

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



“PROCESO DE OBTENCION DE COMBUSTIBLES INDUSTRIALES ALTERNATIVOS A PARTIR DE LA RE-REFINACION DEL ACEITE MINERAL USADO”

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS

PRESENTADO POR:

ANTONIO EUGENIO CATAÑO ROMERO

LIMA – PERÚ

2010

DEDICATORIA

Dedico la elaboración de dicho Informe de Suficiencia, el cual me da el grado académico de Ingeniero Químico, a mis amados y adorados padres Antonio Cataño Oropeza y Noemí Amparo Romero de Cataño, los cuales me criaron y educaron con todo su amor y ternura, por enseñarme siempre a ser una persona de bien y darme siempre todo su apoyo de manera incondicional.

A mi familia en general, en especial a mis tías Judith Romero y Lucía Cataño, a mí querido primo Guillermo La Rosa, los cuales siempre estuvieron y estarán conmigo en todo momento de mi vida.

A mi novia Pamela y futura esposa por el inmenso amor que me tiene y estar siempre conmigo, del mismo modo a su hermosa familia.

AGRADECIMIENTO

Durante todos estos años he conocido y compartido momentos con muchas personas que me han apoyado, no solo en lo académico y científico, sino también en lo personal. A todas ellas y sin dejar a nadie en el olvido, quiero agradecerles su tiempo, sus palabras y su apoyo.

Agradezco a mi Alma Mater por darme la oportunidad del logro de este caro anhelo, así como a todos mis profesores de mi querida facultad.

A mis primos el Ingeniero Víctor Cataño Cauti y Maritza Meza Carei, por su apoyo durante mi formación universitaria.

Al Ingeniero Juan Mendoza Coveñas por su apoyo técnico y personal en la elaboración del presente informe.

RESUMEN

El desarrollo del presente Informe está orientado básicamente a trastocar dos aspectos centrales que tienen incidencia con los temas de seguridad social mediante la protección del medio ambiente y del orden económico mediante la producción de nuevos combustibles alternativos.

Con respecto al primer aspecto, es sabido que uno de los factores que inciden en el calentamiento global son los desechos o residuos que siéndoles inservible a los centros generadores, sean arrojados a la superficie o a las aguas y puedan impactar negativamente al medio ambiente, provocando contaminación ambiental.

En este sentido, la utilización adecuada y regulada del aceite mineral usado, mediante un proceso de reutilización, va a significar una buena opción para proteger un saludable medio ambiente, dado que estos residuos son altamente contaminantes.

En el segundo aspecto la re-refinación de este aceite, que es una forma de generar energía, constituye una buena opción de negocio altamente rentable.

Este proceso de re-refinación consiste en la obtención de combustibles industriales alternativos a partir de este residuo, que sometido a diferentes procesos físico-químicos, son comercializados en todo tipo de dispositivo que requiera generar calor, constituyendo una buena alternativa de sustitución a los combustibles convencionales.

Finalmente, desde una perspectiva económica y social, se puede afirmar que la obtención de combustibles alternativos a partir de la re-refinación de los aceites usados, en el Perú, constituye una atractiva actividad que ofrece una magnífica oportunidad de obtener rentabilidad con significativos beneficios ambientales.

INDICE

	pág.
I. INTRODUCCION	8
II. DESARROLLO DE CONCEPTOS Y TECNICAS.	10
2.1. ACEITE MINERAL USADO.	10
2.1.1 Definición.	10
2.1.2. Factores de deterioro del aceite mineral usado	10
2.1.3. Composición química.	12
2.1.4. Combustión del aceite usado.	14
2.2. EL ACEITE USADO Y SU IMPACTO AMBIENTAL.	16
2.3. COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS OBTENIDOS A PARTIR DEL ACEITE MINERAL USADO.	18
2.3.1. Gasóleo (GOL).	18
2.3.2. Ifos.	19
2.3.3. Solvente (Gasolina pesada).	20
2.4. RE-REFINACIÓN DEL ACEITE MINERAL USADO.	20
2.4.1. Concepto.	20
2.4.2. Antecedentes.	21
2.4.3. Importancia.	23
2.4.3.1. Ambiental.	23
2.4.3.2. Económica.	23
2.5. ETAPAS DEL PROCESO DE RE REFINACIÓN.	24
2.5.1. Obtención de la materia prima.	25
2.5.1.1. Recolección.	25
2.5.1.2. Generadores.	25
2.5.1.3. Transporte.	26
2.5.1.4. Almacenamiento.	27
2.5.1.5. Operaciones de supervisión del recojo y traslado	27
2.5.2. Técnicas de Tratamiento.	28
2.5.2.1. Generalidades.	28
2.5.2.2. Decantación.	28

2.5.2.3. Filtración.	29
2.5.2.4. Deshidratación.	29
2.5.2.5. Destilación atmosférica.	29
2.5.2.6. Destilación por arrastre de vapor.	30
2.5.2.7. Clarificación.	30
2.5.2.8. Centrifugación.	30
2.5.2.9. Lavado químico.	31
2.5.3. Comportamiento de un combustible alternativo obtenido y un combustible comercial.	31
2.5.4. Normas de control y fiscalización.	32
2.5.4.1. Normas Técnicas.	33
2.5.4.2. Normas Jurídicas.	35
III. DESARROLLO DEL TEMA	40
3.1. Identificación del Centro Laboral Experimental.	40
3.2. Aprovisionamiento de la materia prima.	41
3.3. Etapas del proceso de tratamiento.	41
3.3.1. Verificación de la materia prima.	41
3.3.2. Decantación.	42
3.3.3. Deshidratado del aceite usado.	43
3.3.4. Destilado.	47
3.3.5. Destilado por arrastre de vapor.	48
IV. OPTIMIZACION EN LA OBTENCION DEL PRODUCTO FINAL	49
4.1. Clarificado con Arcilla Activada.	49
4.2. Filtro prensa.	49
4.3. Centrifugación.	49
4.4. Lavado químico con soda caústica.	50
4.5. Lavado químico con carbón activado.	50
4.6. Balance de masa.	51

V. JUSTIFICACION ECONOMICA	52
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	54
6.1. Conclusiones	54
6.2. Recomendaciones	55
VII. BIBLIOGRAFIA	56
VIII. ANEXOS	57
8.1. Ilustraciones.	57
8.2. Gráfica de curva de destilación de combustible obtenido (Gasóleo)	59
8.3. Gráfica de curva de destilación de combustible comercial (Diesel)	60
8.4. Gráfica de curva de destilación de gasolina pesada obtenida por proceso de destilación por arrastre de vapor	61
8.5. Gráfica de curva de destilación de gasolina comercial	62
8.6. Fichas técnicas de los combustibles comerciales y obtenidos.	63
8.6.1. Diesel 2	63
8.6.2. Gasolina 84 SP	64
8.6.3 Gasóleo (GOL)	65

I. INTRODUCCION

El presente informe, está referido a una alternativa económica y ambiental, que a través de un tratamiento y proceso de re-refinación del aceite mineral usado permite obtener combustibles alternativos para uso industrial.

De este modo, en lo que atañe a la responsabilidad de cuidar el medio ambiente, se crea una suerte de freno al problema que tienen los propios generadores de deshacerse del aceite usado sin llegar al derrame en la superficie o en los vertederos, con graves riesgos de contaminación.

En cuanto a la generación de combustibles alternativos industriales como, gasóleo, ifos y solventes (gasolina pesada), dándoles un valor agregado al aceite mineral usado, constituye también una alternativa de generar rentabilidad económica y de satisfacer el mercado de consumo industrial para empresas que utilizan calderos, hornos, incineradores, pre calentadores, etc.

El trabajo consta de dos capítulos centrales. Uno referido al marco teórico y normativo, y otro referido al proceso de producción.

En el capítulo II se precisa una serie de temas sobre conceptos y técnicas relacionados con el aceite, en cuanto a su definición, factores de deterioro, composición química, combustión, su impacto ambiental. Así mismo se define los combustibles obtenidos a partir del aceite mineral usado como: gasóleo (gol), ifos, y solventes (gasolina pesada); re-refinación y sus etapas como el proceso de obtención de la materia prima en cuanto a su recolección, generadores, transporte, almacenamiento, operaciones de supervisión del recojo y traslado; igualmente se precisa las técnicas de tratamiento como decantación, filtración, deshidratación, destilación atmosférica, destilación por arrastre de vapor, clarificación, centrifugación, lavado químico. En otro punto se describe el comportamiento de

un combustible alternativo obtenido y un combustible comercial. En el marco normativo, se precisa las normas tanto las técnicas como las legales que verifican y regulan los parámetros de control y seguridad desde su punto de generación, tratamiento y hasta su comercialización o uso final como combustible industrial alternativo.

En lo que respecta al capítulo III se desarrolla todo el proceso de producción desde tres temas: el primero referido a la identificación del centro laboral, el segundo tema corresponde al aprovisionamiento de la materia prima (aceite usado) que tiene que ver con sus generadores, con su recolección, transporte y almacenamiento; y el tercer tema corresponde a la secuencia del proceso de tratamiento donde se verifica la materia prima, proceso de decantación, deshidratado, destilado, destilado por arrastre de vapor.

En el capítulo IV, se desarrolla la manera de optimización en la obtención de producto final mediante un proceso de clarificado con arcillas activadas, centrifugación, lavado químico con soda caústica y carbón activado.

En el capítulo V, se desarrolla la justificación económica, en el capítulo VI se mencionan las conclusiones y se expresan las recomendaciones.

El VII y VIII capítulos corresponden a la bibliografía y a los anexos.

II. DESARROLLO DE CONCEPTOS Y TECNICAS

2.1. ACEITE MINERAL USADO

2.1.1. Definición.

El aceite mineral usado es aquel que proviene de la refinación del aceite crudo o sintético y que, como resultado del uso, manejo y almacenamiento, se ha contaminado de manera que ya no sirve para su propósito original debido a la presencia de impurezas químicas y físicas que han causado la pérdida de sus propiedades originales.

Cualquier material que cumpla con esta descripción tiene que manejarse como aceite usado. Este aceite usado incluye los aceites sintéticos, el aceite de transmisión, el aceite de frenos y cualquier otro aceite o grasa lubricante. El aceite usado no incluye los productos derivados de grasas animales o vegetales.

Después de su uso, el aceite mineral usado adquiere concentraciones elevadas de metales pesados producto principalmente del desgaste del motor o maquinaria que lubricó y por contacto con combustibles.

Se estima que el aceite usado destinado al reciclaje no es peligroso si el contenido total de halógenos es menos de 1,000 partes por millón.

2.1.2. Factores de deterioro

El deterioro del aceite usado se debe a la actuación o presencia de elementos como la temperatura en las operaciones, al agua, combustibles, sólidos y polvo.

Temperatura en la operación:

Los lubricantes derivados del petróleo son hidrocarburos, éstos se descomponen cuando están sometidos a altas temperaturas, esto hace que el aceite se oxide o se polimerice.

La oxidación y la polimerización depende en mayor grado del tipo de base lubricante de que esté compuesto el aceite y del grado de refinamiento que posea, aunque es posible evitar que ocurran mediante la utilización de aditivos antioxidantes.

A temperatura ambiente el aceite puede mostrar algún grado de deterioro, el cual no incide apreciablemente en su duración. A temperaturas menores de 50° C la velocidad de oxidación es bastante baja como para no ser factor determinante en la vida del aceite. Mientras más baja sea la temperatura de operación, menores serán las posibilidades de deterioro.

Agua:

La presencia del agua, provoca una emulsificación del aceite.

Combustibles:

Se encuentran en los aceites debido a su paso hacia la cámara de combustión.

Sólidos y polvo:

Se deben principalmente a empaques y sellos en mal estado, permitiendo que contaminantes del medio entren al aceite.

Otros contaminantes menos frecuentes, pero igualmente perjudiciales son: tierra, partículas metálicas provenientes del desgaste de las piezas, hollín y subproductos de la combustión de combustibles líquidos.

2.1.3. Composición química

Dependiendo de la aplicación que se les vaya a dar, los aceites usados poseen composiciones muy variables. No obstante, en todos los casos como consecuencia de la utilización, se degradan perdiendo las cualidades que les hacían operativos.

Llegado este punto, se hace necesaria su sustitución por otros nuevos, generándose un residuo que puede ser variable en cantidad y composición, dependiendo de la procedencia y aplicación.

En su composición química, los aceites usados presentan una serie de contaminantes como son: agua, azufre, compuestos clorados y metales pesados, que determinan sus características tóxicas y peligrosas.

Ver tabla I

Composición media de un aceite usado (EPA 1984)			
Contaminantes	Aceite de automoción		Aceite de procedencia industrial
	Gasolina	Diesel	
Cadmio (ppm)	1,7	1,1	6,1
Cromo (ppm)	9,7	2,0	36,8
Plomo (ppm)	2,232	29	217,7
Zinc (ppm)	951	332	373,3

Tabla I

En términos generales, los aceites de automoción poseen mucha mayor cantidad de plomo y de zinc que los aceites de procedencia industrial; y dentro de los de automoción, los procedentes de motores de gasolina, se ha observado que presentan mayor cantidad de metales pesados que los de motores diesel. Sin embargo, los aceites usados industriales contienen mayor cantidad de cadmio, cromo, cloro y policloruro de bifenilo (PCB).

La composición de los aceites usados ha cambiado y esta cambiado notablemente a lo largo de los últimos años. Ver Tabla II

Determinación	1991	1992	1993	1994
P.I. (°C)	>120	>120	>120	>120 .
P.C.I. (Cal/gr)	9.816	9.127	9.682	9.607
Densidad (gr/l)	0,89	0,85	0,905	0,902
Humedad (%)	3,75	3	3,67	2,9
Sedimentos (%)	0,28	0,45	0,45	0,2
Cloro (ppm)	3,143	1,931	1,750	750
Fluor (ppm)	<100	<100	<100	<100
Azufre (ppm)	5,350	7,030	6,400	4,700
Plomo (ppm)	1,297	1,436	837	632
Cromo (ppm)	25	8	7.41	4.2
Cobre (ppm)	99	26	25	22,3
Cadmio (ppm)	< 1	< 1	< 1	< 1
Níquel (ppm)	200	< 5	< 5	< 5
Vanadio (ppm)	3,67	< 1	< 1	< 1
PCB's (ppm)	11	5	5,75	4,5

Si analizamos con detalle los datos de la tabla, podemos observar que lo más significativo y relevante es el brusco descenso en la concentración de metales. La concentración de metales en un aceite usado se debe, principalmente, a la degradación de aditivos órgano-metálicos del aceite lubricante nuevo, además de desgastes producidos por rozamientos en las piezas móviles del motor. La

presencia del plomo en particular, se debe prácticamente en su totalidad a la degradación del tetraetilo de plomo de las gasolinas.

Estos contaminantes provocan importantes dificultades a la hora de buscar destinos finales al aceite usado, por lo que como primera medida en los últimos años se está investigando la posibilidad de disminuir al máximo el porcentaje de aditivos de esa naturaleza en los lubricantes o su sustitución por otros compuestos capaces de conferir al aceite similares características sin incluir metales pesados en su composición.

Sin duda, este hecho puede explicar que la concentración de metales pesados disminuya de año en año hasta desaparecer en algunos casos, como el níquel por ejemplo.

Por otra parte, el descenso en la concentración del plomo puede entenderse si tenemos en cuenta la extensión en el uso de la “gasolina verde”, la cual no incluye plomo en su composición, o quizás un aumento en las ventas de coches de motores diesel, que como se ha visto generan un aceite usado con menor contenido en metales pesados.

El cloro también ha sufrido un descenso desde 1991 en adelante, probablemente debido que cada vez, en menos casos, los aceites usados se mezclan con otro tipo de residuos en los lugares de producción o almacenamiento, como por ejemplo los disolventes

2.1.4. Combustión.

Para el aprovechamiento energético de los aceites usados se pueden seguir dos caminos diferentes en función de las instalaciones en las que se va a realizar el mismo.

En cualquiera de los dos casos se debe atender el cumplimiento de las normas dictadas por la gestión de aceites usados, que exige la desclasificación de los aceites usados como residuos tóxicos y peligrosos mediante la realización de análisis y eventual pretratamiento que permitan garantizar los límites de emisiones establecidos en la citada orden.

El primer camino tiene como destino la utilización como combustible en instalaciones con alta potencia térmica, altas temperaturas, gran consumo de combustible y alta producción de gases. El mayor ejemplo son los hornos de fabricación de clinker de las cementeras, aunque también se usan en las calderas de centrales térmicas, como también en los hornos de plantas de arcillas, cerámicas y otros hornos Industriales. En este caso, los aceites usados deben ser gestionados a través de los llamados Centros de Transferencia que son plantas que permiten el control, análisis, pre tratamiento, almacenamiento y distribución de los aceites usados hacia sus destinos finales, realizando la oportuna desclasificación como residuos tóxicos y peligrosos. Este camino que es el más sencillo, se ha demostrado hasta ahora como el más eficaz y económicamente más viable en el que el análisis y control de los aceites tienen el mayor peso.

El segundo camino tiene su base en la aplicación de tratamientos físico-químicos más complejos con el fin de fabricar un combustible que pueda tener un espectro de utilización más amplio, en instalaciones con menos potencia térmica o en motores de combustión y calderas para producir energía eléctrica (cogeneración). Estos tratamientos deben incluir como mínimo, la separación de elementos volátiles (disolvente, etc.) y de metales pesados, así como de agua y sólidos. Los métodos que se suelen emplear se basan en destilación o en el tratamiento con aditivos floculantes. Este último procedimiento es de menor costo de instalación y de proceso, aunque produce un combustible de menor calidad que el primero.

Es conveniente señalar que en ciertos casos, los tratamientos físicos que únicamente logran la separación de agua y sólidos, se presentan como fabricación de un combustible para utilizar en cualquier proporción y en pequeñas instalaciones, cuando resulta evidente que no puede ser así cumpliendo la normativa vigente.

2.2. EL ACEITE USADO Y SU IMPACTO AMBIENTAL

Como introducción señalaremos el derecho y el deber fundamentales que nos atañe a todos nosotros en relación al tema de la preservación del medio ambiente, que ya no es una preocupación nacional sino también universal. La reciente Ley del General de Ambiente 28611, establece en su Art. I, que “toda persona tiene el **derecho** irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y el **deber** a contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país”.

Sin duda, nuestro planeta en su conjunto, atraviesa por un gran problema ambiental. El fenómeno del calentamiento global exige de todas las naciones, comprender la seriedad del problema para la supervivencia de la humanidad. Por lo mismo exige tomar urgentes y efectivas medidas para contrarrestar esta amenaza de la naturaleza, que por cierto la gran responsable es la propia humanidad que con sus actos irresponsables contribuye a la precarización ambiental.

No nos es ajeno saber que el consumo irresponsable del petróleo y de sus derivados, contribuyen al deterioro del medio ambiente por su contaminación.

En esta industria, en donde el aceite es un derivado, su utilización en las diversas actividades a las que está destinado, siempre va a significar un riesgo de

nocividad para la salud ambiental; claro, si es que no se toman las precauciones necesarias para evitarlas.

Quizás por instinto, el hombre luego de satisfacerse con el uso de un producto, si existen residuos de éstos, los arrojan como basura. ¿A dónde? A ese gran espacio físico constituido por la superficie terrestre, el espacio atmosférico y las aguas. Es decir al Ambiente. Así el riesgo más peligroso se presenta en la etapa posterior a su uso.

Veamos como se ocasiona la contaminación.

Si el aceite usado es arrojado a la superficie terrestre, por su contenido de hidrocarburos que no son degradables, van a destruir el humus vegetal y así acabar con la fertilidad del suelo. Así mismo por su composición tóxica, van a contaminar gravemente la tierra, que además por los aditivos que se les añade, la contaminación penetra al subsuelo y hasta llegar a las aguas subterráneas.

Si se vierten a las aguas, por la gran capacidad de deterioro ambiental que posee, produce en el agua una película impermeable que va a impedir la adecuada oxigenación llegando a asfixiar a los seres vivos que lo habitan; estimándose que un litro de aceite, contamina un millón de litros de agua.

Si el aceite usado es quemado solo o mezclado con fuel oil sin el tratamiento y control adecuado, debido a su alta presencia de compuestos de plomo, cloro, fósforos, azufre, etc, emite gases muy tóxicos produciendo una alta contaminación atmosférica. Se estima que Cinco litros de aceite quemados contamina 1000,000 m³ de aire que equivale a la cantidad de aire que una persona respira durante tres años.

Como un forma de solución a esta alta toxicidad y su riesgosa repercusión contaminante en el medio ambiente es necesaria una adecuada disposición de

estos desechos, para ello deberá establecerse todo un conjunto de políticas y estrategias para que su uso, manejo y eliminación se ejecuten sin menoscabo del medio ambiente, reduciendo sus propiedades nocivas a través del desarrollo de técnicas apropiadas y efectivas.

Ver figura 1.

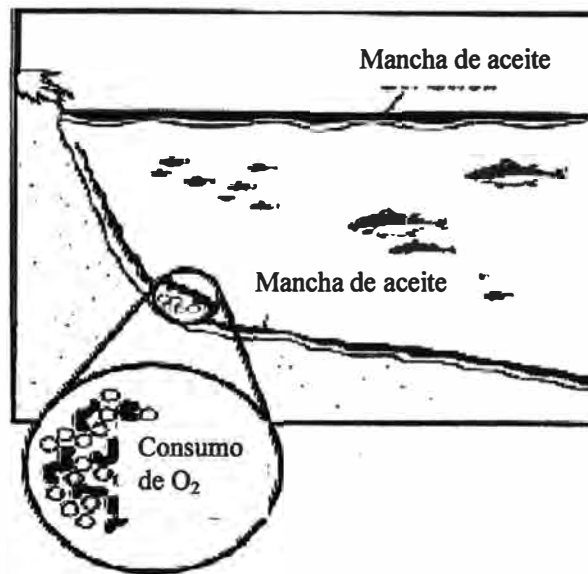


Fig1. Contaminación del agua por aceite mineral usado

2.3. COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS OBTENIDOS A PARTIR DEL ACEITE MINERAL USADO

2.3.1. Gasóleo

El gasóleo, también denominado gasoil, es un líquido de color blancuzco o verdoso y de densidad sobre 850 kg/m^3 ($0,850 \text{ g/cm}^3$), compuesto fundamentalmente por parafinas y utilizado principalmente como combustible en motores diesel y en calefacción así como en la manufactura de algunos compuestos químicos. Presenta una viscosidad intermedia entre el queroseno y el aceite lubricante.

Cuando es obtenido de la destilación del petróleo se denomina petrodiesel y cuando es obtenido a partir de aceites vegetales se denomina biodiesel.

Propiedades físico-químicas

Apariencia: Líquido de color pajizo claro

Olor: Petróleo acre

PH: No aplicable

Densidad del vapor (aire=1): < aire

Densidad a 15 °C Kg/m³: 825-860

Presión de vapor a 20°C: < 0,3 Kpa

Punto de ebullición, °C: 151 - 371

Punto inflamación: > 55°C

Temperatura de autoignición, °C: 250°C-270°C

Viscosidad cinemática a 40 °C, mm²s: 4,3-5,2

Solubilidad en agua: <0,020

2.3.2. Ifos.

Son combustibles conocidos como marinos residuales provenientes de la mezcla de diesel y residuales. Se utiliza en los motores, calderas y barcos.

De este producto existe varios grados y se clasifican de acuerdo a su viscosidad y a la preferencia según los requerimientos del motor que va a usarlo.

Internacionalmente, los grados conocidos son IFO 180, IFO 240 é IFO 380.

2.3.3. Solventes (Gasolina Pesada)

Los solventes son compuestos orgánicos basados en el elemento químico Carbono. Ellos producen efectos similares a los del alcohol o los anestésicos. Estos efectos se producen a través de la inhalación de sus vapores.

Algunos de ellos tienen aplicaciones industriales como los pegamentos, pinturas, barnices y fluidos de limpieza. Otros son utilizados como gases en aerosoles, extinguidores de fuego o encendedores para cigarrillos.

Estas sustancias que expelen vapores a temperatura ambiente (solventes volátiles como la nafta o la acetona) o que son en si mismas gases (butano, propano) pueden ser inhalados a través de la boca o nariz generando un efecto psicoactivo.

La gasolina es una mezcla de hidrocarburos derivada del petróleo que se utiliza como combustible en motores de combustión interna con encendido a chispa.

Deben cumplirse una serie de especificaciones requeridas para que el motor funcione bien y otras de tipo ambiental, ambas reguladas por ley en la mayoría de los países. La especificación más característica es el índice de octano RON, MON que indican su resistencia que presenta el combustible al detonar.

2.4. RE-REFINACIÓN DEL ACEITE MINERAL USADO.

2.4.1. Concepto.

En un principio se definía como una operación de regeneración mediante la cual se obtienen de los aceites usados, un nuevo aceite base comercializable. Tanto la legislación europea como la española, recomiendan este destino final, como vía prioritaria de recuperación de aceites usados.

Sin embargo, como en toda actividad, se busca obtener nuevos productos a partir de otros ya utilizados, por lo que se puede afirmar que la re-refinación es una forma de reciclaje que implica someter repetidamente una materia a un mismo ciclo a fin de incrementar o ampliar sus efectos o productos.

Para esta transformación en nuevos productos se recurre a tecnologías diversas. A este proceso de transformación o reciclaje, se les llama en unos casos, regeneración, en otros reuso, o también re-refinación.

La preposición re que significa repetición, implica que los procesos de la generación o la refinación se repitan.

En el caso del petróleo, en su proceso de transformación se obtiene, es decir se generan derivados, entre los que se encuentran los aceites, que van a ser utilizados en centros industriales, mineros, de transportes y otros.

A partir de este aceite ya utilizado, a través de un proceso de transformación se va a obtener dos productos: nuevo aceite base y combustibles. En el caso del aceite nos parece apropiado hablar de una regeneración del aceite, al convertirle en un nuevo aceite base.

Pero para el caso de la obtención de nuevos combustibles, nos parece apropiado hablar de re refinación. Así, siendo el aceite un producto refinado obtenido del petróleo crudo, en un primer proceso; posteriormente, en un segundo proceso, empleando el aceite ya utilizando y convertido en materia prima se vuelve a refinar, obteniéndose nuevos productos llamados combustibles. A este segundo proceso es lo que se denomina **re-refinación**.

Entonces, de una manera muy simple, podemos definir a la **re-refinación** como un proceso de transformación mediante el cual, utilizando el aceite usado como materia prima, se va a obtener nuevos combustibles.

2.4.2. Antecedentes.

Básicamente, los antecedentes de la re-refinación de los aceites se orientan a la obtención de un nuevo aceite base para lubricantes. Sin embargo, debido a la elevación de precios del petróleo, la re-refinación se ha orientado también a la recuperación de los aceites usados para la obtención de combustibles.

En países como Estados Unidos, algunos de Europa y de Sudamérica, el desarrollo de estos procesos han permitido la recuperación de grandes toneladas de estos aceites usados desperdiciados.

En Europa, especialmente en España, se ha incrementado, lo que ellos llaman la regeneración del aceite usado, al punto que las instalaciones de plantas de tratamiento han contribuido a lograr ventajas ambientales.

En Estados Unidos, orientados básicamente a la obtención de un nuevo aceite base, han logrado que estos productos sean bastante idénticos en propiedades a los obtenidos del petróleo crudo.

En Sudamérica, Argentina y Colombia, son los países donde más importancia se ha dado a la re-refinación, sobre todo en la obtención de combustibles alternos para ser usados en muchas industrias. Esta importancia ha llegado al punto de que exista una legislación que regula el tratamiento de los aceites usados, los que han sido calificados de residuos peligrosos y por ello ensayan una serie de normas para la debida re-refinación cuidando el medio ambiente.

En nuestro país, no existen mayores antecedentes. Aún es incipiente esta actividad re-refinadora de aceites usados.

orientan a ensayos de un mejoramiento del medio ambiente y a la regeneración de aceites lubricantes.

La empresa AMPCO PERU S.A.C. integrante del grupo COPETROL, es hasta el momento la que más ha avanzado en esta actividad, pues en base a técnicas de tratamiento implementadas están logrando mejores resultados, obteniendo productos alternativos como gasóleo, ifos, solvente (gasolina pesada), entre otros. En el caso de la gasolina, su obtención causa una especial expectativa pues ésta casi tiene el mismo comportamiento de combustión que una gasolina comercial.

2.4.3. Importancia.

2.4.3.1. Ambiental.

Considerando que los aceites usados constituyen potenciales residuos peligrosos, el proceso de re-refinación contribuye a resolver dos cuestiones que preocupan principalmente a los centros o sectores generadores del aceite usado: el cuidado del medio ambiente y la responsabilidad de qué hacer con los desperdicios de los aceites utilizados como insumos de sus actividades industriales o comerciales.

Siendo el proceso de re-refinación una suerte de consumidor de los aceites usados, entonces estos tienen un destino “bondadoso” y de esta forma se da solución a los dos problemas actuales: se evita la contaminación ambiental ante posibles conductas vertedoras de estos residuos a la intemperie o a las aguas; y de otro lado, da una salida adecuada a los centros generadores para deshacerse de este “residuo” para ellos, que le resulta una incomodidad para no incurrir en falta a las normas ambientales y por consiguiente ser susceptible de multas y de sanciones económicas.

2.4.3.2. Económicas.

De otro lado la re refinación tiene importancia también en el aspecto económico, porque implica la transformación de miles de toneladas de estos residuos peligrosos, en nuevos insumos de calidad, aptos para su reutilización. Generando de este modo significativa rentabilidad.

Así mismo, la obtención de nuevos combustibles, significa el ahorro de energía y de recursos no renovables, por lo que en los países desarrollados, ha dado lugar a políticas de Estado, otorgándole total prioridad a la re-refinación como alternativa de gestión de los aceites usados, y, en algunos casos incentivando la re-refinación con subsidios para facilitar su recolección y procesamiento.

En el caso de nuestro país, dado las pocas refinerías con las que contamos, la producción de combustibles es limitado. Frente a ello, la obtención de combustibles alternativos es una buena alternativa, sobre todo, convirtiendo al aceite usado en una materia prima sustituta para la obtención de productos alternativos a los derivados del petróleo.

Además, esta industria de re-refinación, económicamente no demanda de inversiones en “exploraciones” como lo es en el caso del petróleo crudo, pues los aceites usados que constituyen su materia prima, solamente demandan un costo mínimo en su “extracción” de los centros generadores (que en la mayor de las veces no son onerosos), así como en una mínima inversión en una logística para su recolección y transporte, y en una infraestructura básica para operar.

2.5. ETAPAS DEL PROCESO DE RE-REFINACIÓN.

El proceso de re-refinación pasa primero por la obtención de la materia prima, luego por técnicas de tratamiento, hasta culminar con la obtención de los productos deseados.

2.5.1. Obtención de la materia prima.

2.5.1.1. Recolección.

El proceso de recolección de la materia prima (aceites usados) es un conjunto de operaciones que permiten que el aceite usado pase desde su punto de generación al punto de acopio dentro de una misma instalación, lo que incluye asesoramiento en:

- Elaboración de Normas y Procedimientos para el recojo y almacenamiento de residuos oleosos de sus instalaciones.
- Elaboración de Planes de Contingencia para el recojo y almacenamiento de residuos oleosos de sus instalaciones.
- Capacitación al personal a cargo de dichas actividades.

2.5.1.2. Generadores.

Un generador de aceite usado es aquella persona natural o jurídica en el desarrollo de sus actividades ocupacionales o industriales.

Algunos ejemplos de estos agentes generadores son: talleres de reparación de automóviles, estaciones de servicio, talleres de cambio de aceite rápido, flotas de vehículos, tiendas de comestibles, industrias mineras, industrias metalúrgicas, industrias cementeras, ladrilleras, puertos, entre otros.

La legislación ambiental sanciona el mal manejo de los residuos considerados peligrosos contaminantes. En este sentido, los generadores del aceite usado, deben tomar las precauciones necesarias para el depósito en contenedores que garanticen la ausencia de derrames o fugas, observando y cumpliendo con elementales aspectos del manejo del aceite, como:

- Contar con zonas adecuadas con señalizaciones.
- Contar con equipos para el cambio y manejo del aceite.
- Observar adecuadas acciones para el almacenamiento temporal cuidando que a cada tipo de aceite usado (de motor, de dieléctricos, etc.) le corresponda un tipo de dispositivo de almacenamiento.
- Rotular los contenedores con frases como “residuos peligrosos”.
- Entregar el aceite al transportista calificado y autorizado.

2.5.1.3. Transporte.

Servicio que se realiza fuera de las instalaciones del Generador y comprende el traslado del aceite usado desde un punto de acopio (instalaciones de la empresa) hacia su destino final que es la planta de tratamiento.

El traslado del aceite usado de los centros o lugares de generación a la planta de tratamiento, exige la garantía de medios de transporte idóneos que garanticen evitar eventuales derrames o fugas. Los medios y sistemas de transporte son estratégicos en la actividad re-refinadora, pues, además que garantizan la calidad o integridad del aceite usado, también deben garantizar de que no haya riesgo alguno de contaminación o daño al medio ambiente por posibles derrames o fugas.

En esta perspectiva, los transportistas y los vehículos utilizados en la movilización de los aceites usados, deben tener todas las características exigidas, implementando elementales acciones, como:

- Contar con zonas adecuadas con señalizaciones.
- Contar con equipos para el cambio y manejo del aceite.

- Observar adecuadas acciones para el almacenamiento temporal cuidando que a cada tipo de aceite usado (de motor, de dieléctricos, etc.) le corresponda un tipo de dispositivo de almacenamiento.
- Rotular los contenedores con frases como “residuos peligrosos”.
- Entregar el aceite al transportista calificado y autorizado.

2.5.1.4. Almacenamiento.

El almacenamiento constituye otra importante actividad para el éxito del proceso de re-refinación, pues requiere cuidar “la calidad” de la materia prima y así mismo evitar riesgos de contaminación a la materia y de ésta al medio ambiente. En tal sentido, las instalaciones para el almacenamiento deben estar en lugares debidamente acondicionadas para tal objeto. Igualmente deben tener una infraestructura segura y con ambientes adecuados.

Estas reglas deben considerarse tanto en el almacenamiento en los lugares de los generadores como en los de las plantas de tratamiento.

2.5.1.5. Operaciones de supervisión del recojo y traslado.

Fundamentalmente a los centros de tratamiento les corresponde establecer y operar un sistema de supervisión que efectúe el seguimiento y control durante el recojo y transporte de los aceites usados para garantizar una materia prima de “calidad” y de evitar riesgos de contaminación, ejecutando importantes operaciones, como:

- Que los aceites usados estén llenados adecuadamente en sus respectivos dispositivos de almacenamiento.
- Verificar los tipos de aceites usados y rotularlos en sus dispositivos de almacenamiento.
- Se realice, de ser el caso, pruebas de densidad para determinar presencia de PCB.

- Realizar el trasvase del aceite usado a los cilindros, contenedores o cisterna, con el debido cuidado, sobre todo cuando lo hacen de vasijas menores.
- Programar la movilización cuando se recoja de diferentes puntos de ubicación de los agentes generadores.

Finalmente, el aceite usado ingresa a la planta de tratamiento en donde se procede a su recepción, control, análisis físico y químico y luego a su almacenamiento.

2.5.2. Técnicas de Tratamiento

2.5.2.1. Generalidades.

Existen diferentes tecnologías en el proceso de tratamiento o producción de combustibles a partir del aceite usado utilizado como materia prima.

Algunos estiman que en el proceso de tratamiento se dan en cuatro etapas: pre tratamiento, limpieza, fraccionamiento y acabado.

Para nuestro tema, es mejor exponer los procesos más necesarios en la producción de nuevos combustibles. Estas técnicas o procedimientos son: decantación, filtración, deshidratación, destilación atmosférica, destilación por arrastre de vapor, clarificación, centrifugación, lavado químico con soda cáustica y carbón activado.

2.5.2.2. Decantación.

Es una técnica que se utiliza para la separación de mezclas heterogéneas y de componentes de distintas densidades como el agua y el aceite.

Consiste en dejar reposar en un dispositivo especial tipo cónico para facilitar la decantación. Si el proceso se realiza bien, se llegará a separar gran cantidad de agua.

El objetivo de la decantación es también la separación de agua libre, sólidos y borras que se depositan en la parte inferior de los dispositivos de almacenamiento.

2.5.2.3. Filtración.

Mediante este proceso se separa materiales de partículas insolubles de un fluido, tales como el aire o líquido. El líquido pasa a través de un medio filtrante que no permite que las partículas pasen a través de él.

También existen otras técnicas como la de filtración de arcillas que consiste en usar la tierra o arcilla activada para absorber las partículas sólidas micrónicas presentes en el aceite, así como eliminar los vestigios de agua, ácidos y compuestos orgánicos polares.

2.5.2.4. Deshidratación.

Consiste en quitar el agua de los aceites usados mediante un proceso térmico a partir del uso de un quemador como medio de aplicación de calor.

2.5.2.5. Destilación atmosférica.

Proceso mediante el cual, al calentar un líquido, éste sobrepasa el punto de ebullición convirtiéndose en vapor, el que al pasar a un condensador, vuelve a su estado líquido. Las impurezas se mantienen en el líquido original, permitiendo que el líquido destilado sea purificado. De este modo al calentar el aceite hasta que sus componentes más volátiles pasen a su estado de vapor, y luego se enfríe, se recuperan los componentes en forma líquida por medio de la condensación, obteniéndose el fuel oil.

También existe otra técnica de destilación por tratamiento químico o extracción solvente, que consiste en que al aceite usado se le quita químicamente los contaminantes tales como plomo, arsénico, metales pesados o suciedades, obteniéndose luego el combustible.

2.5.2.6. Destilación por arrastre de vapor.

Es una técnica que sirve fundamentalmente para separar sustancias insolubles en agua y literalmente volátiles, de otros productos no volátiles mezclados con ellas. Durante el proceso de destilado las moléculas pesadas de hidrocarburo se parten y se generan volátiles, vale decir solventes los cuales en el proceso de condensado se mezclan con el gasóleo, y mediante el arrastre de vapor se logran separar físicamente.

2.5.2.7. Clarificación con arcillas activadas.

Consiste en lograr la clarificación del producto a través de la utilización de arcillas activadas debido a las propiedades físico-químicas que estas tienen. La aplicación de arcilla activada implica un proceso de filtrado, mediante un filtro prensa.

2.5.2.8. Centrifugación.

Consiste en la adecuación del aceite usado a través de la separación por acción de la fuerza centrífuga promoviendo la aceleración de partículas en una mezcla sólido- líquido.

La centrifugación se basa en la aceleración del proceso de decantación, sustituyendo la fuerza de la gravedad por la fuerza centrífuga.

2.5.2.9. Lavado químico

Consiste en agregar una cierta cantidad (porcentaje en peso) de soda cáustica a un volumen de destilado y su posterior neutralización. Finalmente el producto destilado pasa a través de un proceso de odorización mediante columnas de carbón activado para mejorar la oxidación del producto y eliminación de volátiles.

2.5.3. Comportamiento de un combustible alternativo obtenido y un combustible comercial.

Como se ha mencionado en el presente informe, los productos destilados obtenidos son solventes y gasóleo, siendo este último el de mayor volumen obtenido, razón por la cual este será nuestro producto a analizar.

De la comparación de los siguientes cuadros:

GASOLEO

API	34.3
Gravedad Especifica	0.8534
Viscosidad @ 40°C (cst)	3.89
Punto de Inflamación (°C)	57.0
Indice de Cetano (calculado)	51.5
Poder calorífico(btu/gal)	139587
Tiempo de destilación(min)	24
% Agua y sedimentos	0.05%

DIESEL

API	34.9
Gravedad Especifica	0.8504
Viscosidad @ 40°C (cst)	3.11
Punto de Inflamación (°C)	56.0
Indice de Cetano (calculado)	47.4
Poder calorífico(btu/gal)	138088
Tiempo de destilación(min)	16
% Agua y sedimentos	0.00%

Podemos ver que la diferencia del poder calorífico es bastante mínima y que al hacer una compensación de costos, el combustible alternativo obtenido, vale decir **Gasóleo**, es altamente rentable, adicionalmente si este gasóleo se somete a una rectificación por proceso químico podría plantearse una mezcla de Diesel-Gasóleo para su uso en motores de combustión interna.

2.5.4. Normas de Control y Fiscalización.

El proceso de re refinación y la protección del medio ambiente están íntimamente vinculados, por la utilización de los aceites usados como materia prima, considerados como residuos altamente peligrosos en la contaminación del ambiente en contra la salud y el ecosistema.

Es por ello que tanto en el plano nacional como internacional, los Estados se han preocupado por dictar una serie de normas tanto técnicas como jurídicas para regular el manejo adecuado de estos residuos peligrosos.

Para el desarrollo del presente tema nos vamos a limitar a la presentación de la normatividad nacional, no sin antes, como referencia señalar que en Europa en el año 1975, los Estados miembros de la Comunidad Europea expidieron la Directiva N° 75/4397CEE que se fue modificando hasta el año 2000 referente a la gestión de los aceites usados, que en esencia expresaba:

Que, los Estados miembros deben garantizar la recogida y eliminación de los aceites usados (tratamiento o destrucción, así como almacenamiento y depósito sobre o bajo tierra).

Deben dar prioridad al tratamiento de los aceites usados por regeneración, es decir, el refinado. Cuando no se aplique ese procedimiento, puede recurrirse a otros métodos: combustión, destrucción, almacenamiento o depósito. La Directiva

establece las condiciones aplicables a cada caso. En concreto, permite que la recogida y la eliminación sean efectuadas por empresas.

Se prohíbe:

- El vertido en aguas subterráneas, aguas marítimas jurisdiccionales y en los sistemas de evacuación.
- El depósito o vertido con efectos nocivos en el suelo, así como el vertido incontrolado de residuos derivados del tratamiento de aceites usados.
- Todo tratamiento que provoque una contaminación atmosférica superior al nivel establecido por las disposiciones vigentes.

Por consiguiente:

- Toda empresa dedicada a la recogida de aceites debe ser sometida a un registro y a un control adecuado a escala nacional, incluido, en su caso, un sistema de autorización;
- Toda empresa dedicada a la eliminación de aceites debe obtener una autorización.

2.5.4.1. Normas Técnicas.

Son normas de carácter técnico que tiene que ven con el establecimiento de las características de la calidad que deben reunir los productos, los procesos y los servicios; igualmente, establecen los métodos de ensayo, muestreo, envase y rotulados.

Para el aspecto técnico, INDECOPI Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Propiedad Intelectual, como ente encargado de normar la calidad, en cuanto al manejo de los aceites usados ha expedido hasta cinco normas llamadas Normas Técnicas Peruana NTP referente a las generalidades, a los

procesos de generación, recolección, almacenamiento, transporte, gestión y aprovechamiento energético previo tratamiento.

NTP 900.50:2008, aprobada con Resolución N° 001-2008/INDECOPI-CRT, que en resumen señala las etapas del manejo integral de los aceites usados que comprende: generación, recolección, transporte, almacenamiento, reaprovechamiento y disposición final. Además esta NTP proveerá información acerca de las medidas que deben ser adoptadas para prevenir, eliminar o mitigar los impactos negativos en el ambiente y en la salud de la población causados por prácticas inapropiadas de disposición, como contaminación del aire, del agua o del suelo.

NTP 900.51:2008, aprobada con Resolución N° 76-2008/INDECOPI-CRT, que en resumen establece las medidas que debe ser adoptadas para un manejo adecuado de los aceites usados durante las etapas de generación, recolección y almacenamiento de tal forma que se garantice la salud ocupacional de las personas en contacto con aceites usados; y que reduzca los impactos sanitarios y ambientales ocasionados por su manejo inadecuado.

NTP 900.52:2008, aprobada con Resolución N° 78-2008/INDECOPI-CRT, que establece el manejo adecuado de los aceites usados en la etapa de transporte para prevenir, reducir o mitigar los impactos negativos en el ambiente y en la salud de las personas en contacto con los aceites. Estas acciones podrían estar enmarcadas como parte de un sistema de gestión ambiental.

NTP 900.53:2009, aprobada con Resolución N° 21-2009/INDECOPI-CRT, que establece las medidas que deben ser adoptadas para un manejo adecuado de los aceites usados durante la etapa de reaprovechamiento para prevenir, reducir y mitigar los impactos negativos al ambiente y a la salud;

generando un producto final que cumpla los estándares de calidad establecidos y que puede ser reaprovechado.

NTP 900.54:2004, aprobada con Resolución N° 01-2004-CRT-INDECOPI, que establece las medidas que deben ser adoptadas para un manejo adecuado de los aceites usados durante su tratamiento y combustión controlada; procesos que constituyen el aprovechamiento energético del aceite tratado, para prevenir, reducir o mitigar los impactos negativos al ambiente y a la salud; permitiendo la utilización de los aceites tratados en la generación de calor para diversos procesos productivos y cuyos residuos deberán ser manejados de tal forma que cumplan con los estándares establecidos por la entidad competente del sector industrial correspondiente.

2.5.4.2. Normas Jurídicas.

Ley 27314 Ley General del Sistema Gestión de Residuos Sólidos y su Reglamento DS. N° 057-2008-PCM.

Estas normas tienen que ver fundamentalmente con los residuos sólidos, en cuanto a sus procesos de las operaciones de gestión y manejo de estos residuos desde su generación hasta la disposición final. Señala los lineamientos para desarrollar y usar tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización que favorezcan la minimización o reaprovechamiento de los residuos y su manejo adecuado por los agentes que intervienen en este proceso a través de Manifiestos y Declaraciones establecidos en Anexos autorizados.

Ley 27446 Ley de Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental

Crea el sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión,

control y corrección de los impactos ambientales negativos derivados de las actividades humanas como construcciones u obras que puedan causar daños ambientales.

Regula los criterios de protección ambiental, los procedimientos para la certificación de los contenidos y revisión de los estudios de Impacto Ambiental; el seguimiento y control por parte de las autoridades competentes.

Ley 28256 Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

Art. 1°.- Del objeto de la Ley.

La presente Ley tiene por objeto regular las actividades, procesos y operaciones del transporte de los materiales y residuos peligrosos con sujeción a los principios de prevención y de protección de las personas, el medio ambiente y la propiedad.

Art. 2°.- Del ámbito de aplicación.

Están comprendidos en el alcance de la presente Ley, la producción, almacenamiento, embalaje, transporte y rutas de tránsito, manipulación, utilización, reutilización, tratamiento, reciclaje y disposición final.

Art. 3°.- Definición de materiales y residuos peligrosos.

Son materiales y residuos peligrosos, para efectos de la presente Ley, aquellas sustancias, elementos, insumos, productos o subproductos, o sus mezclas, en estado sólido, líquido y gaseoso que por sus características físicas, químicas, toxicológicas, de explosividad o por su carácter ilícito

representan riesgos para la salud de las personas, el medio ambiente y propiedad.

Ley 29338 Ley de Recursos Hídricos.

Art. 83.- Prohibición de vertimientos de algunas sustancias.

Está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta, que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación. La Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con la Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas.

Ley 8611 Ley General del Ambiente.

Art. I.- Del derecho y deber fundamental.

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente.

Art. VI.- Del principio de prevención.

La gestión ambiental tiene como objetivos prioritarios prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental. Cuando no sea posible eliminar las causas que la generan, se adoptan las medidas de mitigación, recuperación, restauración o eventual compensación que correspondan.

Art. 74.- De la responsabilidad general.

Todo titular de operaciones responsable por las emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos que se generen sobre el ambiente, la salud y los recursos naturales, como consecuencia de sus actividades

Art. 80.- De las normas técnicas nacionales de calidad y ecoetiquetado.

El Estado promueve la adopción de normas técnicas nacionales para estandarizar los procesos de producción y las características técnicas de los bienes y servicios que se ofrecen en el país o se exportan, propiciando la gestión de su calidad, la prevención de riesgos y daños ambientales, así como las prácticas de etiquetado, que salvaguarden los derechos del consumidor.

DS. N° 074-2001-PCM Reglamento de Estándares Nacionales de la Calidad Ambiental.

El presente reglamento es el instrumento legal que regula los Estándares de Calidad Ambiental del Aire para prevenir y controlar la contaminación del aire con lineamientos estratégicos para proteger la salud.

Art. 4.- Estándares Primarios de Calidad del Aire.- Los estándares primarios de la calidad del aire consideran los niveles de concentración máxima de los siguientes contaminantes:

- Dióxido de azufre (SO₂)
- Material Particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (OM-10).
- Monóxido de Carbono (CO).

- Dióxido de Nitrógeno (NO₂)
- Ozono (O₃)
- Plomo (Pb)
- Sulfuro de Hidrógeno (H₂S)

Ordenanza 295-MML-2000 del Sistema General de Residuos Sólidos; su Reglamento aprobado con Decreto de Alcaldía N° 147/MML-2001 y sus Modificatorias.

Estas normas, si bien es cierto que están referidas fundamentalmente a los residuos sólidos sobre todo a los producidos en el ámbito urbano, sin embargo tiene incidencia en la gestión de los aceites usados en cuanto regula los parámetros urbanísticos de las edificaciones de las plantas de tratamiento o de disposición final del manejo de estos residuos resguardando el medio ambiente.

III. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Identificación del Centro Laboral

El presente Informe se basa en la experiencia profesional realizada como trabajador en el periodo del 21 de junio del 2006 al 30 de abril del 2009 en la Empresa AMPCO PERU S.A.C.

La empresa Ampco Peru S.A.C. se dedicada al tratamiento y reciclaje industrial de aceites usados así como hidrocarburos contaminados, sus derivados y bases oleosas. Tiene su sede en la ciudad de Lima, con 8 años de experiencia y con un volumen comercial de 1.5 millones de soles. Dispone de una planta de almacenamiento y de tratamiento, ubicada en el distrito del Callao.

Formalmente tiene Autorización Sanitaria, parte del Ministerio de Salud; tiene Autorización para el Servicio de Recojo de Residuos, por parte del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; y así mismo cuenta con la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental como Planta de Tratamiento por parte del Ministerio de Energía y Minas.

Brinda servicios de recolección y disposición final de los aceites usados a los sectores de minería, energía, pesquería e industrial, teniendo como principales acopiadores de este tipo de residuo a empresas tales como Souther Perú, Sociedad Minera Cerro Verde SAA, Volcan Compañía Minera SAA, Quimpac SA, Corporación Aceros Arequipa, Carmin Callao SAC, Xtrata Tintaya, entre otros.

Provee de combustibles alternativos a empresas como: Exsa S.A, Intradevco Industrial S.A, San Fernando Lurín, Cogorno, Laboratorio Farmacéutico MEDCO, Textiles Bustamante, Agrokasa S.A. Mepsa S.A., Infarmasa S.A., entre otras más.

3.2. Aprovechamiento de la materia prima (aceites usados)

Personal calificado (Supervisores y transportista) de la Empresa, con una programación previamente elaborada, se trasladan en camiones cisternas o camiones furgón debidamente acondicionados a los lugares donde se ubican los generadores para proceder al recojo de los residuos oleosos producto de sus operaciones.

3.3. Etapas del proceso de tratamiento

3.3.1. Verificación de la materia prima.

Generalmente, la materia prima ingresa a los ambientes de la planta de tratamiento en cisternas y en cilindros metálicos.

Se procede a los controles físico y químico de la materia prima.

Mediante el control físico se verifica la materia de ingreso y se realiza la separación de agua, borra y contaminantes. Esta separación es realizada por lotes de ingreso correspondientes a cada generador. En el caso de cilindros metálicos mediante una bomba manual. El personal operario procede a realizar purgas de agua, borra y posibles contaminantes inmersos en el aceite usado. Esto se realiza desde la parte inferior de los cilindros tratando de retirar la mayor cantidad posible, con la finalidad de que el aceite esté libre de moléculas de agua y así evitar posibles emulsiones en el proceso de deshidratación.

En el caso de cisternas, éstas cuentan con un sistema de bombeo y sistema de filtración. La materia prima es trasegada a los tanques de decantación, en donde después de un periodo, se procede a realizar las purgas por la parte inferior.

El agua y los contaminantes son separados y aislados en dispositivos de almacenamiento, para su posterior disposición.

Para el control químico, se toma muestras de la materia prima del lote ingresado y se lleva a analizar al Laboratorio para realizar las pruebas de:

- Determinación de PCB
- Agua y sedimentos
- Gravedad API
- Gravedad específica
- Densidad
- Agua por destilación
- Punto de inflamación
- Viscosidad cinemática
- Destilación
- Cenizas

3.3.2. Decantación

Verificado los parámetros del lote, la materia prima es trasegada a una poza de decantación, provistas de mallas metálicas filtrantes para retener posibles residuos sólidos inmersos en el aceite usado, así como la separación física de agua libre, sólidos y borras que se depositan en la parte inferior de los dispositivos de almacenamiento. La limpieza de estas mallas filtrantes se realiza cada 10 minutos o cuando sea necesario, dependiendo de la cantidad de sólidos en suspensión retenidos en estas.

El aceite usado libre de agua e impurezas, almacenado en la poza de decantación es bombeado a un tanque de materia prima preparada, el cual se dejará un tiempo de reposo decantando realizando la mayor cantidad de purgas periódicas de agua por el fondo del mismo antes de su envío al deshidratador.

3.3.3. Deshidratado del aceite usado

Mediante un sistema de bombeo se extrae el aceite usado con cierta cantidad de agua ligada almacenado en el tanque de materia prima preparada hacia el equipo térmico mediante un proceso continuo, y en un precalentador, se realiza el precalentamiento a una temperatura de 70 ° C, a esta temperatura empiezan a romperse los enlaces de las moléculas de agua y una parte importante de los contaminantes inmersos en el aceite usado, como son el agua, hidrocarburos ligeros, lodos, partículas gruesas, entre otros productos.

El aceite usado ingresa por la parte inferior del deshidratador, el cual recorre por un conjunto de serpentines a temperaturas de 150 ° C a más. Este sistema es controlado por un panel de control automático en el cual existen parámetros de control de temperaturas siendo la temperatura máxima de operación de 185°C, temperatura en la cual se separa los vapores en la torre flash eliminando así la mayor cantidad de agua ligada inmersa en el aceite, los vapores de aceites mezclado con agua y otros son separados en un sistema de condensado el cual es enfriado mediante un refrigerante instalado en los intercambiadores de calor. Los productos ligeros son eliminados por la parte superior de la torre de separación pasando por un tanque de condensados. Dichos productos son rehusados como combustibles para la combustión del equipo térmico. El aceite exento de agua es bombeado a un tanque de almacenamiento para luego ser enviado a una centrifuga y a un proceso de destilación en hornos de altas temperaturas.

Sistema deshidratador

Como se puede apreciar en el esquema 1, detallamos lo siguiente:

- **Tanque de Aceite Filtrado y Decantado. “ T1 “**

Es un tanque tipo cónico donde se almacenará el aceite filtrado y decantado; pero toda vez que el aceite en reposo siga sedimentando, se realiza purgas periódicamente antes de empezar el proceso de deshidratado.

- **Horno Deshidratador. “ DH1 “**

Este horno consta de un cuerpo cilíndrico y de tapas laterales de plancha de acero; está cubierto internamente por un aislante térmico, e interiormente se ubica un serpentín de acero, y válvulas de ingreso y salida, cuenta con pirómetros tipo K de entrada y salida. El calor es suministrado por un quemador que eleva la temperatura del aceite hasta los 140 °C para la separación física de el agua y otros productos ligeros durante su recorrido por el serpentín

- **Torre Flash. “ TH1 “**

En esta torre el aceite ingresa a una temperatura de 140 °C, el agua y los solventes son separados en forma de vapor, el aceite caliente caerá y los vapores seguirán la línea de vapores por la parte superior.

- **Condensador. “ E2 “**

El vapor de agua y los solventes vaporizados son condensados para su posterior disposición, dicho condensador consta de un serpentín de tubería de acero y tanque de agua para el enfriamiento.

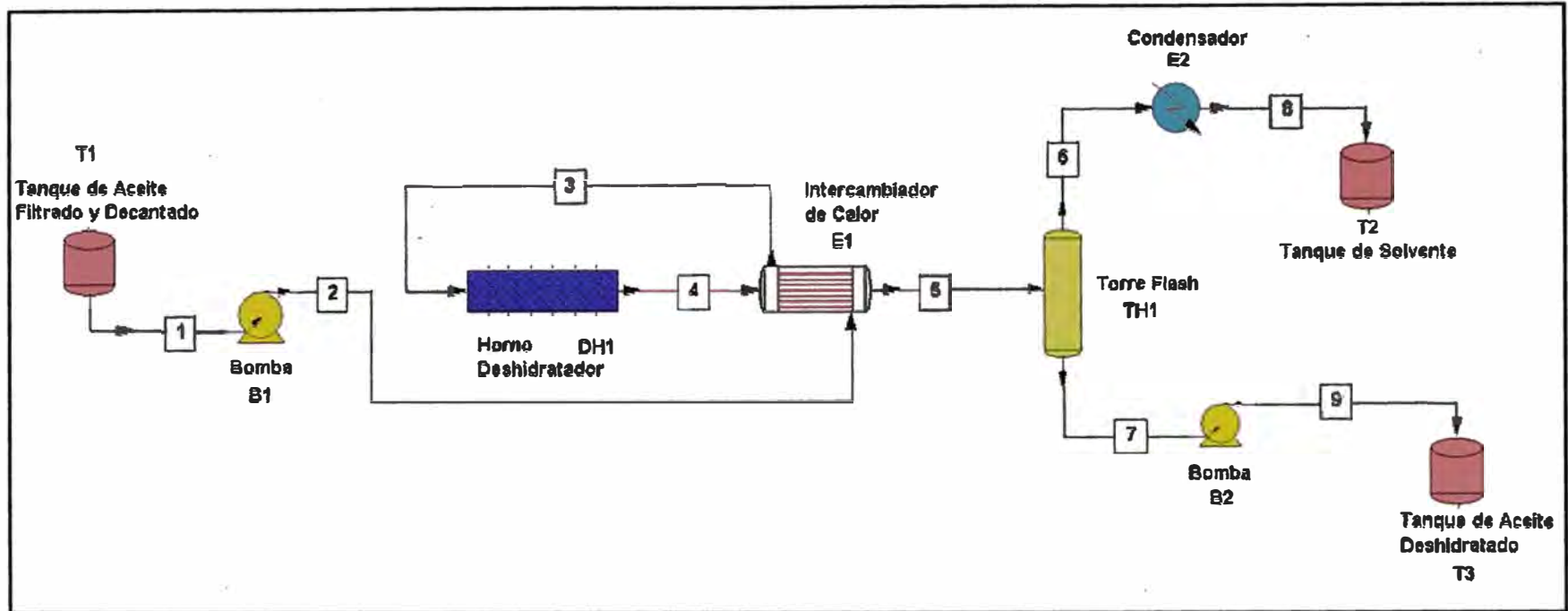
- **Tanque de recepción de solventes. “ T2 “**

Este tanque recibirá los productos condensados de agua y solventes, los cuales se separarán físicamente debido a la densidad de cada producto.

- **Tanque de recepción de Aceite Deshidratado. “ T3 “**

Este tanque fabricado en plancha de acero, tipo cónico y válvula de purga, tiene líneas de ingreso y salida, en este tanque se almacena el aceite deshidratado a 140 ° C exento de agua. Dicho aceite queda listo para su posterior envío a los hornos de destilación.

Proceso de Deshidratado



Esquema N° 1

Lineas de Proceso	Balance de Masa (Gal/h)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aceite sin Deshidratar	250	250	250						
Aceite Deshidratado				237	237		237		237
Agua				10	10	10		10	
Solvente				3	3	3		3	

Nota: Balance de Masa realizado para un turno de 8h

3.3.4. Destilado

En el esquema N° 2 puede apreciarse el proceso, el cual se detalla seguidamente.

- **Horno de Destilado. “ H1 “**

Este horno básicamente es como un caldero, en el cual el aceite usado tratado ingresa y es sometido a un proceso de calentamiento por medio de un quemador , el seguimiento del proceso en este punto es muy importante pues la temperatura de trabajo esta en un rango de 400 ° C a 700 ° C , y es importante mencionar que al producirse el craqueo térmico se generan gases , como metano, propano, etc. y solventes calificados como gasolinas pesadas, por cuanto un descuido o un sobrecalentamiento excesivo podría tener consecuencias fatales , también se generan lodo asfáltico el cual debe ser evacuado periódicamente mediante una línea de purga .

- **Líneas de Destilado.**

La línea de destilado es de tubería de acero, las uniones son embridadas y selladas con empaquetadura de asbesto, su función es la de guiar el vapor de aceite hacia el tanque de condensación.

- **Línea de Purga.**

El proceso de destilado implica un purgado de lodos asfálticos, la cual se realiza a una temperatura por encima de los 300 °C por lo cual ésta línea es diseñada de tubería especial y una válvula tipo macho.

- **Tanque de Enfriamiento y Serpientes. “ TES1 “**

Este tanque construido de plancha de acero estructural, cuenta con serpentines de tubería de acero, dos son para el destilado del aceite y uno para los solventes, aquí se produce la condensación de los vapores de aceite.

- **Tanque de Recepción de Gasóleo y Solventes. “ TG1 “**

Estos tanques recibirán el condensado de gasóleo y solventes, son de plancha de acero estructural y con un man hole para las labores de revisión.

3.3.5. Destilado por Arrastre de Vapor. “TAV1 “

Como el gasóleo al condensarse durante el proceso se ha mezclado con solventes; para separarlos se le aplica una destilación por arrastre por vapor, este proceso es realizado en un tanque de acero en forma cónica el cual soporta presiones de 10 bar y en el que se encuentra el gasóleo al cual se le inyecta vapor proveniente del caldero por medio de una tubería y que al recorrer todo el producto arrastra los solventes con una presión de 70 lbs. y al salir por la parte superior pasa por un condensador y luego al enfriarse se separan físicamente los solventes (gasolina pesada) del agua, siendo el octanaje de dicha gasolina pesada de 64.2 octanos.

IV. OPTIMIZACION EN LA OBTENCION DEL PRODUCTO FINAL

El producto obtenido en esta etapa del proceso presenta las siguientes desventajas:

- El grado de oxidación es alto
- Alto grado de sedimentos
- La acidez del producto no es la indicada
- Hay volátiles que distorsionan la calidad del producto.

Por eso es necesario adicionalmente un proceso físico-químico de rectificación, el cual se describe a continuación.

4.1. Clarificado con Arcilla Activada. “TC1 “

El producto obtenido en esta etapa del proceso tiene un cierto grado de oxidación, razón por la cual es sometido a un proceso de clarificación mediante la adición de arcillas activadas, esto es realizado mediante un proceso de agitación en donde se logra la adsorción de micro partículas de carbón.

4.2. Filtro Prensa “FP1”.

Debido a que la cantidad de arcilla activada agregada para conseguir la clarificación, se hace necesario el uso de un filtro de prensa, el producto obtenido es resistente a la oxidación con un color brillante similar a los combustibles comerciales.

4.3. Centrifugación “CTF1“

Dado que en el filtrado con filtro prensa el gasóleo queda un mínimo porcentaje de sedimentos debido a la presencia de la arcilla activada, se procede con una

centrifugación para así eliminar las partículas micrónicas en el rango de 20 a 50 micras.

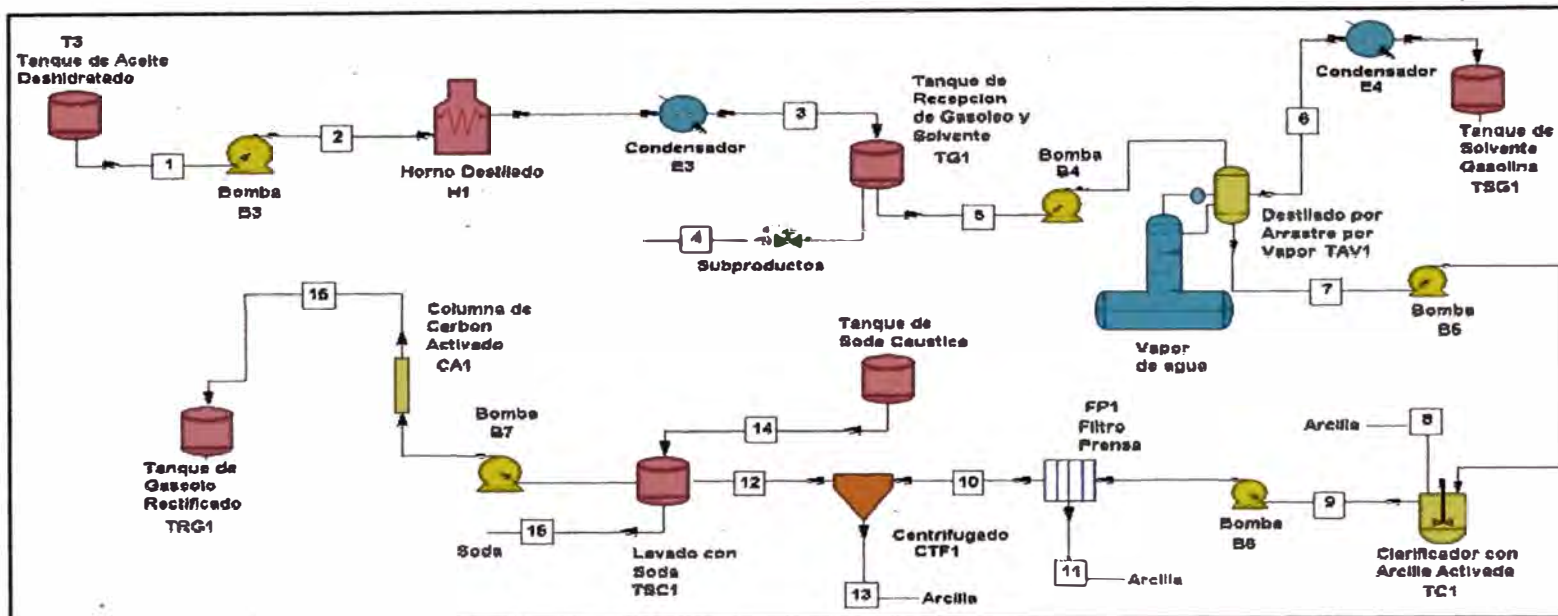
4.4. Lavado Químico con soda caústica. “TSC1 “

El producto obtenido es almacenado en un tanque construido en plancha de acero estructural el cual cuenta con un hand hole para las labores de revisión y limpieza, tiene líneas de entrada y salida para regular el dosaje de la soda caustica, que es de 1.5% del volumen tratado, debido a que la soda es corrosiva, el tanque debe es tratado con pintura epóxica, la función de la soda al igual que en las refineries, es corregir la acidez y eliminar los mercaptanos.

4.5. Lavado químico con Carbón Activado. “CA1 “

Es el ultimo paso por el cual el producto final pasa a través de columnas llenas de carbón activado de tipo GAC 23 , el ingreso del producto en la columna es por la parte inferior con el fin de garantizar una correcta adsorción de micro partículas y eliminar volátiles.

Proceso de Destilado



Esquema N° 2

Lineas de Proceso	Balance de Masa (Gal/h)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Aceite Deshidratado	237	237														
Gasolina			2		2	2										
Gasoleo			216		216		216		216	198	18	198				198
Arcilla(Kg/h)								35	3.5	0.5	3		0.5			
Soda (10%)														50	50	
Subproductos			19	19												

Nota: Balance de Masa realizado para un turno de 8h

V. JUSTIFICACION ECONOMICA

PROYECCION DE UTILIDADES, COSTOS VS. VENTAS	
Producción 2 000 Galones x Semana	
Materia Prima	7500
Arcilla activada	200
Carbón activado	178
Soda caustica	200
Personal	
Operador 1	400
Operador 2	250
Operador 3	250
Operador 4	250
Operador 5	250
Operador 6	250
Transporte	
Otros (luz, agua, etc.)	240
Total Gastos	9968
Ventas Gasóleo	
2 000 gal a S/. 8.5	17000
Total ventas	17000
Utilidad	7032

Ventas Gasolina	
250 gal a S/. 10.00	2500
Total ventas	2500
Utilidad	2500

Utilidad Total MSoles/año	497
----------------------------------	------------

El precio del diesel para una compañía estaría alrededor de 9.8 S/.gal pero si dicha compañía comprase el gasóleo por remplazo del diesel estaría pagando 8.5 S/.gal.

Con lo cual se puede observar que dicha compañía ahorraría un total de 1.3 S/. gal.

INVERSION INICIAL

EQUIPO DESHIDRATADOR	COSTO
Tanque de Aceite Filtrado y Decantado. " T1 "	3000
Horno Deshidratador. " DH "	4000
Torre Flash. " TF "	1000
Condensador. " C "	1500
Tanque de recepción de solventes. " T2 "	1000
Tanque de recepción de Aceite Deshidratado. " T3 "	3000

EQUIPO DESTILADOR	COSTO
Horno de Destilado. " H1 "	6000
Líneas de Destilado.	1500
Línea de Purga.	2000
Tanque de Enfriamiento y Serpentes. " TC "	2000
Tanque de Recepción de Gasóleo y Solventes. " TG "	1000
Destilado por Arrastre por Vapor. "TAV "	4000
Tanque de clarificado con Arcilla Activada. "TC "	5000
Filtro Prensa "FP".	6000
Centrifugación "CTF "	12000
Tanque de Lavado Químico con soda caustica. "TSC "	4000
Columna de Carbón Activado. "CA "	1500

SUB TOTAL	58500
------------------	--------------

TERRENO 500m2	120000
----------------------	---------------

TOTAL	178500
--------------	---------------

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- La re-refinación constituye la solución a dos importantes problemas : primero, contribuye a solucionar la situación de incertidumbre de las personas naturales o jurídicas, de qué hacer con el aceite usado generado por el desarrollo de sus actividades ocupacionales o industriales, resolviéndose en el sentido de que éstos tengan una disposición final sin llegar a riesgos de contaminación y sin llegar a incurrir en faltas y contravenir disposiciones legales; segundo, es una buena solución en lo referente al impacto ambiental, contribuyendo a la protección del medio ambiente de los riesgos de contaminación por los aceites usados considerados como residuos peligrosos.
- Mediante este proceso de re-refinación, se logra obtener a partir de los aceites usados, combustibles alternativos que van a constituir una importante alternativa económica, ya que, considerando los altos precios de los hidrocarburos y la facilidad para conseguir la materia prima (aceites usados), esta alternativa es significativamente rentable.
- Existe una evolución en la composición de los aceites usados, notándose una apreciable disminución de presencia de contaminantes tóxicos, lo que hace que cuando se queman combustibles alternativos en vez de los convencionales, no hay incremento de la emisión de partículas, de componentes orgánicos y otros contaminantes.
- Se pueden obtener una variedad de combustibles líquidos para la industria mediante mezclas de gasóleo, con bajo contenido de azufre.
- El Gasóleo obtenido contiene menos cantidad de azufre que el Diesel, según análisis hecho por la empresa Ampco Peru en laboratorios dedicados a los análisis de aceites en el país de Chile.

- La determinación del octanaje del solvente obtenido (Gasolina Pesada) fue realizada en la Empresa Maple Gas Corporation sucursal del Perú (Refinería Pucallpa) el cual fue de 64.2 Octanos, la cual si se logra implementar una tecnología más avanzada habría una gran posibilidad de optimizarla y de esta manera lograr la optimización del octanaje.
- De las curvas de destilación anexadas, se aprecia que tanto en la obtención de los productos obtenidos como son el Gasóleo (anexo 2, pág. 59) y la gasolina pesada (anexo 4, pág. 61), ambas curvas de destilación presentan un comportamiento similar a las curvas de destilación de los combustibles comercial.
- Las otras características físicas y químicas realizadas al gasóleo obtenido, como, punto de inflamación, viscosidad cinemática, agua y sedimentos, índice de cetano, poder calorífico, azufre, son también similares a los de un combustible comercial Diesel.

6.2. Recomendaciones

- Es muy importante que los organismos competentes del Estado, promuevan dispositivos legales que contribuyan a desarrollar procedimientos sobre la disposición final de los residuos peligrosos, como el aceite mineral usado, ya que ello permitiría reducir el inadecuado uso de estos residuos, permitiendo, al mismo tiempo, la formalización de los agentes comprometidos en este negocio; y por consiguiente la protección del medio ambiente.
- Resulta importante apostar por la re-refinación de aceites usados. Para ello, es necesario realizar una mayor inversión en investigación y en la implementación de una tecnología avanzada que permita optimizar la obtención de la gasolina pesada haciéndola un producto de mejor calidad.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Gerardo T, “Manual de Aceites Usados “, Corporación Poria (www.poria.com.mx). México, 2002, Pág254.
- Gómez Carlos M. y otros. “La industria de la re-refinación de aceite usado en Argentina”. Buenos Aires, Argentina 2007, Pág. 8,16.
- Guillermo S, “Evaluación experimental de un proceso de depuración Multi etapa para la regeneración de aceites usados”, Pág. 124
- Indecopi, NTP – 900.50:2008 Manejo Integral de los Aceites Usados.
- Indecopi, NTP 321.140.2003 Petróleo y Derivados. Combustibles residuales de uso marino. Especificaciones, 1ra edición, Pág. 7.
- Jim F and Drew T, Traducido por Gerardo Trujillo, “Guía de procedencia de elementos para aceite usado”, Corporación Noria, México, 2002, Pág. 187.
- Julio R, “Recuperación de aceites lubricantes para automotores a partir de aceites usados y desechados, utilizando procesos fisico-químicos, 2da edición ,Argentina,2003,capítulo 3
- Manejo ambiental para los desechos de aceite usado, Universidad Central del Ecuador.
- Regeneración de Aceites Usados, proceso interline para la regeneración de aceites usados.
- Regeneración de Aceites Usados, Phillips Petroleum Company
- Woolf Consultores y Asesores Ambientales, Planta de reciclaje de aceite usado para la elaboración de combustibles alternos.

VIII. ANEXOS

8.1. Ilustraciones



Equipo de agua por destilación realizado al aceite usado



Equipo de Destilación



Equipo de determinación de punto de inflamación



Viscosímetro



Máquina de octanaje



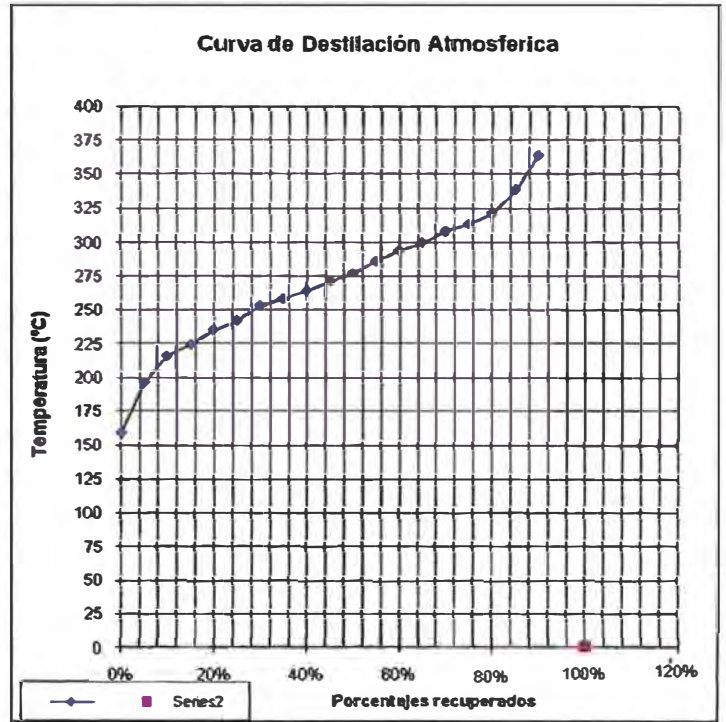
Aceite usado antes del proceso y producto obtenido después del proceso (gasóleo)



Aceite usado antes del proceso y producto obtenido después del proceso (gasolina pesada)

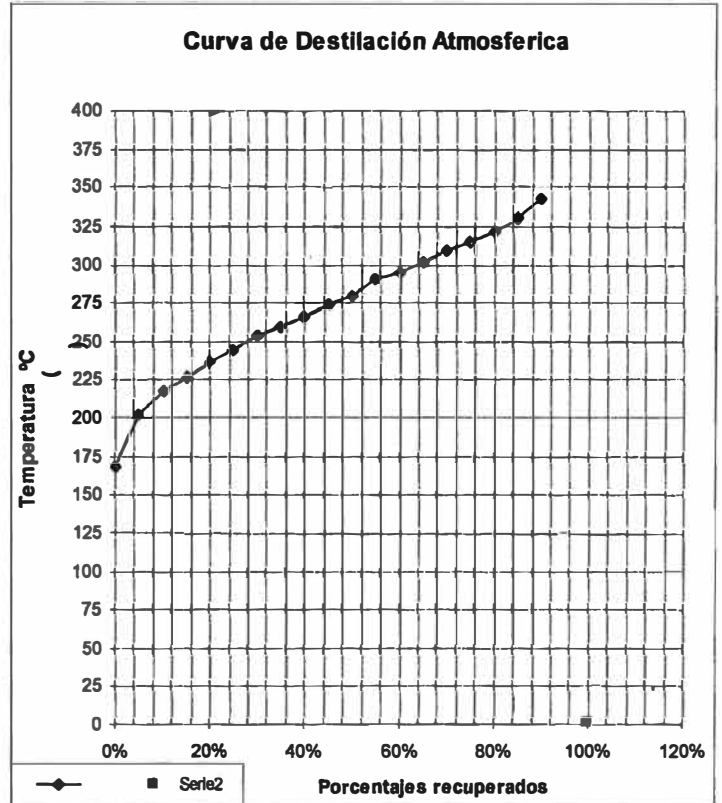
8.2. Gráfica de Curva de destilación de combustible obtenido Gasóleo (GOL)

API	34.3
Gravedad Especifica	0.8504
Viscosidad @ 40°C (cst)	3.11
P.I (°C)	57.0
Indice de Cetano (calculado)	49.7
Tiempo de destilación(min)	17.0
% Agua y sedimentos	0.01%
0%	159
5%	197
10%	216
15%	224
20%	235
25%	242
30%	253
35%	258
40%	264
45%	271
50%	277
55%	286
60%	294
65%	300
70%	308
75%	313
80%	321
85%	339
90%	364
95%	395
% recuperado	98%
% perdida	0,5%
% residuo	1,5%



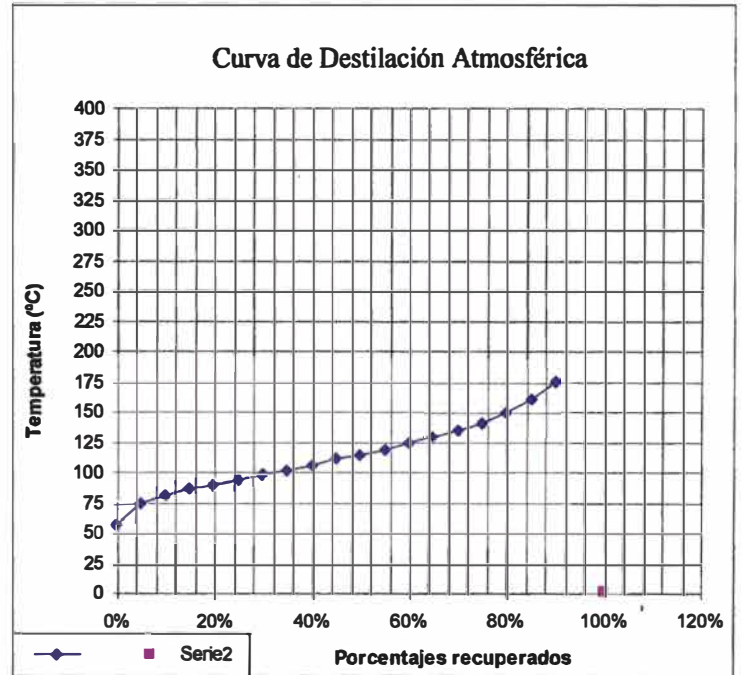
8.3. Gráfica de Curva de destilación de combustible comercial (Diesel).

API	34.9
Gravedad Especifica	0.8504
Viscosidad @ 40°C (cst)	3.11
P.I (°C)	56.0
Indice de Cetano (calculado)	47.4
Tiempo de destilación(min)	16
% Agua y sedimentos	0.00%
0%	168
5%	202
10%	218
15%	227
20%	236
25%	244
30%	254
35%	260
40%	266
45%	274
50%	280
55%	291
60%	295
65%	302
70%	309
75%	315
80%	322
85%	330
90%	342
95%	355
99%	374
% recuperado	99%
% perdida	0.5%
% residuo	0.5%



8.4. Gráfica de curva de destilación de muestra de Gasolina pesada obtenida por proceso de destilación por arrastre de vapor.

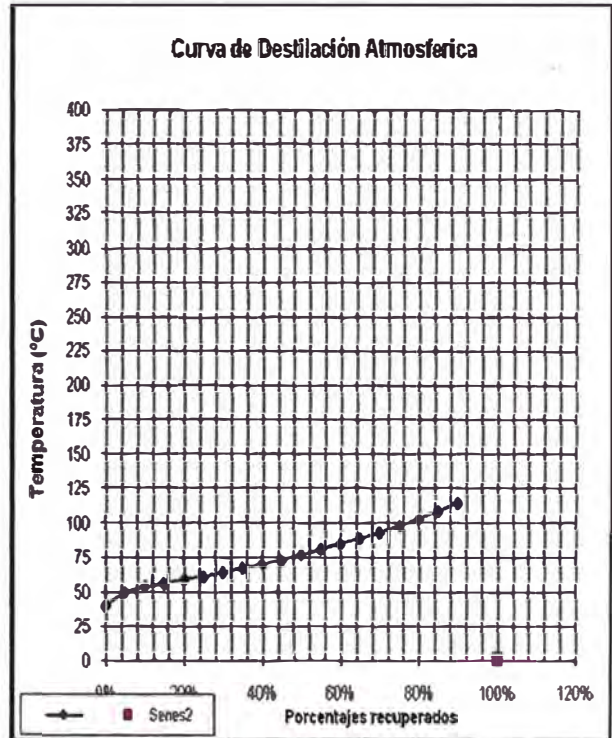
API	60.2
Gravedad Especifica	0.7381
Destilación Atmosférica	
0%	57
5%	75
10%	82
15%	87
20%	90
25%	95
30%	98
35%	102
40%	106
45%	111
50%	115
55%	119
60%	124
65%	130
70%	136
75%	142
80%	150
85%	161
90%	176
95%	194
P.F.E	224
% recuperado	98%
% perdida	0.5%
% residuo	1.5%



OBS: Se puede observar que los porcentajes de recuperado se encuentran dentro de los parámetros de una gasolina comercial.

8.5. Gráfica de curva de destilación de Gasolina Comercial

API	60.1
Gravedad Especifica	0.7385
0%	40
5%	50
10%	54
15%	56
20%	59
25%	61
30%	64
35%	67
40%	70
45%	73
50%	77
55%	81
60%	85
65%	89
70%	93
75%	98
80%	103
85%	109
90%	115
95%	128
P.F.E	188
% recuperado	99%
% perdida	0.5%
% residuo	0.5%



8.6. Fichas técnicas de los combustibles comerciales y obtenidos

8.6.1 Diesel 2

CARACTERÍSTICAS	MÉTODO ASTM	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES NTP 321.102.2002	
			Min.	Máx.
DIESEL PLANTA				
APARIENCIA	Visual	Claro / Brillante		
Color Comercial	D - 2392	Transparente		
DESTILACION				
Punto Inicial		168		
5%		190		
10%		201		
15%		206		
20%		210		
25%		214		
30%		217		
35%		220		
40%		223		
45%		227		
50%		230		
55%		234		
60%		237		
65%		242		
70%		247		
75%		252		
80%		259		
85%		269		
90%		277	282	360
95%		294		
Punto. Final		323		
FLUIDEZ				
Viscosidad cinemática a 40 °C, cSt	D - 445	2.0	1.7	4.1
Punto de Escurrimiento, °C	D - 97			4.0
COMPOSICIÓN				
Índice de cetano	D - 4737	64.0	40	
Cenizas, % masa	D - 482	0.009		0.01
Residuo de carbón del 10% de fondos, % masa	D - 189	0.04		0,35
CORROSIVIDAD				
Corrosión lámina de cobre, 3h a 50°C	D - 130	1a		3
Azufre total, % masa	D - 4294- 03	0.1395		0.50
CONTAMINANTES				
Agua y sedimentos, % Vol.	D - 1796	0.0		0.05

8.6.2. Gasolina 84 SP

CARACTERÍSTICAS	MÉTODO ASTM	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES NTP 321.102.2002	
			Min.	Máx
GASOLINA 84SP				
APARIENCIA				
Visual		Claro / Brillante		
Color Comercial	D – 2392	Transparente		
DESTILACION				
Punto Inicial		40		
5%		50		
10%		54		70
15%		56		
20%		59		
25%		61		
30%		64		
35%		67		
40%		70		
45%		73		
50%		77	77	121
55%		81		
60%		85		
65%		89		
70%		93		
75%		98		
80%		103		
85%		109		
90%		115		190
95%		128		
Punto. Final		188		225
Residuo, % Vol.		1.0		2.0
Relación Vapor / Líquido a 56°C, 1 atm.	D-4814			20
Presión de Vapor Reid, psi	D – 323	9.2		10.0
COMPOSICION				
Oxígeno, % Vol	D-4814			
Aromáticos, % Vol	D-1319	3.5		45
Olefinas, % Vol	D-1319	0.000		25
Benceno, % Vol	D-3606			2.5
CORROSIVIDAD				
Corrosión lámina de cobre, 3 hr a 50 °C	D -130	1a		1
Azufre total, % masa	D - 4294-03	ND		0.10
ANTIDETONANCIA				
Nº de Octano Research	D -2699	84.0	84.0	
ESTABILIDAD				
Minutos	D-525	>240	240	
CONTAMINANTES				
Gomas Existente, mg / 100 ml.	D-381	0.5		5.0
Plomo, g Pb/L	D-3237	0.000		0.013

8.6.3 Gasóleo (GOL)

FICHA TECNICA				
Nombre Comercial:	GOL			
Uso:	Industrial			
Aplicación:	GENERACION DE CALOR EN: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Fundiciones de Metales, Industria Química, Industria Textil, Industria Farmacéutica, Industria del Caucho, Industria Alimentaria, Industria de Limpieza-Detergente. ➤ Hornos, Calderos y Túnel de aire caliente 			
CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICA	Datos Generales			
	Método ASTM	(GOL)	Especificaciones	
			Min.	Máx.
VOLATILIDAD				
Gravedad API a 15.6°C	D-287/00	35.9	33.5	36.5
Punto de Inflamación, °C	D-93/02	55	52	Reportar
FLUIDEZ				
Viscosidad Cinemática a 40°C (Cst)	D-445/03	4.01	2.8	6.6
COMPOSICION				
Azufre, % masa	D4294/02	0.15	Reportar	0.5
CONTAMINANTES				
Agua y sedimentos, % Vol.	D-1796/02	0.00	0	0.05
COMBUSTION				
Poder Calorífico Bruto BTU/gol	D-4868/00	139 008	Reportar	
CALIDAD:				
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Basados en la Norma Internacional de Calidad American Society for testing and materials ASTM, basado en Norma Técnica Peruana y MSDS. 				
SEGURIDAD:				
<ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Salud:</u> Tóxico por inhalación, concentraciones elevadas puede causar intoxicación y muerte. Si se ingiere puede causar irritación en la garganta y estómago. ➤ <u>Incendio:</u> Líquido inflamable, bajo riesgo de incendio y explosión. En caso de incendio utilizar agua pulverizada, espuma, polvo químico, CO₂. No utilizar nunca chorro de agua directo. ➤ <u>Reactividad:</u> Producto Estable a temperatura ambiente. ➤ <u>Identificación NFPA:</u> 			