyst hopper and a pipeline of the pyrolysis vapor outlet; the condenser is arranged in another shell and is divided into a first condenser and a second condenser; the lower part of the shell is arranged with an oil vapor separator, an oil water separator and oil outlets of each product. The utility model has simple structure, easy operation, low manufacture cost and remarkable social and economic benefits. The utility model has the advantages that: the waste is utilized and is made valuable; the waste is reduced and the energy is saved; the economic benefit is good and the environment is protected.

Bibliographic data: JP 2009256584 (A)

★ In my patents list

Previous ◀ 4 / 109 ▶ Next

→ Report data error

Print

MOVING TYPE APPARATUS FOR PURIFYING WASTE OIL

Page bookmark [JP 2009256584 \(A\) - MOVING TYPE APPARATUS FOR PURIFYING WASTE OIL](#)

Publication date: 2009-11-05

Inventor(s): KOO KYUNG HAE; CHOI YUN HAWN; YU TAI IL; KIM JONG HOON; PARK KEYN ±

Applicant(s): SAMYOUNG FIL TECH CO LTD; KOREA RAILROAD CORP ±

Classification: - international: C10G32/02; **C10M175/00**; C10N70/00

- European:

Application number: JP20080244962 20080924

Priority number(s): KR20080036382 20080418

[View INPADOC patent family](#)

[View list of citing documents](#)

Also published as: [KR 100863154 \(B1\)](#)

[CN 101560436 \(A\)](#)

Abstract of JP 2009256584 (A)

[Translate this text](#)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a moving type apparatus for purifying waste oil. ; SOLUTION: The moving type apparatus for purifying waste oil is used for removing iron components, water and particulate contaminants being contaminant components contained in industrial waste lubricating oil, waste hydraulic operating oil, and waste cutting oil (hereinafter referred to as waste oil), classified as industrial waste according to the law in Korea. The moving type apparatus is equipped with a moving type car, two waste oil purifying devices mounted on the car, and a mixing tank into which purified oil to be discharged selectively inflows from each of the waste oil purifying devices. ; COPYRIGHT: (C) 2010,JPO&INPIT

