



UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI
UNIDAD DE POSGRADOS
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN GESTION DE ENERGIAS

TÍTULO:

**“CARACTERIZACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO ASOCIADO
AL ACEITE RESIDUAL DE LOS TALLERES AUTOMOTRICES DEL
SECTOR DE SAN FELIPE, LATACUNGA 2013. PROPUESTA DE UNA
TECNOLOGIA DE RECICLAJE PARA LA OBTENCIÓN DE
COMBUSTIBLE AMIGABLE CON EL AMBIENTE.”**

Tesis de grado presentado como requisito para optar por el título de Magister en
Gestión de Energías.

Autor:

MULLO QUEVEDO, Álvaro Santiago Ing.

Tutor:

CASALS BLET, Iván MSc.

LATACUNGA – ECUADOR
Diciembre - 2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD DE POSGRADO

Latacunga – Ecuador

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe De Investigación de posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi; por cuanto, el maestrante: Mullo Quevedo Álvaro Santiago con el título de tesis: Caracterización del potencial energético asociado al aceite residual de los talleres automotrices del sector de San Felipe, Latacunga 2013. Propuesta de una tecnología de reciclaje para la obtención de combustible amigable con el ambiente. Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, enero 4 del 2014.

Para constancia firman:

.....
Dr. Edison Yépez
PRESIDENTE

.....
Ing. Hernán Navas Msc.
OPOSITOR

.....
Ing. Fabián Salazar Msc.
TRIBUNAL

.....
Dr. Raúl Cárdenas Msc
TRIBUNAL

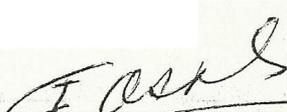
AVAL DEL TUTOR DE TESIS

Latacunga, diciembre 8 del 2013

En mi calidad de Director de Tesis presentada por el Ing. Mullo Quevedo Álvaro Santiago, Egresado de la Maestría en Gestión de Energías previa a la obtención del mencionado grado académico, cuyo título es **“Caracterización del potencial energético asociado al aceite residual de los talleres del sector de San Felipe, Latacunga 2013. Propuesta de una tecnología de reciclaje para la obtención de combustible amigable con el ambiente.**

Considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador.

Atentamente.



Msc. Iván Casals Blet.
TUTOR DE TESIS

Dr.C. Secundino Marrero
ASESOR DE TESIS

AUTORÍA DE LA TESIS

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor.

Latacunga, diciembre 8 del 2013

.....
Álvaro Santiago Mullo Quevedo
050276854-2

AGRADECIMIENTO

En mi calidad de postulante a la Maestría de Gestión de Energías extiendo un profundo Agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi de manera especial al departamento de Post-Grados que gracias a su aporte formaron parte de la culminación de mis objetivos académicos. De manera muy especial al MSc. Ivan Casals Blet, Dr. Secundino Marrero quien con su experiencia supo guiar el desarrollo de la presente.

Álvaro Mullo

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mi hijo Santiago. A Dios por estar a mi lado a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar. A mi pequeño hijo, con quien en el desarrollo de la presente me ha brindado días de felicidad, ternura despertando en mí los deseos de ser ejemplo de fortaleza, confianza, honestidad, inteligencia y guía durante todo su camino.

Te esperé, te adoro y te amaré.

Álvaro

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS

TÍTULO:

“Caracterización del potencial energético asociado al aceite residual de los talleres automotrices del sector de San Felipe, Latacunga 2013. Propuesta de una tecnología de reciclaje para la obtención de combustible amigable con el ambiente.”

Autor: MULLO QUEVEDO, Álvaro Santiago Ing.

Tutor: CASALS BLET, Iván MSc.

RESUMEN

Los aceites lubricantes residuales de uso automotriz son los principales contaminantes de ríos y en general un problema ambiental, un mal manejo del mismo abarca una contaminación incontrolada provocando problemas de salud y a la naturaleza en general. El presente trabajo es un estudio para caracterizar el potencial energético del aceite residual de uso automotriz bajo el concepto de Eficiencia Energética y producción limpia que ayude a mitigar un problema social como es la contaminación. La Eficiencia Energética busca gestionar procesos para el aprovechamiento de energía, es por esta razón que mediante un proceso de investigación experimental se recicló el aceite lubricante usado de los automóviles y mediante un proceso físico – químico de destilación obteniendo combustible de características Diesel #2, aprovechando de esta forma la energía residual latente en el aceite, el procedimiento aplicado permite obtener una eficiencia en la obtención de el 80% de combustible del aceite residual a una temperatura de craqueo de 335°C. Se propone un procedimiento físico sometido a altas temperaturas de acuerdo a las características del aceite residual para la obtención de combustible.

Descriptor: Eficiencia energética, contaminación, producción limpia.

ABSTRACT

TITLE:

"CHARACTERIZATION OF THE POTENTIAL ENERGY ASSOCIATED WITH THE RESIDUAL OIL FROM THE AUTOMOTIVE REPAIR SHOPS ON SAN FELIPE PARISH, LATACUNGA CANTON 2013. "PROPOSED RECYCLING TECHNOLOGY FOR OBTAINING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY FUEL".

Autor: MULLO QUEVEDO, Álvaro Santiago Ing.
Tutor: CASALS BLET, Ivan MSc.

Automotive waste lubricating oils are the main contaminants of rivers, an environmental problem, a mishandling of it covers pollution uncontrolled causing problems of health and nature in general. This research work is a study is to characterize the energy potential of oil for automotive use under the concept of Energy Efficiency and clean production to lessen a social problem as it is the pollution. Energy Efficiency seeks to manage processes for harnessing energy, for this reason that through a process of experimental research was recycled oil used from automobiles and by means of a physical - chemical process of the distillations got fuel of characteristics Diesel #2, The procedure used allows to obtain a collection efficiency of 80% of the residual fuel oil to a cracking temperature of 335 ° C. Proposes a physical procedure submitted to high temperatures according to the characteristics of the elements of the oil allows obtaining fuel which complies with the energy characteristics for its usefulness.

Descriptors: energy efficiency, pollution, clean production

Lic. Gina Silvana Venegas, Msc
AVAL DEL TRADUCTOR
C.I. 0501598643

INDICE GENERAL

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	i
AUTORÍA DE LA TESIS	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA.....	v
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	ii
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT	vii
INDICE GENERAL	vi
INDICE DE FIGURAS.....	xi

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROBLEMATIZACIÓN.....	3
1.1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.1.2 Análisis Crítico	4
1.1.3 Prognosis.....	7
1.1.4 Control de la Prognosis.....	7
1.1.5 Delimitación del Problema	7
1.1.6 Formulación del Problema.....	8
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.2.1 Utilidad Práctica.....	8
1.3 OBJETIVOS.	9
1.3.1 Generales	9
1.3.2 Específicos	9

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	10
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	10
2.1.1 Categorías fundamentales.	11
2.1.1.1. Aceite Lubricante.	11

2.1.1.2. Gestión y aprovechamiento energético.....	14
2.2 FUNDAMENTO TEÓRICO	16
2.2.1. Procesos técnicos para regeneración del aceite residual	17
2.2.2 Importancia energética del aceite residual automotriz.	20
2.3 MARCO CONCEPTUAL.	21
2.3.1 Aceite Re – refinado	22
2.3.2 Costos de un aceite Re-refinado.....	23
2.3.3 Aprovechamiento energético del Aceite residual automotriz	24
2.3.4 Procedimiento para reutilizar el aceite residual automotriz	24
2.3.5 Destilación fraccionada de derivados de petróleo.....	26

CAPITULO III

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.1.1 Modalidad de la Investigación	29
3.1.2 Forma y nivel de investigación	30
3.1.3 Tipo de investigación.....	30
3.2 PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.2.1 Metodología	34
3.2.2 Unidad de estudio	35
Población	35
3.2.3 Métodos y técnicas a ser empleadas	38
3.2.4 Hipótesis	38
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	39
3.2.6 Instrumentos de recolección de datos.....	41
3.3.1 Procedimiento de la Investigación	41
3.3.2 Procedimiento Experimental de la Investigación.....	42
3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	44

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	45
4.1 ANÁLISIS DE LA ENCUESTA ESTRUCTURADA	45
4.1.1 Análisis general de la encuesta.....	53
4.2 DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA PARA PROCEDIMIENTO EN LABORATORIO.....	53

4.2.1. Características del aceite usado.....	54
4.2.1 Método experimental.....	54
4.2.2 Determinación de las propiedades físicas del aceite usado	54
4.2.3 Proceso de craqueo térmico y obtención del Dese #2.	56
4.3 PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES	57
4.3.1 Procedimiento de filtración por succión al vacío.	57
4.3.2 Procedimiento de craqueo térmico con destilación fraccionada	58
4.3.3 Procedimiento de craqueo térmico con destilación fraccionada con refrigerante tipo espiral.	61
4.3.4 Procedimiento de craqueo térmico con doble refrigerante Liebiac.	66
4.3.5 Procedimiento de craqueo térmico con doble refrigerante Liebiac alta temperatura.	68
4.4 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL COMBUSTIBLE OBTENIDO.....	71
4.4.1 Determinación de la densidad del fluido	71
4.4.2 Determinación del punto de ebullición del fluido	72
4.4.2 Determinación del punto de ebullición del fluido	74
4.4.2 Curva característica de temperatura de craqueo en función del tiempo.	74
4.5 DATOS COMPARATIVOS DEL COMBUSTIBLE OBTENIDO	76
4.5.1 Comparación establecida entra la energía usada y la energía del combustible extraído.	77
4.6 CARACTERIZACION COMPARATIVA DE LAS MUESTRAS DE ACEITE USADO Y EL POTENCIAL OBTENIDO.	77
4.6.1 Ensayo 1 para caracterizar la producción energética con un aceite de automóvil liviano.	78
4.6.1 Ensayo 2 para caracterizar la producción energética con un aceite lubricante pesado tráiler y cajas.	80
4.6.1 Ensayo 3 para caracterizar la producción energética de acuerdo a una muestra promedio.	82

CAPÍTULO V

PROPUESTA	85
5.1 TÍTULO DELA PROPUESTA.....	85
5.2 JUSTIFICACIÓN	86
5.2 OBJETIVOS:	87
5.3 EXTRUCTURA.....	87

5.4 DESARROLLO DE LA PROPUESTA	87
5.4.1 Propuesta para el manejo y almacenamiento del aceite usado	88
5.4.2 Propuesta de la recuperación del aceite	91
5.4.3.1 Recolección, clasificación y almacenamiento.....	92
5.4.3.2 Proceso de filtrado	93
5.4.3.3 Separación Centrifuga.....	94
5.4.3.4 Destilación del aceite lubricante usado automotriz.....	94
5.4.3.5 Propuesta para el manejo de desechos y condensados de la destilación.....	96
5.4.3.6 Análisis económico propuesto para la implementación de clasificación en los talleres automotrices.....	98
5.5 PRUEBA DE HIPOTESIS.....	98
CONCLUSIONES	1024
RECOMENDACIONES	105
Bibliografía.....	106

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

FIGURA 1.1 Desechos de aceite residual	4
FIGURA 1.2 Degradación del suelo a causa del aceite	7
FIGURA 2.1. Árbol de reciclacion del aceite	17
FIGURA 2.2 Proceso de refinación ácido-arcilla de aceite usado	19
FIGURA 2.3. Caracterizacion de la destilacion acorde a la temperatura	27
FIGURA 3.1 Viscocímetro	31
FIGURA 3.2 Equipo de flash point	32
FIGURA 3.3 Equipos usados en laboratorio.....	33
FIGURA 3.4. El picnómetro	33
FIGURA 3.5 Rio pumacunchi.....	36
FIGURA 3.6 Ubicación de los talleres en el sector de San Felipe	37
FIGURA 4.1 Resultado de la pregunta # 1	46
FIGURA 4.2 Resultado de la pregunta # 2	47
FIGURA 4.3 Resultado de la pregunta # 3	48
FIGURA 4.4 Resultado de la pregunta # 4	49
FIGURA 4.5 Resultado de la pregunta # 5	50
FIGURA 4.6 Resultado de la pregunta # 6	51

FIGURA 4.7 Resultado de la pregunta # 7	52
FIGURA 4.8 Aceite lubricante usado	53
FIGURA 4.9 Bomba de vacío	57
FIGURA 4.10 Filtración por succión al vacío	58
FIGURA 4.11 Instalacion de equipos en el laboratorio	59
FIGURA 4.12 Condensados de combustible	60
FIGURA 4.13 Determinación de salida de gases	61
FIGURA 4.14 Determinacion de la masa	62
FIGURA 4.15 Destilación con refrigerante espiral	62
FIGURA 4.16 Condensados de combustible	64
FIGURA 4.17 Muestra de condensado de combustible.....	64
FIGURA 4.18 Combustión de la muestra	65
FIGURA 4.19 muestras combustibles de pruebas	66
FIGURA 4.20 Ensayos con dos refrigerantes liebiac	67
FIGURA 4.21 Ensayos con dos refrigerantes liebiac con <u>mechero</u> de alta temperatura.....	69
FIGURA 4.22 Cantidad de condensado.....	70
FIGURA 4.23 Cantidad de condensado.....	71
FIGURA 4.24 Ensayo de punto de ebullición.....	73
Figura 4.25 Curva de temperatura vs tiempo	75
FIGURA 4.26 Curva de craqueo temperatura vs tiempo en una muestra de aceite de auto a gasolina.....	79
FIGURA 4.27 Curva de craqueo temperatura vs tiempo en una muestra de aceite de trailer	81
FIGURA 4.28 Curva de craqueo temperatura vs tiempo en una muestra promedio	83
FIGURA 5.1 Planta de reciclaje sigaus españa	85
FIGURA 5.2 Estructuración de la propuesta	88
FIGURA 5.3 Clasificación de involucrados	90
FIGURA 5.4. Destilacion fraccionada	96

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 Composición media del aceite usado.....	6
TABLA 2.1 Indice de recoleccion de aceite usado en europa en el 2000	11
TABLA 2.2 Clasificación de las viscosidades de los aceites lubricantes.....	12

TABLA 3.1 Cantidad de aceite usado generado en el sector de San Felipe	37
TABLA 3.2 Operacionalizacion de variables	39
TABLA 4.1 Tabulacion de la encuesta pregunta 1.....	46
TABLA 4.2 Tabulacion de la encuesta pregunta 2.....	47
TABLA 4.3 Tabulacion de la encuesta pregunta 3.....	48
TABLA 4.4 Tabulacion de la encuesta pregunta 2.....	49
TABLA 4.5 Tabulacion de la encuesta pregunta 5.....	50
TABLA 4.6 Tabulacion de la encuesta pregunta 6.....	51
TABLA 4.7 Tabulacion de la encuesta pregunta 7.....	52
TABLA 4.8 Tabla de características del aceite usado	56
TABLA 4.9 Caracterizacion del diésel #2	57
TABLA 4.10. Datos termicos obtenidos.....	63
TABLA 4.11. Datos termicos obtenidos.....	66
TABLA 4.12. Datos comparativos	68
TABLA 4.13. Datos de la muestra	69
TABLA 4.14. Datos comparativos ensayo.....	70
TABLA 4.15. Datos comparativos ensayo con respecto a la norma.	76
TABLA 4.16 Tabla de características del aceite usado de automóvil liviano	78
TABLA 4.17. Datos comparativos ensayo 1.....	79
TABLA 4.18 Tabla de características del aceite usado de automóvil liviano	80
TABLA 4.19. Datos comparativos ensayo 2.....	81
TABLA 4.20 Tabla de características del aceite proedio experimental	82
TABLA 4.21. Datos comparativos ensayo 2.....	83

INTRODUCCIÓN

El aceite lubricante del motor posee componentes sintéticos o minerales, compuestos por bases y aditivos que determinan o caracterizan la composición y utilidad del lubricante en base a la viscosidad, resistencia a la oxidación, la fluidez, la mayor cantidad de aceites lubricantes son derivados de petróleo. Una vez que llega a cumplir su vida útil dentro del motor este se degrada y pierde sus características lubricantes luego es desechado a la naturaleza en el mayor de los casos sin control siendo eliminados ya sea por desagües o arrojados al suelo, cuya degradación del aceite es lenta y afecta a la naturaleza, este problema está en la conciencia de las personas involucradas pero no tienen una capacitación para el manejo y almacenamiento clasificado por ello que se propone el problema de: ¿Cómo puede ser aprovechado el potencial energético que posee el aceite residual automotriz para la generación de combustible y sin contaminación?.

En vista de esta problemática se plantea una posible solución para el tratamiento final del aceite se plantea como objetivo: “Analizar un procedimiento que permita caracterizar el potencial energético asociado al aceite residual automotriz para utilizarlo como combustible” y con ello determinar un segundo objetivo “Analizar la problemática de la contaminación ambiental producida por el desecho vertido del aceite residual automotriz hacia el río Pumacunchi”.

Mediante la caracterización del potencial energético asociado al aceite residual se determina la eficiencia para la obtención de combustible de características Diesel#2 a través un procedimiento de craqueo térmico similar al procedimiento establecido en la norma ASTM D 86 con respecto a la destilación de derivados de petróleo.

En la ciudad de Latacunga existe un parque automotor amplio es por ello que se toma como referencia el Sector de San Felipe como el universo de estudio para

determinar la cantidad de aceite generado así como también la encuesta para análisis de la problemática .

La obtención de combustible a partir del aceite residual de uso automotriz, se determina que bajo distintas características del aceite residual obteniendo en todos los casos combustible Diesel #2 aunque varía las condiciones como la viscosidad, poder calorífico y el tiempo que tarda en llegar a la temperatura de craqueo.

De manera general en cada uno de los capítulos de la investigación, se trata los siguientes temas:

En el **Capítulo I**, se conceptualiza la problemática existente concerniente al manejo del aceite residual, se determina el campo de la investigación y se desarrollan los objetivos.

En el **Capítulo II**, se desarrolla la investigación bibliográfica que permite orientar la reutilización del aceite residual. La información teórica integra procedimientos técnicos que permiten establecer el aprovechamiento de las características del aceite.

En el **Capítulo III**, se encuentra la metodología utilizada en el desarrollo de la investigación científica.

En el **Capítulo IV**, se analizó los resultados de la encuesta que permite determinar la problemática, también de analiza los datos obtenidos en el procedimiento experimental de la obtención del combustible diésel #2 a partir del aceite residual, se caracterizó el aceite residual de acuerdo al combustible obtenido.

En el **Capítulo V**, se encuentra detallada la propuesta en la que se da a conocer un procedimiento que permita establecer un manejo controlado del aceite residual y un procedimiento para la obtención de combustible.

CAPITULO I

1.1 PROBLEMATIZACIÓN

1.1.1 Planteamiento del Problema

A nivel mundial el parque automotor ha ganado gran espacio dentro de la ciudadanía dejando de ser éste un lujo sino una necesidad de movilización y el incremento del mismo es continuo. Éste crecimiento también es proporcional al uso de elementos, que son parte de su funcionamiento en especial el aceite lubricante de uso automotriz.

En el Ecuador existe un incremento en el sector automotriz por ende el uso del aceite lubricante es continuo. En la ciudad de Latacunga el manejo del aceite residual es un problema local y nacional en vista que sus desagües envían aceite residual y las aguas del río principal de la ciudad es usado como regadío del sector productivo de vegetales.

Los aceites usados poseen compuestos tóxicos que afectan a la naturaleza y a la contaminación del aire al ser quemados conjuntamente generan un problema ambiental, esta dificultad debe llamar a la conciencia y a la necesidad de implementar políticas que apliquen procedimientos para el uso racional después de su vida útil y métodos para su combustión.

1.1.2 Análisis Crítico

Al cambiar el aceite del motor del vehículo es necesario conocer como desechar adecuadamente o almacenarlo de una forma responsable y con la conciencia que no ocurra derrames o inconvenientes. (Wastes, 1992). Programa para el manejo de aceite usado, dice: “¿Sabía usted que el aceite de motor usado de un cambio de aceite podría contaminar hasta un millón de galones de agua dulce—el suministro anual para 50 personas?!”. Esta declaración es preocupante ya que el Río Pumacunchi, río principal de la ciudad de Latacunga y fuente hídrica de riego tanto de la provincia Cotopaxi y Tungurahua, provincias que son el abastecimiento de vegetales y hortalizas del país. El aceite residual automotriz en ocasiones es enviado por desagües o desechados al medio ambiente como muestra la figura 1.1.

FIGURA 1.1 DESECHOS DE ACEITE RESIDUAL



Fuente: Fotografía de residuos del aceite usado. San Felipe

El aceite residual de uso automotriz posee características energéticas que pueden ser aprovechadas, entre las características negativas se pueden destacar:

- El aceite de motor usado es insoluble, duradero y puede contener sustancias químicas tóxicas y metales pesados.

- Su proceso de degradación es lento.
- Se adhiere a todo desde la arena de los ríos hasta las plumas de las aves.
- Es la principal fuente de contaminación de las vías acuáticas y puede resultar en la contaminación de fuentes de agua potable. Pocas personas o instituciones reutilizan aceite de motor como un lubricante para otros equipos o lo llevan a una instalación de reciclaje.
- El aceite de motor usado reciclado puede ser refinado nuevamente para elaborar nuevo aceite, puede ser procesado para elaborar nuevos aceites de combustible o utilizado como materia prima en la industria petrolera.
- Un galón de aceite usado produciría 2.5 cuartos de galón de aceite lubricante lo cual sería la misma cantidad que producirían 42 galones de aceite crudo.

Vaciar aceite usado en el drenaje, los ríos, el subsuelo etc. contamina:

- El drenaje y el agua: Agrava la insalubridad del agua disponible en los hogares y dificulta su tratamiento. Se puede mezclar con solventes y otros combustibles hasta tener un alto grado de explosividad. Impide el desarrollo de la fauna de los ríos y estimula el crecimiento de microorganismos que contaminan el agua
- El suelo: El aceite tirado en la tierra forma una capa impermeable provocando:
 - Que la tierra no puede ser utilizada para usos agrícolas.
 - La reducción de las reservas de agua al impedir el paso del agua de lluvia.
- El aire: Quemando aceites usados, se escapan gases tóxicos al aire que lo contaminan

La regeneración es uno de los métodos para reutilizar los aceites usados con menor impacto ambiental, éste método dispone los aceites de forma tal que se puedan volver a usar como lubricantes conservando las mismas características técnicas para el uso industrial que en algunos casos es necesario la inmisión de aditivos. Entre estos métodos se encuentra la biodegradación de los compuestos contaminantes en el interior del aceite, al degradar los compuestos contaminantes se recupera la base lubricante, ésta es la que otorga las propiedades lubricantes a los aceites, y éste producto es la materia prima para la producción de nuevos aceites. La biodegradación de un aceite usado requiere del uso de microorganismos con la facultad de degradar los diversos contaminantes presentes en el aceite usado y resistente a la presencia de metales pesados e hidrocarburos. En la tabla 1.1 muestra los componentes en partículas por millón de los contaminantes tóxicos del aceite usado.

Tabla 1.1 Composición media del aceite usado

Composición media del aceite usado			
Contaminantes (ppm)	Parque automotor		Aceite
	Motor Gasolina	Motor Diesel	Industrial
Cadmio	1.7	1.1	6.1
Cromo	9.7	2.0	36.8
Plomo	2.2	29.0	217.7
Zinc	951	332	373.3
PCB'S	20.7	20.7	957.2

Fuente: José Luis Martín y Pilar Matías. España 1995

La variedad de contaminantes presentes en el aceite usado hacen que prácticamente que ningún microorganismo esté en la capacidad de degradar en su totalidad un aceite usado, para lograr esto es posible usar una mezcla de microorganismos o biodegradación en serie. En el presente trabajo se describe un tratamiento al cual se puede someter el aceite usado y las diversas formas en que es posible sacar provecho de estos desechos de los aceites lubricantes. Se describen los aspectos más importantes de un aceite lubricante, las diferencias que existen entre ellos y se explica de forma detallada las razones por las cuales se degrada un aceite lubricante.

1.1.3 Prognosis

La falta de un procedimiento técnico y ambiental para el tratamiento o una reutilización del aceite residual de uso automotriz, conlleva a una contaminación ambiental, degradación de los ríos y por ende a los regadíos y producción agrícola. En la figura 1.2 muestra la degradación que sufre un suelo.

FIGURA 1.2 DEGRADACIÓN DEL SUELO A CAUSA DEL ACEITE



1.1.4 Control de la Prognosis

Una propuesta de tecnificar un procedimiento que permita a la ciudadanía y autoridades a tener conciencia con respecto al reciclaje del aceite lubricante automotriz, darle una nueva utilidad aprovechando el coeficiente de inflamación (temperatura al cual el combustible se enciende) para ser usado como combustible.

1.1.5 Delimitación del Problema

El estudio se llevará a cabo en la Ciudad de Latacunga en el sector de San Felipe como referencia del sector industrial.

Campo: Industria de Lubricación Automotriz

Área: Energética

Aspecto: Aceites Lubricantes Usados

Tema: Propuestas para convertiré el aceite en combustible.

1.1.6 Formulación del Problema

¿Cómo puede ser aprovechado el potencial energético que posee el aceite residual automotriz para la generación de combustible y sin contaminación?

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

1.2.1 Utilidad Práctica

El aceite usado representa un problema ambiental si es expuesto de manera inadecuada tanto en el suelo como en el agua. El aceite usado es un residuo que se genera en establecimientos industriales, mineros y en el sector transporte, entre otros, de manera frecuente.

La generación del residuo es producto del uso de la lubricación de cárter del motor de los autos, en equipos industriales y medios de transporte, lo que reduce su calidad terminando con su vida útil, por lo que es necesario reemplazarlo por uno nuevo. Por lo tanto, como se mencionó anteriormente, la disposición de este residuo se transforma en un problema ambiental, ya que por sus características es un producto contaminante del medio ambiente.

El aceite recuperado se debe emplear para condiciones de servicio menos críticas que aquellas en las que estaba sometido inicialmente. Los aceites usados que se

generan en el mundo pueden ser manejados en tres formas principales: rerrefinadas (regeneración) en bases lubricantes para su posterior uso, destiladas a combustible diesel y comercializadas como combustible sin tratar (fueloil).

La investigación se encuentra enfocada a especificar un procedimiento tecnológico para lograr la reutilización del aceite de uso automotriz como combustible mediante una producción limpia que permita dar una nueva utilidad aprovechando el coeficiente de inflamación que conserva.

1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 Generales

- Analizar un procedimiento que permita caracterizar el potencial energético asociado al aceite residual automotriz para utilizarlo como combustible.
- Analizar la problemática de la contaminación ambiental producida por el desecho vertido del aceite residual automotriz hacia el río Pumacunchi.

1.3.2 Específicos

- Recopilación de información técnica científica que sirva como base de la investigación y sustente los resultados.
- Analizar las características del aceite residual para la obtención de combustible.
- Realizar las pruebas de laboratorio que determinen el potencial energético del combustible obtenido.
- Proponer una tecnología (teórico) para la conversión del aceite residual en combustible con características de Diesel #2.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

El reciclaje del aceite residual de uso automotriz se lo puede clasificar en la reutilización o un proceso del mismo para asignarle una nueva utilidad. Estudios realizados por los Sres. D. Almeida Streitwieser, F. Játiva Guzmán y B. Aguirre Ortega en el paper “Conversión de aceite lubricante usado de automóviles a Diesel #2” realizado en el laboratorio de la Universidad de San Francisco determinan un procedimiento de destilación en un tiempo de 6 horas para obtener un condensado de combustible sin propuesta de ser industrializado. En el estudio realizado en la tesis del Paz Menéndez Andrés para el grado de Doctor en Ingeniería Mecánica explica el aprovechamiento del aceite residual proponiendo un procedimiento para conservar las características lubricantes para ser reutilizadas. El aprovechamiento energético es un proyecto de investigación multipropósito ya que se inmiscuyen varios conocimientos como es el caso del conocimiento tecnológico, minimizar la contaminación ambiental, aprovechamiento de la energía residual. Dentro del procedimiento de la investigación existe limitada información técnica de procedimiento por lo que la investigación resulta la demanda de una experimentación con análisis de resultados experimentales.

En países europeos existe una conciencia social para la recolección del aceite residual que posteriormente serán reutilizados aplicando procesos tecnificados para el aprovechamiento de las características existentes, ya sea como un re-

refinamiento, re utilización o como combustible en la tabla 2.1 se indica la recolección porcentual de aceite usado automotriz que es procesado en Europa.

TABLA 2.1 INDICE DE RECOLECCION DE ACEITE USADO EN EUROPA EN EL 2000

País	Recolección de aceite lubricante usado (%)
Austria	76
Bélgica	59
Dinamarca	89
Finlandia	94
Alemania	84
Francia	82
Grecia	67
Irlanda	90
Italia	58
Luxemburgo	99
Holanda	92
Portugal	91
España	87
Suecia	89
Reino Unido	81

Fuente: www.eurits.org.2003

2.1.1 Características fundamentales del aceite Lubricante.

Las características que determinan a un aceite lubricante es de acuerdo al trabajo que va a realizar, teniendo en consideración el tipo de aceite, aditivos del aceite, viscosidad etc.

2.1.1.1. Aceite Lubricante.

El aceite lubricante es una sustancia líquida, derivado del petróleo mediante procesos de refinación. Ayuda a mantener sin desgaste dos superficies sólidas que por condiciones de trabajo deben mantenerse en fricción, evita: fallas de materiales por desgaste, calentamientos o consumos de energía innecesaria,

reduce la fricción, elimina el ruido producido por el contacto, protege contra la oxidación, ayuda a la transmisión de potencia; etc.

a) Especificaciones de la viscosidad

Se llama viscosidad o frotamiento interno a la resistencia experimentada por una porción de líquido cuando se desliza sobre otra (Osinergmin, 2008). La Sociedad de Ingenieros Automotrices de los Estados Unidos de Norte America (SAE) ha establecido la clasificación de los aceites de acuerdo a la viscosidad, siendo el trabajo del motor automotriz el que requiera la viscosidad específica. En la Tabla 2.2 muestra la clasificación de la viscosidad estandarizada de los aceites lubricantes de uso automotriz.

TABLA 2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS VISCOCIDADES DE LOS ACEITES LUBRICANTES

Propiedades Fisico-Químicas	Método de Ensayo		Unidades	Cifras Típicas		
	Covenin	ASTM		3030	4030	4040
				SAE 30	SAE 40	SAE 40
Viscosidad @ 40 ° C	424	D 445	cSt	105	140	140
Viscosidad @ 100 ° C	424	D 445	cSt	12	14.5	14.5
Índice de Viscosidad	889	D 2270	Adm	100	100	100
Punto de Fluidez	877	D 97	° C	- 12	-12	-12
Punto de Inflamación (copa abierta)	372	D 92	° C	230	230	230
Densidad Relativa @ 15.6 ° C	1143	D 1298	Adm	0.904	0.910	0.910
Número básico	2426	D 2896	mg KOH/g	30	30	40
Prueba FZG	-	-	Etapas	10	10	10

Fuente: <http://www.elretono.com.ve/productos/lubricantes/motores-marinos>

Los aceites lubricantes de acuerdo a sus aditivos mantiene una vida útil de trabajo prolongado o definido a corto plazo. Una vez que el lubricante ha concluido su trabajo útil se tiene que cambiarlo y desechar el mismo, el aceite residual pro condiciones de trabajo y el sometimiento a altas temperaturas, presiones, sobre esfuerzos, es desechado con partículas de carbón, azufre, partículas de agua y

demás aditamento que ya no son parte de la condición optima y de coloración negra. En la figura 2.1 muestra el mal manejo del almacenamiento del aceite residual.

FIGURA 2.1 ALMACENAMIENTO INCONTROLADO DEL ACEITE RESIDUAL.



Fuente: Fotografía del aceite derramado en las orillas del río Pumacunchi.

b) Temperatura de Inflamación

“La temperatura de inflamación de un aceite determina la temperatura mínima a la cual los vapores desprendidos se inflaman en presencia de una llama o una chispa que va saltando de un modo casi continuo” (Perez, 1982). Considerando este concepto la temperatura de ebullición o de explosión del aceite está caracterizada por el punto en el cual el aceite pasa a ser combustible inflamable.

La determinación de la temperatura de inflamación de un aceite sirve para su identificación y clasificación es decir que el punto en el cual el aceite pasa a ser

combustible, es decir determina una característica especial de cada elemento clasificándolo si es un aceite ligero, pesado, destilado, o residuo.

c) Residuos de Carbón

Existe una prueba que permite ver la cantidad de residuos de carbón que posee el aceite residual automotriz que se basa en la pirolisis (descomposición molecular mediante la temperatura) y sometiéndolo a la evaporización acorde a lo que dice la normalización.

El ensayo de la pirolisis según la norma ASTM D 189-97 considera que se escoge una muestra de aceite que es de 10g y se lo somete a temperaturas de evaporización dejando que se consuma el líquido, este proceso permite estudiar la cantidad de concentraos de carbón. “Los porcentajes de carbón admisibles en los aceites lubricantes son de 0.1 a 0.9 %” (Perez, 1982).

La prueba permite obtener datos de la cantidad de carbón en el fluido y estudiar las características del aceite y la caracterización al ser sometido a altas temperaturas.

2.1.1.2. Gestión y aprovechamiento energético.

La gestión energética estudia todos los factores de utilización energética lo que permite utilizar y optimizar los recursos, para el aprovechamiento acorde a las necesidades locales, regionales y nacionales que enmarquen el mandamiento del plan nacional. El estudio energético permite lograr un confort y resultados óptimos que permitan el desarrollo de la investigación.

Reciclar el aceite usado de motor aprovechando su potencial remanente requiere un procedimiento metodológico para reutilizar en motores diésel, ya que su

composición es muy parecida al gasóleo y no requiere de un proceso complejo para su reutilización, así como se puede aprovechar el coeficiente de viscosidad y densidad. El aprovechamiento de su coeficiente térmico potencial es decir aprovechándolo como combustible, puede ser uno de los usos más eficaces ya que mediante un proceso adecuado y un uso que no incida en un impacto ambiental.

El aceite usado de motor es aceite con partículas quemadas del propio gasóleo (hollín, carbonilla) que en el proceso de lubricación de los pistones va recalentándose y oscureciéndolo rápidamente.

El aceite de motores diésel se oscurece antes porque los motores de gasolina producen menos humos y carbonilla en su combustión. Sin embargo también contienen otras partículas como ácidos, óxidos, metales pesados y otras impurezas que, liberadas en la tierra, se mezclarían con las aguas subterráneas y superficiales, contaminando millones de litros de agua por cada litro vertido.

El aceite usado de motor puede contener:

- Partículas metálicas, ocasionadas por el desgaste de las piezas en movimiento y fricción.
- Compuestos organometálicos conteniendo plomo procedente de las gasolinas (en el caso de los motores de gasolina).
- Ácidos orgánicos o inorgánicos originados por oxidación o del azufre de los combustibles.
- Compuestos de azufre.
- Restos de aditivos: fenoles, compuestos de cinc, cloro y fósforo.
- Compuestos clorados: Disolventes, bifenilo poloriclorado PCBs y terfenilos policlorados PCTs.
- Hidrocarburos polinucleares aromáticos (PNA).

Con estas características se concluye que es mucho más perjudicial quemar el aceite directamente y la composición química que afecta directamente al medio ambiente que si con un proceso adecuado para la reutilización y aprovechamiento se minimizara el impacto es decir minimizando emanaciones de CO₂ procedente de energías fósiles, a quemar aceite con pequeñas cantidades de metales pesados.

2.2 FUNDAMENTO TEÓRICO

La regeneración de aceites usados es la operación mediante la cual se obtienen de los aceites usados un nuevo aceite base comercializable o un compuesto derivado del mismo como combustible. Casi todos los aceites usados son regenerables aunque en la práctica la dificultad y el costo hacen inviable la regeneración de aceites usados con alto contenido de aceites vegetales, aceites sintéticos, agua y sólidos. Un proceso de regeneración consta de tres fases:

a) Pretratamiento:

Esta fase consiste en eliminar una parte importante de los contaminantes del aceite usado, como son: el agua, los hidrocarburos ligeros, los lodos, las partículas gruesas, etc. Cada proceso emplea un método determinado o incluso una combinación de varios.

b) Regeneración:

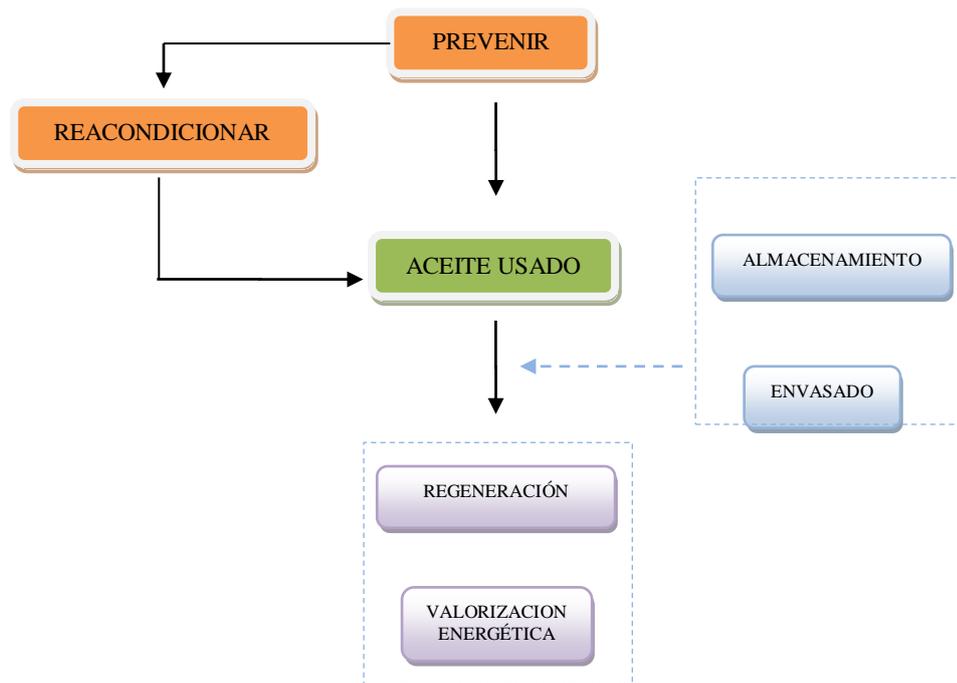
En esta fase se eliminan los aditivos, metales pesados y fangos asfálticos. Éste punto es el paso principal de cada método, cada uno de ellos obteniendo al final un aceite libre de contaminantes con una fuerte coloración que lo hace inviable comercialmente, por esto es necesario incluir una última etapa de acabado.

c) Acabado:

Dependiendo del objetivo final del aceite dependerán los métodos usados en esta etapa. Dependiendo del proceso empleado pueden existir o no todas las fases

La combustión de 1 litro de aceite usado produce en promedio emisiones al aire de 800mg de zinc y 30mg de plomo. La combustión de los aceites usados comparados con la re-refinación y la destilación genera en promedio 150 y 5 veces más contaminación respectivamente. Antes de decidir cuál método se usara en la recuperación de un aceite usado es necesario conocer la composición química de dicho aceite (cuanto menor sea la calidad del aceite base en el aceite usado mayor será el precio y dificultad de su tratamiento), ya que el método de recuperación a elegir está íntimamente ligado a la composición química de un aceite usado, en algunos casos el factor decisivo es la disposición de infraestructuras adecuadas.

FIGURA 2.1. ÁRBOL DE RECICLACION DEL ACEITE



2.2.1. Procesos técnicos para regeneración del aceite residual

La conservación de la energía conlleva a promover las políticas de eficiencia energética la regeneración o la reutilización del aceite lubricante automotriz ayuda a promover un a propuesta de reutilización del potencial energético y a su ver

promover a la mitigación de la contaminación ambiental, constituyendo una fuente alternativa de energía a lo que se le consideró como desecho.

Existen estudios y procesos técnicos para lograr la regeneración o reutilización del aceite lubricante, algunos son simples y se basan en el aprovechamiento de las características físicas de las sustancias y otras en composiciones químicas complejas entre los principales procesos de sedimentación están:

- Proceso Ácido – Arcilla.
- Proceso de filtración.
- Procesos de Destilación.
- Procesos de extracción por disolventes y destilación.
- Procesos de Hidro tratamiento.
- Procesos de Clarificación con propano
- Procesos Emulsificantes.
- Tratamiento Cáustico
- Tratamiento Cáustico - Peróxido – Cloruro de aluminio.
- Proceso reciclaje.

Los procesos descritos anteriormente constituyen entre los principales a describir las siguientes.

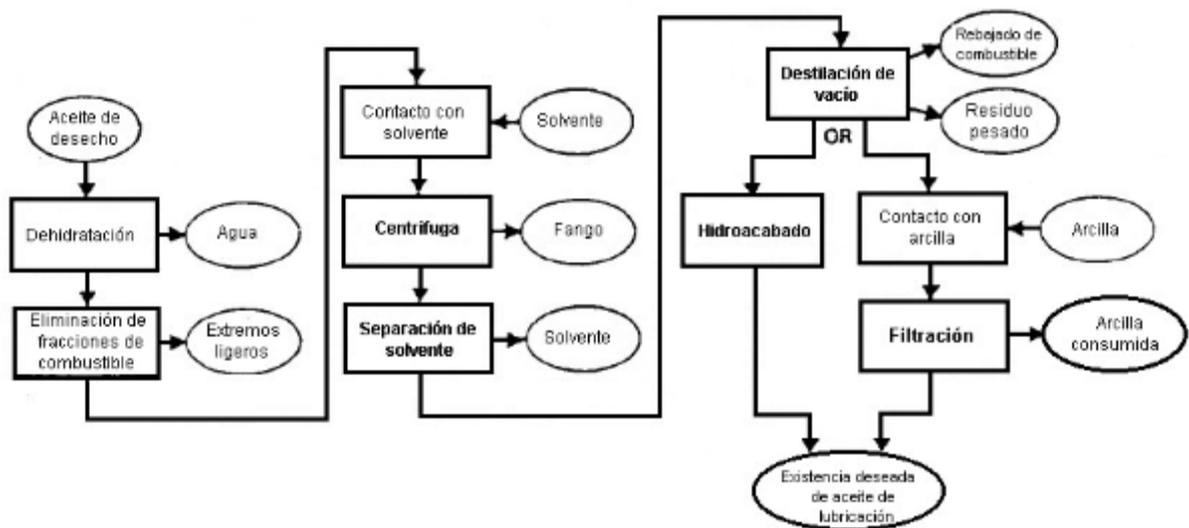
2.2.1.1. Proceso ácido – arcilla

El presente proceso consiste en utilizar aceite usado y convertirlo en un aceite de mejor calidad para ser reutilizado. Consiste en un proceso técnico en el cual se adiciona al fluido ácido sulfúrico a la solución para obtener un aceite regenerado de mejor calidad y se adiciona arcilla adsorbente a temperaturas elevadas de tal forma que se limpie las incrustaciones de carbón. En la figura 2.2 se puede

apreciar un esquema del proceso de re-refinamiento de tratamiento ácido arcilla de aceite usado el cual consta de tres fases claramente estipuladas como son:

- a) Etapa de almacenamiento en el cual se deshidrata y se elimina las fracciones de combustible volátiles.
- b) La etapa de adición de solventes para eliminar las incrustaciones de solventes.
- c) La tercera etapa que consta de dos acciones de Hidroacabado y la de contacto con arcilla para filtrar los compuestos.

FIGURA 2.2 PROCESO DE REFINACIÓN ÁCIDO-ARCILLA DE ACEITE USADO



Fuente: Art. Reuso y refinación del Aceite. Dr. Ing. Heino Vest 1997

“El proceso de ácido arcilla involucra el contacto del aceite con ácido sulfúrico del 93 al 98 % de concentración volumétrica” (Irola 1992). Siendo este uno de los procesos químicos semi-complejos para la limpieza del aceite logrando la limpieza de sustancias como parafinas, carbón, contenidos de agua, material saponificable, suciedades; etc.

Es muy importante el control de la temperatura ya que es la principal fuente de separación de componentes que interactúan en el aditivo del aceite, es importante el control ya que se tiene que evitar que se quemé el aceite.

“En el proceso existe el inconveniente del manejo de pequeños volúmenes de aceite y el volumen de arcilla debe ser de (2.2 – 6.6 Kg/3.78 l)” (Brinkman, 1987) y elevando a una temperatura de 320 °K aproximadamente para eliminar agua y gases ligeros. Una vez culminado el proceso de regeneración se puede obtener un aceite que oscile las características de un SAE 20, pero es necesario realizar los análisis químicos pertinentes para determinar la adición de aditivos o una nueva filtración.

2.2.1.2. Proceso de destilación

Consiste en la recuperación del aceite mediante un proceso de sedimentación y una destilación.

El proceso consiste en dos etapas la primera es la de la sedimentación en el cual se desea eliminar las sustancias sólidas del líquido puede ser en ciertos casos usando filtros, o centrifugadoras. La segunda etapa consiste en la eliminación de sustancias de agua y naftas mediante una torre de enfriamiento esto consiste en elevar la temperatura hasta un punto de ebullición en el cual estos contenidos se evaporen está estipulado una temperatura promedio de 120 °C.

La sustancia obtenida es apenas una base del aceite es necesario someter aditivos químicos que permutan la limpieza total del mismo.

2.2.2 Importancia energética del aceite residual automotriz.

Un importante uso y aprovechamiento de las cualidades energéticas del aceite es el uso como combustible especialmente como diésel, y sometido a varias destilaciones como un combustible más efectivo.

El aceite lubricante posee concentrados de base de diésel que mediante un proceso térmico puede ser separado del aceite residual de uso automotriz, aunque la cantidad a sustraerse puede considerarse como pequeña pero desde el punto de vista energético es de gran utilidad en especial cuando de forma directa ayuda a conservar la naturaleza evitando contaminaciones.

Cuando se utiliza como combustible para calderos u hornos de alta temperatura la emanación de gases es alta y cuando se utiliza como combustible en motores de combustión especial, genera cantidades de carbón que se concentran en las válvulas, aunque existen marcas de motores que son acondicionadas para este tipo de trabajo pero es recomendable un chequeo continuo.

2.3 MARCO CONCEPTUAL.

Según el extracto extraído de una investigación de consumo dice que: “Tan solo en Estados Unidos, cerca de 1300 millones de galones de aceite usado son regenerados cada año” (Shih, 1994).

En la ciudad de Latacunga la contaminación por causas del aceite residual se focaliza en las diferentes áreas de mantenimiento de vehículos y se encuentra extendida en todos los aspectos ambientales.

Existen a nivel nacional varias normalizaciones de control para el tratamiento de las aguas, petróleo, desechos orgánicos pero en el caso especial del aceite derivado no ha recibido mucha atención es por ello la preocupación urgente de proponer una solución acorde a este sistema. Los tratamientos que existe es la quema del mismo por ende existe la emanación de gases y humos tóxicos.

Es tan solo en la última década que nuevas investigaciones, motivadas por un desarrollo sustentable y la necesidad de obtener nuevas fuentes energéticas, han

permitido el desarrollo de técnicas innovadoras para el tratamiento de aceites de vehículos.

A pesar de su alto potencial energético, según “Las investigaciones muestran que el 55% del petróleo es subutilizado y/o eliminado al medio ambiente” (United-Nations, 1997). Un litro de aceite usado reprocesado como combustible contiene cerca de 8000 kJ de energía, suficiente para alumbrar 100 W por 1 día u operar un horno eléctrico de 1000 W por 2 horas. Además mientras se necesitan 67 litros de crudo para obtener 1 litro de aceite para carros, solo 1.6 litros de aceite usado son necesarios para producir la misma cantidad de aceite para autos .

2.3.1 Aceite Re – refinado

El aceite usado del motor que se trata o que somete a un proceso para quitar contaminantes tales como suciedad, combustible y agua y se destila para separar los aceites ligeros y pesados. Dependiendo del tratamiento que se realice al aceite se pueden dar varios usos como: material asfáltico, gaseoso o combustible, o nuevamente en aceite. El aceite de base se vende a los mezcladores, que combinan los aceites de base con los añadidos para hacer lubricantes acabados como el aceite del motor, el líquido de la transmisión y la grasa. El aceite re-refinado es la mezcla acabada de aceites de base con los añadidos, y puede ser contenido aceite re-refinado del 100% o mezclado con aceite de base virginal. El aceite usado puede ser re-refinado puede nuevamente ingresar a un nuevo proceso ya que el aceite pierde sus características por la suciedad que ha sido inmersa.

En la ciudad de Latacunga se ha venido controlando el botado sin medida por parte de la lubricadoras siendo un requisito en la actualidad almacenar en tanques sin desperdiciar o sin regar hacia el piso, y entregar a una empresa de control ambiental, según lo investigado la empresa quiteña BIOFACTOR S.A. ha venido recolectando de forma gratuita misma que posteriormente le da el uso de incineración como como combustible alternativo, quien a más de ello ayuda al fondo ambiental de la Dirección de medio Ambiente. Como el aceite posee varias

características de poseer metales pesados e impregnaciones de suciedad genera contaminación aunque controlada, está determinado que al quemar 5 litros de aceite sin control se contamina un millón y medio de metros cúbicos de aire lo que respira un adulto a lo largo de tres años de su vida. El aceite posee un poder cuyo desperdicio destruye la flora y cuya área se recupera en 15 años o en ciertas ocasiones la vuelve desértica.

2.3.2 Costos de un aceite Re-refinado

Considerando que un aceite Re-refinado es necesario recibir el mismo procedimiento de refinamiento que uno que directamente es derivado de petróleo los costos de producción apenas son un tanto inferiores. Desde el punto de vista de impacto ambiental genera menor impacto que la producción regular a más de ello ayuda a minimizar los impactos ambientales a causa de la contaminación por vertidos en ríos y laderas, entre los principales objetivos de recuperar o conservar el potencial energético del aceite residual esta:

- Para conservar los recursos naturales sin impacto ambiental.
- Para aumentar la demanda comercial de los derivados del aceite residual.
- Para no depender aunque en poca escala del derivado del petróleo común.
- Una industrialización del proceso de refinación del aceite usado ayudará a las plazas de empleo local.

El costo final de la refinación dependerá de los factores químicos que mejoren su condición física así como también de la calidad del producto que deseamos obtener. Otras de las condiciones que puede incidir en el costo final del producto deseado ya sea re-refinamiento o para la conversión en combustible dependerá del procedimiento y la calidad tecnológica.

2.3.3 Aprovechamiento energético del Aceite residual automotriz

En 1840, James Joule, Julius Van Mayer "*la materia no se crea ni se destruye únicamente se transforma*" (Alexande Gutierrez, 1994). Si se conoce que la materia posee energía lo mismo se derivaría de la misma.

El coeficiente energético de inflamabilidad del aceite residual automotriz posee un potencial energético que de no ser utilizado de la mejor forma o no recibir un tratamiento afecta en gran escala a la naturaleza, de acuerdo a investigación bibliográfica previa se ha determinado que:

- De un galón de aceite residual mediante un proceso adecuado se puede producir 0.6 de galón reprocesado (UPEME, 2001).
- Un proceso de reutilización de aceite residual permite conservar el potencial energético ya que es necesario varios barriles de petróleo crudo para producir un barril refinado de aceite o combustible.
- En cuestión de costos a nivel producción continúa de derivados de aceite residual los costos un tanto inferiores a los derivados del crudo.
- Mediante un proceso adecuado de los aceites residuales se pueden obtener productos que cumplan con las certificaciones API con garantías y características.
- Existen marcas de vehículos y compañías que refinan el aceite residual y usan en sus autos.

2.3.4 Procedimiento para reutilizar el aceite residual automotriz

Como se mencionó anteriormente el aceite residual posee cantidades de elementos sólidos que los más pesados van al fondo y las livianas se mantienen en la

superficie. A más de ello todo se encuentra mezclado con partículas de hollín por la combustión, el desgaste, el roce con las superficies del motor es por ello que es necesario que se analice el siguiente procedimiento:

a) Filtrar del aceite

El aceite residual posee gran cantidad de partículas de metal que no son parte del mismo así que se tiene que filtrar. El proceso puede constar de varios filtros pueden iniciar desde un filtro de 8 a 15 micras, luego se puede variar con un filtro de 2 a 5 micras para un proceso de refinación del fluido y minimizando la cantidad de sólidos.

b) Consideraciones en el proceso de filtrado

Al aceite con residuos de metal y usado es de característica de una viscosidad espesa difícil de ser filtrado es por ello que por lo regular se lo realiza un precalentamiento o se le aumenta aditivo de gasolina o queroseno que facilite el filtrado

c) Comprobar que no tiene agua.

La verificación del contenido de agua se puede disminuir con una centrifugación o mediante reposo del mismo para que los componentes más pesados reposen.

d) Aceites extremadamente usados

No es recomendable usar aceite extremadamente usado esto es porque posee demasiada cantidad de sólidos, y es necesario procesos más minuciosos.

e) Adición de aditivos

Una vez realizado el proceso de refinación es necesario analizar los componentes químicos para verificar el coeficiente energético y adicionar los componentes necesarios.

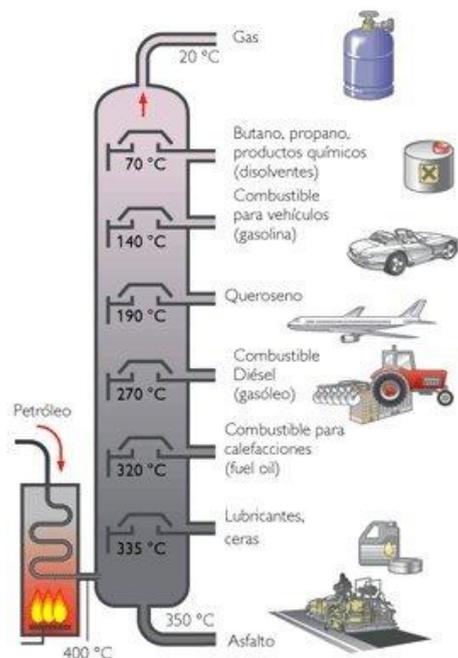
2.3.5 Destilación fraccionada de derivados de petróleo

La destilación fraccionada de los derivados oleos consiste en aprovechar las propiedades físicas de la sustancia, esencialmente con respecto a los puntos de ebullición de las sustancias que se encuentran dentro de toda la mezcla, mediante este proceso térmico separa partículas de agua, concentrados de grasas, y demás partículas livianas mientras sube la temperatura, hasta quedar las sustancias pesadas al final. En la norma ASTM D 2892 se establece el procedimiento para destilación fraccionada en base a la propiedad de ebullición de cada elemento que se desea obtener ya que la variable principal de control es la temperatura.

La sustancia que se encuentre con un alto contenido de carbono el punto de ebullición es más elevada es por ello que para obtener componentes es necesario trabajar desde una temperatura de 300°C hasta 400°C que es la temperatura a la cual hierve el petróleo, el agua y gases por obtener un punto de ebullición de del 100 °C relativamente bajo es lo que se desprende primero, la destilación fraccionada consiste en instalar un tubo fraccionado de laboratorio en el cual mantiene concentrados que no se desea obtener como es agua o impurezas.

Como se explicó de acuerdo a las cualidades térmicas y propiedades físicas de las sustancias, el control de la sustancia es de acuerdo a la temperatura ya que al final se extraen diferentes compuestos que con la ayuda de un laboratorio se realizan las pruebas necesarias para determinar la utilidad, puntos de inflamación, densidades y demás características para que luego sean refinadas esto debe ser controlada ya que una mala manipulación de los elementos puede terminar en una explosión. En la figura 2.3 muestra una caracterización aproximada de acuerdo a la temperatura de craqueo de los derivados del petróleo.

FIGURA 2.3. CARACTERIZACION DE LA DESTILACION ACORDE A LA TEMPERATURA



Fuente: <http://www.fullquimica.com/2011/08/destilacion.html>

5.4 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El artículo 413 de la constitución del Ecuador dice:

El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

El artículo 414 de la constitución del Ecuador dice:

El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto

invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

De lo citado en los artículos 413 y 414 de la constitución del Ecuador se puede decir que el proyecto es factible ya que se trata de buscar una fuente de combustible alternativo partiendo del aceite residual de uso automotriz, promoviendo una conciencia de reciclaje, clasificación y almacenamiento para evitar el derrame hacia el ambiente.

Del Plan Nacional de Buen Vivir

Objetivo 3.

Mejorar la calidad de vida de la población.

Objetivo 4.

Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un Ambiente sano y sustentable.

De los objetivos citados se determina la factibilidad de la investigación que cumple con el plan nacional del buen vivir con respecto a la calidad de vida y a la conservación de la naturaleza.

CAPITULO III

3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Modalidad de la Investigación

La presente investigación se ubica en la modalidad de proyecto factible sustentado por un estudio de bibliográfico y en una investigación de campo.

a) Bibliográfica.- La investigación bibliográfica al ser una etapa de la investigación científica esta ayudó a la recopilación de información técnica de artículos, publicaciones. La investigación bibliográfica permitió definir las cuestiones generales del tema, el problema, el marco teórico utilizado, el conocimiento necesario para la experimentación, y el análisis de los resultados.

b) Investigación de Campo.- La investigación de campo permitió obtener la información necesaria para determinar la problemática y sustentar la investigación.

c) Propuesta de intervención.- En lo que respecta al proyecto factible “Caracterización del potencial energético asociado al aceite residual de los talleres automotrices y su contaminación del sector de San Felipe, Latacunga 2013. Propuesta de una tecnología de reciclaje para la obtención de combustible amigable con el ambiente”. En tal motivo se establece un procedimiento para su reutilización como combustible alternativo ayudando a mitigar la contaminación y desecho incontrolado de los mismos adoptando criterios de almacenamiento y clasificación para el aprovechamiento energético.

3.1.2 Forma y nivel de investigación

En la investigación se integraron técnicas desarrolladas en otros países con la obtención de resultados acorde a la realidad local y que contribuirán al aprovechamiento energético o al uso de fuentes de energía sustentable que contribuyan al desarrollo de la sociedad, conservación de los recursos naturales. Es por ello que la investigación fue experimental partiendo de un nivel básico del cual ayudo a construir nuevos conocimientos sobre la realidad acorde al desarrollo de la ciencia y la tecnología.

3.1.3 Tipo de investigación

La investigación aplicada es la de campo y experimental que basados en un información bibliográfica permitió determinar procedimientos.

a) Investigación de Laboratorio.

La investigación se realizó en el laboratorio tipo académico que reúne las características para las prácticas de Química General, dentro de las cuales se logro obtener datos cuantitativos que permitió el desarrollo adecuado de la investigación.

b) Investigación Experimental

La experimentación sirvió como procedimiento para estandarizar una posible propuesta analizando procedimientos, muestras, ecuaciones fórmulas y errores que pueden ser parte de la experimentación. La experimentación ayudó a la comprobación y manipulación directa de las variables para establecer estándares y propuestas.

c) Lectura Científica

La lectura científica es la base fundamental al igual que la lectura de artículos científicos para el desarrollo conceptual del marco teórico, esto sirvió como herramienta que sirvió como guía del camino adecuado para la comprobación de la hipótesis y la conclusión de los objetivos

d) Mediciones.

La toma de datos y mediciones constituye para el investigador la base para el desarrollo del estudio, concertación de objetivos, determinación de errores, como la experimentación se lo realizará en el laboratorio Químico se usarán instrumentos como:

- **Viscosímetro.**- Es un equipo que mide la viscosidad de los fluidos diseñados en rangos de medidas de centipoises Cp. El viscosímetro equipo que en base a la resistencia del fluido mide la viscosidad al girar una hélice dentro del fluido.

FIGURA 3.1 VISCOCÍMETRO



Fuente: <http://anayco.net/anayco/?cat=47>

- **Medidor de puntos de ebullición Flash Point.-** El equipo de Flash Point ayuda a determinar el punto de ebullición de una sustancia como se muestra en la figura 3.2.

FIGURA 3.2 EQUIPO DE FLASH POINT



Fuente: Laboratorio ESPE-L

- **Termómetro.-** Un termómetro es un instrumento de medida que permite determinar la temperatura de un cuerpo, como muestra en la figura 3.3.

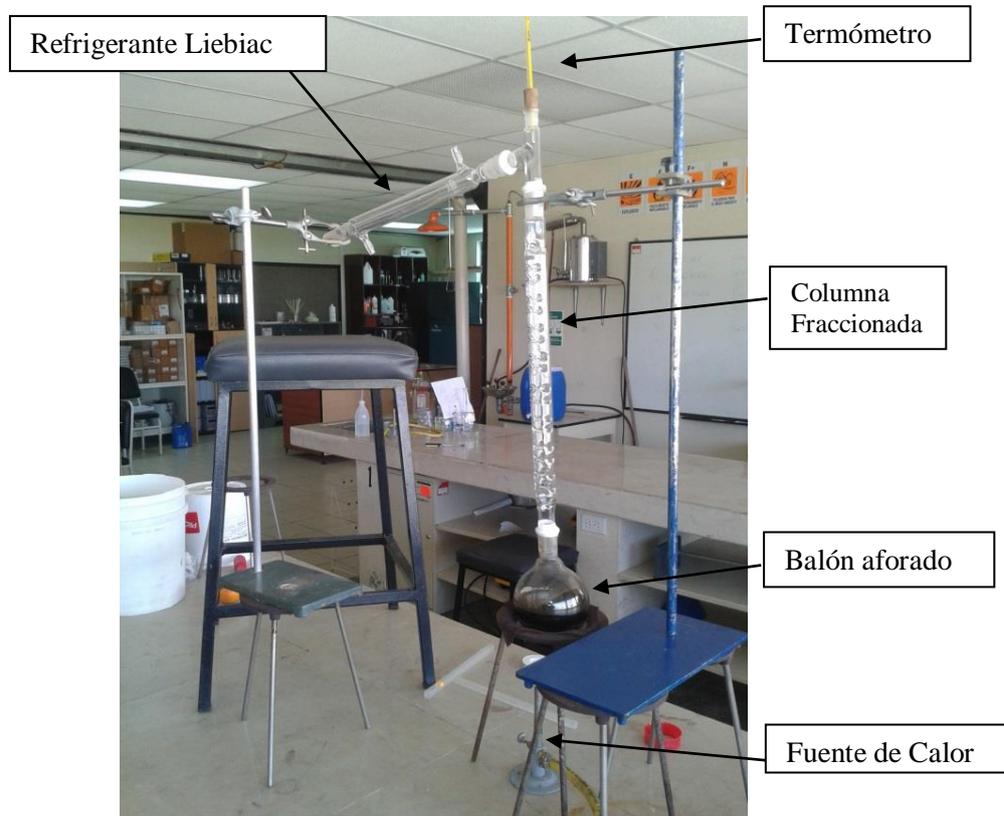
- **Balón aforado.-** Es un instrumento de laboratorio que permite recoger muestras a ser ensayadas, como muestra en la figura 3.3

- **Refrigerante Liebiac.-** Son instrumentos de laboratorio que ayudan a determinar un proceso de condensación a través de una circulación de fluido cruzado, como muestra en la figura 3.3.

- **Fuente de Calor.-** La fuente de calor principal es un mechero, como muestra en la figura 3.3

- **Columna fraccionada.-** Es un instrumento que ayuda a la separación de partículas, como muestra en la figura 3.3

FIGURA 3.3 EQUIPOS USADOS EN LABORATORIO



Fuente: Laboratorio ESPE-L

Picnómetro: El picnómetro es un equipo que permite determinar la densidad del líquido en base a su volumen y peso calibrado.

FIGURA 3.4. EL PICNÓMETRO



Fuente: Laboratorio ESPE-L

3.2 PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los procedimientos definieron líneas para determinar la investigación experimental.

3.2.1 Metodología

La metodología permitió obtener una particularidad en el procedimiento para el desarrollo de la investigación y la comprobación de la hipótesis:

- a) Investigación de Campo:* Se estableció el planteamiento del problema mediante la observación y la encuesta aplicada.
- b) Formulación de la Hipótesis:* Se estableció posibles soluciones a la formulación del problema.
- c) Levantamiento de Información:* Se estableció información técnica para validar la hipótesis. Se realizaron experimentaciones, observaciones y entrevistas para probar la propuesta.
- d) Diseño experimental:* La experimentación se realizó en laboratorio, usando los elementos que más adelante se describen, los mismos que permitieron la conversión de aceite residual a combustible alternativo mediante una destilación.
- e) Diseño de validación:* Una vez obtenido el combustible alternativo mediante el procedimiento experimental de destilación es necesario validar los resultados obtenidos y compararlos con características estándares, propiedades como: poder calorífico, eficiencia de destilación, viscosidad y determinar el combustible obtenido.

3.2.2 Unidad de estudio

Población

El estudio para determinar la cantidad generada mensualmente de aceite residual automotriz, se realizó través de la entrevista y mediante el estudio experimental la característica energética que se puede producir con respecto al uso del aceite usado automotriz del sector de San Felipe, el sector fue escogido como referencia del sector industrial automotriz, en vista de la escasa gestión con respecto a la clasificación de los aceites se establece que el aceite que va a ser procesado es una mezcla de varios aceites residuales.

La información levantada fue analizada para determinar de manera adecuada la cantidad de energía que puede ser aprovechada en el sitio de estudio y la cultura de gestión en la clasificación de los aceites esto permitirá dimensionar de forma adecuada los procedimientos.

Para concertación del estudio, se tiene una población a investigar se encuentra alrededor de 68 talleres lubricadoras en la ciudad de Latacunga, por lo que se decide trabajar en un sector representativo de trabajos de cambio de aceite como es el sector de San Felipe como población de estudio de incidencia de producción de aceite residual y contaminación.

3.2.2.1 Descripción de la contaminación del río Pumacunchi

El sector de San Felipe parroquia de la ciudad de Latacunga es considerado como un sector altamente industrial Automotriz, a más de ello por el centro del sector parroquial circula el río Pumacunchi que es fuente fluvial de gran importancia por servir de regadío para los sectores productivos de la provincia de Tungurahua. Con respecto al manejo no existe un control ni una cultura la cual permita un manejo y un destino final hacia los residuos lubricantes. Por la alta incidencia

tanto en la contaminación como el sector industrial se considera como importante el estudio de campo en el sector mencionado.

FIGURA 3.5 RIO PUMACUNCHI

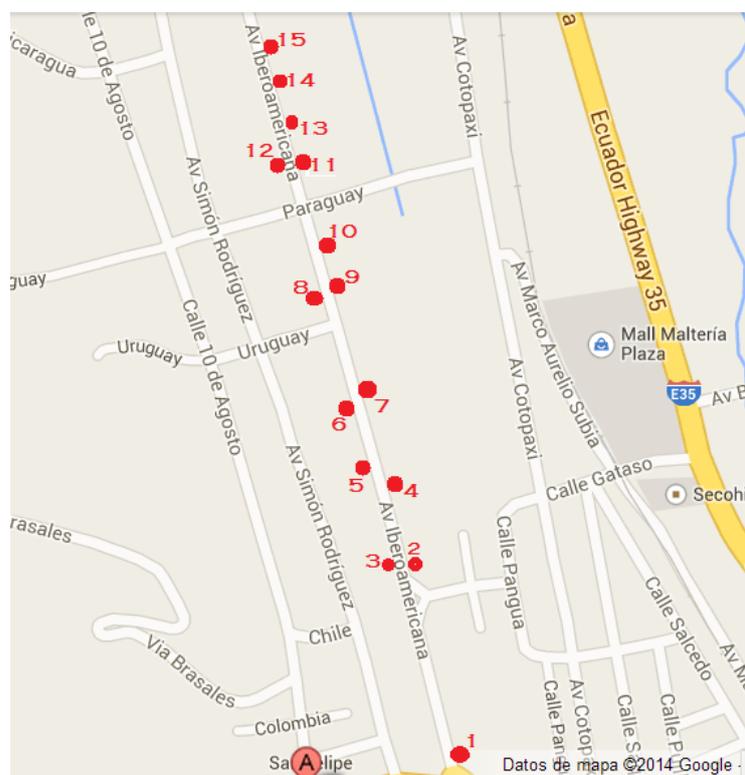


Fuente: Aguas del río Pumacunchi

En el sector de San Felipe en la avenida Iberoamérica se concentran 15 talleres representativos que poseen la actividad del cambio de aceite distribuidos como se muestra en la figura 3.5.

En la tabla 3.1 indica una producción generada de aceite residual por parte de las lubricadoras del sector, con una cantidad producida de 515 galones mensuales es así que de acuerdo a esta cantidad se estipuló un aproximado para proporcionar el estudio energético. De esta población de aceite se extrajeron cantidades que fueron sometidos a la experimentación en el laboratorio.

FIGURA 3.6 UBICACIÓN DE LOS TALLERES EN EL SECTOR DE SAN FELIPE



Fuente: <https://maps.google.com.ec>

TABLA 3.1 CANTIDAD DE ACEITE USADO GENERADO EN EL SECTOR DE SAN FELIPE

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD (GLS)	ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD (GLS)
1	LUBRICADORA JHIMPSE	25	9	LUBRICADORA YANEZ	38
2	TALERES OSORIO	20	10	MEGAMOTOR 'S	50
3	LUBRICADORA PENZOIL	30	11	LUBRICADORA ROSENDO TRAVEZ	40
4	LUBRICADORA MENDOZA	38	12	LUBRICADORA S/N	30
5	LUBRICADORA MOREX	30	13	LUBRICADORA MASTER TRUCKS	50
6	TECNODIESEL	40	14	LUBRICADORA ECAION	28
7	FULL DIESEL VALENCIA	30	15	LUVER FILTROS NIÑO DIVINO	28
8	LAVADORA LUBRICADORA SAN JOSÉ	38			

TOTAL DE ACEITE USADO	515 galones
-----------------------	-------------

Fuente: Elaborado por el autor

Por ser una producción general y en condiciones de almacenamiento similares sin gestión, es necesario analizar sobre la población producida extrayendo cantidades para ser analizadas en el laboratorio determinando las características de similitud y la propuesta para el procesamiento como combustible.

3.2.3 Métodos y técnicas a ser empleadas

La recopilación y lectura de las temáticas actuales existentes permitió tener una visión más amplia del panorama de la investigación lo cual se procedió a la experimentación de la población productora del aceite residual automotriz, para la obtención de la información necesaria que reflejó la situación de la utilidad energética del mismo, a más de ello fue necesario conocer la característica del estudio para saber la eficiencia energética con respecto al coeficiente de inflamabilidad.

La validación de los instrumentos a utilizarse para el estudio será determinado por la técnica de juicios de expertos.

3.2.4 Hipótesis

- Si se implementa un procedimiento técnico para el aprovechamiento energético del aceite usado automotriz entonces se obtendrá un combustible alternativo.
- Más del 60% de los informantes encuestados plantea que el aceite residual es fuente de contaminación ambiental.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

La operación de variable es el camino a seguir para comprobar la hipótesis. Las variables determinan las condiciones, cualidades y características del objetivo a determinarse, dentro del marco lógico conceptual de una investigación.

“Equivale a hacer que la variable sea mensurable a través de la concreción de su significado y está muy relacionada con la adecuada revisión de la literatura” (Betancur, 2003)

TABLA 3.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Variables	Dimensiones	Indicadores	Nº Items	Técnicas E Instrumentos
<p>INDEPENDIENTE</p> <p>Potencial energético del aceite residual</p>	Poder Calorífico.	Energía (Kcal/Kg)	<p>¿Conoce usted una entidad que este encargada en la recolección de aceite residual automotriz que le dé un tratamiento que no contamine el medio ambiente?</p> <p>¿Conoce usted un procedimiento técnico que permita al aceite residual automotriz convertirlo en combustible?</p>	<p>Encuesta.</p> <p>Ensayos en laboratorio.</p>

<p>DEPENDIENTE</p> <p>Contaminación Ambiental.</p> <p>Caracterización del combustible.</p>	<p>Reutilización del aceite.</p> <p>Reducción de desechos contaminantes al ambiente</p> <p>Cantidad de combustible producido.</p>	<p>Cantidad de aceite reutilizado 515 Galones.</p> <p>Reutilización del 100% del aceite</p> <p>Porcentaje de Eficiencia producida 80%</p>	<p>¿Conoce usted las consecuencias naturales que causan el riesgo incontrolado del aceite quemado?</p> <p>¿De ser posible la conversión de aceite residual de uso automotriz a combustible apoyaría a promover un esfuerzo para tratar de evitar la contaminación?</p> <p>¿Sabía usted que el río Pumacunchi es fuente de agua para regadíos de vegetales de la provincia de Tungurahua que abastece a todo el país es contaminado con aceite de uso automotriz?</p> <p>¿Conoce usted las consecuencias para la salud que ocasiona un readío contaminado con aceite lubricante?</p>	<p>Encuesta</p> <p>Observación</p> <p>Ensayos en laboratorio.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

Teniendo como base los resultados que se determinó en la experimentación y levantamiento de información se procederá a categorizar el comportamiento del coeficiente energético a la cual ayudara a determinar el procedimiento más óptimo que se puede implementar.

3.2.6 Instrumentos de recolección de datos

a) La Encuesta

La encuesta ayudó a la presente investigación a realizar un conocimiento de las condiciones actuales que se encuentra el manejo y destino final del aceite de uso automotriz. También permitió establecer una propuesta para aplicar una utilidad energética.

b) Observación

La observación es una técnica de la investigación misma que permitió establecer una relación concreta entre el investigador y el campo a examinar para obtener los datos que fueron sintetizados en el desarrollo de la investigación

3.3.1 Procedimiento de la Investigación

Los procedimientos constituyeron en una serie de pasos que fueron parte fundamental de la investigación. Los resultados obtenidos se determinaron acorde a los siguientes pasos:

- Planteamiento y delimitación del problema.
- Recopilación de información mediante bibliografía técnica que define el marco teórico.
- Determinación de los instrumentos de investigación.
- Validación de los Instrumentos.
- Procedimiento experimental en el laboratorio
- Mediante un registro se determinara la cantidad residual de aceite y el potencial energético que se puede obtener a través de los procedimientos que permitan tener promedio de consumo y producción de desecho.

- Analizar contenidos de acuerdo a la experimentación y la ficha técnica antes de filtrar y centrifugar el aceite para determinar el tipo de sustancia para aprovechar el poder energético.
- Con los datos obtenidos en el laboratorio generar un combustible que pueda ser utilizado en actividades cuyo impacto ambiental sea el mínimo.
- En los procedimientos experimentales es necesario conocer la cantidad de aditivos, partículas, viscosidad del mismo para conocer el grado de pureza que se obtiene con el destilamiento.
- Elaboración de la propuesta técnica para el uso como combustible.
- Validación de la propuesta técnica.
- Elaboración del informe de resultados finales que permitirá obtener una fuente de información para los involucrados en la conservación energética y la protección ambiental.

3.3.2 Procedimiento Experimental de la Investigación.

Para la realización experimental de la conversión de aceite residual a combustible se consideraron los siguientes pasos tomados en consideración la norma ASTM D-86-95 1 que describe un método para la destilación de productos de petróleo:

- Extracción de muestras de todos los involucrados (talleres automotrices).
- Filtración del aceite usado mediante una bomba de succión al vacío, con una cantidad de 250ml (215 gr) por las condiciones del balón.
- Cuando las condiciones del aceite con respecto a la viscosidad, supera 100 cst es necesario solventes como es el caso del tolueno en una proporción de tal que la viscosidad sea 70 cts para que pueda ser filtrado libremente, por mejorar las condiciones de filtrado en el papel filtro.
- Agregar una cantidad de 250ml (215 gr) por las condiciones del balón aforado de laboratorio de química.

- En el caso de ser necesario para la obtención de un combustible más puro se instala una columna fraccionada, este procedimiento ayuda a separación de partículas.
- Para elegir el tipo de refrigerante es necesario usar uno del tipo serpentín o dos en serie refrigerantes de liebiac.
- Una vez instalados los equipos de laboratorio con sus respectivas bases y soportes un factor importante en el proceso es la temperatura es por ello la selección de un mechero que ayude a llevar a la temperatura de ebullición que supere los 300°C de acuerdo a la norma establecida ASTM D 4739 Derivados del petróleo.
- A la salida de los refrigeradores instalar un vaso graduado para la medición de la cantidad de condensado.
- Una obtenido las muestras de combustible destilado es necesario realizar las pruebas de medición de densidad, viscosidad, punto de ebullición, poder calorífico.
- La primera destilación posee contenidos de parafinas pese a que posee un buen poder calorífico y energético, si se desea obtener un combustible más destilado es necesario adicionar 2gr de hidróxido de calcio para la muestra de 250 ml con ello se elimina naftas (parafinas) y se aclara el combustible de acuerdo a la experimentación.
- Una vez realizado ese proceso es necesario someter a la muestra obtenida a un nuevo proceso de destilación.
- Una vez realizado el segundo destilamiento es necesario realizar las pruebas de densidad, viscosidad, punto de ebullición, poder calorífico, se puede comparar con los datos del primer ensayo y se demostrará que las propiedades físicas de mejoraron este es un combustible que puede ser usado en motores de combustión, pero la cantidad obtenida es aproximadamente el 55% de la muestra de aceite usado.

3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Los datos obtenidos en el laboratorio fueron tabulados de un análisis del 100% de la población y mediante una media se obtuvo datos generales para obtener la cantidad común de elementos sólidos a los cuales se va tratar de minimizar para el refinamiento. Los análisis se realizaron con el continuo avance y en cada procedimiento permitieron ser cada vez más técnicos y en estudios continuos de reingeniería

Con la estimación de la cantidad energética que se pueda obtener se procedió a realizar el análisis de viabilidad del sistema, procedimiento para la obtención del producto propuesto.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

En el presente capítulo se encuentra estipulado el resultado de procedimientos, experimentaciones, análisis que se generaron durante todo el proceso de investigación hasta generar un procedimiento técnico que permita aprovechar el coeficiente energético del aceite residual automotriz. Y de manera muy directa hacia la mitigación de la contaminación de la naturaleza de tal forma fomentar la gestión energética de los productos derivados del petróleo que aún conservan potenciales energéticos que pueden ser usados de la mejor forma.

El lugar seleccionado como sector referencial de estudio ayuda mucho al desarrollo de la investigación por ser un sector referente hacia la contaminación y producción de aceites residuales.

4.1 ANÁLISIS DE LA ENCUESTA ESTRUCTURADA

De acuerdo a las condiciones del investigador y del espacio de estudio que es en una población de 15 lubricadoras del sector de San Felipe, la entrevista se realizó a dos personas por taller de lubricación, obteniendo una cantidad de 30 personas es decir a toda la población.

Pregunta 1: ¿Conoce usted un procedimiento técnico que permita al aceite residual automotriz convertirlo en combustible?

Si ____ No ____

TABLA 4.1 TABULACION DE LA ENCUESTA PREGUNTA 1.

	CANTIDAD de ENTREVISTADOS	PORCENTAJE
SI	2	7%
NO	28	93%

Fuente: Elaborado por el autor

FIGURA 4.1 RESULTADO DE LA PREGUNTA # 1



Fuente: Elaborado por el autor

Análisis e interpretación de la pregunta 1

De acuerdo a la encuesta se determina el 93% de las personas desconocen que el aceite residual puede ser convertido en combustible. Un comentario adicional formulado por los involucrados conocen de una empresa que lleva el producto sin conocimiento de la utilidad final

Pregunta 2: ¿Conoce usted las consecuencias naturales que causa el riego incontrolado del aceite quemado?

Si ___ No ___

TABLA 4.2 TABULACION DE LA ENCUESTA PREGUNTA 2.

	<i>CANTIDAD DE ENTREVISTADOS</i>	<i>PORCENTAJE</i>
SI	22	73%
NO	8	27%

Fuente: Elaborado por el autor

FIGURA 4.2 RESULTADO DE LA PREGUNTA # 2



Fuente: Elaborado por el autor

Análisis e interpretación de la pregunta

De acuerdo a la población encuestada el 73% dice poseer una conciencia de las consecuencias del derrame del aceite residual automotriz. Pero recalcan que no poseen políticas de entidades que proponga o capacite en el manejo de los residuos.

Pregunta 3: ¿Sabía usted que el Río Pumacunchi fuente de agua para regadíos de vegetales de la provincia de Tungurahua que abastece a todo el país, es contaminado con aceite residual automotriz?

Si ____ No ____

TABLA 4.3 TABULACION DE LA ENCUESTA PREGUNTA 3.

	<i>CANTIDAD DE ENTREVISTADOS</i>	<i>PORCENTAJE</i>
SI	25	83%
NO	5	17%

Fuente: Elaborado por el autor

FIGURA 4.3 RESULTADO DE LA PREGUNTA # 3



Fuente: Elaborado por el autor

Análisis e interpretación de la pregunta

El 83% de los encuestados esta consiente de la contaminación del rio y que el mismo es utilizado aguas abajo como fuente de regadío, adicionalmente a la encuesta comentaban que parte del aceite es enviado por la alcantarilla no saben a dónde se dirige.

Pregunta 4: ¿Conoce usted las consecuencias para la salud que ocasiona el derrame contaminado con aceite lubricante?

Si ____ No ____

TABLA 4.4 TABULACION DE LA ENCUESTA PREGUNTA 2.

	<i>CANTIDAD DE ENTREVISTADOS</i>	<i>PORCENTAJE</i>
SI	2	7%
NO	28	93%

Fuente: Elaborado por el autor

FIGURA 4.4 RESULTADO DE LA PREGUNTA # 4



Fuente: Elaborado por el autor

Análisis e interpretación de la pregunta

El 7% de los encuestados conoce los problemas a la salud que ocasiona la contaminación del río aunque comentan que matarían a animales y a la flora aledaña.

Pregunta 5: ¿Conoce usted una entidad que este encargada en la recolección de aceite residual automotriz que le dé un tratamiento que no contamine el medio ambiente?

Si ___ **No** ___

TABLA 4.5 TABULACION DE LA ENCUESTA PREGUNTA 5.

	<i>CANTIDAD DE ENTREVISTADOS</i>	<i>PORCENTAJE</i>
SI	8	27%
NO	22	73%

Fuente: Elaborado por el autor

FIGURA 4.5 RESULTADO DE LA PREGUNTA # 5



Fuente: Elaborado por el autor

Análisis e interpretación de la pregunta

El 27% de los encuestados de las lubricadoras dicen conocer entidades que llevan el aceite pero desconocen el proceso que les emiten y el 73% desconoce la existencia de una entidad que trate el aceite residual automotriz.

Pregunta 6: ¿De ser posible la conversión de aceite residual de uso automotriz a combustible apoyaría a promover un esfuerzo para tratar de evitar la contaminación?

Si ___ **No** ___

TABLA 4.6 TABULACION DE LA ENCUESTA PREGUNTA 6.

	<i>CANTIDAD DE ENTREVISTADOS</i>	<i>PORCENTAJE</i>
SI	30	100%
NO	0	0%

Fuente: Elaborado por el autor

FIGURA 4.6 RESULTADO DE LA PREGUNTA # 6



Fuente: Elaborado por el autor

Análisis e interpretación de la pregunta

Todos concuerdan que al conocer un procedimiento que ayude a contrarrestar la contaminación ambiental y por ende salvaguardar su salud apoyarían a un programa el tratamiento y manejo de los aceites residuales.

Pregunta 7: ¿Adoptaría usted en su empresa o taller políticas de tratamiento o manejo controlado y responsable del aceite y a su vez almacenaría de forma responsable para que una entidad adquiriera y darle un tratamiento adecuado?

Si ____ No ____

TABLA 4.7 TABULACION DE LA ENCUESTA PREGUNTA 7.

	<i>CANTIDAD DE ENTREVISTADOS</i>	<i>PORCENTAJE</i>
SI	30	100%
NO	0	0%

Fuente: Elaborado por el autor

FIGURA 4.7 RESULTADO DE LA PREGUNTA # 7



Fuente: Elaborado por el autor

Análisis e interpretación de la pregunta

Todos apoyan a la noción de que necesitan implementación y educación para almacenar el aceite residual.

4.1.1 Análisis general de la encuesta.

Una vez realizada la encuesta se determinan dos determinaciones con respecto al uso del aceite residual como es primero la contaminación ambiental por ende la falta de conocimiento para el manejo del aceite y como segunda estancia la necesidad de aprovechar el coeficiente energético residual en el aceite de uso automotriz y la propuesta de un procedimiento técnico que permita llegar a esta hipótesis.

4.2 DETERMINACIÓN DEL ACEITE USADO PARA PROCEDIMIENTO EN LABORATORIO

Como se determinó en el capítulo 3, existe una cantidad de aceite generado de 515 galones de aceite mensual que produce este sector industrial automotriz de 15 talleres lubricantes sin clasificación en el tipo, procedencia o viscosidad. Para la realización de los procesos técnicos en el laboratorio se extrajeron cantidades de los 15 talleres todos serán sometidas al mismo proceso de caracterización. En la figura 4.8 se aprecia la cantidad extraída para el laboratorio.

FIGURA 4.8 ACEITE LUBRICANTE USADO



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

La muestra es una proporción de lo que fue sometido a los ensayos físicos de craqueo térmico para la destilación. Este dato servirá de base para determinar una temperatura a la cual hierbe el aceite y empieza a desprender gases combustibles.

4.2.1. Características del aceite usado

El aceite usado según la (Dirección-Metropolitana, 2010) en la Resolución 002:1-2013 establece que: “los elementos que contiene el aceite usado causa daños a la salud, especialmente los componentes de hidrocarburos (PAH) con concentraciones de (Fe, Zn, Pb, Mn, Cr) y la adición de aditivos”. Causan daños ambientales y personales. Las características de viscosidad, punto de inflamación, API, obtenidas para la experimentación se estiman en la tabla 4.1.

4.2.1 Método experimental

El procedimiento experimental primordial a utilizado es el de las condiciones termodinámicas considerando las propiedades físicas y químicas de las sustancias..

Para obtener un procedimiento lo más aproximado a lo estimado se tomaron varias muestras en distintas condiciones para generalizar un procedimiento. Por lo general con respecto a los componentes de los aceites está compuesto por hidrocarburos según (United-Nations, 1997) determina que “el concentrado de sustancias en el aceite lubricante de motor es del 15% de parafinas, 54% de naftalenos, 31% de compuestos aromáticos, para determinar las condiciones físicas se usará el craqueo térmico”.

4.2.2 Determinación de las propiedades físicas del aceite usado

Para realizar una caracterización promedio de las características del aceite usado se realizaron 16 pruebas de laboratorio. Las instalaciones usadas para los ensayos

y pruebas de la sustancia se lo realizo en el laboratorio de Química de la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE

En el Anexo A se establece una tabla de ensayos de 16 muestras de los talleres automotrices en vista de que las características son variables no se puede obtener un valor estándar de caracterizaciones por ello que se establece un análisis para encontrar un valor promedio. Para el ensayo de viscosidad se consideraran a temperatura ambiente de 20 °C y a una temperatura de 80°C para mejorar la viscosidad para realizar una filtración.

- **Viscosidad cinemática(20°C).**- La viscosidad cinemática es importante para el proceso de filtración por lo cual se obtiene un valor máximo de acuerdo a las muestras de 102 cts (centiStokes) y un mínimo de 87 cts (centiStokes) obteniendo una medida de tendencia central promedio de acuerdo a todas las muestras de 95.73 cts.

- **Viscosidad cinemática (80°C).**- La viscosidad cinemática es importante para medir la curva de craqueo térmico los mismos que posee una variación máximo de acuerdo a las muestras de 28 cts (centiStokes) y un mínimo de 17.5 cts (centiStokes) obteniendo una medida de tendencia central promedio de acuerdo a todas las muestras de 22.71 cts.

- **Grados API.**- Los grados API determina el grado de viscosidad del aceite residual los mismos que se obtiene de acuerdo a un promedio de las muestras 30.31 API.

- **Punto de Inflamación.**- El punto de inflamación determina la temperatura en la cual el combustible entra en inflamación obteniendo un promedio de 92.87°C.

En la tabla 4.1 muestra un resumen de las principales características que físicas que se deben tener en consideración para la realización de los ensayos de destilación fraccionada, los datos obtenidos en cada una de las muestras

TABLA 4.8 TABLA DE CARACTERISTICAS DEL ACEITE USADO

PRUEBA	UNIDADES	PROMEDIO
Viscosidad cinemática (20 °c)	cSt	95.73
Viscosidad cinemática (80 °C)	cSt	22.71
Grado API	° API	30.31
Punto de inflamación	°C	92.87
Concentrado de azufre	% p/p	0.36

Fuente: Datos obtenidos por el Maestrante

4.2.3 Proceso de craqueo térmico y obtención del Dese #2.

Como se mencionó en el marco teórico el craqueo térmico separa las sustancias dependiendo del punto de ebullición es por ello que este es el proceso más importante para realizar la transformación del aceite en combustibles esencialmente en diésel.

Para la realización del craqueo térmico por ser un proceso experimental se lo realizo en el Laboratorio de Química de la Escuela Politécnica del Ejército. Una vez analizado el marco teórico y el proceso de destilación fraccionada y de acuerdo a los concentrados de hidrocarburos la sustancia que se puede obtener es el diésel #2, considerado así por ser un combustible de buenas características térmicas y físicas aunque es necesario someterlo a una nueva refinación para obtener una sustancia más pura.

La caracterización del Diesel #2 según la NORMA INEN 1489 estipula buenas características para ser usado directamente como combustible. Con buenas características de ebullición, el uso de este combustible debe cumplir con lo establecido en la norma para ser usado en nuevas aplicaciones y así aprovechar el coeficiente energético. En la tabla 4.2 muestra la tabla que determina las características del Diésel # 2, mas características de encuentra en el Anexo B.

TABLA 4.9 CARACTERIZACION DEL DIÉSEL #2

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Punto de inflamación	°C	51	-	NTE INEN 1493 Procedimiento A
Φ Contenido de agua y sedimento	%	-	0,05	NTE INEN 1494
W Contenido de residuo carbonoso sobre el 10% del residuo de la destilación	%	-	0,15	NTE INEN 1491
W contenido de cenizas	%	-	0,01	NTE INEN 1492
Temperatura de destilación del 90%	°C	-	360	NTE INEN 926
Viscosidad cinemática a 37,8°C	cSt	2,5	6,0	NTE INEN 810
W contenido de azufre	%	-	0,7	ASTM D4294 NTE INEN 1490
Corrosión a la lámina de cobre	Clasificación	-	No. 3	NTE INEN 927
Índice de cetano calculado	-	45	-	NTE INEN 1495
Contenido de biodiesel, Φbiodiesel	%	---	5	EN 14078
		Nota1.		

Fuente: Normas NTE INEN 1489:2011

4.3 PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES

4.3.1 Procedimiento de filtración por succión al vacío.

El presente procedimiento consiste en filtrar al aceite de sustancias sólidas de gran tamaño que puede afectar el craqueo que se lo realizó mediante una bomba de vacío con el fluido a una temperatura de 50°C esto con el objetivo de mejorar la viscosidad del aceite para que pueda ser filtrado. En la figura 4.9 muestra la instalación de la bomba de vacío y en la figura 4.10 muestra la filtración del aceite en papel filtro analítico de 5 a 10 µm.

FIGURA 4.9 BOMBA DE VACÍO



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

FIGURA 4.10 FILTRACIÓN POR SUCCIÓN AL VACÍO



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

4.3.2 Procedimiento de craqueo térmico con destilación fraccionada

La destilación fraccionada es usada en la refinación de hidrocarburos o en petróleo consiste en una torre que evita la salida de sustancias no deseadas ya que posee incrustaciones en el cual se adhieren condensados no deseados en el proceso. Para la realización del presente ensayo físico se utilizó equipos de laboratorio como son:

- Balón de laboratorio.
- Torre de destilación fraccionada.
- Cabeza de Cleizen.
- Refrigerador recto Liebiac.
- Mechero de gas natural.
- Soporte para el balón.
- Soportes de Accesorios
- Termómetro hasta 300°C
- Teflón para evitar fugas.

En la figura 4.11 muestra la primera prueba para obtener destilación de combustible usando el destilador diferencial.

FIGURA 4.11 INSTALACION DE EQUIPOS EN EL LABORATORIO



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

4.3.2.1 Análisis y datos obtenidos de ensayo

En el presente ensayo se consideraron parte del procedimiento de craqueo establecido en la norma ASTM D 4739 con respecto a la destilación de derivados de petróleo, mismo que permitió obtener la destilación de combustible.

La implementación de la columna fracciona mejora notablemente la separación de partículas llegando así hasta la cabeza de cleisen en vapor combustible para ser condensado en el refrigerante Liebiac.

Después de veinte minutos de haber sido sometido a temperatura empieza hervir el aceite desprendiendo en primera estancia las partículas de agua, ya que con la

ayuda del termómetro muestra que se encuentra a una temperatura de 80°C a más de ello según las características de craqueo de sustancia derivados de petróleo desprende gases como metano y butano es por ello que desprende un olor fuerte por lo que recomendable usar mascarilla nasal. La columna fraccionada realiza su trabajo de forma eficaz ya que retiene sustancias distintas del vapor combustible mejorando la separación de partículas.

Al cabo de 30 minutos empieza a subir la nube de vapor combustible y empieza el proceso de separación molecular de aceite residual automotriz, las primeras partículas a condensarse son los aditivos de parafina. Dentro de 35 minutos a una temperatura de 90°C del vapor de combustible y a una temperatura de 130°C del aceite empieza a condensarse las primeras gotas de combustible con un aspecto amarillento, como se observa en la figura 4.12.

FIGURA 4.12 CONDENSADOS DE COMBUSTIBLE



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

El inconveniente que suscito en el presente ensayo es la salida de gases combustibles que no lograron condensarse dentro del refrigerante de Liebiac y la

poca eficiencia en la condensación. En figura 4.13 se realizó una prueba para determinar la salida de gases lo cual está bajando la eficiencia que se desea.

FIGURA 4.13 DETERMINACIÓN DE SALIDA DE GASES



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

Se determinaron dos propiedades importantes como es la temperatura a la cual empieza a separarse las partículas de agua. A una temperatura de 130 °C empieza a separarse las moléculas del contenido de combustible del aceite para ser condensado.

Después de varios intentos del procedimiento anterior se logró obtener una cantidad muy pequeña de combustible desde el punto de vista energético, se gastó mucha energía en un tiempo de 1.5 horas para obtener 2ml de combustible destilado, determinando un proceso poco efectivo

4.3.3 Procedimiento de craqueo térmico con destilación fraccionada con refrigerante tipo espiral.

Después de varios intentos por tratar de hacer eficiente el sistema no se lograron resultados favorables por lo que se decidió cambiar el refrigerante de Liebiac, por

un refrigerante tipo espiral para mejorar el proceso de condensación del gas combustible. Para iniciar el nuevo proceso cambió la muestra de aceite por una cantidad de 200g de sustancia. El peso de la sustancia en función de masa se lo realiza mediante una balanza electrónica como muestra en la figura 4.14.

FIGURA 4.14 DETERMINACION DE LA MASA



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

En la figura 4.15 se observa la instalación de un refrigerante tipo espiral que mejora la eficiencia de destilación.

FIGURA 4.15 DESTILACIÓN CON REFRIGERANTE ESPIRAL



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

4.3.3.1 Análisis y datos obtenidos de ensayo

El procedimiento actualmente instalado en condiciones iniciales conserva las mismas características del ensayo anterior como muestra en la tabla 4.3, el presente ensayo es realizado con una muestra que conserva las características de la tabla 4.1.

TABLA 4.10. DATOS TERMICOS OBTENIDOS

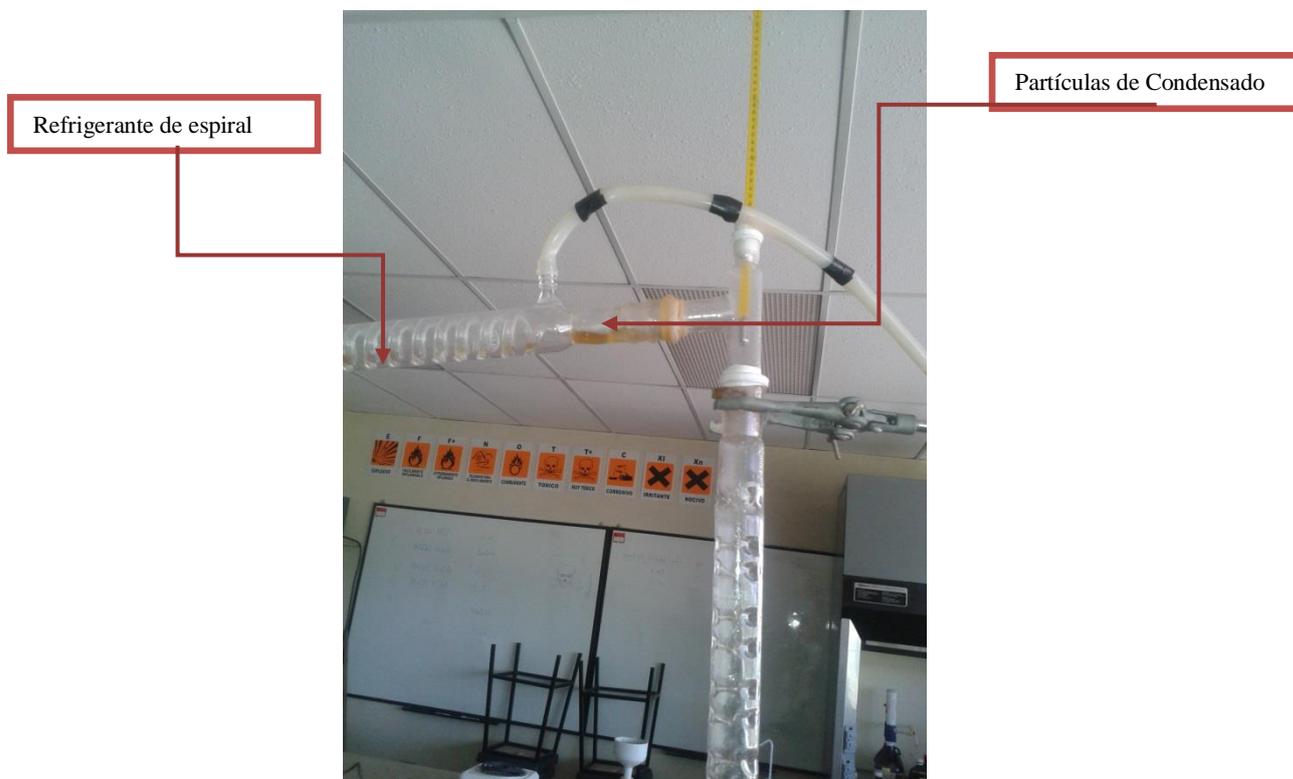
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
Temperatura de inicio ebullición	°C	80°C
Temperatura del gas combustible	°C	125°C
Temperatura de separación de moléculas	°C	140 °C
Tiempo de ebullición	Min	25

Fuente: Elaborado por el autor

Después de un tiempo de 35 minutos se empieza a desprender gases combustibles que se condensan en refrigerante espiral como muestra la figura 4.16 que se puede observar las primeras gotas de condensados y la incrustación de para finas. Cabe destacar que tanto las partículas de parafinas y agua empiezan a separarse desde los 80°C. Esto se observa en la experimentación ya que las gotas condensadas de agua que quedan atrapadas en la columna de fraccionamiento.

En la figura 4.17 muestra las primeras muestras de condensado de combustible para ser probado el coeficiente de inflamación.

FIGURA 4.16 CONDENSADOS DE COMBUSTIBLE



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

FIGURA 4.17 MUESTRA DE CONDENSADO DE COMBUSTIBLE



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

El presente proceso mejoró notablemente la cantidad de combustible adquirido en un tiempo de mantención de la ebullición de 25 minutos a una temperatura de la nube de combustible de 125 °C. Para comprobar si la sustancia adquirida se

procedió a realizar una prueba de inflamación controlada de la sustancia para determinar si es combustible.

FIGURA 4.18 COMBUSTIÓN DE LA MUESTRA



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

Una vez comprobado que el resultado de la condensación es combustible se procede a extraer mayor cantidad de sustancia para realizar los análisis físico - químico que caracterizan el potencial energético del combustible obtenido.

Considerando la cantidad de energía utilizada por parte del uso de gas como fuente para llevar al punto de ebullición, destilación, y separación de moléculas es relativamente alta para obtener muestras pequeñas se determinan nuevos procedimientos para obtener la mayor cantidad de condensados de combustible.

En la figura 4.19 se observa las primeras muestras de condensados que fueron comprobados como combustible y como se mencionó anteriormente las cantidades de condensados manteniendo a una temperatura de ebullición de 2 horas generó 5ml.

FIGURA 4.19 MUESTRAS COMBUSTIBLES DE PRUEBAS



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

4.3.4 Procedimiento de craqueo térmico con doble refrigerante Liebiac.

El procedimiento de destilación que se decidió instalar es sin la columna de fraccionamiento y la instalación de dos refrigerantes de **Liebiac** instalados en serie con la idea de aprovechar todos los vapores combustibles. En la tabla 4.4 se describe los datos obtenidos en la prueba, la muestra es la misma aplicada en los dos ensayos anteriores

TABLA 4.11. DATOS TERMICOS OBTENIDOS

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
Cantidad de sustancia	Gr	182
Temperatura de inicio ebullición	°C	78
Temperatura del gas combustible	°C	140
Temperatura de separación de moléculas	°C	190
Tiempo de ebullición	Min	22

Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 4.20 muestra una nueva propuesta para optimizar la temperatura de los gases durante la separación molecular. Al cabo de 22 minutos empieza a hacer

ebullición el aceite y en 25 minutos empieza la etapa de separación molecular lo que inmediatamente empieza a salir condensados y en un tiempo de 20 minutos ya se obtiene una cantidad de 10 ml.

FIGURA 4.20 ENSAYOS CON DOS REFRIGERANTES LIEBIAC



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

4.3.4.1 Análisis del procedimiento con doble refrigerante Liebiac.

Mediante este procedimiento se logró obtener una mejor eficiencia tanto desde el punto de vista de utilización de la energía para llegar a la conversión como en la producción de sustancias. En post de la mejora del procedimiento se decide incrementar el potencial de calor con la finalidad de separar rápidamente la cantidad de moléculas, realizar la ebullición de forma más rápida

De acuerdo a un tiempo de 45 minutos se obtiene una cantidad considerable de combustible que ya está en condiciones de ser analizado dentro de sus características físicas y químicas. En la tabla 4.5 muestra una comparación de la cantidad utilizada y la cantidad producida.

TABLA 4.12. DATOS COMPARATIVOS

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
Cantidad de sustancia Inicial	Gr	182
Cantidad de sustancia final	Gr	159.2
Temperatura de conservación de ebullición	°C	190°C
Temperatura del gas combustible	°C	130 °C
Cantidad de combustible producido	Gr	10
Cantidad de sustancia evaporada	Gr	22.8
Eficiencia del procedimiento	%	43,68 %

Fuente: Elaborado por el autor

$$\text{Cantidad usada} = 182 \text{ gr} - 159 \text{ gr} = 22.8 \text{ gr}$$

$$\text{Cantidad evaporada} = 22.8 \text{ gr} - 10 \text{ g} = 12.8 \text{ gr}$$

$$\text{Porcentaje usado} = 10 \text{ g} \times 100 / 22.8 \text{ gr} = 43,68 \%$$

4.3.5 Procedimiento de craqueo térmico con doble refrigerante Liebiac alta temperatura.

El procedimiento de destilación con la instalación de dos refrigerantes de **Liebiac** instalados en serie generó una buena producción de condensados en poco tiempo y con una eficiencia del 43.6 % que es una cantidad considerable desde el punto de vista de eficiencia. Analizando el aumento de la eficiencia en el procedimiento anterior se determina factores que influenciaron para la misma como son el aumento de temperatura y un refrigerante más largo para aprovechar la mayor

cantidad de condensados es por ello que después de varios ensayos se define la siguiente muestra con lo que arrojo los siguientes valores.

TABLA 4.13. DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
Cantidad de sustancia	Gr	180.7
Temperatura de inicio ebullición	°C	80°C
Temperatura del gas combustible	°C	140°C
Temperatura de separación de moléculas	°C	230 °C
Tiempo de ebullición	Min	20

Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 4.21 se observa la manera con la cual se estableció una opción para mejorar la eficiencia del destilamiento, con la incorporación de un mechero de mejores condiciones térmicas de calor.

FIGURA 4.21 ENSAYOS CON DOS REFRIGERANTES LIEBIAC CON MECHERO DE ALTA TEMPERATURA



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

A esta temperatura y tiempo de conservación de la ebullición se separaran las partículas de agua y parafinas, empieza a generar inmediatamente partículas de combustible tal como se observa en la figura 4.22.

FIGURA 4.22 CANTIDAD DE CONDENSADO



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

4.3.5.1 Análisis del procedimiento con doble refrigerante Liebiac a alta temperatura.

Mediante este procedimiento supero notablemente el uso racional de la energía usada generando una cantidad de condensado combustible en un tiempo de 25 minutos desde el momento de ebullición, en la tabla 4.7 muestra los datos comparativos que demuestran la eficiencia generada con el aumento de la temperatura, realizando ensayos con temperatura de 240 °C hasta 300°C.

TABLA 4.14. DATOS COMPARATIVOS ENSAYO.

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
Cantidad de sustancia Inicial	Gr	180.7
Cantidad de sustancia final	Gr	156.2
Temperatura de conservación de ebullición	°C	240°C
Temperatura del gas combustible	°C	135 °C
Cantidad de combustible producido	Gr	14
Cantidad de sustancia evaporada	Gr	10.5
Eficiencia del procedimiento	%	57.1 %

Fuente: Elaborado por el autor

Cantidad producido = 14g
Cantidad usada = 180.7 gr - 156.2 gr = 24.5 gr
Cantidad evaporada = 24.5 gr - 14g = 10.5 gr
Porcentaje efectivo = $14g \times 100 / 24.5 \text{ gr}$ = 57.1 %

4.4 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL COMBUSTIBLE OBTENIDO.

Una vez obtenido la cantidad de combustibles es necesario para la realización de las pruebas físicas para determinar la comparación entre la sustancia obtenida y la sustancia estándar establecidas por las normas.

4.4.1 Determinación de la densidad del fluido

Para determinar la densidad del líquido se utiliza la ecuación Ec. 4.1 que asocia la masa al pesar en una balanza electrónica calibrada de cuatro dígitos y el volumen de la misma aplicado el proceso de picnometría ASTM D 445. En la figura 4.23 se muestra el ensayo para determinar mediante el cálculo de la densidad del líquido muestra el picnómetro calibrado a 25ml y la balanza.

FIGURA 4.23 PICNÓMETRO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD



(a) Picnómetro



(b) Balanza electrónica

Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

- Peso del picnómetro vacío = 16.7230 g
- Peso del picnómetro y la sustancia = 37.0220 g

- Peso sustancia = $P_{pic} - (Pic-sustancia)$
 Peso sustancia = $(37.0220 - 16.7230)$ g
 Peso sustancia = 20.299 g

$$\delta = m / v \quad \text{Ec 4.1}$$

δ = densidad (g/ cm³)

m = masa (g)

v = Volumen (c.c.)

$$\delta = 20.299 \text{ g} / 25 \text{ cm}^3$$

$$\delta = 0.8119 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

4.4.2 Determinación del punto de ebullición del fluido

Para la determinación del punto de ebullición mediante una muestra de 70ml ingresa en una máquina de ensayo para determinar el coeficiente de ebullición, en la figura 4.24 se realizó el ensayo en una maquina FLASH POINT.

El ensayo de acuerdo a la (NTP-379, 1984)

Es la temperatura mínima a la cual el líquido inflamable desprende suficiente vapor para formar una mezcla inflamable con aire que rodea a la superficie del líquido.....posee una llama de ignición que determina el punto en el cual se genera los gases combustibles.

Para determinar la temperatura de inflamación se utiliza la ecuación Ec. 4.2 de la misma que se obtiene el punto de ebullición en base a los datos que se obtiene del Flash Point.

FIGURA 4.24 ENSAYO DE PUNTO DE EBULLICIÓN



Fuente: Laboratorio de Química ESPE-L

$$T_i = 0,683 t_e - 71,7$$

Ec. 4.2

T_i = Temperatura de inflamación

T_e = Temperatura de ebullición

La temperatura de inflamación de un combustible determina la temperatura en la cual puede llegar a explotar un combustible.

Dato del FLASH POINT $t_e = 185 \text{ }^\circ\text{C}$

$$T_i = 0,683(185) - 71,7$$

$$T_i = 54,66 \text{ }^\circ\text{C}$$

4.4.2 Determinación del poder calorífico del fluido

El procedimiento consiste en realizar una prueba en una bomba calorimétrica aplicando el procedimiento ASTM D 240. El ensayo consiste en colocar una muestra del combustible en un embudo de probeta que posee un alambre que inicia la electrolisis el ensayo los datos principales que arroja el ensayo es la temperatura inicial y final y de acuerdo a la ecuación 4.3 se calcula el poder calorífico [MJ/Kg]. A continuación se realizan los siguientes cálculos para determinar el poder calorífico de la sustancia.

$$\Delta Q_{\text{COM}}/ m(\text{Kg}) = K (T_f - T_o) \text{ [MJ/Kg]} \quad \text{Ec. 4.3}$$

Dónde:

$\Delta Q_{\text{COM}}/ m(\text{Kg})$ Poder calorífico Variación de la energía en función de la masa.

K = Constante de ensayo calorímetro [9 MJ/Kg°K]

T_f = temperatura final

T_o = temperatura inicial

Datos del ensayo

T_f = 27,04 °C

T_o = 21,02 °C

$$\Delta Q_{\text{COM}}/ m(\text{Kg}) = K (T_f - T_o)$$

$$\Delta Q_{\text{COM}}/ m(\text{Kg}) = 9.27 (23.5-19.02) \text{ [MJ/Kg]}$$

$$= 41.529 \text{ [MJ/Kg]}$$

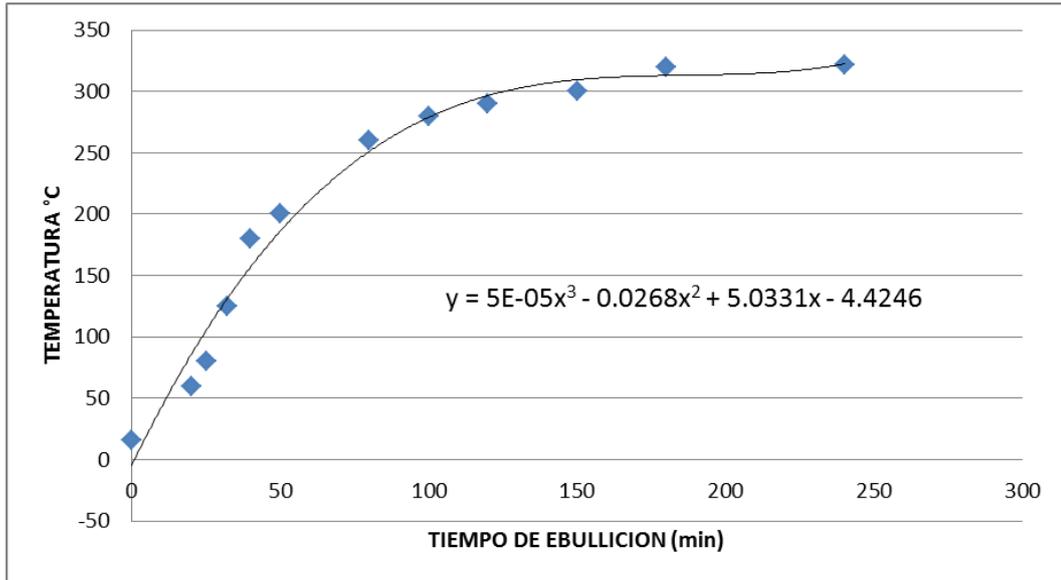
$$= 9919,17 \text{ [Kcal/Kg]}$$

4.4.2 Curva característica de temperatura de craqueo en función del tiempo.

Para el procedimiento de la comparación se estimó una muestra de aceite residual automotriz de 150 g por un lapso de tiempo de 4 horas manteniendo una

temperatura de 320°C a destilar a esta temperatura de obtuvo un rendimiento energético obtenido del 73.6 ya que la separación molecular es más rápida. En la figura 4.25 muestra la curva de craqueo térmico del combustible mostrando una curva de temperatura con respecto al tiempo.

Figura 4.25 CURVA DE TEMPERATURA VS TIEMPO



Fuente: Elaborado por el autor

Al cabo de este tiempo de destilación se obtiene una cantidad en peso residual de la muestra inicial de 150g a una final de 78 g y se obtiene una muestra de 53 g.

$$\begin{aligned} \text{Aceite consumido} &= (150 - 78) \text{ gr} \\ &= 72 \text{ gr.} \end{aligned}$$

Cantidad de la muestra destilada = 53,28gr.

Cantidad de Vaporización y gases volátiles = 18, 72 gr

$$\text{Cantidad porcentual destilado} = 53 \times 100 \% / 72 = 73.6 \%$$

Considerando este porcentaje como referencia de eficiencia se puede decir que el proceso a una temperatura superior a los 300 °C destaca la eficiencia que supera el 70 % de conservación energética del aceite residual, el combustible adquirido posee características de potencial de ebullición fácil con cantidades pequeñas de sustancias de parafinas que se puede añadir pequeñas cantidades de hidróxido de sodio para aclarar la sustancia y la disolución de las parafinas, pero de acuerdo a las condiciones físicas ya puede ser usado de forma que no afecte el medio ambiente.

4.5 DATOS COMPARATIVOS DEL COMBUSTIBLE OBTENIDO

De acuerdo a los procedimientos aplicados se logró obtener un combustible que de acuerdo a la comparación se asemeja a las características del Diesel #2 de bajo contenido de azufre para comparación de la misma se establece la tabla 4.8, se toma como referencia la tabla referencial de la INEN 1489-2012 destacando datos más importantes.

TABLA 4.15. DATOS COMPARATIVOS ENSAYO CON RESPECTO A LA NORMA.

Características Físicas	Pruebas de Ensayos	Datos Normalizados Diesel #2	Observaciones
Punto de inflamación (°C)	54.66	72	INEN establece mínimo 51.
Temperatura de destilación (°C)	322	349	
Viscosidad cst (37.8°C)	3.6	3.2	
Densidad	0.83	0.81 (*)	
Potencial Energético (Kcal/Kg)	9919,17	10900(**)	

Fuente: Datos del Maestrante y normas INEN 1489

* Viscosidad estipulada en tablas del Diésel.

** Potencial Energético de acuerdo al departamento de física Universidad de Chile

De los datos obtenidos en la tabla 4.5 se puede determinar que el combustible obtenido cumple con la propiedades físicas estándares normalizada si se desea obtener un combustible de mejores características es necesario incorporar un nuevo procedimiento de destilación.

4.5.1 Comparación establecida entra la energía usada y la energía del combustible extraído.

La comparación que se estipula a continuación parte de la experimentación y extracción de muestra de combustible obtenido en función de la cantidad de energía que fue usada.

a) Energía obtenida por el proceso de destilación

A continuación se determina la cantidad de energía generada en un proceso de 4 horas de destilación.

Cantidad de la muestra = 72 gr (105ml)

Poder calorífico = 9919.17 Kcal/kg

$Q_p = \text{masa} \times \text{poder calorífico}$ **Ec. 4.4**

$Q_p = 72 \text{ gr} \times 9919.17 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$

$Q_p = 555473 \text{ Kcal}$

$Q_p = 2988,13 \text{ KJ}$

4.6 CARACTERIZACION COMPARATIVA DE LAS MUESTRAS DE ACEITE USADO Y EL POTENCIAL OBTENIDO.

De acuerdo al objetivo principal que es el de aprovechar el coeficiente energético y una vez comprobado la fase de experimentación con resultados favorables se

estima un procedimiento lógico para el cual se realizan varias pruebas hasta estimar una comparación de resultados para el análisis final de la caracterización.

4.6.1 Ensayo 1 para caracterizar la producción energética con un aceite de automóvil a gasolina.

Aplicando la norma ASTM 2892 que establece el procedimiento de destilación de hidrocarburos para determinar un estándar o un aproximado de la producción energética con respecto a la cantidad de combustible generado en comparación con la calidad de aceite residual se proceden a tomar una muestra de aceite del cárter automotriz y se caracteriza en la tabla 4.9 en base a las muestras tomadas para el ensayo.

TABLA 4.16 TABLA DE CARACTERISTICAS DEL ACEITE USADO DE AUTOMÓVIL A GASOLINA

PRUEBA	UNIDADES	PROMEDIO
Viscosidad cinemática (20 °c)	cSt	90.73
Viscosidad cinemática (80 °C)	cSt	18.71
Densidad relativa	g/cm ³	0.86
Grado API	° API	30.5
Punto de inflamación	°C	91.87
Concentrado de azufre	% p/p	0.34
Cantidad tomada de aceite	ml	180

Fuente: Datos obtenidos por el Maestrante

FIGURA 4.26 CURVA DE CRAQUEO TEMPERATURA VS TIEMPO EN UNA MUESTRA DE ACEITE DE AUTO A GASOLINA

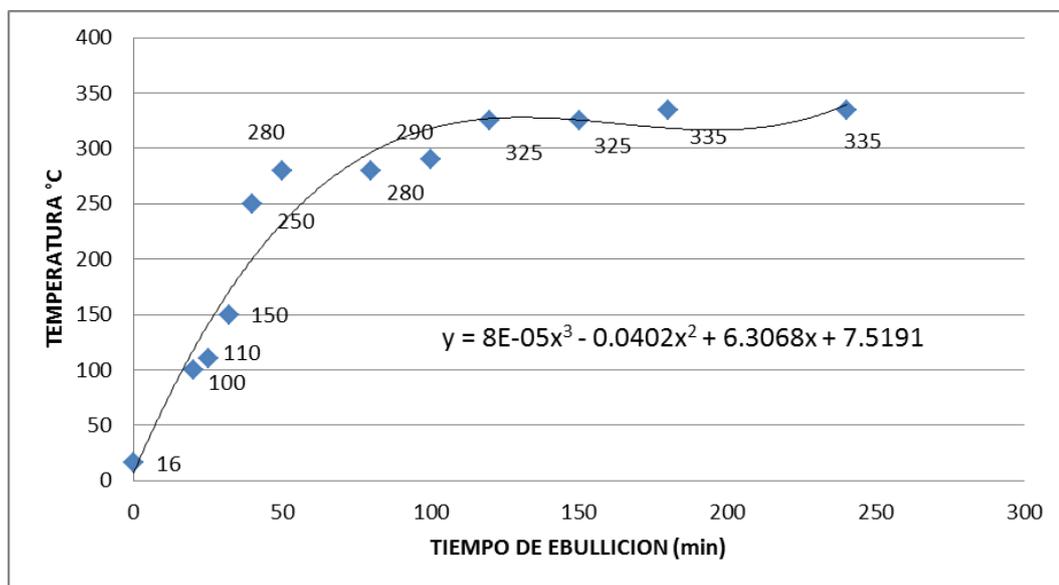


TABLA 4.17. DATOS COMPARATIVOS ENSAYO 1.

Características Físicas	Pruebas de Ensayos	Datos Normalizados Diesel #2	Observaciones
Punto de inflamación (°C)	57.66	72	INEN establece mínimo 51.
Temperatura de destilación (°C)	335	349	
Viscosidad cst (37.8°C)	3.23	3.2	
Densidad	0.82	0.81(*)	
Potencial Energético (Kcal/Kg)	9800,17	10900 (**)	
Cantidad obtenida (ml)	145		
Porcentaje de eficiencia (%)	80%		

Fuente: Datos del Maestrante y normas INEN 1489

* Viscosidad estipulada en tablas del Diésel.

** Potencial Energético de acuerdo al departamento de física Universidad de Chile

a) Caracterización energética

Una vez culminado el ensayo se analiza que cuando el aceite residual posee un densidad relativa baja con un precalentamiento de 40 °C para realizar un filtrado el coeficiente energético es de 9800,17 (Kcal/Kg) la destilación se logra desde los 50 minutos.

4.6.1 Ensayo 2 para caracterizar la producción energética con un aceite lubricante pesado tráiler.

El presente ensayo consiste en determinar el potencial energético producido por el aceite residual obtenido de cajas de cambio y del cárter del motor de soluciones pesadas es decir de automotores de esfuerzo, en la tabla 4.11 muestra las pruebas de ensayo que determinaron la caracterización para las siguientes condiciones.

TABLA 4.18 TABLA DE CARACTERISTICAS DEL ACEITE USADO DE TRAILER

PRUEBA	UNIDADES	PROMEDIO
Viscosidad cinemática (20 °c)	cSt	94.73
Viscosidad cinemática (80 °C)	cSt	22.8
Densidad relativa	g/cm ³	0.92
Grado API	° API	35.3
Punto de inflamación	°C	112.36
Concentrado de azufre	% p/p	0.38
Cantidad tomada de aceite	ml	180

Fuente: Datos obtenidos por el Maestrante

FIGURA 4.27 CURVA DE CRAQUEO TEMPERATURA VS TIEMPO EN UNA MUESTRA DE ACEITE DE TRAILER

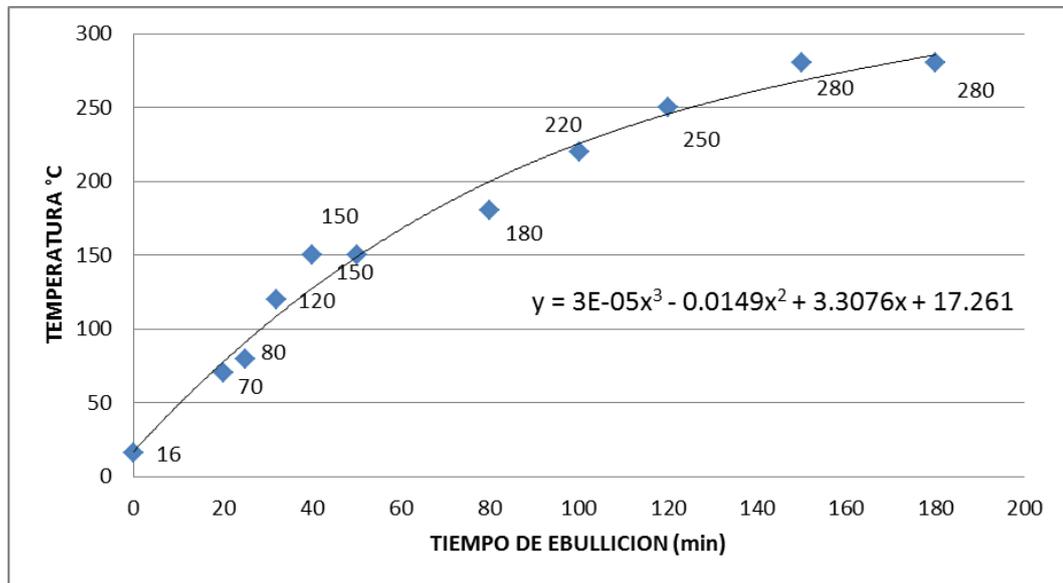


TABLA 4.19. DATOS COMPARATIVOS ENSAYO 2.

Características Físicas	Pruebas de Ensayos	Datos Normalizados Diesel #2	Observaciones
Punto de inflamación (°C)	51.66	72	INEN establece mínimo 51.
Temperatura de destilación (°C)	280	349	
Viscosidad cst (37.8°C)	3.56	3.2	
Densidad (cts)	0.84	0.81 (*)	
Potencial Energético (Kcal/Kg)	9780,1	10900 (**)	
Cantidad obtenida (ml)	85		
Porcentaje de eficiencia (%)	47%		

Fuente: Datos del Maestrante y normas INEN 1489

* Viscosidad estipulada en tablas del Diésel.

** Potencial Energético de acuerdo al departamento de física Universidad de Chile

Caracterización energética

Una vez culminado el ensayo se analiza que cuando el aceite residual posee una densidad relativa alta considerada como espeso con un precalentamiento de 40 °C para realizar un filtrado lo cual se tiene inconvenientes en este proceso. El coeficiente energético es de 9780,1 (Kcal/Kg) la destilación tarda un tiempo con respecto al ensayo de un aceite de densidad relativa baja, al cabo de dos horas de destilación empieza a formarse sólidos espesantes.

4.6.1 Ensayo 3 Caracterización de la producción energética de acuerdo a la muestra obtenida por la mezcla varios aceites residuales.

El presente ensayo consiste en determinar el potencial energético producido por el aceite residual obtenido de una mezcla promedio estabilizado la viscosidad mediante la adición de tolueno, con una filtración de carbón activado, en la tabla 4.13 muestra las pruebas de ensayo que determinaron la caracterización para las siguientes condiciones.

TABLA 4.20 TABLA DE CARACTERISTICAS DEL ACEITE PROEDIO EXPERIMENTAL

PRUEBA	UNIDADES	PROMEDIO
Viscosidad cinemática (20 °c)	cSt	92.1
Viscosidad cinemática (80 °C)	cSt	21.6
Densidad relativa	g/cm ³	0.85
Grado API	° API	32.5
Punto de inflamación	°C	92.5
Cantidad tomada de aceite	gr	180

Fuente: Datos obtenidos por el Maestrante

FIGURA 4.28 CURVA DE CRAQUEO TEMPERATURA VS TIEMPO EN UNA MUESTRA PROMEDIO

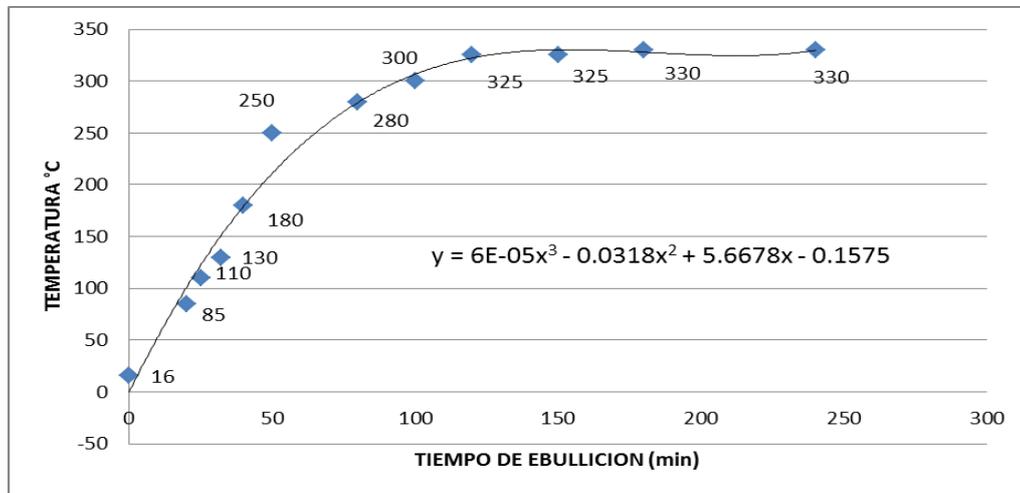


TABLA 4.21. DATOS COMPARATIVOS ENSAYO 2.

Características Físicas	Pruebas de Ensayos	Datos Normalizados Diesel #2	Observaciones
Punto de inflamación (°C)	54.66	72	INEN establece mínimo 51.
Temperatura de destilación (°C)	330	349	
Viscosidad cst (37.8°C)	3.3	3.2	
Densidad	0.82	0.81(*)	
Potencial Energético (Kcal/Kg)	9980,1	10900 (**)	
Cantidad obtenida (gr)	137		
Porcentaje de eficiencia (%)	76		

Fuente: Datos del Maestrante y normas INEN 1489

* Viscosidad estipulada en tablas del Diésel.

** Potencial Energético de acuerdo al departamento de física Universidad de Chile

Caracterización energética

Una vez culminado el ensayo se analiza que cuando el ensayo forzando a la sustancia a bajar su densidad mejora el tiempo de craqueo por ende la separación de moléculas es más rápida, pero en condiciones finales mejora el rendimiento de producción de combustible en un producción eficiente del 76 %

CAPÍTULO V

PROPUESTA

5.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA

PROPUESTA DE UNA TECNOLOGÍA DE RECICLAJE DE ACEITE USADO AUTOMOTRIZ PARA LA OBTENCIÓN DE COMBUSTIBLE AMIGABLE CON EL AMBIENTE.

De acuerdo a las pruebas experimentales de laboratorio es viable la conversión de aceite residual automotriz a un combustible, logrando con ello aprovechar el potencial energético que se mantiene dentro del aceite con el objetivo de ser nuevamente utilizado. En países de Europa se ha iniciado la industrialización del aceite residual trayendo consigo nuevas alternativas del uso energético o la conversión de energía en la figura 5.1 muestra la instalación de una planta industrial de reciclaje de aceite.

FIGURA 5.1 PLANTA DE RECICLAJE SIGAUS ESPAÑA



5.2 JUSTIFICACIÓN

La presente propuesta es un proyecto multipropósito que de acuerdo a los estudios de campo no existe una política que regularice el manejo del aceite residual, no existen políticas de almacenamiento, por ende la mitigación a la contaminación ambiental y la falta de tecnificación para realizar la conversión de aceite residual a combustible está lejos de ser industrializada.

Dentro del punto de vista energético es muy importante la conservación de la energía o el aprovechamiento residual de energía que mantiene latente a una sustancia; esto conlleva a estudiar procedimientos, técnicas para mejorar cada vez el procedimiento, de acuerdo al estudio experimental es viable obteniendo una buena eficiencia.

El aceite lubricante usado de características automotrices una vez cumplido su vida útil se torna de coloración oscura por la quema de sus componentes. El aceite residual si no es manipulada de forma consiente y es derramado al medio ambiente produce daños al mismo y en contacto con el agua causa daños a la salud. De acuerdo al artículo de la (EPA) *dice:*. *El aceite de motor usado de un cambio de aceite podría contaminar hasta un millón de galones de agua dulce, el suministro anual para 50 personas.* Es por ello desde el punto de vista ambiental hay la necesidad de políticas de manejo, el aceite residual posee compuestos químicos no perecibles e impureza de tierra, desechos de metal, agua y demás sustancias químicas. Una vez perdido sus características es necesario reemplazar este aceite por un nuevo y desechar el usado.

El aceite lubricante residual automotriz posee características potenciales energéticas aún latentes los mismos que en la presente propuesta pretende ser aprovechados.

5.2 OBJETIVOS:

- Establecer una propuesta técnica para el reciclaje del aceite residual automotriz que mediante un procedimiento sea convertido a combustible alternativo.
- Reducir el derrame incontrolado del aceite residual automotriz mediante una propuesta para el almacenamiento.

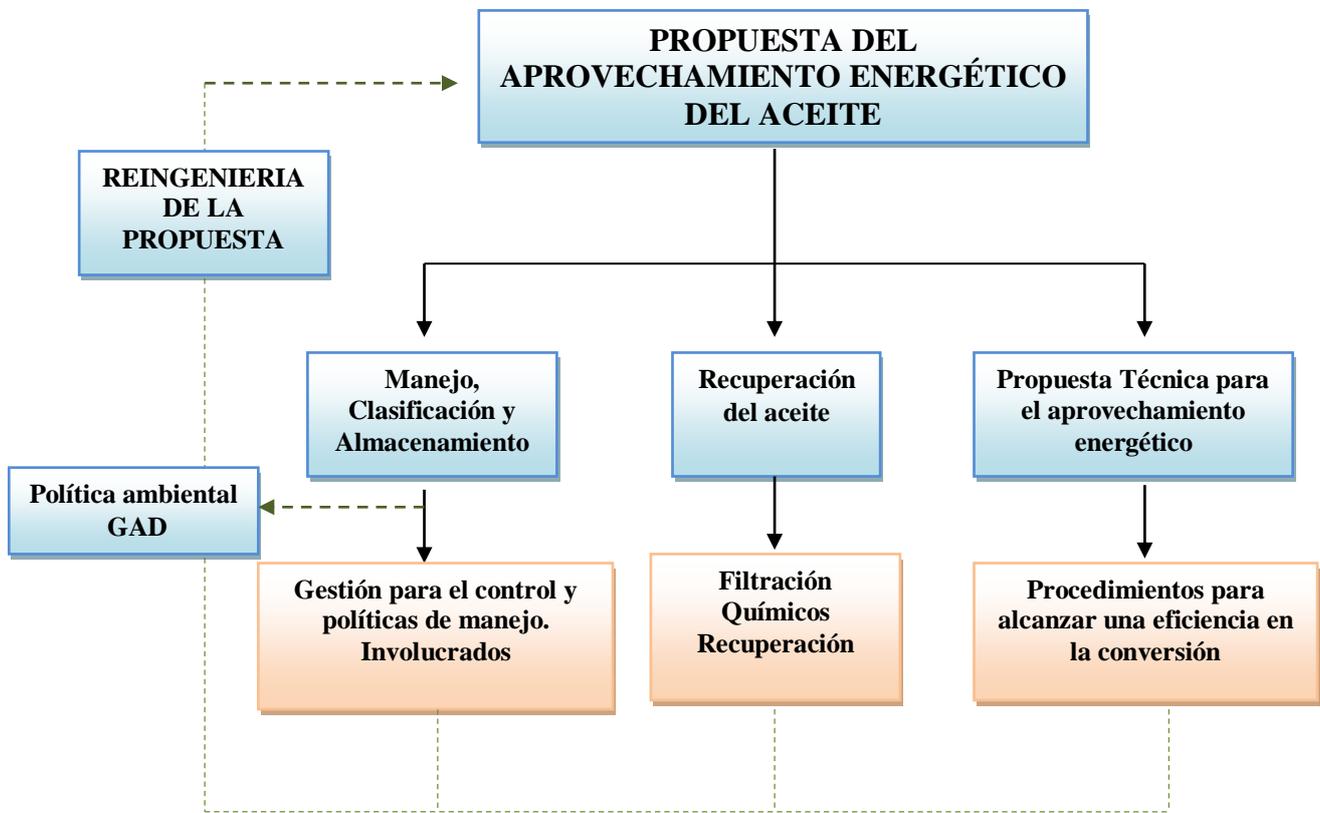
5.3 ESTRUCTURA

La estructuración de la propuesta consta un procedimiento adquirido mediante la experimentación comprobada a través de la viabilidad económica que considera aprovechar el potencial energético para establecer la propuesta, mantener un uso racional de energía proponer una consideración para el manejo del aceite usado una vez establecido la factibilidad energética.

5.4 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Los principales propósitos de acuerdo al análisis del problema y en la encuesta es la falta de políticas de gestión energética que permita aprovechar el coeficiente energético remanente en el aceite usado y de segunda instancia ayudar a la mitigación y control de contaminantes a causa del desperdicio incontrolado del aceite. De acuerdo a la problemática analizada la propuesta corresponde a un procedimiento técnico el cual promueva la aplicación de la gestión energética en búsqueda de buscar fuentes generativas d energía se propone un procedimiento en bases a la experimentación.

FIGURA 5.2 EXTRUCTURACIÓN DE LA PROPUESTA



Fuente: Propuesta del Elaborado por el autor

5.4.1 Propuesta para el manejo y almacenamiento del aceite usado

Una de las principales actividades para la contaminación ambiental se basa en la gestión y el conocimiento para manipulación y almacenaje de los aceites usados e incluso la utilidad después de culminar su vida útil.

La propuesta de una gestión para los aceites lubricantes para un tratamiento dentro de las opciones que puede encaminar el aprovechamiento de las propiedades del fluido actualmente en el Ecuador no se ha industrializado la regeneración o valorización energética que como se mencionó posee un ámbito multipropósito ante todo que promueva el plan nacional del buen vivir, dar una propuesta para la

solución de problemas y el aprovechamiento energético. El aceite lubricante es producto de varios procesos hasta llegar a poseer las características de lubricante por ende posee la caracterización energética latente que de no ser adecuadamente tratado el residuo es peligroso. Es por ello que dentro del manejo de los aceites residuales se propone las siguientes alternativas:

a) Evitar el derrame del aceite residual sobre el suelo de tierra o en espacios vegetativos.

b) Para almacenar el aceite residual es necesario realizarlo en recipientes limpios libre de sustancias químicas, alimenticias, ya que una alteración de la sustancia dañaría el proceso propuesto.

c) En caso de almacenar en recipientes que fueron de solventes o pinturas es necesario limpiar bien el recipiente ya que una sustancia altera su composición y el procedimiento.

d) Clasificar los aceites de acuerdo al tiempo de uso y el tipo de automotor. Esta forma de gestión tanto en el almacenaje como en la manipulación también se debe extender a manejar una utilidad post uso con una entidad técnica encargada de brindar un tratamiento.

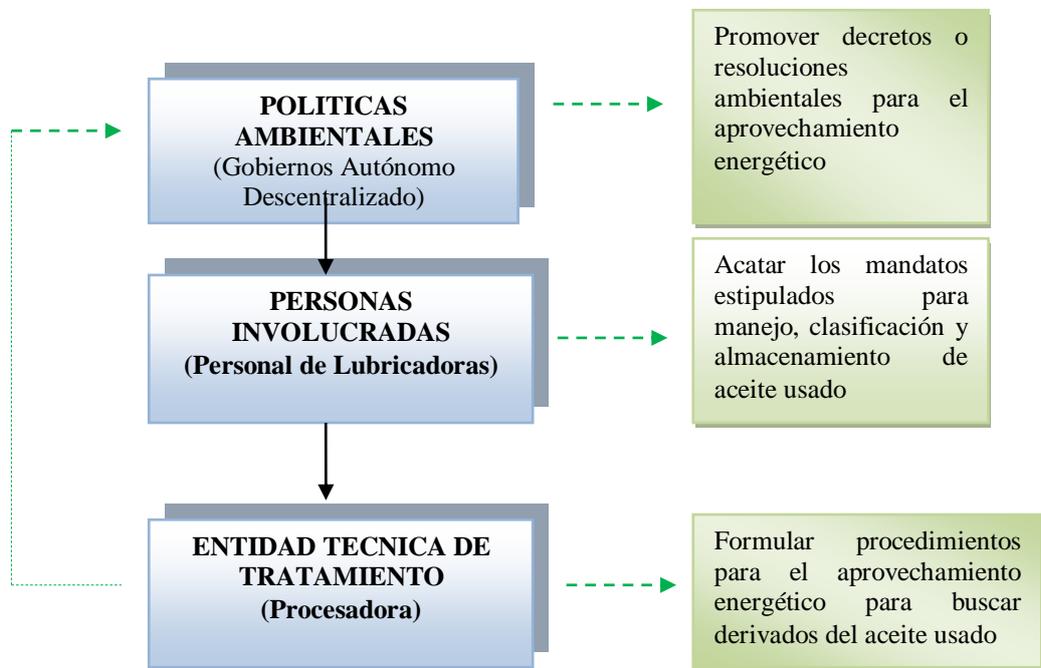
e) Poner en consideración que los residuos de aceite automotriz o derivados de petróleo no se deben verter directamente por alcantarillas o desagües ya que contamina directamente a los ríos.

f) Promover el control de derrames de sustancias derivadas de petróleo hacia vertederos de alcantarillas que desembocan en los ríos. Así como también el control de derrames en lugares fértiles por parte de gobiernos centralizados y a su vez se promuevan planes de control ambiental.

a) Consideración de una propuesta de involucrados

La estimación general para considerar los involucrados es decir los que deben formar parte del gestión parte desde un ordenamiento de autoridad local, el manejo de los involucrados directos es decir dueños y trabajadores de lubricadoras hasta llegar a una formulación en la recolección del aceite residual. En la figura 5.2 muestra un árbol de actividades responsables.

FIGURA 5.3 CLASIFICACIÓN DE INVOLUCRADOS



Fuente: Propuesta del Elaborado por el autor

b) Aspecto Legal y control

La Constitución Política de la República en su **artículo 86** protege el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que

garantice un desarrollo sustentable y declara de interés público la prevención de la contaminación ambiental;

La Constitución Política de la República en su **artículo 86** protege el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice un desarrollo sustentable y declara de interés público la prevención de la contaminación ambiental;

El ministerio del Ambiente debe promover y asesorar a los gobiernos seccionales en la implementación del Plan Nacional de manejo de desechos aceitosos, para implementar el programa nacional de recuperación ascendente de los residuos para su disposición final y se reduzca el impacto ambiental.

Las entidades que generen el aceite residual deben poseer un almacenamiento clasificado al ser gestores deben poseer una estadística de generación mensual de residuos que deberá ser archivado y con el reporte al Ministerio de Medio Ambiente Local.

Las lubricadoras, lavadoras de autos, mecánicas en general deberán ser calificadas y capacitadas técnicamente para ser parte del control ambiental.

Las entidades gestoras deberán aplicar procedimientos para la capacitación del control y manejo del aceite residual.

5.4.2 Propuesta de la recuperación del aceite

El aceite recuperado mediante tratamientos de filtración para eliminar concentrados sólidos puede ser usado para condiciones menos críticas o a su vez en lubricación básica donde no requerida esfuerzo mecánico.

Los aceites usados a nivel local, nacional y mundial es un consumo levado es por ello la gran cantidad de sustancia que puede ser aprovechado mediante un proceso de re-refinado (regeneración).

Para iniciar el procedimiento es necesario conocer las condiciones físicas del aceite si conserva las composiciones ya que cuando el aceite ha estado sometido a un excesivo recalentamiento o concentración de impurezas requiere un procedimiento que enmarcaría aditivos químicos hasta conservar las propiedades de trabajo por ende encarecería el costo del aceite regenerado.

El potencial energético aprovechado es muy eleva según (SIGAUS) dice que: “con 3 litros de aceite usado se obtienen 2 litros de aceite nuevo, mientras que para obtener la misma cantidad de aceite a partir del primer refino del petróleo necesitaremos cerca de 140 litros.” Dentro del punto de vista de aprovechamiento de energía la conversión es eficiente ya que permite un ahorro de materias primas.

5.4.3 Propuesta de una tecnología de procesamiento para su uso como combustible.

5.4.3.1 Recolección, clasificación y almacenamiento

La recolección del aceite residual consiste en la primera etapa del proceso permite establecer relación directa con los involucrados, formular alianzas y conocimiento.

De acuerdo a la gestión de involucrados es necesario tener una clasificación del aceite residual especificando las características los mismos que deben ser recogidos en camiones cisternas acondicionados para la recolección desde los grandes productores hasta los de uso industrial.

Es de suma importancia que el aceite residual cumpla con las condiciones de características mínimas para ser procesadas, ya que una vez recogidas se debe obtener una muestra para el análisis de laboratorio. Una vez recogido el aceite usado debido al movimiento del transporte es necesario dejarlo en reposo para que tenga una decantación natural para depósito de sólidos, para obtener buenos resultados de la decantación es necesario precalentar el aceite a una temperatura de 50°C con el objetivo de mejorar la viscosidad. Entre los ensayos principales que se realizan al aceite usado es de la viscosidad, punto de inflamación, densidad otros químicos de ser necesarios.

El almacenamiento se los debe realizar en tanques o cisternas acondicionadas para el efecto sin que existan derrames o fugas de aceite.

5.4.3.2 Proceso de filtrado

En el proceso de filtrado se desea eliminar toda la cantidad de sólidos presentes en el aceite, es por ello que debe pasar por una rejilla que elimine sólidos superiores a 0.2 mm para posteriormente pasar por un nuevo filtrado de afinación de posea una capacidad de retención de 5 a 10 μ de tal forma que retenga la mayor cantidad de sustancias y arrastres pequeños.

La elección del medio filtrante asegura la eficiencia del medio filtrante ya que actúa como retención de sólidos. Entre las consideraciones a elegir en un medio filtrante debe ser una máquina recirculadora de aceite u una limpiadora de partículas, mismas que deben cumplir con las siguientes cualidades:

- Capacidad de retención entre sus poros la mayor cantidad de sólidos dentro de un tiempo razonable de circulación.
- Resistencia mínima a la recirculación del fluido y que este no dañe el filtro.
- Resistencia a los agentes químicos.
- Ser de superficie liza para que facilite la limpieza o descarga del filtro.

- Debe estar en condiciones de soportar temperaturas ya que para mejorar la circulación del aceite es necesario precalentarlo.

5.4.3.3 Separación Centrifuga.

Se considera la norma ASTM D4007 (método centrífugo) para la evaluación de Sedimentos y Agua en el crudo. En este procedimiento se considera la velocidad centrifuga para la separación de elementos sólido y partículas de agua, ya que aprovecha la fuerza rotacional. La velocidad a desarrollarse es de 10.000 rpm durante 10 minutos es necesario realizar un precalentamiento de 30°C para mejorar las condiciones de viscosidad.

En el procedimiento de centrifugación es de carácter importante la temperatura ya que ayuda a la filtración en vista que la temperatura disminuye la viscosidad y el proceso de centrifugado es más efectivo para la precipitación de sólidos lo cual es un ahorro energético.

5.4.3.4 Destilación del aceite lubricante usado automotriz

Para el aprovechamiento energético de los aceites de acuerdo a la norma ASTM D 2892 que establece la destilación para hidrocarburos, procedimiento en el cual se basa la destilación de aceites usados para aprovechar el potencial energético como combustible de menor categoría pero de características aceptable cuyo procedimiento este enmarcado en una producción limpia siendo esta la utilidad del Diesel #2.

El procedimientos que se propone es la destilación del aceite residual aprovechando la desintegración molecular de las sustancias que lo componen esto se logra mediante un craqueo térmico para la aprovechar las propiedades físico-químicos que pueden ser usadas en aplicaciones de bajo potencial térmico como es el caso del uso de calefactores, calderas, motores de combustión, uso industrial;

etc. Este tipo de tratamiento es sometido a una temperatura en el cual a altas temperaturas se procede a la separación molecular de elementos volátiles y de metales pesados, así como agua y sólidos, llamando a este procedimiento de destilación también se obtiene esta separación con la adición de sustancias floculantes.

El aceite residual por ser un derivado carburífico posee energía remanente con potencial energético de poder utilizado, el potencial puede ser empleado como combustible por el elevado poder calorífico como se demostró en el capítulo anterior. Lograr la transformación del aceite residual a que obtenga las condiciones energéticas requiere la aplicación de un tratamiento tendiente a adecuar las condiciones del aceite a las características propias del proceso de combustión, consistente básicamente en la aplicación de dos etapas: adecuación del aceite usado mediante procesos de filtración para retirar partículas gruesas y remoción de partículas finas, mediante procesos de sedimentación y centrifugación. Estas etapas involucran la adición de desemulsificantes, para el rompimiento de las emulsiones formadas con el agua.

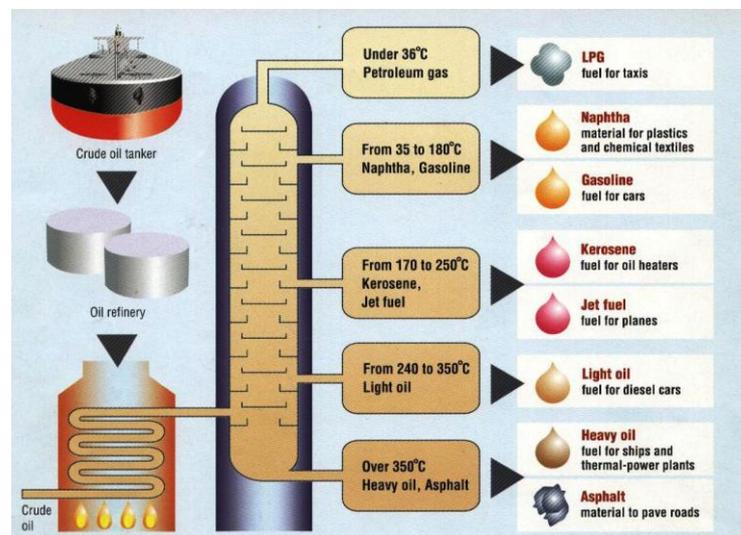
Los aceites usados contienen concentraciones de metales pesados, sulfuros, fósforo y total de halógenos un poco más altas que las de los petróleos crudos, por la baja calidad como combustible de los aceites usados estos se mezclan con otros combustibles antes de su uso, con esto los niveles específicos de contaminantes se disminuyen a los límites aceptados. Desde el punto de vista global las emisiones netas por unidad de combustible quemado son las mismas sin importar el grado de dilución.

Como propuesta en la adecuación de una pequeña planta de destilamiento es necesario incorporar un reactor caldero que eleve la temperatura hasta la separación molecular de los hidrocarburos que necesita una temperatura de 300 a 340°C para la ebullición del aceite.

5.4.3.5 Sistema técnico de destilación para craqueo térmico

El aprovechamiento energético es elevado de acuerdo al procedimiento de destilación fraccionada especialmente ya que ayuda a separar las partículas que no son parte del combustible que se convierten en vapor por partículas más livianas, por lo tanto la destilación fraccionada es la mejor opción para realizar la propuesta de destilación, es necesario conocer la temperatura de ebullición para la separación de moléculas es por ello que se debe mantener en una temperatura de 340°C de acuerdo a la norma ASTM D 4739. Derivados del petróleo esto debe ser controlada con una temperatura superior a los 300°C, con estos valores se obtiene la mejor eficiencia con respecto al tiempo de destilación para la extracción de combustible siendo esta en un aproximado del 80%, especialmente las mezclas hidrocarbúricas poseen el punto de ebullición a los 335 °C para el diésel #2, en la figura 5.4 muestra la instalación del sistema con la torre de destilación fraccionada para obtener sustancia más pura.

FIGURA 5.4. DESTILACION FRACCIONADA



La realización de este proceso se obtiene un combustible de características Diesel#2, con particularidades aceptables dentro de los límites que establece la norma para combustibles INEN 1489: 2012 como se observó en la tabla 4.5. A

pesar de poseer partículas de base de naftas, puede ser usado en aplicaciones de bajo nivel calorífico. De acuerdo a la cantidad de aceite quemado se obtiene una cantidad de combustible destilado aproximadamente del 80% de la cantidad de aceite quemado, el resto del 20% se quedan dentro del balón de probeta en calidad de carbón, residuos pesados y otra cantidad se convierte en gas volátil.

a) Procedimiento de Refinación de combustible Diesel #2 Refinado

Una propuesta adicional es la mejora del procedimiento de refinación hasta adquirir un combustible más refinado, para aclarar su coloración y eliminación de soluciones de naftas se coloca una proporción de Hidroxido de sodio esto depende de la cantidad de la muestra. Una vez realizada la mezcla se la sustancia se procede a realizar un segundo destilado para eliminar cantidad de sustancia que no son parte de las características físicas, obteniendo un combustible mas puro conocido Diesel # 2 que cumple con las características para ser usado en el uso automotor.

En el proceso de destilación al momento de realizar el craqueo térmico desprende gases es por ello que en la destilación se obtiene un 80% de la muestra de Fuel Oil. Si se realiza una segunda destilación se obtiene un diésel de buena calidad con un porcentaje de comparación a la muestra inicial de aceite residual aproximado del 55% por experimentación, y sus características serán similares al Diesel #1.

En el caso que desee obtener un mejor combustible, se puede realizar una tercera destilación el producto obtenido de tal forma que la sustancia obtenida posee una mejora notable en el coeficiente energético, pero de la misma forma la sustancia re destilada llega a ser un 30 % de la muestra inicial de aceite usado.

Para implementar la industrialización del procedimiento debemos llevar a una escala dependiendo de la cantidad de aceite residual se desee destilar cabe

destacar que la eficiencia del destilado depende de mantener una temperatura aproximadamente de 330°C a 360°C.

El diseño a implementarse debe constar de partes específicas como es la parte del reactor de calor que inicia la ebullición del aceite hasta alcanzar las temperaturas deseadas con el uso de gas doméstico posee un nivel calorífico que se puede reemplazar por un sistema de ebullición de inducción abaratando costos de consumo energético y optimizando el craqueo térmico para realizar un sistema más eficiente.

El siguiente elemento importante es la parte de enfriamiento para que se condense el gas combustible, por lo que se instalará en una torre de enfriamiento con un sistema de transferencia de calor para enfriar y optimizar el recurso energético.

5.4.3.5 Propuesta para el manejo de desechos y condensados de la destilación

El proceso de destilación consiste en utilizar la condensación del vapor combustible estos deben evaporados totalmente quedando al final los residuos sólidos del aceite.

Estos residuos poseen gran cantidad de carbón, plomo, hierro, cobre partículas de silicio y cromo. Estos elementos dañan el medio ambiente por su concentración, es por ello que se propone que los sólidos que se generan sean almacenados en recipientes cerrados para buscar un procedimiento para su degradación. En vista de la concentración de sólidos también pueden ser usados como abrillantadores de calzado (betún) mediante un procedimiento químico.

5.4.3.6 Análisis económico propuesto para la implementación de clasificación en los talleres automotrices.

El estudio económico contempla la gestión financiera necesaria para determinar el valor de la inversión del proyecto, estima los medios posibles de financiamiento y flujo de fondos previstos permitiendo una planificación para gestionar la clasificación del almacenamiento del aceite.

a) Costos por la implementación de instalaciones, contenedores y señalización.

La instalación de recipientes que permitan la clasificación de los aceites de acuerdo a su procedencia y la señalización.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNITARIO	C. TOTAL
1	Tanques de almacenamiento de almacenamiento de aceite	3	30	90 \$
2	Señalización	5	15	75 \$
3	Tinas de traslado de aceite	4	6	24 \$
Total de la Inversión de Clasificación				189 \$
Total de la Inversión a 15 talleres				2.835 \$

b) Capacitación del personal para el manejo y clasificación del aceite residual.

La capacitación para la protección y conservación del medio ambiente es por parte del Ministerio de Medio Ambiente quienes promueven políticas de por ende no tiene costo.

No existe recuperación de la inversión en vista que es una solución a un problema social que se enmarca en el plan nacional.

c) Evaluación financiera del proyecto

A través de la evaluación financiera se procede a conocer y aplicar los diferentes métodos e indicadores para evaluar el proyecto Entendiendo que un proyecto es la planificación metodológica y sistemática de futuras acciones encaminadas a la creación de bienes y servicios con la utilización de recursos para la satisfacción de necesidades sociales y privadas.

La implementación para la clasificación de residuos de aceite automotriz esta clasificado como **social o desarrollo local**, que tiene iniciativa gubernamental y la inversión inicial puede ser gubernamental, privado o propio de cada taller se orientan al desarrollo o satisfacción de necesidades sociales

b) Evaluación social

Mide el porcentaje de beneficio social que el proyecto esta sometido que puede se en la generación de empleo y la comunidad general, como beneficiario del proyecto se toma a la población de Latacunga como cantón de referencian aunque el beneficiario es a nivel nacional.

A continuación se analiza el coeficiente de impacto distributivo

$$CID = (BBI/BT)*BTA+(Mpm-Mpe)/BTA+(Mpm-Mpe) \quad \text{Ec. 5.1}$$

Donde:

CID =Coeficiente de impacto distributivo

BBI =Beneficiarios del proyecto (POBLACION LATACUNGA) 170.489 habitantes (INEC 2010)

BT =Beneficiarios totales del proyecto (POBLACION LATACUNGA)

BTA=Beneficiarios totales actualizados generados por el proyecto (POBLACION LATACUNGA)

Mpm=Costo de la mano de obra no calificada (345,81 básico con inflación acumulada)

Mpe= Costo de la mano de obra no calificada a precios económicos (340
BASICO)

$$\mathbf{CID}=(170.489/170.489)*170.489+(345,81-340)/170.489+(345,821-440)$$

$$\mathbf{CID}=100\%$$

El proyecto es altamente recomendable ya que los beneficiarios totales del proyecto (BT) es el mismo a los beneficiarios del proyecto (BBI).

5.5 PRUEBA DE HIPÓTESIS

De acuerdo a la primera Hipótesis planteada dice: **“Si se implementa un procedimiento técnico para el aprovechamiento energético del aceite usado automotriz entonces se puede obtener un combustible alternativo”**.

- a) De acuerdo a la experimentación realizada se determina que el aceite residual de uso automotriz al ser un derivado de hidrocarburo y si es sometido a una temperatura superior a los 340°C las moléculas se separan y se evaporan, obteniendo un condensado combustible.
- b) Se obtiene una eficiencia de producción de combustible del 75,6% y un potencial energético 9800,17 (Kcal/ Kg) cuando el aceite residual es de auto liviano con una viscosidad de 90,73 cst y un punto de inflamación de 91.87 °C.
- c) En todos los ensayos para la obtención del combustible a partir del aceite residual se obtiene un combustible con un potencial energético que se asemeja al combustible diésel #2 la única diferencia es el tiempo de craqueo.

Por lo expuesto anteriormente se determina que si es factible obtener combustible alternativo en base al aceite residual de uso automotriz. El combustible obtenido se asemeja a las características del combustible Diésel #2, por lo tanto se aprueba la primera Hipótesis que si posible obtener combustible Diesel #2 a partir del aceite residual.

De acuerdo a la segunda Hipótesis planteada dice: **“Más del 60% de los informantes encuestados plantea que el aceite residual automotriz es fuente de contaminación”**.

- a) De acuerdo a la encuesta realizada el 73% de los encuestados dice tener conciencia de la contaminación de los ríos a causa del riego incontrolado de los aceites residuales de uso automotriz.
- b) El 83 % de los encuestados estiman que el río que recoge los residuos de aceite es contaminado y que más adelante sus aguas son usadas como regadío para las plantaciones de verduras, hortalizas, etc.
- c) El 73% de los encuestados no conoce de una entidad que maneje los residuos de aceite de forma controlada.
- d) El 100% de las personas involucradas estiman que apoyarían a ser parte de un control y manejo de desechos del aceite residual, una vez que se los capacite y concientice.

Por lo expuesto y de acuerdo a la opinión de los encuestados se establece que más del 60% de la población concuerda que existe un problema de contaminación hacia las aguas del río cercano a causa de una manipulación incontrolada de los aceites residuales y de existir una política que ayude a controlar la contaminación se comprometen a ser parte de la misma. Por lo expuesto se aprueba la hipótesis 2.

CONCLUSIONES

- La metodología utilizada en la investigación permitió determinar la problemática de la realidad sobre el manejo del aceite automotriz usado, planteando un procedimiento técnico para la obtención de combustible alternativo.
- De acuerdo a los análisis realizados a las diferentes muestras se determina que viscosidad no muestra una variación considerable en el poder calorífico del combustible obtenido, por lo que se determina que los aceites bajo características similares y trabajos similares poseen composiciones químicas similares.
- La viscosidad de la sustancia influye en el tiempo de destilación y en la eficiencia del combustible obtenido ya que el tiempo hasta llegar a la ruptura de moléculas de hidrocarburo es a partir de los 300°C.
- Se realizó el análisis para determinar un procedimiento que permitió aprovechar un potencial energético de 9980.1 Kcal/ Kg del aceite residual.
- Luego de los ensayos realizados se logra obtener la eficiencia del 73% de combustible destilado con respecto a las muestras obtenidas del producto de la mezcla de varios aceites usados.
- La cantidad de combustible que se logra al extraer de la muestra producto de la mezcla de varios aceites usados, depende principalmente del tiempo en el cual la temperatura llega al punto de ebullición que es de 40 minutos y a 180 °C inicia la condensación de combustible.

- De acuerdo a la encuesta realizada se determina que más del 60% de los involucrados esta consiente que el aceite residual produce contaminación a los río y apoyaría al control y manejo de los desechos.

RECOMENDACIONES

- Es necesario analizar la composición química del residuo de la destilación del aceite en vista que el mismo posee materiales como plomo, cobre, silicio, etc.; esto con la idea de implementar un plan de almacenamiento de residuos.
- Es necesario analizar la composición química del gas que no se ha destilado y sale al ambiente analizando si puede ser utilizado o a su vez ser neutralizado para que no sea desprendido libremente al ambiente.
- Al ser una energía de tipo hidocarbúrfica (GLP) que es utilizada como fuente de calor, es necesario buscar una alternativa para calentar el aceite y llegar al punto de ebullición de manera eficiente.
- De acuerdo a las características puras del combustible que deseamos obtener es necesario aplicar dos o tres destilaciones a las cuales es necesario realizar pruebas necearías para determinar la eficiencia obtenida y el poder calorífico.
- Realizar una prueba de humedad relativa existente en las muestras e identificar si existe una variación en el tiempo o en la eficiencia de la destilación de aceite así como el coeficiente térmico.
- Implementar un plan para la clasificación de residuos del aceite en depósitos independientes para poder controlar el contenido y las propiedades en la mezcla utilizada para obtener el combustible.

Bibliografía

- GUTIERREZ Alexande, R. G. Química General I. Colombia: Universidad Tecnológica del Chocó "Diego Luis Cordoba" (1994)..
- ANALÍ, M.. Propiedades que influyen en la combustión entre el fly ash, carton y diferentes derivados del petróleo. Revista Tecnocientífica URU, 64-66 (Enero - Junio 2012).
- BETANCUR, S.. Operacion de Variables. 3. Colombia: Universidad de Caldas, (2003).
- BRINKMAN, D.. Technologies for re-refining use lubricating oil. Lubrication Eng 43:324-328 (1987).
- Direccion-Metropolitana, A. . Norma técnica para el uso de combustible automotriz. Distrito Metropolitano de Quito, Quito(2010).
- EPA. (s.f.). Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Obtenido de Programa para el manejo de aceite usado: www.epa.gov/español/ (20/Abril/2012).
- FIGEMPA, Manejo del Aceite Residual, Universidad Central del Ecuador (2008).
- HEINO Vest DrIng.. Reuso y refinación del aceite de motor. Infogate. Artículo informativo revisado (2000).
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION.. INEN 1491. Productos de Petróleo determinación del residuo de Carbono. First Edition (1987 rev. 2012).
- IROLA, I, Estudio teórico experimental para la recuperación del lubricante básico por extracción con disolventes en condiciones supercríticas a partir del aceite lubricante usado, Tesis de Maestría ESIQIE (Mexico 1992)
- INEC, Resultados del Censo 2010 de población y vivienda, fascículo Provincial de Cotopaxi, pag.8 (2010).
- JUAN, J. P.. Diseño de un sistema de reciclaje de aceite lubricante usado. Chile, Valdivia: Universidad Austral de Chile, Tesis de Ingeniería, (2007).

- NORMALIZACIO, I. E.. NTE INEN 1489 Productos derivados del petroleo. Diesel. Requisitos. Primera Edicion, (2012).
- NTP-379.. Ministerio de Trabajo y Asusntos sociales de España. Productos Inflamables variacion de los parametros de peligrosidad (1984-Rev. 2012).
- OSINERGMIN. Libro de Quimica General. Libro de Quimica General, pag16(2008).
- PEREZ, D.. lubricantes, Su seleccion y empleo. Barcelona, España: CEAC, (1982).
- SHIH, H.. Partitioning of organic and inorganic components from motor oil into water. Chemosper 28, (1994).
- SIGAUS. (s.f.). Empresa recicladora Española. Obtenido de www.sigaus.es
- UNITED-NATIONS.. Articles 28. Kioto: Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate, (1997).
- UPEME. Transformacion de los aceites usados para su utilizacion como energéticos en procesos de combustion. Colombia : Ministerio de Energías y Minas Colombia (2001).
- WASTES.. Resource Conservation. Recuperado el 5 de Diciembre de 2013, de www.esidb.com(4 de Enero de 1992)
- PAZ Andrés, Estudio experimental para la generación de aceites automotrices usados mediante extracción supercrítica, Instituto Politécnico Nacional, Tesis de Maestría, México 2004.

ANEXOS

ANEXO A: ENSAYOS DE LAS MUESTRA DE TALLERES AUTOMOTRICES.

ANEXO B: NORMAS INEN 1489: 2012

ANEXO C: ENCUESTA REALIZADA AL PERSONAL QUE LABORA EL LAS LUBRICADORAS

ANEXO D: NORMA ASTM D 86 METODOS DE DESTILACION PARA PRODUCTOS DE PETROLEO A PRESION ATMOSFÉRICA.

ANEXO E: NORMA ASTM D 2892 METODOS DE DESTILACION PARA PRODUCTOS DE PETROLEO POR COLUMNA.