



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA
TESIS DE GRADO.

TEMA:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN REACTOR DE DESTILACIÓN
COMO PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE DIÉSEL # 2 EN
BASE AL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ, EN EL SECTOR DE SAN
FELIPE PARA LAS LUBRICADORAS DE LA AVENIDA
IBEROAMERICANA PERIODO 2014”.**

Tesis presentada previa a la obtención del título de Ingeniero/a en Electromecánico.

Autores:

Rojas Dávila María José

Toapanta Pila Álvaro Rodrigo

Director:

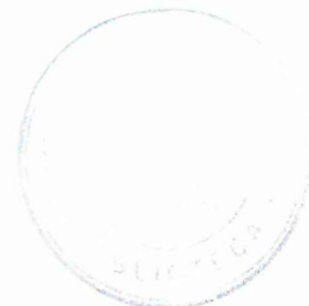
Ing. Mg.C. Álvaro Santiago Mullo Quevedo

Asesor:

Lcda. Mg.C. Susana Pallasco.

Latacunga-Ecuador

ENERO - 2015





FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, l@s postulantes:

- Rojas Dávila María José
- Toapanta Pila Álvaro Rodrigo

Con la tesis, cuyo título es:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN REACTOR DE DESTILACIÓN COMO PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE DIÉSEL # 2 EN BASE AL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ, EN EL SECTOR DE SAN FELIPE PARA LAS LUBRICADORAS DE LA AVENIDA IBEROAMERICANA PERÍODO 2014”.

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

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

Latacunga, 20 enero del 2015

Para constancia firman:

Ing. Mg.C. Edwin Moreano

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Cristian Gallardo

OPOSITOR DEL TRIBUNAL

Dr. Galo Terán

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Y APLICADAS.

AUTORÍA

El desarrollo y los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN REACTOR DE DESTILACIÓN COMO PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE DIÉSEL # 2 EN BASE AL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ, EN EL SECTOR DE SAN FELIPE PARA LAS LUBRICADORAS DE LA AVENIDA IBEROAMERICANA PERIÓDO 2014”**; como también las ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Rojas Dávila María José

C.I. 050311244-3

Toapanta Pila Álvaro Rodrigo

C.I. 050267333-8



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Y APLICADAS.

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, (Art. 9 literal f), me permito informar que los postulantes ROJAS DÁVILA MARÍA JOSÉ Y TOAPANTA PILA ÁLVARO RODRIGO han desarrollado su Tesis de Grado de acuerdo al planteamiento formulado en el Anteproyecto de Tesis con el tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN REACTOR DE DESTILACIÓN COMO PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE DIÉSEL # 2 EN BASE AL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ, EN EL SECTOR DE SAN FELIPE PARA LAS LUBRICADORAS DE LA AVENIDA IBEROAMERICANA PERIÓDO 2014”**, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente Tesis de Grado se encuentra habilitada para presentarse al acto de defensa.

Latacunga, 20 de enero de 2015

Ing. Mg.C. Álvaro Santiago Mullo

C.I 050276854-2

DIRECTOR DE TESIS



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Y APLICADAS.

AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO

HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE COTOPAXI.

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Capítulo V, (Art. 9 literal f), me permito informar que los postulantes ROJAS DÁVILA MARÍA JOSÉ Y TOAPANTA PILA ÁLVARO RODRIGO han desarrollado su Tesis de Grado de acuerdo al planteamiento formulado en el Anteproyecto de Tesis con el tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN REACTOR DE DESTILACIÓN COMO PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE DIÉSEL # 2 EN BASE AL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ, EN EL SECTOR DE SAN FELIPE PARA LAS LUBRICADORAS DE LA AVENIDA IBEROAMERICANA PERIÓDO 2014”**, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que la presente Tesis de Grado se encuentra habilitada para presentarse al acto de defensa.

Latacunga, 20 de enero de 2015

Ing. Mg.C. Susana Pallasco

C.I. 0501862874

ASESOR METODOLÓGICO



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Y APLICADAS.

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Latacunga, 20 de enero de 2015

Señor.

Msc. Hugo Armas

DIRECTOR DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

Presente:

De mi consideración:

Yo, **Álvaro Santiago Mullo Quevedo**, con cedula de identidad N. 050276854-2- en calidad Director de Tesis le hago llegar a usted y a todos quienes conforman la institución un afectuoso y cordial saludo a su vez desearle éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente tiene la finalidad de **CERTIFICAR** que el trabajo de graduación o titulación de los señores, **ROJAS DÁVILA MARÍA JOSÉ Y TOAPANTA PILA ÁLVARO RODRIGO**, bajo el tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN REACTOR DE DESTILACIÓN COMO PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE DIÉSEL # 2 EN BASE AL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ, EN EL SECTOR DE SAN FELIPE PARA LAS LUBRICADORAS DE LA AVENIDA IBEROAMERICANA PERÍODO 2014”**, el mismo que queda para las lubricadoras Avenida Iberoamericana del sector de San Felipe .

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad. Por la atención a la presente agradezco y suscribo.

Atentamente,


Ing. Mg.C. Álvaro Santiago Mullo

C.I 050276854-2

DIRECTOR DE TESIS



AGRADECIMIENTO

A Dios ser maravilloso que me dio fuerza y fe para creer lo que me parecía imposible termine.

Mi gran familia por ayudarme con mi princesa mientras yo realizaba mis estudios y por estar a mi lado en cada momento de mi vida apoyando económicamente y físicamente.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a mis Docentes quienes me ayudaron a formar como persona y profesional.

Ing. Mg.C. Álvaro Mullo por el apoyo brindado durante el desarrollo de la tesis.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en todos los momentos de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otros en mis recuerdos, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí.

María José

AGRADECIMIENTO

A mi Madre quien con su esfuerzo cariño y apoyo, viene entregando día a día todo lo mejor de su vida para darme la oportunidad de ser un profesional a mi Padre por su apoyo para realizar mi tesis

De la misma manera a mis Hermanos Diana, Alba y Alex. Por ser los mejores y lo más importante en mi vida por llenarme la vida de alegría con sus sonrisas y ocurrencias.

Ing. Mg.C. Álvaro Mullo por su amistad y apoyo brindado durante el desarrollo de la tesis.

Álvaro.

DEDICATORIA

A Dios, verdadera fuente de amor y sabiduría y ti mi bello ángel guardián.

Mi Padre Guido porque gracias a él sé que la responsabilidad se la debe vivir como un compromiso de dedicación y esfuerzo, a mi Madre Odila, cuyo vivir me ha mostrado que en el camino hacia la meta se necesita de la dulce fortaleza para aceptar las derrotas y del sutil coraje para derribar miedos.

De igual manera a mis hermanos Edwin, Marco, Natalia y Martha por estar siempre pendiente de mí y apoyándome siempre en todo el trajinar de mi carrera y a mis pequeños sobrinos Moisés, Nicolás, Aarón, Cyntia, Duilio, Valentina, Marcos y Benjamín.

Especialmente a mis dos razones de vivir a mi princesa María José Albarracín Rojas y a mi amado esposo Mauro Albarracín que son mi inspiración diaria de superación.

María José

DEDICATORIA

A lo largo de mi vida he llegado a tener muchos nuevos amigos y hay algunos que he llegado a apreciar tanto como si fueran mis hermanos.

Nunca podré olvidar a una persona tan maravillosa, todos los que llegamos a conocerte debemos sentirnos muy dichosos por todos los buenos momentos que pudimos compartir contigo. Siempre te recordare porque luchaste por tus sueños, fuiste un verdadero compañero de clases, y me enseñaste a ser perseverante sin importar las circunstancias. Es por esta razón que este trabajo de tesis está dedicado a tu memoria amigo.

“Diego Quinteros” que eres y serás mi amigo durante toda una vida.

Álvaro.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pag
PORTADA.....	i
FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
AUTORÍA.....	iii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS	iv
AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO	v
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
DEDICATORIA	x
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xix
ANEXOS.	xx
RESUMEN.....	xxi
SUMMARY	xxii
INTRODUCCIÓN	xxiv

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos.....	1
FUNDAMENTACION TEÓRICA.....	2
1.2 Diseño industrial	2
1.3 Reactor	3
1.3.1. Elementos principales de un reactor	4
1.3.2 Tipo de reactor	4
1.3.2.1 Reactor intermitente (Batch).....	4
1.3.2.2 Reactor semicontinuo.....	5

1.3.2.3 Reactor trickle bed	5
1.4 Destilación.....	5
1.4.1. Tipos de destilación.....	5
1.4.1.1 Destilación fraccionada.....	5
1.4.1.2 Destilación atmosférica.....	6
1.4.1.3 Destilación al vacío	7
1.5 Aceite lubricante automotriz.....	8
1.5.1 Composición de los aceites lubricantes	9
1.6 Aceite usado automotriz.....	9
1.6.1 Destilación del aceite usado	11
1.6.2 Beneficio del potencial energético del aceite residual automotriz.....	11
1.6.3 Forma para reutilizar el aceite residual automotriz.....	12
1.6.3.1 Filtrar del aceite.....	12
1.6.3.2 Demostrar que no tiene agua.....	12
1.7 Craqueo térmico	12
1.8 Termodinámica	13
1.8.1 Estado termodinámico.....	13
1.8.2 Transferencia de calor	15
1.9 Diesel.....	16
1.9.1 Proceso de obtención del diesel	16
1.9.2 Diesel #2.....	17
1.9.2.1 Características técnicas para el diesel # 2	17
1.9.3 Curva de destilación.....	18
1.10 Elementos de la planta piloto	19
1.10.1 Cilindro	19
1.10.2 Serpentin de enfriamiento	21
1.10.3 Tipos de serpentines.....	21
1.10.4 Acero	23
1.10.5 Termocuplas.....	26
1.10.5.1 Las Termocuplas tipo J	26
1.10.5.2 La Termocupla K	26
1.11 Fundamentación Legal	27

1.12 Contextualización del sector de San Felipe	29
-------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO II

2.1 Análisis e interpretación de resultados.....	30
2.1.1 Ubicación geográfica	31
2.2 Diseño metodológico	34
2.2.1 Métodos de investigación.....	34
2.2.1.1 Método analítico.....	34
2.2.1.2 Método deductivo.....	34
2.2.2 Tipos de investigación	34
2.2.2.1 Investigación aplicada.....	34
2.2.2.2 Investigación documental.....	34
2.2.2.3 Investigación de campo.....	35
2.2.3 Técnicas de investigación	35
2.2.3.1 La observación	35
2.2.3.2 La encuesta.....	35
2.2.4 Fuentes de información.....	35
2.2.4.1 Primarias:	35
2.2.4.2 Secundarias:	36
2.3 Unidad de análisis	36
2.3.1 Población.....	36
2.3.2 Análisis e interpretación de resultados.....	38
2.4 Verificación de hipótesis.....	43
2.4.1 Comprobación de la hipótesis.	44
2.4.2 Operacionalización Variables	44

CAPÍTULO III

3.1 Aplicación de la propuesta.....	48
3.1.1 Tema.....	48
3.1.2. Justificación de la propuesta	48
3.1.3 Objetivos de la propuesta.....	50
3.1.4.1 General	50
3.1.4.2 Específicos	50
3.1.4 Impacto.....	51
3.1.4.1 Impacto ambiental.....	51

3.2	Diseño e implementación del reactor	51
3.2.1	Cálculos del cilindro principal	51
3.2.2	Cálculos del cilindro principal con carga.....	54
3.2.3	Cálculo Cilindro Secundario o Almacenamiento.....	55
	Sistema de Enfriamiento.	57
3.2.4	Condensador de enfriamiento (serpentín)	57
	Sistema de Calentamiento	59
3.2.5	Quemador industrial.....	59
3.2.6	Cámara concentradora de calor	59
	Estructura de la Planta Piloto	60
3.2.6	Soporte estructural	60
3.3	Ensamblaje de la planta piloto	63
3.3.1	Parte mecánica del cilindro principal.....	63
3.3.1.1	Proceso para la colocación del cilindro principal.	65
3.3.2.1	Proceso para la colocación del cilindro de almacenamiento.....	67
3.3.3	Parte Mecánica del Condensador de Enfriamiento	67
3.3.3.1	Proceso para la colocación del serpentín dentro del condensador.	69
3.3.4	Parte mecánica del quemador.....	70
3.3.4.1	Proceso para la colocación de la parte mecánica del quemador.	71
3.3.5	Parte mecánica de la cámara de concentración de calor	71
3.3.5.1	Proceso para la colocación de la parte mecánica de la cámara de concentración de calor.....	72
3.3.6	Parte mecánica del soporte estructural	73
3.3.7	Parte eléctrica del tablero de control de temperatura	74
3.3.7.1	Proceso para la colocación de tablero de control de temperatura	75
3.3.8	Accesorios de la Planta Piloto.....	75
3.3.8.1	Controladores de presión.....	75
3.3.8.2	Conductores de caudal	76
3.3.9	Características generales de la planta piloto	76
3.4	Factibilidad.....	78
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	85
	GLOSARIO DE SIGLAS.	88
	BIBLIOGRAFÍA	89

BIBLIOGRAFÍAS CITADAS	89
BIBLIOGRAFÍAS CONSULTADAS	91
BIBLIOGRAFÍAS ELECTRÓNICAS	92

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. 1 CARACTERIZACIÓN DE ACEITE USADO	10
TABLA 1. 2 SUSTANCIAS CONTAMINANTES PRESENTES EN ACEITE. 10	
TABLA 1. 3 NORMA NTE INEN 1489-2012.....	17
TABLA 1. 4 PRECIOS DE VENTA DE LOS DERIVADOS DE PETRÓLEO 28	
TABLA 1. 5 PRECIO MÁXIMO DE VENTA AL PÚBLICO.....	29
TABLA 2. 1 ESTABLECIMIENTOS GENERADORES DE ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA AVENIDA IBEROAMERICANA	30
TABLA 2. 2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	32
TABLA 2. 3 DETALLE DE LA POBLACIÓN.....	37
TABLA 2. 4 EL ACEITE USADO AUTOMOTRIZ ES UN CONTAMINANTE PELIGROSO.....	38
TABLA 2. 5 ES NECESARIO EL RECICLAJE DE ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ	39
TABLA 2. 6 EL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ ES CONSIDERADO COMO MATERIA PRIMA DE SEGUNDA GENERACIÓN.	40
TABLA 2. 7 MEDIANTE PROCESOS FÍSICOS Y QUÍMICOS SE PUEDE OBTENER DIESEL #2 POR MEDIO DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ.	41
TABLA 2. 8 ES NECESARIO REALIZAR UN DISEÑO DE UN REACTOR DE DESTILACIÓN COMO PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE DIESEL #2.....	42
TABLA 2. 9 TABLA GENERAL DE LA ENCUESTA.....	43
TABLA 2. 10 ENCUESTA OBSERVADA.....	44
TABLA 2. 11 FRECUENCIA ESPERADA.....	45
TABLA 2. 12 CÁLCULO DEL CHI - CUADRADO.....	45
TABLA 2. 14 PROYECCIÓN ECONÓMICA DEL PROCESO	81
TABLA 3. 1 CARACTERÍSTICAS DEL REACTOR	64
TABLA 3. 2 CARACTERÍSTICAS CILINDRO DE ALMACENAMIENTO ...	66
TABLA 3. 3 CARACTERÍSTICAS DEL CONDENSADOR DE ENFRIAMIENTO.....	68

TABLA 3. 4 CARACTERÍSTICAS DEL CONDENSADOR DE ENFRIAMIENTO (Serpentín).....	69
TABLA 3. 5 CARACTERÍSTICAS DE LA PARTE MECÁNICA DEL QUEMADOR.....	70
TABLA 3. 6 CARACTERÍSTICAS CÁMARA DE CONCENTRACIÓN DE CALOR	71
TABLA 3. 7 CARACTERÍSTICAS DE LA PARTE MECÁNICA DEL SOPORTE ESTRUCTURAL	73
TABLA 3. 8 CARACTERÍSTICAS DEL TABLERO DE CONTROL DE TEMPERATURA.....	74
TABLA 3. 9 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA PILOTO	76
TABLA 3. 10 ACCESORIOS DE LA PLANTA PILOTO.....	77
TABLA 3. 11 TABLA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANATA PILOTO	79
TABLA 3. 12 PROCESO OBTENIDO	80
TABLA 3. 13 RELACION DE TEMPERATURAS	82
TABLA 3. 14 CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS	82

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA1. 1 REACTOR	3
FIGURA1. 2 ESQUEMA DE DESTILACIÓN FRACCIONADA DEL PETRÓLEO	6
FIGURA1. 3 UNIDAD DE DESTILACIÓN ATMOSFÉRICA	7
FIGURA1. 4 UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO	8
FIGURA1. 5 VARIABLES TERMODINÁMICAS.....	13
FIGURA1. 6 TRANSFERENCIA DE CALOR	15
FIGURA1. 7 CURVA DE DESTILACIÓN DEL DIESEL	18
FIGURA1. 8 ELECTRODO	25
FIGURA1. 9 TERMOCUPLA TIPO J	26
FIGURA1. 10 TERMOCUPLA TIPO K.....	27
FIGURA 3. 1 ANÁLISIS DE FUERZAS	60
FIGURA 3. 2 ANÁLISIS DE PRESIÓN DE CONTACTO	61
FIGURA 3. 3 ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO	61
FIGURA 3. 4 ANÁLISIS DE FACTOR DE SEGURIDAD	62
FIGURA 3. 5 REACTOR (CILINDRO PRINCIPAL).....	65
FIGURA 3. 6 CILINDRO DE ALMACENAMIENTO	67
FIGURA 3. 7 CARACTERÍSTICAS DEL CONDENSADOR DE ENFRIAMIENTO.....	68
FIGURA 3. 8 CARACTERÍSTICAS DEL CONDENSADOR DE ENFRIAMIENTO (Serpentín).....	69
FIGURA 3. 9 PARTE MECÁNICA DEL QUEMADOR.....	70
FIGURA 3. 10 PARTE MECÁNICA DE DE LA CÁMARA DE CONCENTRACIÓN DE CALOR.....	72
FIGURA 3. 11 PARTE MECÁNICA DEL SOPORTE ESTRUCTURAL.....	73
FIGURA 3. 12 TABLERO DE CONTROL DE TEMPERATURA	75
FIGURA 3. 13 ENSAMBLAJE DE LA PLANTA PILOTO	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. 1 CILINDRO	19
GRÁFICO 2. 1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS LUBRICADORAS DE LA AVENIDA IBEROAMERICANA.....	33
GRÁFICO 2. 2 EL ACEITE USADO AUTOMOTRIZ ES UN CONTAMINANTE PELIGROSO.....	38
GRÁFICO 2. 3 ES NECESARIO EL RECICLAJE DE ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ	39
GRÁFICO 2. 4 EL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ ES CONSIDERADO COMO MATERIA PRIMA DE SEGUNDA GENERACIÓN.	40
GRÁFICO 2. 5 CONOCIMIENTO DE OBTENCIÓN DE DIÉSEL #2 POR PROCESOS FÍSICOS Y QUÍMICOS POR MEDIO DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ.	41
GRÁFICO 2. 6 ES NECESARIO REALIZAR UN DISEÑO DE UN REACTOR DE DESTILACIÓN COMO PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE DIESEL #2.....	42

ANEXOS.

- ANEXO A ENCUESTA A LOS EMPLEADOS
- ANEXO B TABLA DEL ELECTRODO PARA ACERO INOXIDABLE 310
- ANEXO C TABLA DEL ELECTRODO 6011
- ANEXO D TABLA DE CARACTERÍSTICAS DEL ACERO GALVANIZADO
- ANEXO E TABLA DE CARACTERÍSTICAS DEL ACERO INOXIDABLE
- ANEXO F CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA ESTRUCTURAL
- ANEXO G TABLA DE CARACTERÍSTICAS DE LAS TERMOCUPLAS
- ANEXO H TABLA DESCRIPCIÓN DE LAS LUBRICADORAS
- ANEXO I GRADOS DE LIBERTAD
- ANEXO J MANUAL DE USUARIO
- ANEXO K PLANOS DE IMPLEMENTACIÓN
- ANEXO L PLANO ELÉCTRICO



“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Y APLICADAS.

TEMA: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN REACTOR DE DESTILACIÓN COMO PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE DIÉSEL # 2 EN BASE AL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ, EN EL SECTOR DE SAN FELIPE PARA LAS LUBRICADORAS DE LA AVENIDA IBEROAMERICANA PERÍODO 2014”

Autores: María José Rojas Dávila

Álvaro Rodrigo Toapanta Pila

Director: Ing. Mg.C. Álvaro Santiago Mullo

RESUMEN

La presente investigación, tiene como finalidad implementar un reactor como planta piloto para las lubricadoras de la avenida Iberoamericana que permita adquirir un nuevo producto utilizando el aceite residual automotriz, considerado como materia prima renovable del cual se aprovechara su potencial energético, mediante un sistema de craqueo térmico y destilación, de esta manera se busca promover la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias así como de energías renovables, de bajo impacto. Esta investigación enfoca el problema existente en las lubricadoras al no tener un adecuado manejo de este producto reciclado, debido falta de conocimientos técnicos e investigativos, por el cual se debe considerar para llevar a cabo este proceso el aceite debe estar en condiciones de temperatura apropiada dentro del reactor, para un proceso de destilado adecuado. La experimentación es importante dentro del proyecto para posteriormente analizar bajo que parámetros se obtuvo los resultados esperados. El diseño del reactor fue llevado a cabo en base a una investigación, considerando elementos como: el cilindro principal con una cámara de concentración de calor, cilindro de almacenamiento, condensador de enfriamiento (Serpentín), sistema de calentamiento y la estructura de soporte. La implementación contiene información acertada que fue de gran utilidad para la selección de materiales y dispositivos como: medidor de presión, medidor de temperatura, medidor de nivel, válvula de alivio y llaves de paso, etc. Para buscar un mejoramiento continuo en el proceso.

Descriptores:

Reactor (planta Piloto) – Craqueo térmico – Destilación – Aceite residual automotriz.



“TECHINICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI”

**UNIT ACADEMIC OF ENGINEERING SCIENCES AND
APPLIED**

THEME: “DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A REACTOR OF DISTILLATION AS PILOT PLANT FOR THE PRODUCTION OF DIESEL # 2 RESIDUAL OIL BASED ON AUTOMOTIVE IN THE FIELD OF SAN FELIPE LUBRICADORAS FOR THE AVENUE IBEROAMERICANA PERIOD 2014”

Authors: María José Rojas Dávila

Álvaro Rodrigo Toapanta Pila

Director: Ing. Mg.C. Álvaro Santiago Mullo

SUMMARY

This research aims to implement a base reactor for lubricator’s Iberoamericana avenue that allows purchasing a new product using waste motor oil, considered as a renewable raw material from its potential energy. By a thermal cracker system plant distillation and thus to promote energy efficiency, development and using of environmentally clean technologies and practices as well as renewable energy, low-impact. This research focuses on the lubricator’s problem without a adequate management of this recycled product, because lack of technical knowledge. By the way it should be consider to carry out this process, the oil needs appropriate temperature conditions within reactor for a suitable distillate process. Experimentation is important in order to analyze parameters project, expect results that will be obtained. The design of the reactor was carried out based on an investigation, considering elements such as the master cylinder with a concentration chamber heat storage cylinder, cooling condenser (coil), heating system and the support structure. The implementation contains accurate information that was very useful for the selection of materials and devices such as pressure gauge, temperature gauge, level gauge, relief valve and valves, etc. To search for a continuous improvement in the process.

Descriptors:

Reactor (Pilot Plant) - Thermal cracking - Distillation - waste motor oil.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias Ingeniería y Aplicadas: ROJAS DAVILA MARÍA JOSÉ Y TOAPANTA PILA ÁLVARO RODRIGO, , cuyo título versa: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN REACTOR DE DESTILACIÓN COMO PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE DIÉSEL # 2 EN BASE AL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ, EN EL SECTOR DE SAN FELIPE PARA LAS LUBRICADORAS DE LA AVENIDA IBEROAMERICANA PERIÓDO 2014”** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 20 de enero de 2015

Atentamente,


Lic. Edison Marcelo Pacheco Pruna

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS
C.C. 0502617350

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los reactores buscan obtener nuevos productos en las industrias y laboratorios. En este caso en las lubricadoras de la avenida Iberoamericana no realiza un proceso adecuado de reciclaje de los aceites residuales automotriz, conocidos como materia prima de segunda regeneración, por el cual se ha visto la necesidad de crear una nueva alternativa para que estos desperdicios sean reutilizados. El objetivo es lograr que mediante un proceso de craqueo térmico y destilación se obtenga un combustible denominado Diesel #2. El proyecto se desarrolla con procedimientos realizados dentro y fuera de la Universidad, con investigación aplicada, documental y de campo, así como la utilización de técnicas como encuestas realizadas a empleados de las lubricadoras que están ubicadas en la avenida Iberoamericana sector San Felipe que son útiles para el conocimiento de la situación actual con el tratamiento del aceite usado.

El tema de estudio realizado está dividido en tres capítulos:

CAPÍTULO I.- Contiene la parte teórica y aspectos fundamentales que brindan el conocimiento de las características principales de un reactor de destilación y el proceso de obtención de diesel número 2 como: reactor de destilación, craqueo térmico, diesel, lubricantes, aceite usado.

EL CAPÍTULO II.- Constituye el desarrollo del diagnóstico situacional para realizar los análisis, e interpretación de las encuestas realizadas a los empleados de las lubricadoras, los mismo que ayudarán a conocer de una mejor manera las necesidades y la reutilización que se le puede dar en la actualidad al aceite usado.

EL CAPÍTULO III.- Es el desarrollo del proyecto del diseño e implementación del reactor de destilación para la obtención de diesel número 2, el mismo que brindara soluciones al entorno actual y contiene aspectos como: diseño, implementación, ensamblaje de los elementos del reactor, manual de operación del reactor, planos.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

En el tema planteado para nuestra investigación, en la Universidad Técnica de Cotopaxi no existe estudios previos de un diseño e implementación de un reactor de destilación por craqueo térmico, pero si cuenta con información de un estudio para la obtención de diesel #2. Es por este motivo la investigación a realizarse es original y la primera para la institución antes mencionada.

Para el desarrollo de la investigación se procedió a buscar información en proyectos y tesis que tengan niveles de semejanza con el tema en diferentes Universidades del país, la información obtenida nos permitió tomarlas como guía de estudios previos para conocer ampliamente el tema las mismas que se describe a continuación:

En el año 2013 se ha desarrollado la tesis titulada “ 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.” Realizada por el Ing. Mg.C. ÁLVARO SANTIAGO MULLO QUEVEDO, esta investigación contiene, estudios técnicos sustentados, donde se indica que se puede aprovechar el potencial energético del aceite residual

automotriz y reutilizarlo para la obtención de un combustible alternativo diesel #2.

Nuestro tema se realizara enfocado previamente a la sustentación de estudios, análisis y resultados de esta investigación de maestría.

En el año 2011 se ha desarrollado la tesis titulada “ANÁLISIS DE LA DEGRADACION DE ACEITES LUBRICANTES Y PROPUESTA DE PLANES DE MEJORA PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO PESADO DEL ILUSTRE MUNICIPIO DEL CANTÓN ARCHIDONA” Realizada por LUIS GIOVANNI VITERI BONILLA – JUAN CARLOS JARAMILLO HIDALGO, la misma que contiene estudios relacionados con nuestra investigación en lo que se refiere: A los análisis, características y elementos que contiene el aceite residual automotriz y la viscosidades en cada una de las marcas de aceite vehicular.

De igual manera en el año 2009 el desarrollo de la tesis de grado titulada: “ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE OPERACIÓN DE UN REACTOR EXPERIMENTAL DE TRANSESTERIFICACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE BIODIESEL PROVENIENTE DE ACEITE VEGETAL” Realizada por CARLOS SAMUEL ROBALINO VITERI, la misma que contiene estudios relacionados con nuestra investigación en lo que se refiere: A un manual de operación y sus procedimientos, variables de control y el diseño de un reactor.

FUNDAMENTACION TEÓRICA

1.2 Diseño industrial

Según **CHARLES W. (1990)**, Manifiesta que: “Diseño Industrial es una disciplina que trata de la concepción formal de los productos manufacturados. En consecuencia, debe ocuparse del aspecto estético, de su eficiencia funcional, adecuación productiva y comercial”. (Pág. 13)

Concluimos que el diseño es el proceso de aplicar las diversas técnicas y parámetros con el objeto de definir un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización.

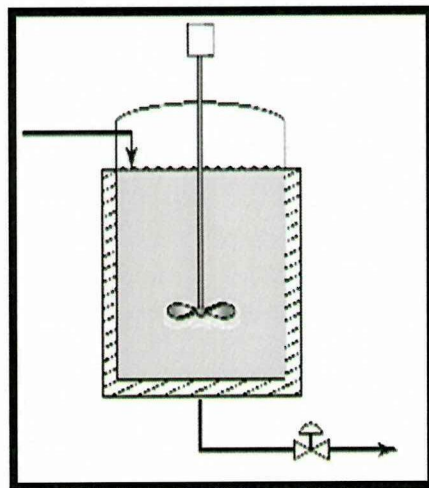
1.3 Reactor

Según **Fogler, Escott H. (2008)** manifiesta que: “Es aquel concentrador de calor donde se realiza la reacción, mediante condiciones de presión y temperatura requeridas dejando reaccionar por un tiempo preestablecido para obtener resultados.” (Pág. 9).

Según **Dr.Ing. I. López - Dr.Ing. L. Borzacconi** manifiesta que: Se considera a un reactor uno de los equipos en los que se efectúan reacciones homogéneas. Disponible en internet en: www.fing.edu.uy/iq/maestrias/DisenioReactor/material/

Se comprende que es un concentrador de calor donde se producen las reacciones de fusión mediante temperaturas y presiones adecuadas mediante un periodo de tiempo. Como se muestra en la figura 1.1

FIGURA1. 1 REACTOR



Fuente: Fogler, Scott H. (2008) “Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas” consultada
11 de marzo de 2014

Elaborado por: Grupo de investigadores

1.3.1. Elementos principales de un reactor

Según **Foger, Escott H. (2008)** manifiesta que “Los componentes más importantes de un reactor químico, de tanque agitado, son”:

- 1.- Cuerpo principal del reactor, en el que se lleva a cabo la reacción.
- 2.- Chaqueta de calentamiento/enfriamiento
- 3.- Agitador
- 4.- Motor del agitador con moto reductor
- 5.- Boquillas de alimentación
- 6.- Boquillas de descarga de productos
- 7.- Equipos periféricos (condensador, cambiador de calor, bombas)
- 8.- Sistema de seguridad (válvulas de alivio, etc.)
- 9.- Sistemas para la indicación, registro y control de las variables de proceso
- 10.- Conexiones para instrumentos diversos
- 11.- Dispositivo para medición de temperatura

1.3.2 Tipo de reactor

A continuación los tipos de reactores que consideramos para el estudio. Esta información fue consultada de Foger, Escott H. (2008)

1.3.2.1 Reactor intermitente (Batch)

Se emplea para operaciones a pequeña escala para probar nuevos procesos que aún no se cumplido en la totalidad, para poder elaborar productos de elevados costos y de algunos procesos en los cuales no se puede realizar operaciones continuas.

1.3.2.2 Reactor semicontinuo

En este reactor se realiza el proceso de cargar totalmente toda la materia prima, de tal manera que durante el proceso se va retirando los residuos y llenando de más sustancia.

1.3.2.3 Reactor trickle bed

Se considera un flujo de gas continuo y el otro flujo es considerado que va hacia abajo de esta manera se considera que en este reactor para poder llevar a cabo un proceso deben trabajar s presiones constantes.

1.4 Destilación

Según **Garritz A. Gasque L. Martínez A (2005)** manifiestan que: “Consiste en llevar una mezcla líquida a ebullición en una matraz de destilación, la mezcla puede estar compuesta únicamente por líquidos miscible (que se disuelven por completo uno por otro) o pueden contener también algún sólido disuelto. Cada uno de los líquidos en la mezcla conserva su tendencia a evaporarse y hierve al alcanzar la cercanía de su temperatura de ebullición.”(Pag.22)

En la norma ASTM D 2892 se constituye el procedimiento para destilación fraccionada en base a la propiedad de ebullición de cada elemento que se desea lograr ya que la variable principal de control es la temperatura.

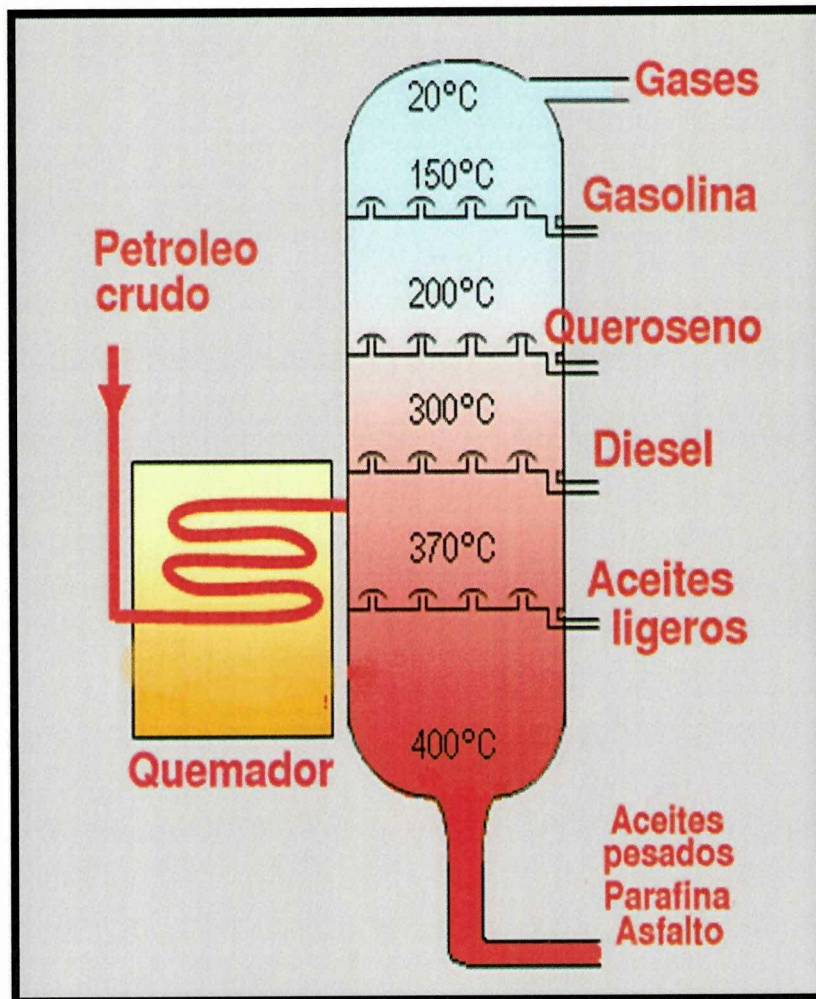
1.4.1. Tipos de destilación

1.4.1.1 Destilación fraccionada

Es un transcurso físico manejado en química para separar mezclas (generalmente homogéneas) de líquidos por el calor, y con un amplio intercambio calórico y másico entre vapores y líquidos, se utiliza cuando es de separar soluciones de

sustancias con puntos de ebullición distintos pero cercanos. Como se muestra en la figura 1.2

FIGURA 1. 2 ESQUEMA DE DESTILACIÓN FRACCIONADA DEL PETRÓLEO



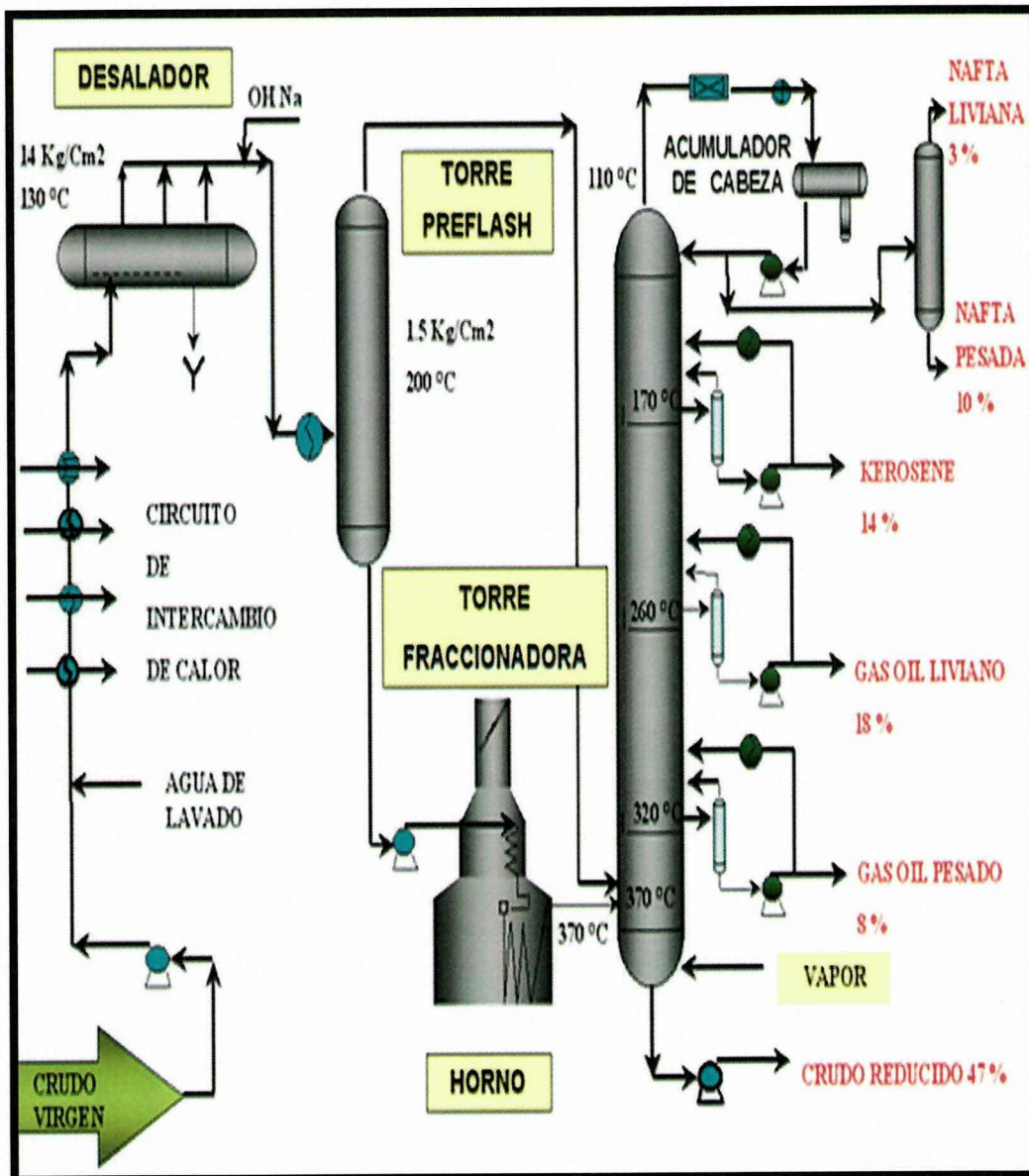
Fuente: www.sabelotodo.org/termicos/destilacionfraccionada.html consultada 11 de marzo 2014

Elaborado por: Grupo de investigadores

1.4.1.2 Destilación atmosférica

Es la primera etapa del proceso de petróleo, radica en la separación por destilación a presión ambiente (14,7 psi) de las varias fracciones o constituyentes del petróleo crudo. Como se muestra en la figura 1.3

FIGURA 1. 3 UNIDAD DE DESTILACIÓN ATMOSFÉRICA



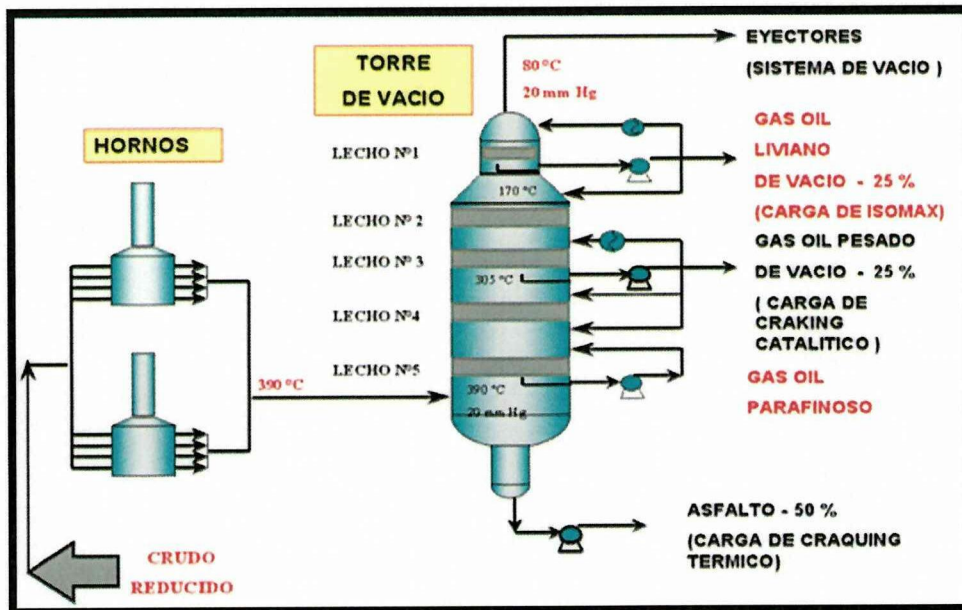
Fuente:

Elaborado por: Grupo de investigadores

1.4.1.3 Destilación al vacío

Las torres de destilación al vacío facilitan la presión reducida necesaria para evitar el craqueo térmico al destilar el restante, que alcanza a la torre atmosférica a mayores temperaturas. Como se muestra en la figura 1.4

FIGURA 1. 4 UNIDAD DE DESTILACIÓN AL VACÍO



Fuente: <http://gustato.com/petroleo/destilacion.html> consultada 15 de marzo 2014

Elaborado por: Grupo de investigadores

1.5 Aceite lubricante automotriz

Según **Linares, O. (2005)** manifiesta que “Son sustancias líquidas de origen animal, vegetal, mineral o sintético, que pueden utilizarse para reducir el rozamiento o fricción entre piezas y mecanismos en movimiento. Contribuyen a mantener el equilibrio térmico de la máquina, disipando el calor que se produce en la misma como consecuencia de frotamientos, combustión, etc.; es capaz de eliminar por circulación impurezas siendo capaz de mantenerlas en suspensión en su seno y llevarlas hasta los elementos entrantes apropiados; tienen propiedades naturales anticorrosivas y reductoras de fricción y el desgaste.” Pág. (56)

Según **Trujillo José- Suntaxi Renato** Manifiestan que “Los aceites lubricantes están constituidos por una base lubricante y una serie de aditivos; dependiendo del uso, la base lubricante será mineral (proveniente del petróleo crudo o hidrocarbúrfera) y sintética o vegetal, siendo la primera la de mayor uso.” (Pag.9-10)

Consideramos que los aceites están compuestos por derivados de petróleo y aditivos, el aceite toma su nombre. Es decir, si resulta del trascurso de refinación del petróleo, el lubricante es mineral, mientras que si se procede de un proceso químico es conocido sintético.

1.5.1 Composición de los aceites lubricantes

- a) **Base mineral.**- Reflejan de la refinación del petróleo y sus características se determinan por el tipo de crudo, y el proceso específico de refinación utilizado.
- b) **Bases sintética.**- Es obtenido de por distintos procesos en la refinación y contienen componentes de bajo peso molecular y por reacción química en su uso, se transforman en fluidos de más alto peso.
- c) **Base lubricante semi-sintética.**- Se logran de una mezcla de aceites sintéticos y minerales, las propiedades son superiores a los de base mineral, ya que sus características son similares a la de aceite sintético.
- d) **Base lubricante vegetal.**- Poseen un alto porcentaje de biodegradación en consideración del aceite mineral, por lo que se usan para fabricar biodegradantes y aceites verdes.

1.6 Aceite usado automotriz

Según la **Agencia de Protección Ambiental (EPA)**, Manifiesta que: “En términos sencillos: aceite usado es exactamente lo que su nombre implica, cualquier aceite proveniente de petróleo crudo o sintético que haya sido utiliza en sus diversas formas. Durante el uso normal del aceite, este se puede mezclar o contaminar con impurezas tales como: tierra, partículas de metal, agua, y productos químicos que afectan la efectividad de dicho aceite”. **Como se muestra en la tabla 1.1 y 1.2**

TABLA 1. 1 CARACTERIZACIÓN DE ACEITE USADO

Prueba	Unidades	Media	Desviación
Azufre	%p/p	0,38	0,10
Viscosidad cinemática (40°C)	cSt	96,54	12,79
Viscosidad cinemática (70°C)	cSt	29,86	2,34
Índice de viscosidad	-	122	-
Gravedad API a 60°F	°API	28,22	0,08
Punto de inflamación	°C	90,80	3,56
Destilación (PIE ^h)	°C	79,80	25,25
Destilación (50%)	°C	361,80	33,71
Destilación (90%)	°C	400	11,05
Corrosión a la lámina de cobre	-	1b	-

Fuente: Agencia para la protección del medio ambiente de los estados Unidos (EPA) 2008

Elaborado por: Grupo de investigadores

TABLA 1. 2 SUSTANCIAS CONTAMINANTES PRESENTES EN ACEITE

CONTAMINANTE	ORIGEN
Bario	Aditivos detergentes
Calcio	Aditivos detergentes
Plomo	Gasolina plomada – desgaste de piezas
Magnesio	Aditivos detergentes
Zinc	Aditivos antidesgaste y antioxidantes
Fósforo	Aditivos antidesgaste y antioxidantes
Hierro	Desgaste del motor
Cromo	Desgaste del motor
Níquel	Desgaste del motor
Aluminio	Desgaste de rodamientos
Cobre	Desgaste de rodamientos
Estaño	Desgaste de rodamientos
Cloro	Aditivos - gasolinas plomadas
Silicio	Aditivos
Azufre	Base lubricante – productos de combustión
Aqua	Combustión
Hidroc. Livianos	Dilución del combustible
PAH	Combustión incompleta

Fuente: Agencia para la protección del medio ambiente de los estados Unidos (EPA) 2008

Elaborado por: Grupo de investigadores

1.6.1 Destilación del aceite usado

Según **Jiménez Gutiérrez Arturo (2003)**, manifiesta que: “Este proceso de destilación del aceite usado es para remover compuestos volátiles, agua y el destilado final es la separación de aceites pesados (destilado) de los contaminantes. El proceso de destilación requiere suministros como energía o electricidad. El producto de destilación es un aceite diesel de alta calidad (bajo en cenizas y contenido de azufre” (Pag 149) .

Es un proceso de destilado que se encarga en la separación de compuestos volátiles, agua, aceites pesados y contaminantes para obtener un aceite diesel de alta calidad como producto final.

1.6.2 Beneficio del potencial energético del aceite residual automotriz

El coeficiente energético de inflamabilidad del aceite residual automotriz contiene un potencial energético que el cual al no recibir un correcto tratamiento causan un gran daño al ambiente por lo cual de acuerdo a estudios e investigaciones realizadas se considera los siguientes puntos:

En relación al costos a nivel producción continúa de derivados de aceite residual los costos son un tanto inferiores a los derivados del crudo.

Mediante un proceso adecuado se pueden obtener productos que cumplan con las certificaciones (API) con garantías y características.

API (American Petroleum Institute)

Organización nacional en los Estados Unidos que cuenta con un área destinada a la elaboración de normas en toda la industria del petróleo y gas natural.

1.6.3 Forma para reutilizar el aceite residual automotriz

Tomando en cuenta que el aceite residual automotriz posee elementos sólidos más pesado que van al base del recipiente mientras que los livianos se mantienen en la superficie, de acuerdo a esto también contienen alguna impurezas procedentes de la combustión, el roce de superficies en el motor, para lo cual es necesario detallar la manera de poder reutilizar dicho elemento.

1.6.3.1 Filtrar del aceite

El proceso puede constar filtros desde un filtro de 8 a 15 micras, hasta varios filtros de 2 a 5 micras para un proceso de refinación del fluido y de esta manera garantizar una menor cantidad de sólidos.

1.6.3.2 Demostrar que no tiene agua.

Para poder comprobar si los aceites poseen agua se debe dejar reposar para que los componentes más pesados reposen y el agua se mantenga en la superficie.

1.7 Craqueo térmico

Según **Samaniego Juan** Manifiesta que “Es conocido también como pirolisis a presión, y en este proceso las moléculas más pesadas del crudo se calientan a altas temperaturas sometidas a presión logrando que las partículas más grandes se dividan en partículas más pequeñas, provocando un incremento de la cantidad de gasolina que se puede obtener a partir de un barril de crudo.” (Pag.16)

Es un proceso de calentamiento del crudo, a elevadas temperaturas sometidas a presión, esto permite dividir las moléculas más grandes en moléculas más pequeñas para obtener un aumento de combustible, por cada barril de crudo utilizado.

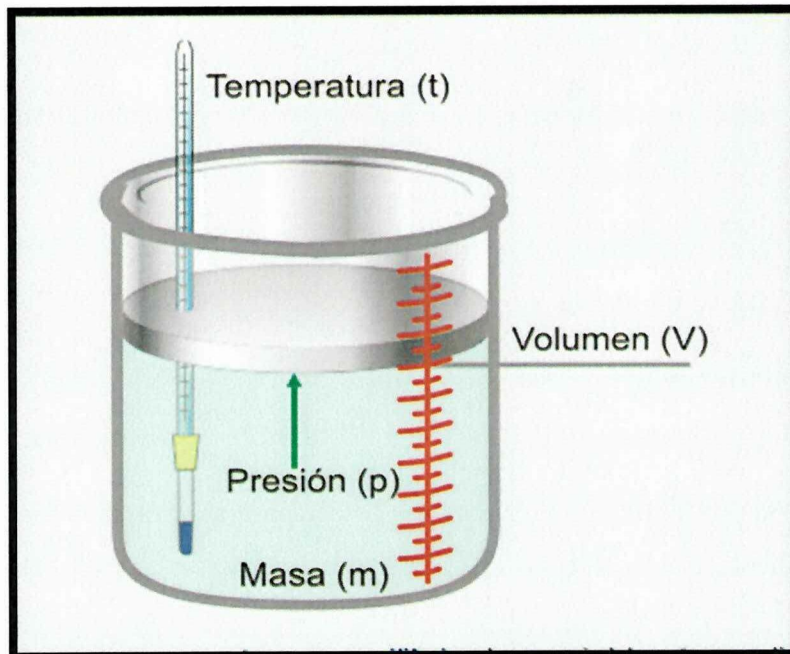
1.8 Termodinámica

Según YUNUS A Cengel. (2007), Manifiesta que: “Se denomina a la cantidad de transferencia de calor durante un proceso cambie su estado de equilibrio en otro y no tiene referencia a cuanto perdurara el proceso. Pero en la ingeniería nos interesa su la rapidez o razón de transferencia, en la cual compone el tema es la ciencia de la transferencia de calor”. (Pág. 1).

1.8.1 Estado termodinámico

Según Pérez Walter (2008) manifiesta que: “Es aquella situación particular de una sustancias, cuya existencia está definida por las variables termodinámicas: Presión (P), volumen (V) y temperatura (T).”(Pag.741). **Como se muestra en la figura 1.5**

FIGURA1. 5 VARIABLES TERMODINÁMICAS



Fuente:<http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/termo1p/variables.html>
consultada 9 de abril 2014

Elaborado por: Grupo de investigadores

Temperatura (T)

Temperatura es una magnitud física escalar, calcula el nivel de agitación molecular de las sustancias

Presión (p)

Presión es una magnitud física tensorial, que expresa la distribución normal de una fuerza sobre una superficie, en la magnitud tensorial involucra que la presión tiene múltiples puntos de aplicación y manifestación normal sobre las superficies, que constituye la oposición en la magnitud vectorial.

$$P = F \times A \qquad \text{Ecu (1.1)}$$

Dónde:

P= Presión (Pa)

F= Fuerza. (kg m /s²)

A= Área (m²)

Presión Hidrostática (Ph)

Es la presión que soporta todo cuerpo sumergido de forma total o parcial en el líquido en reposo relativo. La presión hidrostática se debe a la acción de la gravedad sobre el líquido, esto quiere decir que se debe al peso del propio líquido y se manifiesta con un efecto de compresión que actúa perpendicular en cada punto de la superficie del cuerpo sumergido.

$$P_h = \delta gh \qquad \text{Ecu (1.2)}$$

Dónde:

P= Presión (Pa)

ρ= Densidad de fluido (kg/m³)

g= Gravedad (m/s²)

h= Altura del punto a determinar la presión (m²)

Volumen (V)

Se considera al tamaño y grosor que tiene cualquier objeto. Para lo cual se puede expresar en metros cúbicos y también en litros.

$$V = \pi \times r^2 \times h \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{Ecu (1.3)}$$

Dónde:

V = volumen m^3

r = radio (m)

h = altura del cilindro (m)

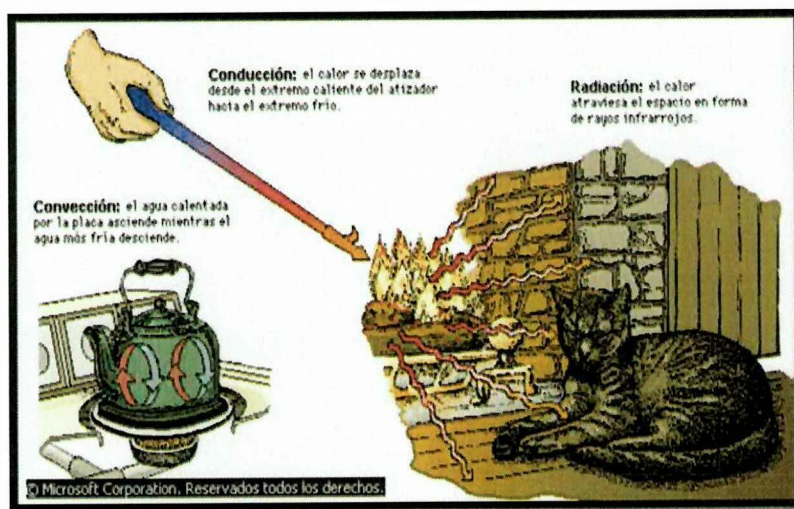
$\pi = 3,1416$

1.1.1 Transferencia de calor

La realización del proceso de transferencia implica la necesidad de “un medio de transporte” y es la naturaleza de este la que da lugar a una diferenciación entre tres modos básicos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación:

Como se muestra en la figura 1.6

FIGURA 1. 1 TRANSFERENCIA DE CALOR



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos15/transf-calor/transf-calor.shtml>

consultada 10 de abril 2014

Elaborado por: Grupo de investigadores

Conducción

Es la transferencia de energía de las partículas más energéticas entre la sustancia hacia una adyacentes menos energéticas, como resultado de interacciones entre esas partículas.

Convección

Es el modo de transferencia d energía entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacente que está en movimiento e involucra los efectos adoptados de la dirección y el movimiento de fluidos.

Radiación

Es la energía emitida por el cuerpo en representación de señales electromagnéticas como consecuencia de los cambios en las configuraciones electrónicas de las moléculas o átomos.

1.9 Diesel

Según **Brady Robert N. (1997)** manifiesta que: “Es un combustible menos costoso de producir debido a su contenido de hidrocarburos más pesados, el combustible diesel contiene más energía, con (Btu) por galón que la gasolina o cualquier otro combustible que se usa en la actualidad en motores de combustión interna, incluyendo el gas de petróleo líquido y el gas natural comprimido. Este de mayor valor calorífico es una de las razones porque el motor a diesel es más eficiente que el motor a gasolina.” (Pág. 67)

1.9.1 Proceso de obtención del diesel

Es obtenido en las refinerías a partir de petróleo por medio de una operación unitaria llamada destilación, el mismo que es apartado en diferentes fracciones de

acuerdo a su temperatura de ebullición y peso molecular. El diesel y sus fracciones se consiguen a diferentes temperaturas.

1.9.2 Diesel #2

Según **Norma Técnica Ecuatoriana** (NTE INEN) Manifiesta que: “Diesel No. 2 Es el combustible que se utiliza en los siguientes sectores: industrial pesquero, eléctrico, naviero, etc. excepto para uso automotriz” (Pág. 1)

Según **Rodrigo Cifuentes Fernandez** manifiesta que: Diesel es producido de petróleo y es parecido al gasóleo calefacción. Disponible en internet en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Combustible-Diesel/2156669.html>

Consideramos que es el combustible constituido por secciones intermedias del petróleo manejado para uso industrial y para automotores.

1.9.2.1 Características técnicas para el diesel # 2

De acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN), 1489:2012, establece los requisitos que debe cumplir el diesel #2 que se comercializa en el Ecuador, a continuación se detalla. **Como se muestra en la tabla 1.3**

TABLA 1. 3 NORMA NTE INEN 1489-2012.

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Punto de inflamación	°C	51	-	NTE INEN 1493 Procedimiento A
IP 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, ¹	%	---	5	EN 14078

NOTA 1. De no contener biodiesel no es necesario la realización de este ensayo.

Fuente: Norma técnica ecuatoriana. (NTE INEN) 1489:2012. Productos derivados del petróleo.

Diesel. Requisitos. 2012. p. 2 consultada 10 de abril 2014

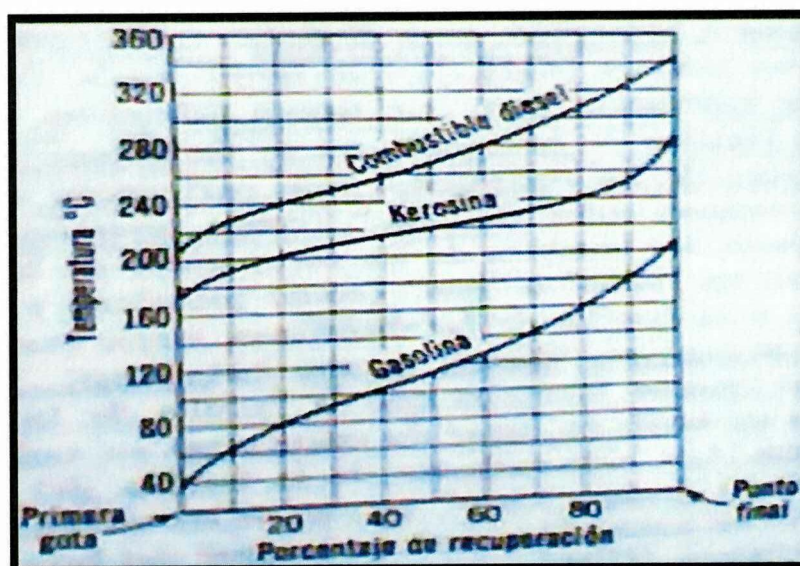
Elaborado por: Grupo de investigadores

1.9.3 Curva de destilación.

Según Van G. Sontag R. (2000) manifiesta que “La curva de destilación se obtiene calentando lentamente una muestra de combustible, hasta hacer evaporizar; el vapor se condensa luego y la cantidad condensada se mide; los hidrocarburos más volátiles vaporizan primero y las temperaturas de las fracciones que aún no evaporizan aumentan durante el proceso. La curva de destilación es pues, una gráfica de las temperaturas de las fracciones que no han vaporizado, como ordenadas, contra la cantidad de vapor condensada como abscisas; y es por lo tanto una indicación de la volatilidad de combustible. Al tratar de la combustión de hidrocarburos combustibles líquidos, es conveniente expresar la composición en términos de un Hidrocarburo.”(Pag. 503- 504)

La curva de destilación es una gráfica que se emplea como un control de parámetros e indicador de los puntos de volatilidad de los hidrocarburos combustibles líquidos, que se evaporan en función a la temperatura. Como se muestra en la figura 1.7

FIGURA 1.7 CURVA DE DESTILACIÓN DEL DIESEL



Fuente: Van G. Sontag R. (2000) consultada 9 de abril 2014

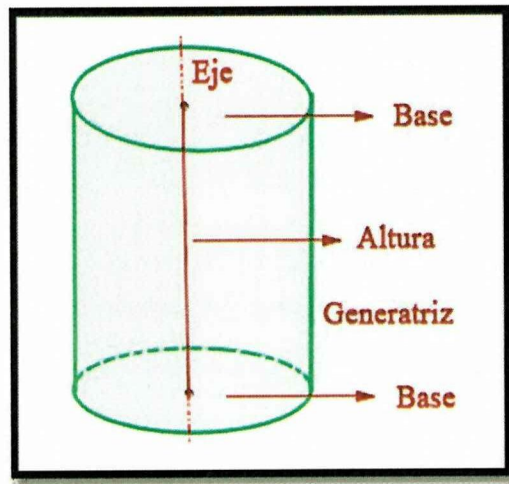
Elaborado por: Grupo de investigadores

1.10 Elementos de la planta piloto

1.10.1 Cilindro

Según De la Cruz Huisa José e (2008) manifiesta que: Es el sólido limitado por una superficie cilíndrica cerrada y por 2 planos paralelos secantes a la superficie cilíndrica. (Pág. 159). Como se muestra en la grafico 1.1

GRÁFICO 1. 1 CILINDRO



Fuente: <http://www.vitutor.net/2/2/30.html> consulta 05 de julio de 2014

Elaborado por: Grupo de investigadores

Área lateral (A_L):

Es el producto de la circunferencia de la base por la generatriz:

$$A_L = 2\pi r \times h \quad \text{Ecu (1.4)}$$

Dónde:

A_L = Área Lateral (m^2)

$\pi = 3,1416$

r = radio (m)

h = altura del cilindro (m)

Área total (A_t):

Es la suma del área lateral de las aéreas de las bases:

$$A_t = 2\pi r h + 2\pi r^2 \quad \text{Ecu (1.5)}$$

Dónde:

A_t = Área total (m^2)

$\pi = 3,1416$

r = radio (m)

h = altura del cilindro (m)

Altura (h)

$$h = \left(\frac{\frac{V}{\pi}}{r^2} \right) \quad \text{Ecua (1.6)}$$

Dónde:

h = altura del cilindro (m)

V = volumen (m^3)

$\pi = 3,1416$

r = radio (m)

Cálculo del Área de la Base

$$A_B = 2\pi r^2 \quad \text{Ecua (1.7)}$$

Dónde:

A_B = Área Base (m^2)

$\pi = 3,1416$

r = radio (m)

1.10.2 Serpentín de enfriamiento

Los serpentines facilitan un medio considerablemente poderoso de eliminar el calor del depósito para poder llevar un control de una reacción exotérmica o para al final del proceso enfriarlo.

1.10.3 Tipos de serpentines

Una Espira

De una espira están en un recorrido de tubería vertical en forma de “horquilla” regularmente se instalan en reactores pequeños donde hay un espacio minúsculo disponible.

Serpentines

Constituyen de seis a ocho secciones verticales de tubería separados idénticamente alrededor de la contorno del depósito. Estos proporcionan un área de superficie prudente, mínima interrupción con los patrones de agitación, una cantidad prudente de deflexión, facilidad de limpieza y mantenimiento.

Serpentines en Espiral

Según **Carrizales Martínez Roberto (2010)** manifiesta que: Consisten en un serpentín o grupo de ellos concéntricos enrollados en espiral se utilizan generalmente cuando el requerimiento de área es pequeño, menos de $2 m^2$, se considera que a mayor número de espiras en esta clase de serpentín, logra una mejor condensación. Se pueden utilizar tanto para calentamiento como enfriamiento, así como para condensación o vaporización, por su amplio rango de operación de presión y temperatura. Entre sus características se incluye el flujo a contracorriente y compactación.

Se utiliza en los procesos en lotes ya sea agitado o sin agitar, para calentar o enfriar líquidos que son procesos típicos de estado inestable en los que ocurren cambios discontinuos de calor con cantidades específicas de material. Disponible en internet en: <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/06/rcm.htm>

1.10.4 Estructuras metálicas

Es un conjunto de partes articuladas entre sí que integran un cuerpo, una forma o un todo, destinadas a soportar los efectos de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.

La Estructuras Metálicas son las que la mayor parte de los elementos o partes que la forman son de metal (más del 80%), normalmente acero.

Como las estructuras están formadas por un conjunto de partes, estas partes deben cumplir unas condiciones.

Condiciones que debe cumplir cualquier estructura.

- Rígida: Que la estructura no se deforme al aplicar las fuerzas sobre ella.
- Estable: Que tienda a volcarse.
- Resistente: Que al aplicarle las fuerzas, todos los elementos que la forman sean capaces de soportar la fuerza a la que se verán sometidos sin romperse o deformarse.

Cálculo del centro de gravedad del soporte rectangular

$$s = \frac{a}{2} \qquad \text{Ecu (1.8)}$$

Dónde:

S = centro de gravedad

a = área del rectángulo (m^2)

Cálculo de la base superior del soporte Triangular.

De acuerdo al diseño se basó en los ángulos rectos.

$$s = a \frac{\alpha}{2} \quad \text{Ecu (1.9)}$$

Dónde:

S = centro de gravedad

a = área del rectángulo (m^2)

Cálculo del centro de gravedad del cilindro.

$$s = \frac{d}{2} \quad \text{Ecu (1.10)}$$

Dónde:

S = centro de gravedad

a = área del rectángulo (m^2)

1.10.4 Acero

Acero inoxidable

Mott. Robert L. (1995), Manifiesta que: “El término acero inoxidable caracteriza al alto nivel de resistencia a la corrosión que ofrecen las aleaciones en este grupo. Para ser clasificada como acero inoxidable, la aleación debe tener al menos el 10% de contenido de cromo. En su mayor parte tienen entre 12% y 18%.”. (Pág. 39)

Tipos de Acero inoxidable

- Austeníticos
- Martensíticos
- Ferríticos
- Aceros inoxidables austeníticos

Los aceros inoxidable austeníticos constituyen la familia con el mayor número de aleaciones disponibles, integra las series 200 y 300 AISI. Su popularidad se debe a su excelente formabilidad y superior resistencia a la corrosión.

- **Aceros inoxidable martensíticos**

Los aceros inoxidable martensíticos son la primera rama de los aceros inoxidable simplemente al cromo. Fueron los primeros que se desarrollaron industrialmente y representan una porción de la serie 400 AISI.

- **Aceros inoxidable ferríticos**

Estos aceros inoxidable de la serie 400 AISI mantienen su estructura ferrítica estable desde la temperatura ambiente hasta el punto de fusión.

Acero al carbono

Se considera al hierro aleado al carbono en proporciones menores al 2 % de carbono se denomina acero al carbono, la proporción del carbono y el tratamiento térmico del acero determina sus propiedades ya sea en dureza y resistencia mecánica, por eso una gran parte del acero se fabrica en un estricto control del contenido de carbono y es sometido a tratamientos térmicos posteriores para tener cualidades apropiadas.

Acero galvanizado

Se realiza mediante el proceso de galvanización. Este radica en un trascurso que protege al acero de la corrosión, mediante el mismo se recubre con zinc para evitar su oxidación.

El proceso es de sumergir las piezas de hierro y acero en zinc fundido, mediante una reacción metalúrgica entre el hierro y el zinc se forman una serie de aleaciones de zinc-hierro que crean una fuerte unión entre el acero y el recubrimiento

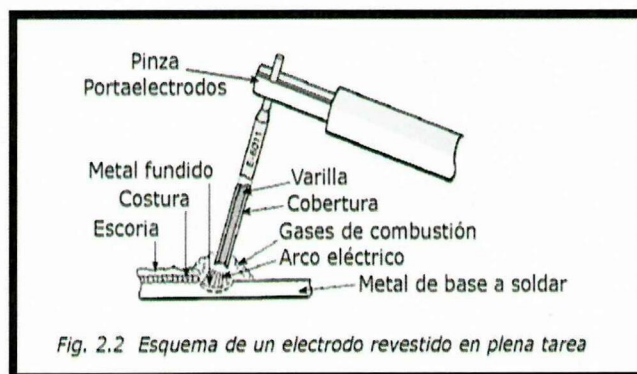
Soldadura.

Fiestas Cherre J.(1998), Manifiesta que: “Se entiende por soldadura, al procedimiento de unión de dos piezas metálicas o de dos partes o más de una misma pieza por fusión de sus bordes, el material fundido se pone en contacto y al solidificarse las piezas quedan unidas, formándose un conjunto o pieza única. En muchos casos, a la vez que se funden las piezas a unir se funde también una varilla de metal, cuyo material queda unido a la zona junta o soldada; a esta varilla se le denomina en soldadura electrodo y al metal depositado de ella, metal de aportación.” (Pág. 11)

Electrodos.

Fiestas Cherre J. (1998), Manifiesta que: “Los electrodos realizan el contacto directo de la maquina con las piezas a soldar. En el proceso de soldadura estos comprimen las piezas, suministran corriente, evacuan el calor que se desprenden en las piezas, y (si se sueldan costuras) desplazan las piezas. Durante la soldadura los electrodos se calientan hasta altas temperaturas provocando el desgaste de los electrodos, a consecuencia de lo cual cambian las dimensiones de la zona de fusión de las uniones y empeora su calidad.” (Pág. 11). **Como se muestra en la figura 1.8**

FIGURA1. 8 ELECTRODO



Fuente: http://www.tecnoficio.com/soldadura/soldadura_electrica2.php consultado el 8 de enero 2015

Elaborado por: Grupo de investigadores

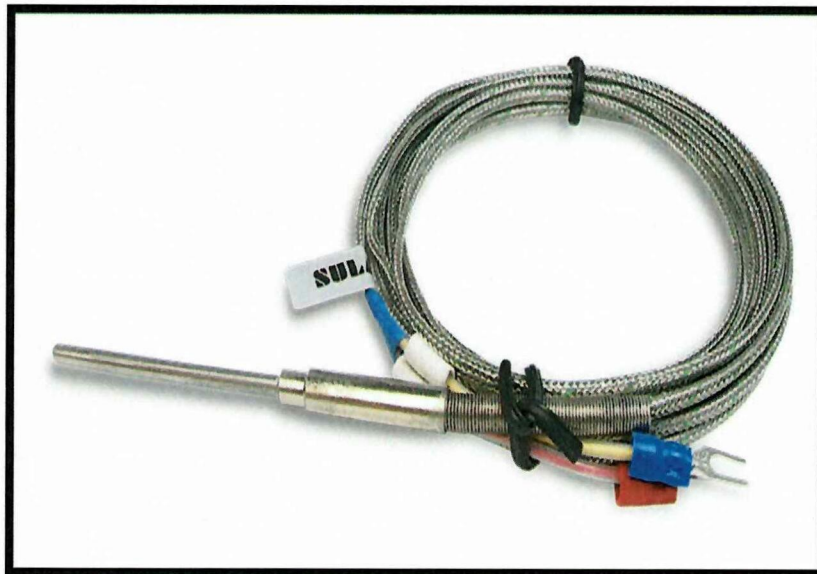
1.10.5 Termocuplas

Es el sensor de temperatura más común de manipular industrialmente.

1.10.5.1 Las Termocuplas tipo J

Se emplean en la fabricación del plástico, goma y fundición de metales a temperaturas menores. **Como se muestra en la figura (1.9)**

FIGURA 1. 9 TERMOCUPLA TIPO J



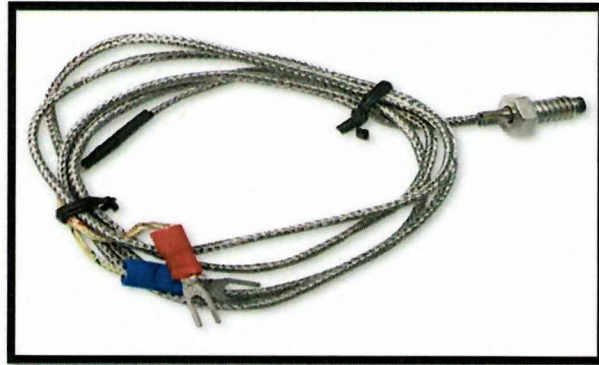
Fuente: <http://termocuplas.com.co/web/product/2406/> consultado el 8 de enero 2015

Elaborado por: Grupo de investigadores

1.10.5.2 La Termocupla K

Es usado generalmente en fundición y hornos a temperaturas menores de 1300 °C, como en fundición de cobre, y hornos de tratamientos térmicos. **Como se muestra en la figura (1.10)**

FIGURA1. 10 TERMOCUPLA TIPO K



Fuente: <http://termocuplas.com.co/web/product/2406/> consultado el 8 de enero 2015

Elaborado por: Grupo de investigadores

1.11 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 acuerdo a los artículos 413 y 414 de la constitución del Ecuador se puede decir que el anteproyecto es factible ya que nuestro objetivo es obtener combustible alternativo diesel #2, reutilizando el aceite residual de uso

automotriz, promoviendo en los empleados de las lubricadoras hábitos 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 acuerdo al reglamento de regulación de precios de derivados de petróleo, Decreto Ejecutivo 338 y Registro Oficial 73 de 02 de agosto del 2005, estado vigente y como última modificación el 27 de enero de 2012.

Art. 1.- Se establecen los siguientes precios de venta en los terminales y depósitos operados por PETROCOMERCIAL, para los derivados de los hidrocarburos que enseguida se listan: Producto Precio de terminal. **Como se muestra en la tabla (1.4)**

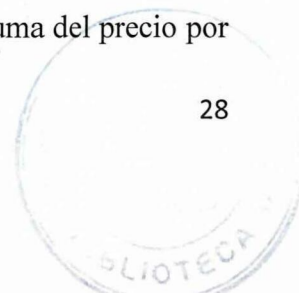
TABLA 1. 4 PRECIOS DE VENTA DE LOS DERIVADOS DE PETRÓLEO

DERIVADOS DE PETRÓLEO	PRECIO
Diesel 1 (kérex)	0.8042
Diesel 2	0.8042
Diesel premiun	0.8042

Fuente:file:///C:/Users/Guido/Downloads/REGLAMENTO%20DE%20PRECIOS%20DE%20LOS%20DERIVADOS%20DE%20HIDROCARBUROS.pdf consultado el 8 de enero 2015

Elaborado por: Grupo de investigadores

Art. 2.- El precio máximo de venta al público por galón de la gasolina para la pesca artesanal, la gasolina extra, el diesel 1, el diesel 2 y el diesel premium que se comercialicen en el mercado nacional, será resultante de la suma del precio por



galón de estos derivados a nivel de terminal y/o depósitos, más el valor correspondiente al impuesto al valor agregado sobre el precio por galón de terminal y/o depósitos, más el margen de comercialización que se aplique a cada galón de los derivados mencionados, fijado de acuerdo a la siguiente tabla: **Como se muestra en la tabla (1.5)**

TABLA 1. 5 PRECIO MÁXIMO DE VENTA AL PÚBLICO

DERIVADOS DE PETRÓLEO	PRECIO
Diesel 1 (kérex)	0.137
Diesel 2	0.137
Diesel premiun	0.137

Fuente:file:///C:/Users/Guido/Downloads/REGLAMENTO%20DE%20PRECIOS%20DE%20LOS%20DERIVADOS%20DE%20HIDROCARBUROS.pdf

Elaborado por: Grupo de investigadores

1.12 Contextualización del sector de San Felipe

El sector de San Felipe de la ciudad de Latacunga es considerado como un sector industrial automotriz, por lo que se decide trabajar en la avenida Iberoamericana como lugar representativo en la actividad de cambios de aceite de los vehículos esto conlleva a la incidencia de producción de aceite residual automotriz.

Y así aprovechar el estudio ya realizado del aceite residual automotriz por Mg.C. ÁLVARO SANTIAGO MULLO QUEVEDO con el tema: “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.”

CAPÍTULO II

2.1 Análisis e interpretación de resultados

Identificación del Número de Establecimientos que se Encuentran en el Sector San Felipe.

Se ha realizado una visita física en cada uno de los establecimientos donde se obtuvo los siguientes resultados los cuales serán analizados e identificados en la avenida Iberoamericana del Sector San Felipe los mismos que serán clasificados por sus actividad de servicio que realizan. **Como se muestra en la tabla 2.1**

TABLA 2. 1 ESTABLECIMIENTOS GENERADORES DE ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ EN LA AVENIDA IBEROAMERICANA

Nº	Establecimiento	Razón Social	Dirección
1	Lubricadora	Lubricadora Yánez	Av. Iberoamericana
2	Lubricadora	Lubrirepuestos La Chinita	Av. Iberoamericana
3	Lubricadora	Lubrirepuestos Cotopaxi	Av. Iberoamericana
4	Lubricadora	Lubricantes y Accesorios Divino Niño	Av. Iberoamericana
5	Lubricadora	Lubricentro	Av. Iberoamericana
6	Lubricadora	Lubri Express	Av. Iberoamericana
7	Lubricadora	Galcorepuestos	Av. Iberoamericana
8	Lubricadora	Lubricadora Agama	Av. Iberoamericana
9	Lubricadora	Lubricadora Vaca	Av. Iberoamericana
10	Lubricadora	Lubricadora El Español	Av. Iberoamericana

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Grupo de investigadores

2.1.1 Ubicación geográfica

La Ciudad de Latacunga ocupa la parte norte de la Hoya Latacunga – Ambato, se asienta al pie del Volcán Cotopaxi, en una planicie fértil donde se explotan productos agrícolas y ganaderos.

Ubicación del Cantón

El cantón Latacunga se ubica en la sierra central.

Sus límites cantonales

- **Norte:** Provincia de Pichincha.
- **Sur:** Cantón Salcedo.
- **Este:** Provincia de Napo.
- **Oeste:** Cantones Sigchos, Saquisilí y Pujilí.

División Política Parroquial

La cabecera cantonal cuenta con:

Parroquias urbanas:

Eloy Alfaro (San Felipe), Ignacio Flores (La Laguna), Juan Montalvo (San Sebastián), La Matriz, San Buenaventura.

Parroquias rurales:

Toacaso, San Juan de Pastocalle, Mulaló, Tanicuchí, Guaytacama, Alagues, Poaló, Once de Noviembre, Belisario Quevedo, José guango Bajo.

- **Hidrografía**

El principal sistema hidrográfico es el río Cutuchi, que recorre de norte a sur y que luego toma el nombre de río Patate. Se identifica al sur este del cantón el sistema lacustre de Antejos.

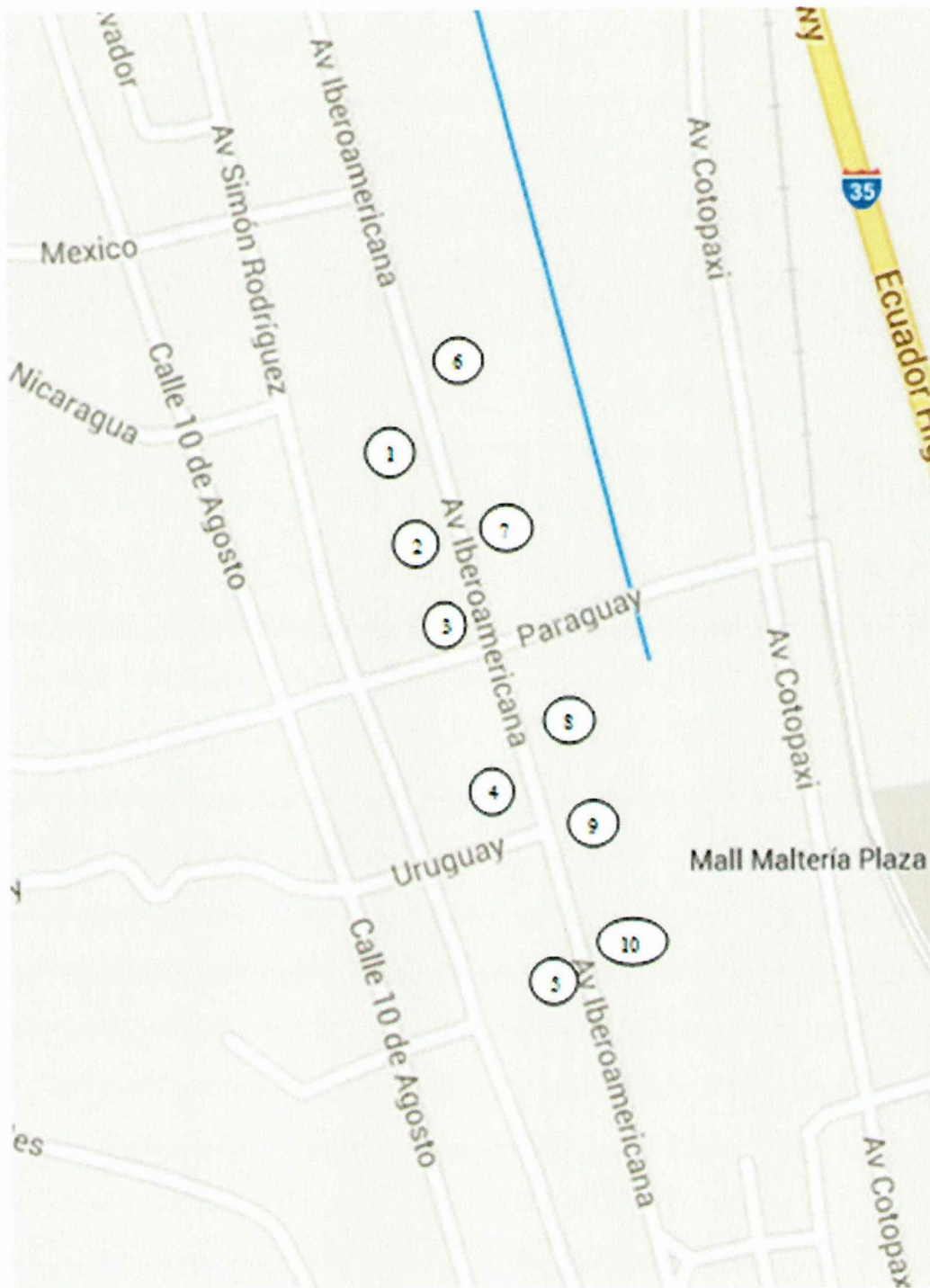
Las lubricadoras están ubicadas en el Barrio San Felipe de la Parroquia Eloy Alfaro en la vía Iberoamericana. **Como se muestra en la tabla 2.2 y gráfico 2.1**

TABLA 2. 2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

SEGMENTACIÓN	UBICACIÓN
➤ País	➤ Ecuador
➤ Región	➤ Sierra - Centro
➤ Provincia	➤ Cotopaxi
➤ Cantón	➤ Latacunga
➤ Ciudad	➤ Latacunga
➤ Parroquia	➤ Eloy Alfaro
➤ Barrio	➤ San Felipe
➤ Dirección	➤ Avenida Iberoamericana

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Grupo de investigadores

GRÁFICO 2. 1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS LUBRICADORAS DE LA AVENIDA IBEROAMERICANA



Fuente: \Google\Google Earth\client\googleeearth.exe/Iberoameri/

Elaborado por: Grupo de investigadores

2.2 Diseño metodológico

2.2.1 Métodos de investigación

2.2.1.1 Método analítico

Se empleará el método analítico, ya que éste permitirá analizar las situaciones positivas y negativas que tendrá el Reactor de Destilación, para que de esta manera se realice el estudio en forma intensiva y brindar ayuda reduciendo la contaminación al medio ambiente y mejorar la situación actual con los aceites residuales.

2.2.1.2 Método deductivo

La presente investigación se ayuda del método deductivo ya que a través de este se puede extraer la información adquirida de distintas fuentes, para asimilarla al proyecto y de esta manera dar una solución.

2.2.2 Tipos de investigación

2.2.2.1 Investigación aplicada

En el trabajo se emplearía la investigación aplicada ya que se utilizará y aplicará todos los conocimientos adquiridos para de esta manera profundizar cada vez la realidad y conocer del uso de aceites residuales de los vehículos.

2.2.2.2 Investigación documental

En este proyecto se empleó la investigación documental porque se necesita información ya sea de libros, artículos de revistas y periódicos a cerca de los aceites residuales de vehículos así como de información sobre el diseño e

implementación de un reactor de destilación, para posteriormente fortalecer la investigación proponiendo una solución.

2.2.2.3 Investigación de campo

La investigación de campo se consideró importante, ya que se utilizara técnicas como encuestas, y la observación que son instrumentos que nos permitirán ver de una manera más objetiva la necesidad de implementar una planta piloto de producción diesel #2 para ensayos prácticos y de estudio y de esta manera contribuir con la ayuda a la comunidad.

2.2.3 Técnicas de investigación

2.2.3.1 La observación

Para la investigación se propone la técnica de observación directa e indirecta que consiste en identificar cuidadosa y críticamente el diseño e implementación del reactor de destilación como también los materiales, objetos y acciones, que se presentaran en su desarrollo, y así obtener la información necesaria para la investigación, que permita analizar y presentar la solución.

2.2.3.2 La encuesta

La encuesta se aplicara a los empleados de las lubricadoras de la avenida Iberoamericana del Sector San Felipe en la ciudad de Latacunga. Estas ayudarán a obtener datos de varias personas cuyas opiniones pueden servir de aporte, para que el trabajo de investigación se realice de una mejor manera.

2.2.4 Fuentes de información

2.2.4.1 Primarias:

Las fuentes de información primarias que se utilizó para el desarrollo del trabajo son la observación y la encuesta.

Otra fuente de información lo constituye la Tesis de maestría, del Ing. Álvaro Mullo.

Las lubricadoras de la avenida Iberoamericana constituyen también la fuente de información más importante porque es ahí donde se realizará la encuesta para la factibilidad del proyecto.

2.2.4.2 Secundarias:

Las fuentes de información secundarias que utilizamos son fuentes bibliográficas de libros de varios autores, además artículos en internet relacionados con el diseño de reactores y tratados del aceite usado vehicular.

2.3 Unidad de análisis

2.3.1 Población

Se aplicara una encuesta a 40 empleados de las lubricadoras de la avenida Iberoamericana del Sector de San Felipe.

Esta investigación será factible, no se utilizara una muestra, por cuanto la población es mínima y se trabajara con todos. Para tal decisión se tomó en cuenta el criterio de MÉNDEZ (1994) que al respecto de la muestra señala que “Solo cuando es muy amplio el universo de investigación se debe definir una muestra representativa del mismo” (P.107).

La población de empleados de las lubricadoras de la avenida Iberoamericana del Sector San Felipe es de 40. Por tratarse de una población pequeña se procede a calcular. Además por tener diversidad de criterios para un análisis más acertado se tomarán a toda la población de empleados de las lubricadoras de la avenida Iberoamericana. **Como se muestra en la tabla 2.3**

TABLA 2. 3 DETALLE DE LA POBLACIÓN

Nº	ESTABLECIMIENTO	Nº DE ENCUESTADOS	%
1	Lubricadora Yánez	4	10%
2	Lubrirepuestos la Chinita	4	10%
3	Lubrirepuestos Cotopaxi	4	10%
4	Lubricantes y Accesorios Divino Niño	4	10%
5	Lubricentro	4	10%
6	Lubri Express	4	10%
7	Galgorepuestos	4	10%
8	Lubricadora Agama	4	10%
9	Lubricadora Vaca	4	10%
10	Lubricadora El Español	4	10%
TOTAL		40	100%

Fuente: Lubricadoras de la avenida Iberoamericana

Elaborado por: Grupo de investigadores

Análisis

El cuadro anterior representa la población, es decir los 40 empleados de las Lubricadoras de la avenida Iberoamericana del Sector San Felipe, que representa el 100% de la población.

En la primera columna se indica el nombre o razón social de las lubricadoras, en la segunda columna se indica el número de empleados que laboran en cada una de ellas lugar donde prestan sus servicios (40 en total).

En la tercera columna están los porcentajes que representa el número de empleados de acuerdo a la totalidad de los mismos y para tener una referencia de cuál es el número de encuestas que se debe realizar en cada empleado, se toma las 40 encuestas como totalidad y se relaciona con el porcentaje que representa cada lubricadora, obteniendo así el número de encuestas a realizar por cada lubricadora.

2.3.2 Análisis e interpretación de resultados

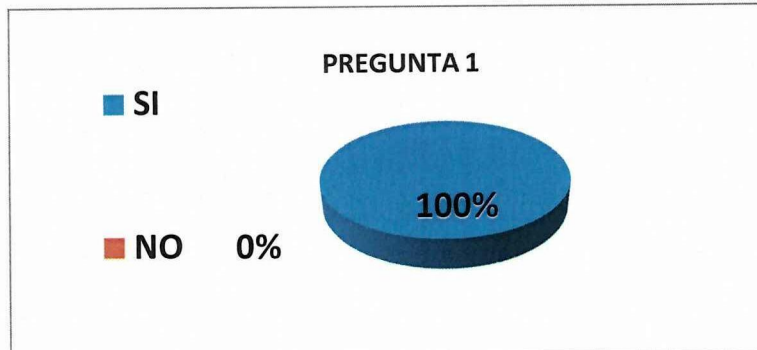
1.- ¿Considera usted que el aceite usado automotriz es un contaminante peligroso?

TABLA 2. 4 EL ACEITE USADO AUTOMOTRIZ ES UN CONTAMINANTE PELIGROSO.

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	40	100%
NO	0	0%
TOTAL	40	100%

Fuente: Encuesta aplicada a los operarios
Elaborado por: Grupo de investigadores

GRÁFICO 2. 2 EL ACEITE USADO AUTOMOTRIZ ES UN CONTAMINANTE PELIGROSO



Fuente: Encuesta aplicada a los operarios
Elaborado por: Grupo de investigadores

Análisis e interpretación de resultados Pregunta 1.

Una vez tabulados los resultados obtenidos en el programa Microsoft Excel se puede decir que el 100% de los empleados que trabajan en las lubricadoras de la avenida Iberoamericana, consideran que el aceite residual automotriz es un contaminante peligroso.

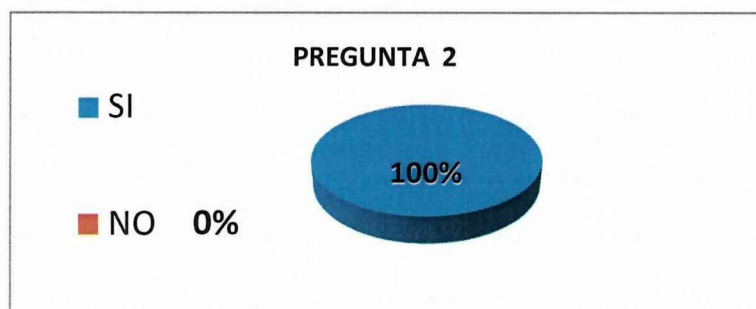
2.- ¿Considera usted que es necesario el reciclaje de aceite residual automotriz?

TABLA 2. 5 ES NECESARIO EL RECICLAJE DE ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	40	100%
NO	0	0%
TOTAL	40	100%

Fuente: Encuesta aplicada a los empleados
Elaborado por: Grupo de investigadores

GRÁFICO 2. 3 ES NECESARIO EL RECICLAJE DE ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ



Fuente: Encuesta aplicada a los empleados
Elaborado por: Grupo de investigadores

Análisis e interpretación de resultados Pregunta 2.

Una vez tabulados los resultados obtenidos en el programa Microsoft Excel se puede decir que los empleados consideran que si es necesario el reciclado del aceite residual automotriz.

La totalidad de los empleados consideran que es necesario el reciclaje del aceite residual automotriz, lo cual es muy importante ya que el reciclaje es un gesto muy útil y sencillo que el medio ambiente. La necesidad de nuevas materias primas para crear productos y todo su proceso de extracción, transporte, elaboración y gasto energético disminuye al reaprovechar los residuos reciclados

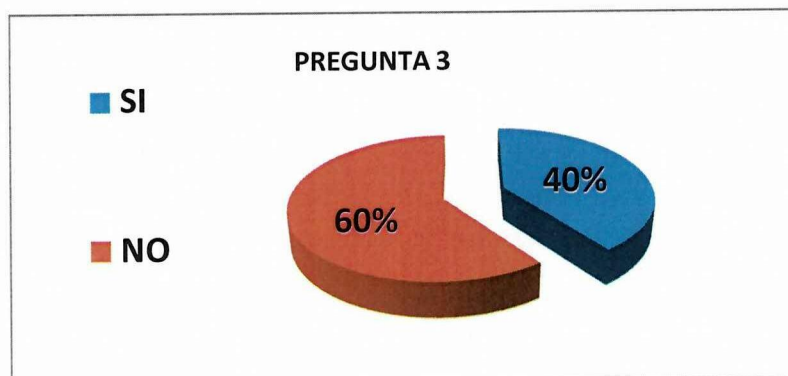
3.- ¿Sabía usted que el aceite residual automotriz es considerado como materia prima de segunda generación, es decir para la obtención de un nuevo producto?

TABLA 2. 6 EL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ ES CONSIDERADO COMO MATERIA PRIMA DE SEGUNDA GENERACIÓN.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	16	40%
NO	24	60%
TOTAL	40	100%

Fuente: Encuesta aplicada a los empleados
Elaborado por: Grupo de investigadores

GRÁFICO 2. 4 EL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ ES CONSIDERADO COMO MATERIA PRIMA DE SEGUNDA GENERACIÓN.



Fuente: Encuesta aplicada a los empleados
Elaborado por: Grupo de investigadores

Análisis e interpretación de resultados Pregunta 3.

Una vez tabulados los resultados obtenidos en el programa Microsoft Excel se puede decir que el 40% de los encuestados respondieron que si saben que el aceite residual automotriz puede ser reutilizado y el 60% desconocen que puede ser reutilizado.



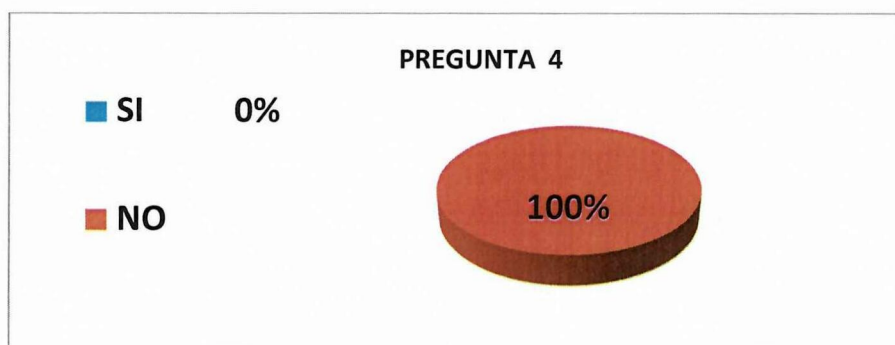
4.- ¿Sabía usted que mediante procesos físicos y químicos se puede obtener diesel #2 por medio del aceite residual automotriz?

TABLA 2. 7 MEDIANTE PROCESOS FÍSICOS Y QUÍMICOS SE PUEDE OBTENER DIESEL #2 POR MEDIO DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	0	0%
NO	40	100%
TOTAL	40	100%

Fuente: Encuesta aplicada a los Empleados
Elaborado por: Grupo de investigadores

GRÁFICO 2. 5 CONOCIMIENTO DE OBTENCIÓN DE DIÉSEL #2 POR PROCESOS FÍSICOS Y QUÍMICOS POR MEDIO DEL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ.



Fuente: Encuesta aplicada a los empleados
Elaborado por: Grupo de investigadores

Análisis e interpretación de resultados Pregunta 4.

Una vez tabulados los resultados obtenidos en el programa Microsoft Excel se puede decir que el 100% de los empleados respondieron que desconocen que se puede obtener diesel #2 en base al aceite residual automotriz.

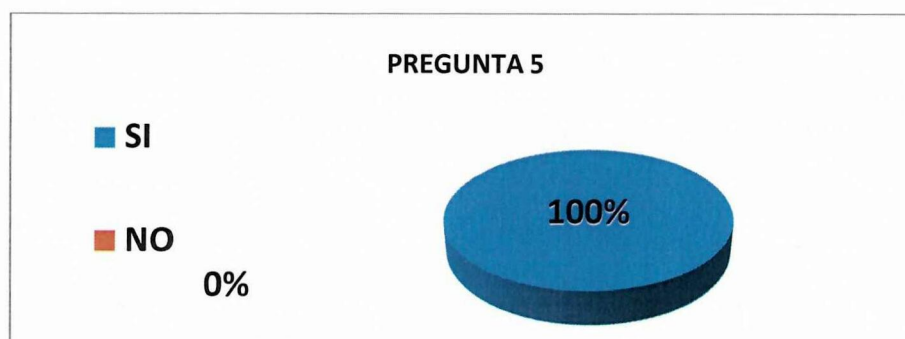
5.- ¿Cree usted que es necesario realizar un diseño de un reactor de destilación como planta piloto para la producción de diesel #2 por medio del aceite residual automotriz?

TABLA 2. 8 ES NECESARIO REALIZAR UN DISEÑO DE UN REACTOR DE DESTILACIÓN COMO PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE DIESEL #2.

ALTERNATIVA	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)
SI	40	100%
NO	0	0%
TOTAL	40	100%

Fuente: Encuesta aplicada a los empleados
Elaborado por: Grupo de investigadores

GRÁFICO 2. 6 ES NECESARIO REALIZAR UN DISEÑO DE UN REACTOR DE DESTILACIÓN COMO PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE DIESEL #2.



Fuente: Encuesta aplicada a los empleados
Elaborado por: Grupo de investigadores

Análisis e interpretación de resultados Pregunta 5.

Una vez tabulados los resultados obtenidos en el programa Microsoft Excel, se puede decir que el 100% de las personas encuestadas consideran que es necesario realizar el diseño e implementación de una planta piloto para la producción de diesel #2 en base al aceite residual automotriz en beneficio de las lubricadoras de la avenida Iberoamericana.

TABLA 2. 9 TABLA GENERAL DE LA ENCUESTA

PREGUNTAS	RESPUESTA	ENCUESTADOS	%
Pregunta 1	SI	40	100%
	NO	0	0%
Pregunta 2	SI	40	100%
	NO	0	0%
Pregunta 3	SI	16	40%
	NO	24	60%
pregunta 4	SI	0	0%
	NO	40	100%
Pregunta 5	SI	40	100%
	NO	0	0%

Fuente: Empleados de las Lubricadoras

Elaborado por: Grupo de Investigador

Una vez realizado el análisis de los resultados de las encuestas realizadas a los empleados de las lubricadoras de la avenida Iberoamericana del sector de San Felipe se puede indicar que el diseño y la implementación de una planta piloto para obtención de diesel #2 es factible, por la aceptación que se tiene en sector.

2.4 Verificación de hipótesis.

Para la realizar el presente trabajo de investigación se planteó la siguiente hipótesis, ¿El adecuado diseño e implementación de un reactor de destilación fraccionada como planta piloto permitirá, aprovechar el potencial energético del aceite residual automotriz para la obtención de diesel # 2?

Hipótesis nula

Hipótesis nula (h_0) = El adecuado diseño e implementación de un reactor de destilación fraccionada como planta piloto **NO** permitirá, aprovechar el potencial energético del aceite residual automotriz para la obtención de diesel # 2.

2.4.1 Comprobación de la hipótesis.

Para poder comprobar la hipótesis planteada se utilizar el métodos estadístico chi cuadrado, el cual es empleado para comprobar si una hipótesis es verdadera o falsa.

La probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es falso es del 5 % equivalente al 0,05, eso quiere decir que se tiene un nivel de confianza del 95 %.

Método estadístico de prueba

Para la verificación de la hipótesis se recurre a la utilización de la fórmula del Chi-cuadrado para identificación de resultados provenientes de la encuesta realizada anteriormente. De la Tabla 2.9 se escogen 2 preguntas. **Ver tabla (2.10)**

2.4.2 Operacionalización Variables

Variable Independiente:

Diseño e implementación de un reactor de destilación.

Variable Dependiente:

Obtener diesel #2 en base al aceite residual automotriz por craqueo térmico en el sector de San Felipe para la avenida Iberoamericana.

TABLA 2. 10 ENCUESTA OBSERVADA.

Nº Pregunta	Sí (fo)	No (fo)	Total
4	0	40	40
5	40	0	40
TOTAL	40	40	80

Elaborado: Grupo de investigadores

Se aplica la Fórmula de la frecuencia esperada utilizando la
Entonces:

$$f_e = \frac{40 \times 40}{80}$$

$$f_e = 20$$

Rspta. (2.1)

De las dos preguntas vistas en la Tabla 2.10 y la frecuencia esperada y se
especifica. **Ver tabla (2.11)**

TABLA 2. 11 FRECUENCIA ESPERADA.

Nº Pregunta	Sí (fe)	No (fe)	Total
4	20	20	40
5	20	20	40

Elaborado: Grupo de investigadores

Aplicación de la Fórmula Chi - Cuadrado.

Desarrollo mediante la siguiente ecuación.

$$X^2 = \frac{\sum(f_e - f_o)^2}{f_e}$$

TABLA 2. 12 CÁLCULO DEL CHI - CUADRADO.

Nº Pregunta	Alternativa	f_e	f_o	$(f_e - f_o)^2$	X^2
4	SI	20	0	400	20
	NO	20	40	400	20
5	SI	20	40	400	20
	NO	20	0	400	20
Total					80

Elaborado: Grupo de investigadores

Desarrollo del grado de libertad

Se realiza el cálculo de grados de libertad por la siguiente Ecu (1.13)

Entonces:

gl = Grados de libertad

nr = 2: números de filas

nc = 2: Número de columnas

$$gl = (2 - 1)(2 - 1) = 1$$

Rspta. (2.2)

Con un nivel de significación de 5 % y un grado de libertad de 1, se calcula el chi cuadrado. **Ver Anexo (I)**

Análisis de decisión

Entonces:

$$X^2_p = 3.841$$

Rspta. (2.3)

Como : $X^2 > X^2_p$,

X^2 = Dato calculado

X^2_p = Dato de la tabla

Entonces $80 > 3.841$

Rspta. (2.4)

Se establece la regla de decisión, si $X^2 > X^2_p$, entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Con esta información se afirma que la hipótesis “El adecuado diseño e implementación de un reactor de destilación fraccionada como planta piloto permitirá, aprovechar el potencial energético del aceite residual automotriz para la obtención de diesel # 2” es considerada factible.

Para conocer la información necesaria para la investigación, se aplicó encuestas que nos ayudaron a conocer el nivel de aceptación del proyecto y la comprobación de la hipótesis se verificó mediante el método estadístico chi cuadrado, en la preguntas 4 y 5 las cuales constan las variables dependiente e independiente.

Los porcentajes obtenidos en las encuestas aplicadas a los empleados indican que el “Diseño e Implementación de un reactor de destilación como planta piloto para la producción de diesel # 2 en base al aceite residual automotriz, en el sector de San Felipe para las lubricadoras de la avenida iberoamericana período 2014” de esta manera se acepta la hipótesis planteada, por la cual se procederá a realizar la siguiente propuesta en el “capítulo III”

CAPÍTULO III

3.1 Aplicación de la propuesta

El diseño e implementación de un reactor de destilación como planta piloto para la producción de diesel #2 en base al aceite residual automotriz, en el sector de San Felipe para las lubricadoras de la avenida Iberoamericana.

3.1.1 Tema

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN REACTOR DE DESTILACIÓN COMO PLANTA PILOTO PARA LA PRODUCCIÓN DE DIESEL # 2 EN BASE AL ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ, EN EL SECTOR DE SAN FELIPE PARA LAS LUBRICADORAS DE LA AVENIDA IBEROAMERICANA PERIÓDO 2014”.

3.1.2. Justificación de la propuesta

El trabajo y la actividad principal de las lubricadoras en la actualidad hacen que cada día se necesite de herramientas y equipos eficientes y efectivos, para controlar los niveles de aceites contaminantes con el fin de alcanzar un adecuado manejo de reciclaje y reutilización, para esto. Sé necesita el diseño e implementación de una planta piloto que permitirá obtener diesel #2 mediante estos residuos contaminantes y fomentar la cultura del reciclaje de los aceites usados.

Ante esta situación y como aporte de la Universidad Técnica de Cotopaxi, una institución que está en constante crecimiento y contribución a satisfacer las necesidades en la superación profesional, en el avance científico y tecnológico esta vez representada por Álvaro Rodrigo Toapanta Pila y María José Rojas Dávila, estudiantes de la carrera de Ing. Electromecánica en su trabajo de grado, nace la preocupación de realizar un proyecto de Diseño e Implementación de una Planta Piloto para la Producción de Diesel #2, mostrando así la integración y el compromiso de desarrollo que tiene la Universidad para con su pueblo.

Este proyecto es el primero en realizarse en las lubricadoras del sector San Felipe lo que hace que esta planta piloto de craqueo térmico por destilación sea única, es una alternativa y una necesidad que demanda el sector y las lubricadoras, al contar con el diseño e implementación con parámetros de construcción debidamente estudiados permitirá obtener un diesel #2.

Con el cumplimiento del presente trabajo investigativo los beneficiarios directos serán las lubricadoras de la avenida Iberoamericana del Sector de San Felipe esto involucra a los propietarios y personal operativo de cada una de ellas ya que por la realización de los procedimientos prácticos se formulara nuevos conocimientos e inquietudes de concientización para ejercer una cultura de reciclaje ya que se trata de un centro de producción en donde los empleados o personal asignado puedan operar de forma práctica la planta piloto con adecuadas normas y equipos de seguridad personal, manipulando las variables de tiempo, temperatura y control.

Implementando lo anteriormente propuesto se logrará ser considerables con el medio ambiente, ejercer una buena cultura de reciclaje con métodos apropiados de señalización y seguridad, tendrá también un impacto socioeconómico por ser una investigación para la obtención de diesel #2 de esta manera priorizaremos esta necesidad y velaremos por un desarrollo conjunto con la comunidad y también se considerado que esta planta piloto puede ser replicable en sectores industriales automotrices.

3.1.3 Objetivos de la propuesta

3.1.4.1 General

- Implementar un reactor de destilación como planta piloto para la obtención de diesel #2.

3.1.4.2 Específicos

- Desarrollar una correcta investigación y aplicación para el diseño de un reactor de destilación como planta piloto.
- Conocer la función que realiza cada uno de los elementos en la implementación de la planta piloto para su aplicación adecuada.
- Ensamblar cada una de las partes que conforman la planta piloto para el correcto funcionamiento para la operación.

Alcance

El proyecto de tesis busca la implementación de una planta piloto de destilación de diesel #2 para las lubricadoras de la avenida Iberoamericana, el trabajo indicara como reutilizar el aceite residual automotriz para obtener un beneficio productivo. Este proyecto de investigación busca establecer una cultura de reciclaje y aprovechamiento de los beneficios del aceite residual automotriz usado como materia prima para la planta piloto de destilación, enfocando la aplicación no solo para la obtención de un producto sino, al cambio cultural de reciclaje de estos aceites e integrar como una idea de cambio innovador y ayuda con el medio ambiente.

3.1.4 Impacto

3.1.4.1 Impacto ambiental

Socialmente beneficiará las lubricadoras actuales, potenciales y a los posibles usuarios, así mismo se implementaría una mejor cultura de reciclaje y reutilización de los aceites residuales que permita alcanzar objetivos en beneficio netamente de la población a la que se dirige.

3.2 Diseño e implementación del reactor

El diseño para este proyecto está estructurado por tres sistemas y cada uno de ellos con accesorios accesibles de obtención en el mercado, los cuales se detallan a continuación:

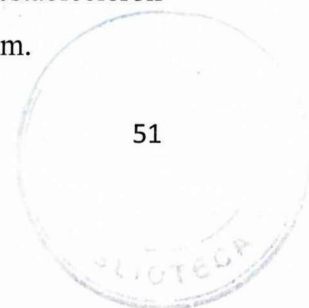
Sistema Mecánico

El reactor es de tipo Batch donde se realizará el proceso de calentamiento y separación de partículas.

El diseño se basa en tres cilindros: un cilindro principal con una cámara de concentración de calor, con un de controlador de presión, un cilindro secundario o de almacenamiento de la materia prima y un condensador de enfriamiento (serpentín) diseñados mediante software de diseño como Inventor y AutoCAD.

3.2.1 Cálculos del cilindro principal

El diseño del cilindro principal está relacionado con la capacidad necesaria para el estudio y obtención del producto requerido en el cual se realiza el proceso químico de rompimiento o separación de partículas. Para lo cual se establecieron las siguientes medidas, un diámetro de 260 mm y una altura de 490 mm.



Cálculo del Volumen

Se obtuvo partiendo de la Ecu (1.3)

Entonces:

$$V_1 = 3,1416 \times (130mm)^2 \times 490mm$$

$$V_1 = 3,1416 \times 16900mm^2 \times 490mm$$

$$V_1 = 26015589,6mm^3$$

$$V_1 = 26015589,6mm^3 \times \frac{1L}{100000mm^3} = 26,015L$$

$$V_1 = 26015589,6mm^3 \approx 26Litros \quad \text{Rspta. (3.1)}$$

Cálculo de la Altura

Se obtuvo partiendo de la Ecu (1.6)

Entonces:

$$h_1 = \left(\frac{\left(\frac{26015589,6mm^3}{3,1416} \right)}{(130mm)^2} \right)$$

$$h_1 = \left(\frac{(8281000mm^3)}{(130mm)^2} \right)$$

$$h_1 = \left(\frac{(8281000cm^3)}{(16900cm^2)} \right)$$

$$h_1 = 490mm \quad \text{Rspta. (3.2)}$$

Cálculo del Área Lateral

Se obtuvo partiendo de la Ecu (1.4)

Entonces:

$$A_{L1} = 2(3,1416)(130\text{mm}) \times (490\text{mm})$$

$$A_{L1} = (6,2832)(130\text{mm}) \times (490\text{mm})$$

$$A_{L1} = (816,816\text{mm}) \times (490\text{mm})$$

$$A_{L1} = 400239,84\text{mm}^2$$

Rspta. (3.3)

Cálculo del Área de la Base

Se obtuvo partiendo de la Ecu (1.7)

Entonces:

$$A_{B1} = 2(3,1416)(130\text{mm})^2$$

$$A_{B1} = (6,2832)(16900\text{mm}^2)$$

$$A_{B1} = 106186,08\text{mm}^2$$

Rspta. (3.4)

Cálculo del Área Total

Se obtuvo partiendo de la Ecu (1.5)

Entonces:

$$A_{t1} = 2(3,1416)(130\text{mm})(490\text{mm}) + 2(3,1416)(130\text{mm})^2$$

$$A_{t1} = (6,2832)(63700\text{mm}^2) + (6,2832)(16900\text{mm}^2)$$

$$A_{t1} = (400239,84\text{mm}^2) + (106186,08\text{mm}^2)$$

$$A_{t1} = 506425,92\text{mm}^2$$

Rspta. (3.5)

De acuerdo a los cálculos realizados la capacidad del cilindro principal es de 26 litros, pero el volumen de carga máximo fue diseñado para 20 litros, tomando en cuenta que se necesita que existan medidas o puntos de presión para el proceso de destilación.

3.2.2 Cálculos del cilindro principal con carga

Cálculo de la Altura con carga

Se obtuvo de la Ecu (1.6)

Entonces:

$$V_D = 20 \text{ Litros} \approx 20000000 \text{ mm}^3$$

$$h_{rc} = \left(\frac{\left(\frac{20000000 \text{ mm}^3}{3,1416} \right)}{(130 \text{ mm})^2} \right)$$

$$h_{rc} = \left(\frac{(6366182,8367 \text{ cm}^3)}{(16900 \text{ mm})^2} \right)$$

$$h_{rc} = 376,69 \text{ mm} \approx 380 \text{ mm} \quad \text{Rspta. (3.6)}$$

Cálculo del volumen con carga

Se obtuvo partiendo de la Ecu (1.3)

Entonces:

$$V_{rc} = 3,1416 \times (130 \text{ mm})^2 \times 380 \text{ mm}$$

$$V_{rc} = 3,1416 \times 1690 \text{ mm}^2 \times 380 \text{ mm}$$

$$V_{rc} = 20175355,2 \text{ mm}^3$$

$$V_{rc} = 20175355,2 \text{ mm}^3 \times \frac{1 \text{ L}}{1000000 \text{ mm}^3} = 20,1 \text{ Litros}$$

$$V_{rc} = 20175355,2 \text{ cm}^3 \approx 20 \text{ Litros} \quad \text{Rspta. (3.7)}$$

Cálculo de la presión hidrostática

Se obtuvo partiendo la Ecu (1.2)

Entonces:

$$\delta = 0,8119(\text{g/cm}^3) \cong 0,08119(\text{kg/m}^3)$$

$$h = 380(\text{mm}) \cong 0,38000(\text{m})$$

$$P_h = 0,08119 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,38000\text{m}$$

$$P_h = 0,003026 \text{ Kpa}$$

Rsp. (3.8)

Este cilindro está construido con una lámina de acero inoxidable 304 de 0,5 mm, ya que es el más adecuado para soportar las temperaturas necesarias y la presión durante el proceso.

3.2.3 Cálculo Cilindro Secundario o Almacenamiento

El cilindro secundario es el encargado de almacenar la materia prima, tiene relación con el cilindro principal ya que cumple la función llenado para llevar a cabo nuevamente un segundo proceso. Para lo cual fijamos las medidas similares al del cilindro principal con un diámetro de 26 cm y una altura de 49 cm.

Cálculo del Volumen

Se obtuvo de la Ecu (1.3)

Entonces:

$$V_2 = 3,1416 \times (130\text{mm})^2 \times 490\text{mm}$$

$$V_2 = 3,1416 \times 16900\text{mm}^2 \times 490\text{mm}$$

$$V = 26015589,6mm^3$$

$$V_2 = 26015589,6mm^3 \times \frac{1L}{1000000mm^3} = 26,015L$$

$$V_2 = 26015589,6mm^3 \cong 26Litros \quad \text{Rspta. (3.9)}$$

Cálculo de la altura

Se obtuvo de la Ecu (1.6)

Entonces:

$$h_2 = \left(\frac{\left(\frac{26015589,6mm^3}{3,1416} \right)}{(130mm)^2} \right)$$

$$h_2 = \left(\frac{(8281000mm^3)}{(16900mm^2)} \right)$$

$$h_2 = 490mm \quad \text{Rspta. (3.10)}$$

Cálculo del Área Lateral

Se obtuvo de la Ecu (1.4)

Entonces:

$$A_{L2} = 2(3,1416)(130mm) \times (490mm)$$

$$A_{L2}(6,2832)(130mm) \times (490mm)$$

$$A_{L2} = (816,816mm) \times (490mm)$$

$$A_{L2} = 400239,84984mm^2 \quad \text{Rspta. (3.11)}$$

Cálculo del Área de la Base

Se obtuvo partiendo de la Ecu (1.7)

Entonces:

$$\begin{aligned}A_{B2} &= 2(3,1416)(130mm)^2 \\A_{B2} &= (6,2832)(16900mm^2) \\A_{B2} &= \mathbf{106186,08mm^2} \qquad \mathbf{Rspta. (3.12)}\end{aligned}$$

Cálculo del Área Total

Se obtuvo partiendo de la Ecu (1.5)

Entonces:

$$\begin{aligned}A_{t2} &= 2(3.1416)(130mm)(490mm) + 2(3,1416)(130mm)^2 \\A_{t2} &= (6,2832)(63700mm^2) + (6,2832)(16900mm^2) \\A_{t2} &= (400239,84mm^2) + (106186,08mm^2) \\A_{t2} &= \mathbf{506425,92mm^2} \qquad \mathbf{Rspta. (3.13)}\end{aligned}$$

Sistema de Enfriamiento.

3.2.4 Condensador de enfriamiento (serpentín)

El serpentín está diseñado para la planta piloto mencionando que mientras mayor sea el número de vueltas o espiras en el serpentín existirá mayor condensación. Razón por la cual en nuestro diseño lo realizamos con un número de 6 vueltas o espiras en el serpentín para aprovechar de mejor manera el condensado.

Cálculo de volumen

Se obtuvo de la **Ecu (1.3)**

Entonces:

$$V = 3,1416 \times (50\text{mm})^2 \times 250\text{mm}$$

$$V = 3,1416 \times 2500\text{mm}^2 \times 250\text{mm}$$

$$V = 1963500\text{mm}^3$$

Rspta. (3.14)

Cálculo de la Altura

Se obtuvo partiendo de la **Ecu (1.6)**

Entonces:

$$h = \left(\frac{\left(\frac{1963500\text{mm}^3}{3,1416} \right)}{(50\text{mm})^2} \right)$$

$$h = \left(\frac{(1963500\text{mm}^3)}{(2500\text{mm})^2} \right)$$

$$h = 250\text{mm}$$

Rspta. (3.15)

Cálculo del Área Lateral

Se obtuvo partiendo de la **Ecu (1.4)**

Entonces:

$$A = 2(3,1416)(50\text{mm}) \times (250\text{mm})$$

$$A = (6,2832)(50\text{mm}) \times (250\text{mm})$$

$$A = (314,16\text{mm}) \times (250\text{mm})$$

$$A = 7854\text{mm}^2$$

Rspta. (3.16)

Cálculo del Área de la Base

Se obtuvo partiendo de la Ecu (1.7)

Entonces:

$$A = 2(3,1416)(50mm)^2$$

$$A = (6,2832)(2500mm^2)$$

$$A = 15708mm^2$$

Rspta. (3.17)

Cálculo del Área Total

Se obtuvo partiendo de la Ecu (1.5)

Entonces:

$$A_t = 7854mm^2 + 15708mm^2$$

$$A_t = 23562mm^2$$

Rspta. (3.18)

Sistema de Calentamiento

3.2.5 Quemador industrial

El sistema de calentamiento es por un quemador industrial que se enciende por medio de gas licuado de petróleo, como se trata una planta piloto este sistema abastecerá a la temperatura adecuada en cada ensayo de operación.

3.2.6 Cámara concentradora de calor

La cámara concentradora de calor es un cilindro metálico que recubre al cilindro principal para concentrar y evitar pérdidas de calor en la parte intermedia entre los dos cilindros tiene una capa de recubrimiento de fibra de vidrio de un espesor de

400 mm que establecimos como aislante. Para lo cual fijamos las medidas con un diámetro de 300 mm y una altura de 410 mm.

Estructura de la Planta Piloto

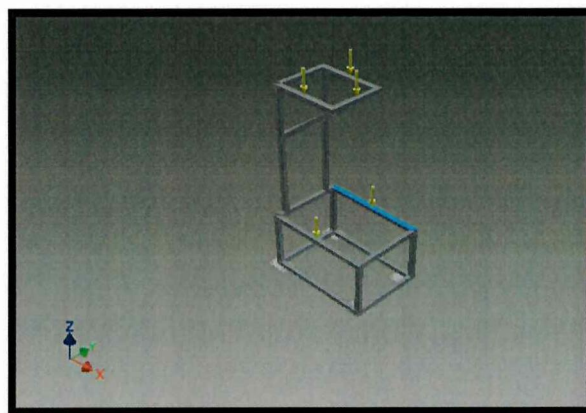
3.2.6 Soporte estructural

El soporte estructural metálico se realizó en tubo cuadrado de 1". Por ser una figura geométrica rectangular consideraremos su centro de gravedad (S) el cual se halla en la intersección de las medianas.

Análisis de fuerzas del soporte estructural

- Se efectuó el análisis de fuerzas en la estructura para comprobar que el material soporta la carga fijada para el proceso. Las cargas que se aplicó fueron en los puntos de apoyo en el cilindro principal y en el cilindro de almacenamiento. Para la capacidad de la carga se consideró el peso de los elementos de los cilindros ensamblados y el aceite residual automotriz, es decir a plena carga con un peso de 52.3 Kg. **Como se muestra en la figura (3.1)**

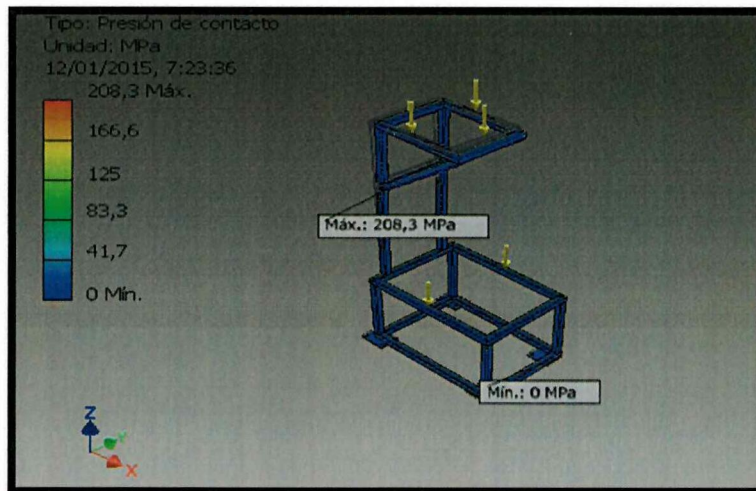
FIGURA 3. 1 ANÁLISIS DE FUERZAS



Fuente: Grupo de Investigadores

- Realizado el análisis de presión de contacto que la presión máxima que soporta la estructura de 208,3 MPa y la presión mínima es de 0 MPa. Como se muestra en la figura (3.2)

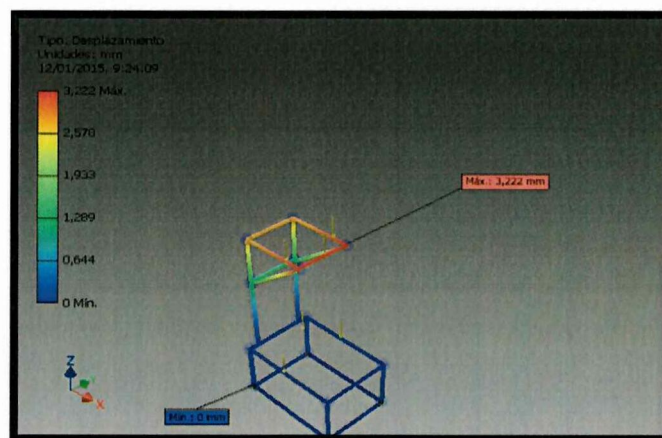
FIGURA 3. 2 ANÁLISIS DE PRESIÓN DE CONTACTO



Fuente: Grupo de Investigadores

- Se realiza el análisis de desplazamiento máximo y mínimo por flexión que puede presentarse en el soporte estructural, el cual indica que el valor menor es 0 mm y el máximo es de 3, 222 mm. Como se muestra en la figura (3.3)

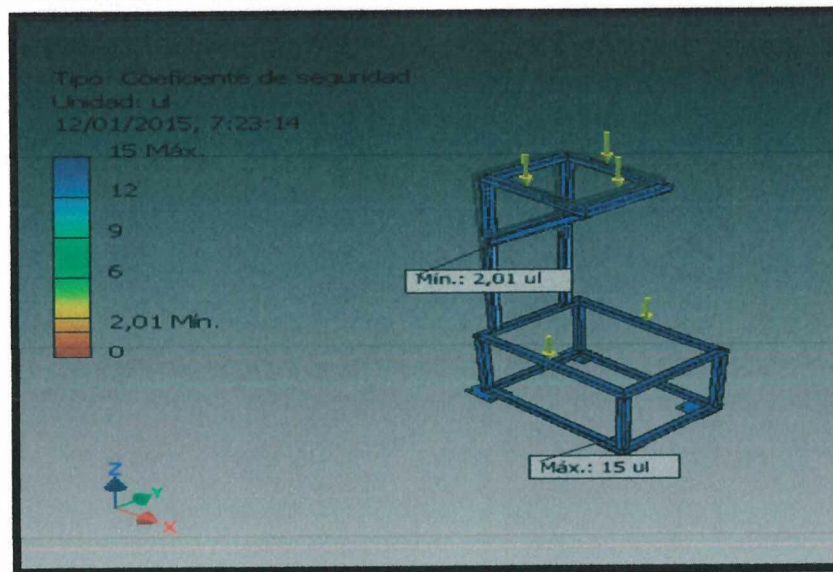
FIGURA 3. 3 ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO



Fuente: Grupo de Investigadores

- Realizado el análisis de esfuerzos en el soporte estructural podemos manifestar que el diseño no tiene inconvenientes y no presentara problemas por esfuerzo cortante y flexionante. El factor de seguridad es de máximo de 15 ul y mínimo de 2,01 ul, mediante este análisis se considera que la estructura tiene la capacidad de soportar el peso anterior mencionado sin causar ningún inconveniente. **Como se muestra en la figura (3.4)**

FIGURA 3. 4 ANÁLISIS DE FACTOR DE SEGURIDAD



Fuente: Grupo de Investigadores

Cálculo del centro de gravedad del soporte rectangular

Se obtiene de la Ecu (1.8)

Entonces:

$$s = \frac{500mm}{2}$$

$$s = 250 mm$$

Rspta. (3.19)

Los datos son de la base inferior de la estructura construida.

Cálculo de la base superior del soporte Triangular.

Se obtiene de la Ecu (1.9)

Entonces:

$$s = 0,707 \times \frac{320}{2}$$

$$s = 0,707 \times 160$$

$$s = 113.1 \text{ mm} \qquad \text{Rspta. (3.20)}$$

El centro de gravedad es igual a 113.1 mm el cual indica que se encuentra ubicado en el extremo del ángulo 90°.

Cálculo del centro de gravedad del cilindro.

Por diseño se toma en cuenta también el centro de gravedad de los cilindros.

Se obtiene de la Ecu (1.10)

Entonces:

$$s = \frac{260}{2}$$

$$s = 130 \text{ mm} \qquad \text{Rspta. (3.21)}$$

3.3 Ensamblaje de la planta piloto

Luego de haber realizado el diseño, se procede a la implementación conjuntamente con cada uno del elemento que conforma la planta piloto.

Se procede al montaje de:

3.3.1 Parte mecánica del cilindro principal.

El reactor (Cilindro principal) está fabricado en acero inoxidable AISI 310, utilizado para procesos en altas temperaturas, desempeña la función principal del proceso de craqueo térmico en el cual se produce la separación de partículas, se

realizó una soldadura con un electrodo de las siguientes características. Ver anexo (B)

En la parte superior, cuenta con cuatro orificios y en la parte inferior tiene dos orificios uno al frente y el otro en la parte de atrás.

(Ver plano N° 001- 200, tabla 3.1 y figura 3.1) y Ver Anexo (E)

TABLA 3.1 CARACTERÍSTICAS DEL REACTOR

CARACTERÍSTICAS		DESCRIPCIÓN
MATERIAL		Acero inoxidable 310
FORMA		Cilíndrico
DIMENSIONES	Diámetro	260 mm
	Altura	490 mm
	Espesor	5 mm
	Área lateral	400239,84 mm ²
	Área de la base	106186,08 mm ²
	Área total	506425,92 mm ²
CAPACIDAD (volumen)		26 litros

Fuente: Grupo de Investigadores

FIGURA 3. 5 REACTOR (CILINDRO PRINCIPAL)



Fuente: Grupo de Investigadores

3.3.1.1 Proceso para la colocación del cilindro principal.

- Colocar el cilindro principal en la parte media de la estructura de acuerdo al centro de gravedad de la misma.
- Colocar la cámara de concentración de calor en la parte superior del cilindro principal.
- Colocación del manómetro, válvula de alivio, la tubería que conecta al cilindro de almacenamiento conjuntamente con la válvula de bola que permite el paso de fluido (aceite residual). En los orificios de la parte superior del cilindro.
- Acoplamiento del medidor de nivel y la válvula de drenaje y colocación de la termocupla. En los orificios de la parte inferior del cilindro.

3.3.2 Parte mecánica del cilindro de almacenamiento

El Cilindro de almacenamiento fue fabricado en acero galvanizado. Su función es de almacenar la materia prima (aceite residual automotriz), en el cual es el encargado de alimentar al cilindro principal para llevar a cabo el proceso de destilación, se realizó una soldadura con un electrodo de las siguientes características **Ver anexo (C)**

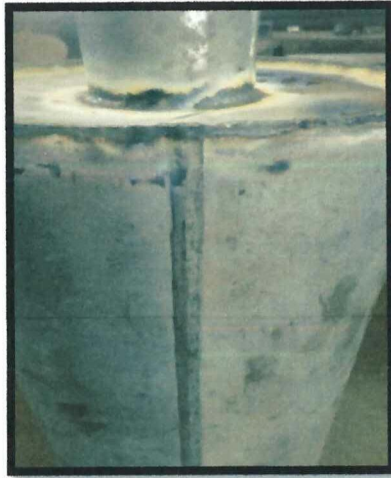
En la parte superior, cuenta con un orificio para su alimentación de materia prima y tiene un orificio para la alimentación al cilindro principal. (**Ver plano N° 001-200, tabla 3.2 y figura 3.2**)

TABLA 3. 2 CARACTERÍSTICAS CILINDRO DE ALMACENAMIENTO

CARACTERÍSTICAS		DESCRIPCIÓN
MATERIAL		Acero Galvanizado
FORMA		Cilíndrico
DIMENSIONES	Diámetro	260 mm
	Altura	490 mm
	Espesor	3 mm
	Área lateral	400239,8498 mm ²
	Área de la base	106186,08 mm ²
	Área total	506425,92 mm ²
CAPACIDAD (volumen)		26 litros

Fuente: Grupo de Investigadores

FIGURA 3. 6 CILINDRO DE ALMACENAMIENTO



Fuente: Grupo de Investigadores

3.3.2.1 Proceso para la colocación del cilindro de almacenamiento.

- Colocar el cilindro de almacenamiento en la parte superior de la estructura tomando en cuenta su centro de gravedad del cilindro.
- Acoplamiento de la tubería, y la válvula al cilindro con respecto al cilindro principal.

3.3.3 Parte Mecánica del Condensador de Enfriamiento

Luego de establecer el diseño, fue fabricado en acero inoxidable AISI 310 y así como en realizar el serpentín de tipo espiral, considerando lo que manifiesta Carrizales Martínez Roberto en la guía de selección de un condensador de enfriamiento: dice el tipo espiral se utilizan generalmente cuando el requerimiento de área es pequeño, menos de $2m^2$, se considera que a mayor número de espiras en esta clase de serpentín, logra una mejor condensación. Su función principal es de enfriamiento del vapor para su condensación y obtener un producto por goteo, se realizó una soldadura con un electrodo de las siguientes características. **Ver anexo (B)**

En la parte superior, cuenta con un tubo para el ingreso de vapor, en su interior está ubicado un serpentín, en la parte inferior está ubicado un tubo para obtener el resultado de condensación y en su lado lateral en la parte superior e inferior están ubicadas tuberías para el ingreso del refrigerante (agua). (Ver plano N° 001-300, tabla 3.3 y 3.4 y figura 3.3)

TABLA 3. 1 CARACTERÍSTICAS DEL CONDENSADOR DE ENFRIAMIENTO

CARACTERÍSTICAS		DESCRIPCIÓN
MATERIAL		Acero Inoxidable 310
FORMA		Cilíndrico
DIMENSIONES	Diámetro	108 <i>mm</i>
	Altura	250 <i>mm</i>
	Espesor	3 <i>mm</i>
	Área lateral	7854 <i>mm</i> ²
	Área de la base	15708 <i>mm</i> ²
	Área total	23562 <i>mm</i> ²
Volumen		1963500 <i>mm</i> ³

Fuente: Grupo de Investigadores

FIGURA 3. 3 CARACTERÍSTICAS DEL CONDENSADOR DE ENFRIAMIENTO



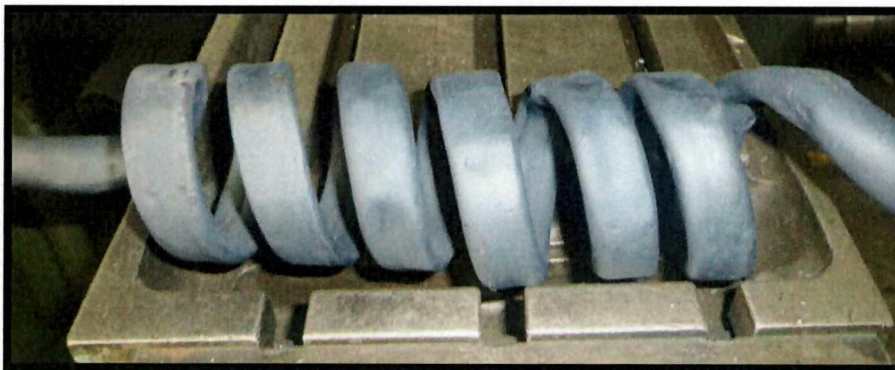
Fuente: Grupo de Investigadores

TABLA 3. 4 CARACTERÍSTICAS DEL CONDENSADOR DE ENFRIAMIENTO (Serpentín)

CARACTERÍSTICAS		DESCRIPCIÓN
MATERIAL		Acero al carbono
FORMA		Cilíndrico
DIMENSIONES	Diámetro	80 mm
	Altura	250 mm
	Espesor	3 mm
ESPIRAS		6 vueltas

Fuente: Grupo de Investigadores

FIGURA 3. 8 CARACTERÍSTICAS DEL CONDENSADOR DE ENFRIAMIENTO (Serpentín)



Fuente: Grupo de Investigadores

3.3.3.1 Proceso para la colocación del serpentín dentro del condensador.

- Acoplamiento de la tubería y la válvula de bola entre el cilindro principal y el condensador de enfriamiento.
- Colocación de las mangueras para el ingreso del refrigerante (agua) al serpentín.

3.3.4 Parte mecánica del quemador

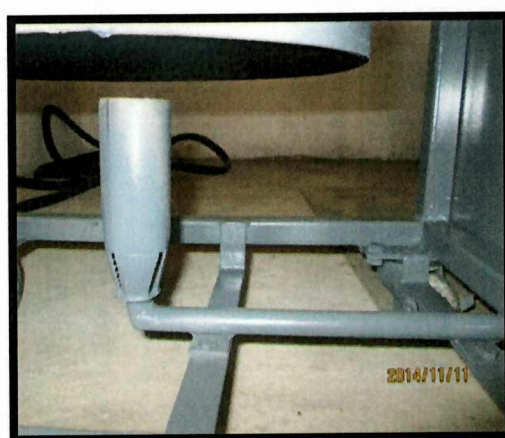
El quemador industrial fue adquirido en el mercado .Su función principal es de generar una llama de fuego para el calentamiento del reactor. Utilizando un cilindro gas licuado de petróleo de fabricación nacional. (Ver tabla 3.5 y figura 3.5)

TABLA 3. 5 CARACTERÍSTICAS DE LA PARTE MECÁNICA DEL QUEMADOR

CARACTERÍSTICAS		DESCRIPCIÓN
MATERIAL		Acero al carbono
FORMA		Cilíndrico
DIMENSIONES	Boquilla	40 mm
	Longitud	200 mm
	Espesor	2 mm
TANQUE CILÍNDRICO GAS		15 kg

Fuente: Grupo de Investigadores

FIGURA 3. 9 PARTE MECÁNICA DEL QUEMADOR



Fuente: Grupo de Investigadores

3.3.4.1 *Proceso para la colocación de la parte mecánica del quemador.*

- Se colocó una cámara de calentamiento en la parte inferior del cilindro principal.
- Colocación del quemador en la cámara de calentamiento del cilindro principal en la parte interna del soporte.
- Acoplamiento de la manguera entre el quemador y la válvula del cilindro de gas.

3.3.5 *Parte mecánica de la cámara de concentración de calor*

Fue fabricado en acero galvanizado. **Ver anexo (D)**

Su función principal es de concentrar y evitar pérdidas de calor en el cilindro principal. Se realizó una soldadura con un electrodo de las siguientes características. **Ver anexo (C)**

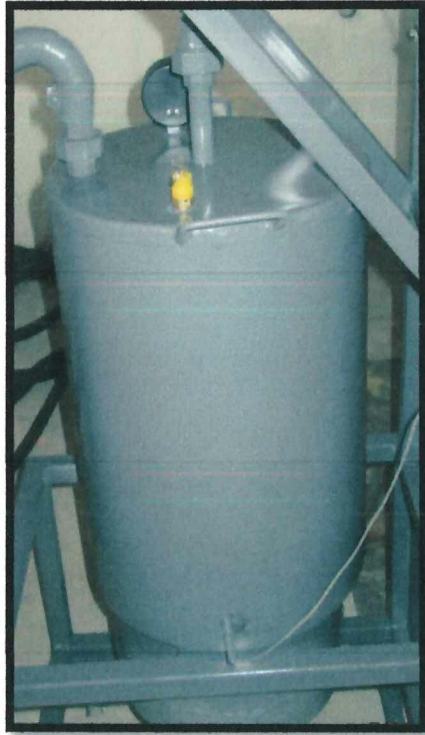
En la parte superior están realizados orificios con las mismas características de medida del cilindro principal, para el acoplamiento de los mismos, en su interior está ubicada una capa de fibra de vidrio como aislante térmico, entre el cilindro principal y la cámara de acero galvanizado. **(Ver plano N° 001- 100-200, tabla 3.6 y figura 3.6)**

TABLA 3. 6 CARACTERÍSTICAS CÁMARA DE CONCENTRACIÓN DE CALOR

CARACTERÍSTICAS		DESCRIPCIÓN
MATERIAL		Acero al galvanizado
FORMA		Cilíndrico
DIMENSIONES	Diámetro	306 mm
	Altura	410 mm
	Espesor	3 mm
AISLANTE		Lana de vidrio

Fuente: Grupo de Investigadores

FIGURA 3. 10 PARTE MECÁNICA DE LA CÁMARA DE CONCENTRACIÓN DE CALOR



Fuente: Grupo de Investigadores

3.3.5.1 Proceso para la colocación de la parte mecánica de la cámara de concentración de calor

- Se colocó el aislante térmico alrededor del cilindro principal y en su parte superior.
- Implementación de la cámara cilíndrica metálica.
- Ubicación de los centros de los orificios del cilindro metálico con el del cilindro principal.
- Ubicación de los accesorios.

3.3.6 Parte mecánica del soporte estructural

Luego de haber establecidas las condiciones del diseño del soporte estructural se realizó la construcción de un prototipo que fue fabricado en acero al carbono.

Su función principal es de soporte y transporte de los cilindros, se realizó una soldadura con un electrodo de las siguientes características. Ver anexo (C)

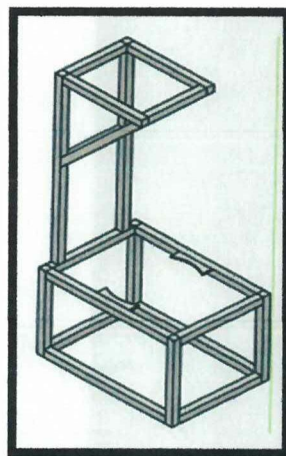
En la parte superior está ubicado el cilindro de almacenamiento y en la parte inferior está ubicado el cilindro principal. (Ver plano N° 001 – 400, tabla 3.7 y figura 3.7)

TABLA 3. 7 CARACTERÍSTICAS DE LA PARTE MECÁNICA DEL SOPORTE ESTRUCTURAL

CARACTERÍSTICAS		DESCRIPCIÓN
MATERIAL		Acero al carbono
EXTRUCTURA		Soporte y Transportación
DIMENSIONES	Ancho	500 mm
	Altura	960 mm
	Espesor de tubería	2 mm

Fuente: Grupo de Investigadores

FIGURA 3. 11 PARTE MECÁNICA DEL SOPORTE ESTRUCTURAL



Fuente: Grupo de Investigadores

3.3.7 Parte eléctrica del tablero de control de temperatura

Es un gabinete metálico que está ubicado junto al soporte estructural junto al cilindro de reserva, donde su función principal es de controlar la temperatura durante el proceso de craqueo térmico. En su interior se realizó la conexión eléctrica. Ver tabla 3.8 y figura 3.8, Ver plano eléctrico 002.

Medidor digital de temperatura

Es un controlador de manera digital de la temperatura que opera entre 0 a 1200 grados centígrados.

Termocupla

Es una termocupla de tipo J apropiada para un cilindro este tipo de elemento puede soportar hasta 1200 grados centígrados, se eligió esta termocupla por su diseño ya que su dimensión permite un ensamblaje correcto en el cilindro principal (reactor). Ver Anexo (C)

TABLA 3. 8 CARACTERÍSTICAS DEL TABLERO DE CONTROL DE TEMPERATURA

CARACTERÍSTICAS		DESCRIPCIÓN
GABINETE METALICO	Material	Acero Galvanizado
	Forma	Cúbica
	Dimensiones	200 mm x 200 mm
CONTROLADOR DE TEMPERATURA	Controlador Digital	Modelo TC – 96 N (J) Rango de temperatura de 0- 1200 °C Voltaje 110/220 voltios Frecuencia 60 Hz Marca CAMSCO
	Termocupla	Modelo J con cable térmico.

Fuente: Grupo de Investigadores

FIGURA 3. 12 TABLERO DE CONTROL DE TEMPERATURA



Fuente: Grupo de Investigadores

3.3.7.1 Proceso para la colocación de tablero de control de temperatura

- Colocación el gabinete metálico a la estructura.
- Colocación del control digital de temperatura al gabinete metálico.
- Conexión del controlador digital a la termocupla y con una alimentación de 110 voltios, para su activación.

3.3.8 Accesorios de la Planta Piloto

3.3.8.1 Controladores de presión

Manómetro

Mediante este elemento nos permitirá controlar la presión existente durante el proceso de destilación se ha seleccionado un manómetro de 30Psi el mismo que se encuentra ubicado en la parte superior del cilindro principal.

Válvula de Alivio

Se utilizó para controlar el fluido durante el proceso, hemos seleccionado una válvula de 125Psi la cual está colocada en el cilindro principal en la parte superior.

3.3.8.2 Conductores de caudal

Llaves de bola

Hemos seleccionado dicho elemento ya que nos permite regular y controlar el paso del fluido para lo cual utilizaremos una llave de ½”.

3.3.9 Características generales de la planta piloto

Ver tabla 3.9 y 3.10 y figura 3.9

TABLA 3. 9 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA PILOTO

ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS	
	Capacidad Real	Carga Diseñada
Cilindro Principal	- Altura: 490 mm -Diámetro: 260 mm -Volumen: 26 litros	-Altura: 490 mm -Diámetro: 260 mm -Capacidad: 20 litros
	Altura: 490 mm Diámetro: 260 mm Aislante: Fibra de vidrio	
Cilindro de Almacenamiento	Altura: 490 mm Diámetro: 260 mm Capacidad: 26 litros	
Sistema de Calentamiento	Quemador Gas licuado de petróleo	
Tablero de control de temperatura	Gabinete metálico Dimensión: 200 mm x 200 mm	
Controlador Digital de temperatura.	Modelo TC – 96 N (J) Rango de temperatura de 0- 1200 °C Voltaje 110/220 voltios Frecuencia 60 Hz Marca CAMSCO	
Termocupla	Modelo J con cable térmico , aislamiento	
Estructura	101 cm x 53 cm	

Fuente: Grupo de Investigadores.

TABLA 3. 10 ACCESORIOS DE LA PLANTA PILOTO

ACCESORIO	CARACTERISTICAS	
	Medida	Cantidad
Manómetro	Medidor de 30 Psi	1
Válvula de alivio	De 125 Psi	1
Válvulas de control	Llaves de bola ½"	4
Tubería	Cilíndrica	
	De ½"	3 m
Tubo para soporte de estructura	Cuadrada	8.16 m
	De 1"	
Manguera para la conexión al gas licuado	De 5/8"	3 m
Manguera para el sistema de enfriamiento	De ¾"	8 m
Abrazaderas	De ¾"	4
Conductor	14 awg	4m

Fuente: Grupo de Investigadores.

FIGURA 3. 13 ENSAMBLAJE DE LA PLANTA PILOTO



Elaborado por: Grupo de investigador

3.4 Factibilidad

Es factible realizar el diseño e implementación de una planta piloto, porque permitirá incentivar a los propietarios y personal operativo a reciclar y reutilizar el aceite residual automotriz para producir diesel #2, esto gracias al apoyo del grupo humano de empleados de las lubricadoras y a nuestro director de tesis.

Análisis de factibilidad económica

Como primer punto factible económico es el diseño e implementación de la planta piloto con cada uno de los elementos, materiales y accesorios ya que son accesibles en el mercado. Razón por la cual detallaremos la inversión económica realizada por los postulantes con el 100% de financiamiento económico, con esto es factible la ejecución del proyecto. **Como se muestra en la tabla (3.11)**

TABLA 3. 11 TABLA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANATA PILOTO

Nº	Descripción	Costo Unitario	Total
1	Cilindro principal Acero Inoxidable (304)	120.00	120.00
1	Cilindro secundario	40.00	40.00
1	Cámara de concentración de calor	120.00	120.00
	Estructura metálica	80.00	80.00
4	Garruchas	16.00	64.00
1	Quemador	25.00	25.00
1	Cámara para el quemador	15.00	15.00
1	Condensador de enfriamiento	150.00	150.00
1	Gabinete metálico	25.00	25.00
1	Control digital de temperatura	100.00	100.00
1	Termocupla	20.00	20.00
1	Selector	2.50	2.50
4	Conductor eléctrico	1.20	4.80
8	Manguera de agua de 3/8	1.20	9.60
3	Abrazaderas 3/8	0.50	1.50
1	Conector de agua	3.50	3.50
3	Manguera para cilindro de gas	2.00	6.00
2	Abrazaderas	0.30	0.60
1	Válvula industrial para cilindro de gas	3.70	3.70
4	Válvulas tipo bola	12.00	48.00
1	Válvula de alivio	9.00	9.00
1	Manómetro	15.00	15.00
1	Medidor de nivel	9.00	9.00
2	Pintura esmalte	10.80	10.80
1	Montaje del proyecto de investigación	350	350
	Sub Total		1.224
	I.V.A 12%		146.88
	TOTAL		1370.88

Elaborado por: Grupo de investigador

Para la proyección de factibilidad económica se tomara en cuenta aspectos fundamentales.

1.- El precio del galón de diesel #2 sustentado en el Ecuador mediante el Decreto Ejecutivo número 338 y Registro Oficial numero73. Es de 0.80 centavos de dólar más un margen de comercialización en el mercado nacional de 0.13 centavos de dólar que da como resultado, que el precio de un galón de diesel #2 es de 0,93 centavos de dólares americanos.

2.- Los datos sustentados de la tesis de Maestría del Ing. Mg.C. Álvaro Santiago Mullo Quevedo indican que se obtiene la cantidad de 515 galones de aceite residual automotriz semanal generado en el sector San Felipe **Ver anexo (H).**

TABLA 3. 12 PROCESO OBTENIDO

Proceso		Obtención de diesel #2		Precio del diesel #2
Cantidad		Cantidad		Galón 0,93 \$
Galones	Litros	Galones	Litros	
5,29	20	3,01	11,4	2,79

Elaborado por: Grupo de investigador

De acuerdo la tabla 2.14 se puede observar que la cantidad de diesel #2 que se obtiene en la planta piloto mediante estos datos realizaremos un cálculo proyectándonos mediante datos sustentados mencionados anteriormente.

Ver tabla (2.14)

TABLA 2. 13 PROYECCIÓN ECONÓMICA DEL PROCESO

Proceso		Obtención de diesel #2		Precio del diesel #2
Cantidad		Cantidad		Galón 0,93 \$
Galones	Litros	Galones	Litros	
515	1946,7	294	1109,61	276,36

Elaborado por: Grupo de investigador

Realizado el respectivo análisis de proyección económica, se considera que nuestro proyecto resulta factible en vista que si se pudo aprovechar el potencial energético del aceite residual, de tal manera durante el proceso de destilación se pudo obtener diesel #2 en un 57 % de la cantidad puesta en operación que fue de 20 litros. Llegando a obtener 3 galones con un precio estimado de 2,79 dólares americanos.

Ante estos resultados y considerando los 515 galones de aceite residual automotriz semanal y el precio del galón de diesel #2 de acuerdo al anexo 8. Se considera que el 57% obtenido en combustible da como resultado 294 galones y multiplicando por el precio establecido 0,93 centavos de dólar, nos indica que se tiene una rentabilidad de 276,36 dólares americanos semanales.

Mediante estos resultados consideramos factible la investigación ya que se puede apreciar que al reutilizar el aceite residual automotriz para obtener diesel #2, se consigue alcanzar un beneficio económico y además con este proyecto se contribuye al cuidado del medio ambiente.

Después de haber realizado la implementación del sistema en correcto funcionamiento, se detalla la comparación entre los datos sustentados de la tesis de Maestría del Ing. Mg.C. Álvaro Santiago Mullo Quevedo y nuestros datos obtenidos. **Ver tabla 3.12 y 3.13**

TABLA 3. 13 RELACION DE TEMPERATURAS

Tesis de Maestría del Ing. Mg.C. Álvaro Santiago Mullo Quevedo			Datos obtenidos de los postulantes	
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR
Temperatura de inicio ebullición	°C	80°C	°C	134
Temperatura del gas combustible	°C	125°C	°C	180
Temperatura de separación de moléculas	°C	140 °C	°C	195
Tiempo de ebullición	Min	25	Min	35

Fuente: Grupo de Investigadores

TABLA 3. 14 CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS

Datos obtenidos en la Tesis de Maestría del Ing. Mg.C. Álvaro Santiago Mullo Quevedo			Datos obtenidos de los postulantes	
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR
Cantidad de sustancia Inicial	Gr	182	Lt	20
Primera destilación	Gr	145	Lt	11,4
Cantidad obtenida eficiente	%	80	%	57
Temperatura de conservación de ebullición	°C	190°C	°C	205
Temperatura del gas combustible	°C	130 °C	°C	195

Fuente: Grupo de Investigadores

CONCLUSIONES

Al punto de realizar todas las actividades de investigación, concerniente al aceite residual y su destilación por craqueo térmico para obtener diesel #2, se realizó una investigación para el diseño de un reactor para satisfacer la necesidad.

- En conclusión mediante el estudio y aplicación de investigaciones, se logró cumplir con el objetivo general planteado se realizó la planta piloto, con la que mediante sus diferentes procesos como resultado se pudo obtener el diesel #2.
- En el proceso de construcción de la planta piloto, de acuerdo a sus características y diseños adecuados, se realizó la elección de materiales y accesorios apropiados que brinden seguridad, buen funcionamiento, y rentables económicamente con al presupuesto o inversión fijada.
- Aplicando los parámetros matemáticos necesarios y técnicas adecuadas para el diseño y la implementación como: cálculos de volumen, presión, y de áreas, también la selección de materiales mediante normas técnicas, etc. Se logró construir la planta piloto con un diseño adecuado y acorde a la necesidad de seguridad, funcionamiento y obtención de resultados.
- Una vez realizada la planta piloto, se realizó de manera detallada en conjunto los aspectos y caracterizaciones que se necesitan para el funcionamiento como el manual de operación y un detalle de características técnicas de cada elemento.
- Con la operación y puesta en marcha la planta piloto, la cantidad de aceite residual automotriz con la que se trabaja es de 20 litros y se obtiene el 57% de diesel #2 como resultado es decir 11,4 litros.

- Concluimos que el tiempo que el aceite residual llega al punto de ebullición es de 30 minutos y la temperatura es de 180 ° C en este período se inicia la separación de partículas.
- Se llega a aplicar condiciones necesarias para la operación en las válvulas para el proceso mediante cada etapa y cambio de temperatura.

RECOMENDACIONES

- Después de haber realizado las pruebas correspondientes y obtener diesel #2 se recomienda realizar este proyecto a una mayor escala en el futuro.
- Se recomienda que para un mejor diseño todas las partes sean fabricadas en acero inoxidable para evitar la corrosión.
- Es aconsejable reemplazar el sistema de calentamiento del quemador industrial que utiliza gas licuado de petróleo por un sistema de calentamiento por inducción eléctrica ya que nos permitirá tener resultados a menor tiempo.
- Implementación de una trampa de gas para un proceso más adecuado durante la destilación.
- Es recomendable utilizar sensores de nivel y una automatización que nos permita controlar y observar la cantidad necesaria que se requiera para el proceso.
- Es recomendable utilizar electroválvulas para el paso y control del fluido de manera automática.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CALOR.

Sensación que se experimenta ante una elevación de temperatura.

CILINDRO.

Cuerpo limitado por una superficie cilíndrica cerrada y dos planos que la cortan.

COMBUSTIBLE.

Material que se emplea para producir energía en forma de calor mediante reacciones.

CONDUCCIÓN.

Es un paso de transmisión de calor establecido en el acercamiento inmediato entre los cuerpos.

CONVECCIÓN.

Transporte en un fluido de una magnitud física, como masa, electricidad o calor, por desplazamiento de sus moléculas debido a diferencias de densidad.

CRAQUEAR.

Romper, por elevación de temperaturas, las moléculas de ciertos hidrocarburos con el fin de aumentar la proporción de los más útiles.

DESTILACIÓN.

Separa por medio de calor en alambiques u otros vasos, una sustancia volátil de otra más fija, enfriando luego su vapor para reducirla nuevamente a líquido.

DISEÑO.

Concepción original de un objeto u obra destinados a la producción en serie.

DISCIPLINA. Arte facultad o ciencia.

EBULLISIÓN.

Acción y efecto de hervir.

EFECTO INVERDADERO.

Se considera al fenómeno por medio de los gases existentes en la atmosfera mantiene el calor que emite desde la tierra.

EFICIENCIA.

Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.

ENERGÍA.

Existente en un medio físico, causado por ondas electromagnéticas, mediante las cuales se propaga directamente sin desplazamiento de la materia.

EVAPORACIÓN.

Acción y efecto de convertir un vapor a un líquido.

EXOTÉRMICA.

Proceso que va acompañado de desprendimiento de calor.

HIDROCARBURO.

Compuesto resultante de la combinación del carbono con el hidrogeno.

PERIODO.

Tiempo que algo tarda en volver al estado o posición que tenía al principio.

PRESIÓN.

Acción y efecto de apretar o comprimir.

PROCESO.

Conjunto de pasos lógicos secuenciales para cumplir a un objetivo.

PIROLISIS.

Descomposición de un compuesto químico por acción del calor.

QUÍMICA.

Ciencia que estudia la estructura, propiedades y transformaciones de la materia a partir de su composición atómica.

RADIACIÓN.

Forma de propagarse la energía o las partículas.

RECICLAJE.

Someter un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar.

REGENERACIÓN.

Dar nuevo ser a algo que degenero, restablecerlo o mejorarlo.

SERPENTÍN.

Tubo largo en línea espiral o quebrada que sirve para facilitar el enfriamiento de destilación en los alambiques u otros aparatos.

SINTÉTICO.

Obtenido por procedimiento industriales, generalmente una síntesis química, que reproduce la composición y propiedades de algunos cuerpos naturales.

SÓLIDO.

Debido a la gran cohesión de sus moléculas, mantienen forma y volumen constantes

TEMPERATURA.

Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente.

TRANSFERENCIA.

Pasar o llevar algo desde un lugar a otro.

VAPOR.

Fluido gaseoso cuya temperatura es inferior a su temperatura crítica.

VOLATIL.

Que se transforma espontáneamente en vapor.

VOLUMEN.

Espacio ocupado por un cuerpo.

GLOSARIO DE SIGLAS.**ASTM.**

American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)

EPA.

Agencia De Protección Ambiental.

API.

American Petroleum Institute

NTE.

Norma Técnica Ecuatoriana.

INEN.

Instituto Ecuatoriano de Normalización.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍAS CITADAS

- Agencia de Protección Ambiental (EPA) 2008.
- Aguilar A, Altamirano J, García O. Introducción a la inferencia estadística; 1º Edición, Editorial Person Educación de México, S.A de C.V, (2010). Pág. 145
- Brady Robert N. Manual Moderno de Tecnología a Diesel, 1º Diesel, Editorial Rrentice Hall Hispanoamérica S.A, México 1997. Pág. 67.
- Carrizales Martínez Roberto (2010) Laboratorio de Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Química, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México disponible en internet en :<http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/06/rcm.htm>
- CHARLES, E. Wilson. Diseño de máquinas teórica y práctica, 2º Edición, Editorial Continental S.A. México, 1990. Pág. 13
- De acuerdo al reglamento de regulación de precios de derivados de petróleo, Decreto Ejecutivo 338 y Registro Oficial 73 de 02 de agosto del 2005, estado vigente y como última modificación el 27 de enero de 2012.
- De la Cruz Huisa José. Cuerpo Geométricos, 1º Edición, Ecuador (2008) Pág. 159
- Del Plan Nacional de Buen Vivir del ecuador: Objetivo 3 y Objetivo 4.
- Dr. Ing. Lopez I- Dr. Ing. Borzacconi L Disponible en internet en: <http://www.fing.edu.uy/iq/maestrias/DisenioReactores/materiales/notas1.pdf>

- El artículo 413 y 414 de la constitución del Ecuador
- Fiestas, Cherre J. Soldadura, 1° Edición, Editorial San Marcos. Perú, 1998. Pág. 11
- FOGLER, Scott. H. Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas, 4° Edición, Editorial Paearson Educación, México 2008. Pág.9 – 10 – 217-850-
- GARRITZ Andoni, GASQUE Laura, MARTÍNEZ Ana .Química Universitaria, 1° Edición, Editorial Perason Educación, México 2005. Pág. 22 – 28.
- JIMENES GUTIERRES Arturo. Diseño de Procesos en Ingeniería Química 2° edición, México 2003. Pág. 149
- LINARES, O. Tribología y Mantenimiento Proactivo. 1° Edición, Editorial Widman International S.R.L, San Cruz, Bolivia 2005. Pág. 56
- Mott, Robert L. Diseño de Elementos de Maquinas, 2° Edición, Editorial Stephen C. Robb. México, 1995. Pág. 31
- Mullo Álvaro, “ 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.”, Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad de Posgrados Programa de Maestría en Gestión de Energías.
- Norma Técnica Ecuatoriana, (NTE INEN). Productos Derivados de Petróleo Diesel Requisitos. 1489:2012. 1° Edición. Quito: Registro Oficial No 648 de 2012-04-07, 2012 Pág. 1

- Reglamento de regulación de precios de derivados de petróleo, Decreto Ejecutivo 338 y Registro Oficial 73 de 02 de agosto del 2005, estado vigente y como última modificación el 27 de enero de 2012.
- Rodrigo Cifuentes Fernandez Disponible en internet en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Combustible-Diesel/2156669.html>
- SAMANIEGO Juan. Integración al Scada de EP Petroecuador el Sistemas de Monitoreo del Separador de Producción de la Estación Lago Norte” Director: Ing. German Castro M. Escuela Superior Politécnica Nacional Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica Quito 2012. Pág. 16
- Trujillo José, Suntaxi Renato “Levantamiento del catastro de generadores diseño de un plan de recolección y alternativas para la disposición final de los aceites usados en el Cantón Rumiñahui- Provincia Pichincha” Director: Ing. Ana Balarezo Ph.D. Escuela Superior Politécnica Nacional Facultad de Ingeniería Civil Ambiental Quito 2009.
- VAN O, SONNTAG R. Fundamentos de Termodinámica, 1º Edición, Editorial Limusa , S.A, México 2000. Pág. 503 -504.
- YUNUS A Cengel. Termodinámica, 6º Edición 2012. Pág. 1

BIBLIOGRAFÍAS CONSULTADAS

- Aceites Usados. [Fecha consultada: 27 de febrero 2014] Disponible en: http://www.cempre.org.uy/index.php?option=com_content&view=article&id=79&Itemid=97
- Acero al carbón [Fecha consultada: 10 de enero 2015] Disponible en internet en: <http://www.sabelotodo.org/herramientas/acerotemplado.html>
- Acero galvanizado [Fecha consultada: 10 de enero 2015] Disponible en internet en internet en:

http://www.pac.com.ve/index.php?option=com_content&view=article&id=11146:acero-galvanizado-caracteristicas-y-usos&catid=64:industria&Itemid=87

- Dr. TOJO BARREIRO Gabriel. Ingeniería de las Reacciones Químicas 2º Edición, Editorial Reverte S.A España 1990. Pág. 385
- Garritz A. Gasque L. Martínez A. Ingeniería de Procesos Destilados 1º Edición, Editorial Reverte S.A España 2005. Pág. 22
- Serpentin espiral [Fecha consultada: 10 de enero 2015] Disponible en internet en: <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/06/rcm.htm>
- SCOTT FOGLER H. Elementos de la Ingeniería de Reacciones Químicas 3º Edición, Michigan 2001. Pág. 581

BIBLIOGRAFÍAS ELECTRÓNICAS

- Cilindro. Consulta 05 de julio de 2014. Disponible en internet: <http://www.vitutor.net/2/2/30.html>
- Curva de destilacion del diesel. Consultada 9 de abril 2014 Van G. Sontag R. (2000)
- Craqueo catalítico. Consultada: 17 de marzo 2014. Disponible en: <http://www.slideshare.net/Carlos0601/craqueo-catalitico>
- Craqueo. Consultada: 15 de marzo 2014. Disponible en: <http://www.ecured.cu/index.php/Craqueo>
- Destilación Fraccionada. Consultada 11 de marzo 2014 Disponible en Internet: www.sabelotodo.org/termicos/destilacionfraccionada.html

- Destilación atmosférica. Consultada 11 de marzo 2014. Disponible en internet :<http://gustato.com/petroleo/destilacion.html>
Destilación al Vacío. Consultada 15 de marzo 2014. Disponible en internet: <http://gustato.com/petroleo/destilacion.html>
- Diseño de un reactor. [Fecha consultada: 12 de marzo 2014]Disponible en: <http://www.slideshare.net/CarliitahPiineda/diseo-y-construccion-de-un- reactor-para-la-produccion-de-combustible-tipo-biodisel-mediante-la-digestion-controlada-del-mango-manguifera-indica-en-descomposicion>
- Estructura metálica. Consultada 09 de enero 2015. Disponible en internet :<http://gustato.com/petroleo/destilacion.html><http://www.areatecnologia.com/estructuras/estructuras-metalicas.html>
- Fogler, Scott H. (2008) “Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas” consultada 11 de marzo de 2014
- Gas Natural. Consultada: 20 de marzo 2014. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/78.pdf>
- Norma Técnica Ecuatoriana. (NTE INEN) 1489:2012. Consultada 10 de abril 2014 Productos derivados del petróleo. Diesel. Requisitos. 2012. p. 2
- Petróleo y refinería. Consultada: 16 de marzo 2014. Disponible en: <http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/petroleoRefineria.htm>
- Reactor de destilación. Consultada: 14 de marzo 2014. Disponible en: <https://www.google.com.ec/#q=que+es+un+reactor+de+destilacion+por+craqueo+termico>
- Refinería. Consultada: 17 de marzo 2014. Disponible en: <http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/petroleoRefineria.htm>

- Procesos de refinado. Consultada: 17 de marzo 2014. Disponible en:
http://www.ecured.cu/index.php/Proceso_y_refinado_del_petr%C3%B3leo

- Señalética. Consultada: 25 de septiembre 2014. Disponible en:
<http://www.mlconsultores.com/2011/02/senaletica-y-seguridad-industrial/>

- Transferencia de calor. Consultada 10 de abril 2014. Disponible en internet:
<http://www.monografias.com/trabajos15/transf-calor/transf-calor.shtml>

- Variable termodinámicas. Consultada 9 de abril 2014. Disponible en internet:
<http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/ asignaturas/fisica/termo1p/variables.html>

ANEXOS