

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE  
RECICLAJE DE LUBRICANTES AUTOMOTRICES EN LA CIUDAD DE  
BUCARAMANGA SANTANDER, COLOMBIA.**

**LEIDY BIBIANA GONZALEZ PARDO**

**FREDY ALEXANDER RUIZ SANTAMARIA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS**

**ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES**

**BUCARAMANGA**

**2012**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE  
RECICLAJE DE LUBRICANTES AUTOMOTRICES EN LA CIUDAD DE  
BUCARAMANGA SANTANDER, COLOMBIA.**

**LEIDY BIBIANA GONZALEZ PARDO**

**FREDY ALEXANDER RUIZ SANTAMARIA**

**Monografía presentada para optar al título de:**

**ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS**

**Director:**

**OLGA LUCÍA MANTILLA**

**Ingeniera Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS**

**ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES**

**BUCARAMANGA**

**2012**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>21</b>
<b>1. ESTUDIO DEL ENTORNO</b> .....	<b>23</b>
1.1. ESTADO DE RECICLAJE DE LUBRICANTES A NIVEL INTERNACIONAL. .....	23
1.2. ESTADO DEL RECICLAJE DE LUBRICANTES EN COLOMBIA.....	25
1.3. ESTADO DEL ENTORNO ECONÓMICO Y DEL RECICLAJE DE LUBRICANTES EN SANTANDER .....	28
1.3.1. ANÁLISIS DEL ENTORNO ECONÓMICO EN SANTANDER: .....	28
1.3.2. <i>Nivel de Supervivencia de las Empresas en Santander</i> .....	30
1.3.3. <i>Mercado laboral en Bucaramanga</i> .....	31
1.3.4. <i>Estado del reciclaje de lubricantes en Santander</i> .....	31
1.3.5. <i>Zonificación de la empresa</i> .....	33
<b>2. ESTUDIO DE MERCADOS</b> .....	<b>37</b>
2.1. DEFINICIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE NEGOCIO Y LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	38

2.2.	DEFINICIÓN DEL PRODUCTO .....	39
2.3.	DEFINICIÓN DEL MERCADO .....	42
2.3.1.	<i>Mercado potencial.</i> .....	42
2.3.2.	<i>Mercado objetivo.</i> .....	43
2.4.	LA DEMANDA.....	46
2.4.1.	<i>Cuantificación de la demanda del producto</i> .....	46
2.4.2.	<i>Cuantificación de la disponibilidad la materia prima</i> .....	48
2.5.	LA OFERTA .....	51
2.6.	CANALES DE DISTRIBUCIÓN .....	55
2.7.	PRECIO .....	55
2.8.	PUBLICIDAD Y PROMOCIÓN.....	57
2.9.	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADOS .....	57
<b>3.</b>	<b>ESTUDIO TÉCNICO .....</b>	<b>59</b>
3.1.	EVALUACIÓN TECNOLÓGICA.....	59
3.1.1.	<i>Procesamiento (Processing o reclaiming).</i> .....	61
3.1.2.	<i>Análisis de las alternativas.</i> .....	70

3.2.	DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA.....	73
3.2.1.	Área de cargue y descargue de productos.....	76
3.2.2.	Área de almacenamiento de materia prima y producto terminado (Área de Tanques).....	78
3.2.3.	Planta de procesamiento.....	79
3.2.4.	Área de oficinas.....	83
3.2.5.	Área de almacenamiento de otros insumos y zonas varias. ....	84
3.2.6.	Resumen del dimensionamiento de la planta.....	84
3.3.	CANALES DE RECOLECCION, DISTRIBUCION Y VENTA. ....	85
3.3.1.	Recolección de Materia prima. ....	85
3.3.1.1.	Naturaleza de los puntos de recolección.....	87
3.3.1.2.	Interacción entre la recolección y la generación de lubricante. ....	88
3.3.2.	Distribución y venta de producto. ....	89
<b>4.</b>	<b>EVALUACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>90</b>
4.1.	EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA MATERIA PRIMA. ....	90
4.2.	EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PRODUCTO...	93
4.3.	EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LA CREACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE RECICLAJE. ....	97
<b>5.</b>	<b>ESTUDIO ADMINISTRATIVO .....</b>	<b>100</b>

5.1.	FORMA DE CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA .....	100
5.2.	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	102
<b>6.</b>	<b>ESTUDIO FINANCIERO .....</b>	<b>103</b>
6.1.	VIDA ECONÓMICA DE LA EMPRESA .....	105
6.2.	COSTOS DE TERRENOS MAQUINARIA Y EQUIPOS Y OTROS (ACTIVOS FIJOS).....	105
6.2.1.	<i>Terrenos.....</i>	<i>106</i>
6.2.2.	<i>Edificios.....</i>	<i>106</i>
6.2.3.	<i>Maquinaria y equipos .....</i>	<i>106</i>
6.2.4.	<i>Vehículos, muebles y enseres y otras inversiones.....</i>	<i>114</i>
6.2.5.	<i>Activos diferidos. ....</i>	<i>115</i>
6.2.6.	<i>Capital de trabajo inicial. ....</i>	<i>116</i>
6.2.7.	<i>Análisis de egresos .....</i>	<i>117</i>
6.2.7.1.	Análisis de Materias primas:.....	117
6.2.7.2.	Análisis de mano de obra. ....	118
6.2.7.3.	Gastos generales de fabricación: .....	119
6.2.7.4.	Otros egresos .....	119
6.2.8.	<i>Calculo de depreciaciones .....</i>	<i>121</i>
6.2.9.	<i>Ingresos por ventas.....</i>	<i>121</i>
6.2.10.	<i>Tamaño Económico Mínimo.....</i>	<i>122</i>
6.3.	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA. ....	123

6.3.1.	<i>Flujo de Fondos 1 (Sin financiación)</i> .....	123
6.3.2.	<i>Flujo de fondos 2 (Con financiación)</i> .....	124
6.3.3.	<i>Punto de equilibrio</i> .....	125
6.3.4.	<i>Pay Back Estático</i> .....	126
6.3.5.	<i>Indicadores de rentabilidad:</i> .....	127
6.4.	ANÁLISIS DE RIESGOS FINANCIEROS.....	128
6.5.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD. ....	132
<b>7.</b>	<b>EVALUACIÓN LEGAL .....</b>	<b>137</b>
7.1.	DERECHOS CONSTITUCIONALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.....	138
7.2.	NORMATIVIDAD INTERNACIONAL RELACIONADA CON EL TRATAMIENTO DE ACEITES LUBRICANTES USADOS.....	139
7.3.	NORMATIVIDAD COLOMBIANA RELACIONADA CON EL MANEJO DE ACEITES USADOS.....	140
7.4.	PROCEDIMIENTOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO .....	144
7.5.	ASPECTOS RELACIONADOS CON LA PROPIEDAD INTELECTUAL DEL PROYECTO.....	147
7.6.	ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA, EL TIPO DE ORGANICACIÓN.....	148

7.7.	ASPECTOS RELACIONADOS CON EL MERCADO POTENCIAL DEL PROYECTO.....	149
7.8.	CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN LEGAL.....	150
8.	<b>AMENAZAS DEL PROYECTO.....</b>	<b>151</b>
9.	<b>CONCLUSIONES DEL ESTUDIO .....</b>	<b>153</b>
10.	<b>RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO.....</b>	<b>157</b>
11.	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>158</b>
12.	<b>ANEXOS.....</b>	<b>15863</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 Registro de Vehículos Matriculados en Colombia 1970 - 2007</b> .....	<b>26</b>
<b>Figura 2 Prácticas de disposición final de los aceites usados</b> .....	<b>28</b>
<b>Figura 3 Áreas morfológicas homogéneas físicas</b> .....	<b>35</b>
<b>Figura 4 Empresas registradas en la Cámara de Comercio de Bucaramanga. Clasificación por zona</b> .....	<b>44</b>
<b>Figura 5 Cuantificación de la demanda por sector</b> .....	<b>45</b>
<b>Figura 6 Volumen de aceite usado aprovechado y dispuesto correctamente por Operadores FAU</b> .....	<b>52</b>
<b>Figura 7 Disposición de aceites usados en Colombia 2009-2010</b> .....	<b>52</b>
<b>Figura 8 Análisis del comportamiento del precio del Fuel Oil Ecopetrol vrs. Precios del producto</b> .....	<b>56</b>
<b>Figura 9 Esquema general proceso de Centrifugado</b> .....	<b>63</b>
<b>Figura 10 Proceso de desemulsificación y centrifugación para tratamiento de aceites usados</b> .....	<b>66</b>
<b>Figura 11 Proceso de destilación</b> .....	<b>70</b>
<b>Figura 12 Esquema de distribución de planta inicial</b> .....	<b>75</b>
<b>Figura 13 Esquema general Organigrama</b> .....	<b>102</b>
<b>Figura 14 Pay Back Estático del Proyecto</b> .....	<b>127</b>
<b>Figura 15 Comparativo Valores VPN en el análisis de riesgos del proyecto</b>	<b>131</b>
<b>Figura 16 Comparativo variables de entrada en el análisis de riesgos del proyecto</b> .....	<b>131</b>
<b>Figura 17 Variación de la TIR vs la variación de galones de aceite usado recolectados mensualmente</b> .....	<b>134</b>
<b>Figura 18 Variación de la TIR vs la variación del precio de la materia prima</b> .....	<b>135</b>

**Figura 19 Variación de la TIR vs la variación del precio del producto.....135**

**Figura 20 Porcentajes de uso de combustibles. Generación de energía a nivel industrial.....182**

**Figura 21 Producción nacional de materiales arcillosos (\$/mes).....185**

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Crecimiento del parque automotor de Bucaramanga 2010 -2011	33
Tabla 2 Consumo industrial de combustibles líquidos	41
Tabla 3 Resumen de caracterización de los sectores potenciales de la demanda	42
Tabla 4 Cuantificación de los clientes potenciales para el proyecto	44
Tabla 5 Resumen Análisis de participación por sector a nivel nacional y Santander	46
Tabla 6 Proyección estimada de cobertura de la demanda	48
Tabla 7 Proyección de la Oferta aparente	53
Tabla 8 Demanda Insatisfecha proyectada	54
Tabla 9. Contaminantes del proceso de desemulsificación y centrifugación	67
Tabla 10. Opciones de mezcla energética posibles	68
Tabla 11 Análisis de Alternativas procesos	71
Tabla 12. Cantidad final de combustible obtenido usando como insumo el aceite usado y fuel Oil # 6	74
Tabla 13. Análisis de frecuencia de ingreso de vehículos. Tiempo de cargue y descargue	76
Tabla 14. Tanques requeridos y áreas para la zona de almacenamiento	79
Tabla 15. Costo de Plantas y equipos para el tratamiento de aceite lubricante usado	80

Tabla 16. Alternativas de plantas y equipos bajo tecnología de Centrifugado	82
Tabla 17. Dimensiones de la alternativa final para la planta de procesamiento	83
Tabla 18. Resumen de las características de la planta	84
Tabla 19. Especificaciones límite del aceite para su uso como combustibles.	94
Tabla 20. Estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para actividades industriales a condiciones de referencia (25°C y 760 mm Hg) con oxígeno de referencia de 11%	96
Tabla 21. Plantas y equipos para tratamiento de aceite lubricante bajo la tecnología de centrifugado	107
Tabla 22 Costos asociados al valor a los equipos de tratamiento.	108
Tabla 23 Costos estimados de construcción y fabricación de tanques para almacenamiento del aceite usado	110
Tabla 24 Costos de equipos menores requeridos para el tratamiento del aceite lubricante usado	111
Tabla 25 Costos de instalación de la planta de tratamiento	113
Tabla 26. Resumen de los costos de maquinaria.	114
Tabla 27. Resumen Gastos de Instalación de la planta	116
Tabla 28. Costo de la materia prima para producción de Fuel #4	118
Tabla 29. Otros Gastos fijos mensuales	120
Tabla 30. Porcentaje de Depreciación de los activos	121
Tabla 31. Indicadores constantes de Rentabilidad del proyecto con financiación	127

Tabla 32 Descripción de las variables del análisis de riesgos financieros del proyecto	128
Tabla 33 Datos de Entrada variables análisis de riesgos	129
Tabla 34 Descripción de las variables de salida del análisis de riesgos financieros	130
Tabla 35 Salidas Análisis de Riesgos Financieros	130
Tabla 36 Límites de análisis de las diferentes variables del análisis de sensibilidad.	133
Tabla 37 Variación de la TIR en relación con las variables analizadas.	136
Tabla 38 Niveles de Contaminantes Permisibles en Aceites Lubricantes Usados	164
Tabla 39 Composición de Aceites Usados	165
Tabla 40 Características de los Aceites Usados en Colombia	167
Tabla 41 Especificaciones límite del aceite usado como combustible.	171
Tabla 42 Pros y contras de productos elaborados a base de aceites usados.	173
Tabla 43 Composición de combustibles usados en la industria de cemento en Unión Europea	179
Tabla 44 Producción y consumo de carbón y fuel Oil en Colombia	180
Tabla 45 Emisión de contaminantes por uso energético regiones y casos especiales	188
Tabla 46 Criterios para la determinación de la demanda	191
Tabla 47 Consumos estimados mensuales por sector (Galones/mes)	192

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO 1. CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE USADO</b>	<b>163</b>
<b>ANEXO 2. SELECCIÓN DEL PRODUCTO</b>	<b>168</b>
<b>ANEXO 3. ANÁLISIS DE LA DEMANDA POR SECTORES</b>	<b>177</b>
<b>ANEXO 4. EVALUACIÓN FINANCIERA</b>	<b>194</b>

## RESUMEN

**TÍTULO: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA DE RECICLAJE DE LUBRICANTES AUTOMOTRICES EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA SANTANDER, COLOMBIA\*.**

**AUTORES: LEIDY BIBIANA GONZALEZ PARDO y FREDY ALEXANDER RUIZ SANTAMARIA\*\***

### **Palabras clave:**

Reciclaje, lubricante, aceite.

**CONTENIDO:** En este documento se presenta un estudio de pre factibilidad para la creación de una empresa de reciclaje de lubricantes en la ciudad de Bucaramanga, Colombia. Para esto, se realizaron estudios del entorno, del mercado y financiero a través de fuentes secundarias, análisis técnico (estado del arte de tecnologías para el reciclaje de lubricantes), constitución legal de la empresa y análisis de la normatividad que apoya el desarrollo del proyecto y provee el marco de referencia en términos de políticas de responsabilidad ambiental de la empresa para uso y disposición de desechos.

En el estudio del entorno, se analiza el uso y la disposición de los aceites lubricantes usados a nivel internacional, nacional y local, así como se examina la posible ubicación de la empresa según la normatividad vigente. En el estudio de mercado, se analizan y evalúan las alternativas para la selección del producto a desarrollar y se evalúan los posibles sectores que conforman su demanda, además de definir la oferta real para el proyecto basados en la disponibilidad de la materia prima.

En el estudio técnico, se evalúan las alternativas para el proceso de transformación de la materia prima, haciendo un dimensionamiento de la planta basados en el estudio de mercados y las tecnologías existentes. Así mismo, se evalúa en el estudio financiero el costo total de la planta y se determina la estructura financiera del proyecto a través de los flujos de fondos, haciendo un análisis de sensibilidad de las variables críticas.

Finalmente, se complementa el estudio con la evaluación ambiental, administrativa y legal, definiendo las condiciones bajo las cuales el proyecto sería viable en su etapa de pre factibilidad.

---

\* Monografía

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Especialización en Evaluación y Gerencia de Proyectos. Director: Olga Lucía Mantilla.

## ABSTRACT

**TITLE: PRE FEASIBILITY STUDY FOR THE IMPLEMENTATION OF WASTE OIL RECYCLING COMPANY IN THE CITY OF BUCARAMANGA, COLOMBIA\*.**

**AUTHORS: LEIDY BIBIANA GONZALEZ PARDO and FREDY ALEXANDER RUIZ SANTAMARIA\*\***

### KEY WORDS:

Recycling, lubricant, oil, waste.

**DESCRIPTION:** This paper presents a pre feasibility study for the implementation of waste oil recycling company in the City of Bucaramanga, Colombia. This study is conformed for the following studies: environmental studies, market and financial, research through secondary sources, technical analysis (state of the art, technologies for the recycling waste oils), the company's legal incorporation and analysis of the regulation that supports project development and provides the framework policies in terms of environmental responsibility of the company to use and waste disposal.

In the general study, we analyze the use and disposal of used lubricating oils at international, national and local levels, and examines the possible location of the company according to current regulations. In the marketing study, analyzes and evaluates alternatives to select the product to be developed and evaluates possible request areas; in same way, to define the real supply to the project based on the offer of materials.

The technical study evaluated alternatives for the materials manufacturing, making a design of the layout based on marketing research and existing technologies. Likewise, the financial study evaluate the total cost of the layout and determine the financial structure of the project through cash flows, with a sensitivity analysis of critical variables.

Finally, the study was complemented with the environmental assessment, administrative and legal studies, defining the conditions under which the project would be viable in its pre-feasibility stage.

---

\* Monograph required

\*\* Faculty of Mechanical Physical. Colleague of Industrial and Business Studies. Specialization in Evaluation and Project Management.. Director: Olga Lucía Mantilla.

## GLOSARIO

**ACEITES DE DESECHO:** Todo tipo de lubricación de base mineral o aceites industriales que se han convertido en no aptos para el uso al que se asignaron originalmente; en particular aceites usados de motores de combustión, aceites de caja de cambios, aceites minerales lubricantes, aceites para turbinas y sistemas hidráulicos.

**COMBUSTIÓN:** Uso de aceites usados como combustible, generando en este proceso una adecuada recuperación del calor producido.

**DISPOSICIÓN FINAL:** Procesamiento o destrucción de los aceites usados, así como su almacenamiento y depósito sobre o bajo tierra.

**DIOXINAS:** Familia de sustancias químicas que poseen un nivel elevado de toxicidad que generan problemas en la salud humana en periodos de exposición prolongados al contacto con estas. Estas sustancias se encuentran presentes en los aceites usados.

**PROCESAMIENTO:** Operaciones encaminadas a permitir la reutilización de aceites usados, que incluye tanto la regeneración o re-refinación y la combustión.

**RECICLAJE:** Proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto.

**REGENERACIÓN O RE-REFINACIÓN:** Todo proceso por el cual las bases lubricantes pueden ser reconvertidas por refinación de aceites usados, en particular mediante la eliminación de los contaminantes, los productos de oxidación y los aditivos que contengan dichos aceites, con el objetivo de ser usados como bases lubricantes para la fabricación de lubricantes.

## SIGLAS

<b>API</b>	<i>American Petroleum Instituted</i>
<b>BORSI</b>	Bolsa de Residuos y Subproductos Industriales
<b>EUROPIA</b>	<i>European Petroleum Industry Association</i>
<b>FAU</b>	Fondo de aceite usado
<b>HAMS</b>	<i>Hyflux Avance Membrane System</i>
<b>LUBREC</b>	<i>Lube Oil Re-refining Co</i>
<b>SEDCO</b>	<i>Saudi Economic Development Company</i>
<b>UPME</b>	Unidad de Planeación Minero Energética

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha identificado a nivel mundial la necesidad de reutilizar recursos y aprovechar la materia prima ya usada como mecanismo de conservación del entorno; uno de los principales objetivos es la reducción en la emisión de elementos contaminantes, buscando materia prima de menor costo y con menor grado de procesamiento; reduciendo costos de producción y proponiendo un ahorro energético para la transformación de material reciclado en productos valiosos.

En Colombia la protección del medio ambiente es un tema de gran importancia, el aceite usado por ejemplo, es considerado un producto contaminante cuando no se tiene un adecuado manejo de su disposición final, es decir cuando se vierte en cuerpos de agua, tierras y aguas subterráneas, o en usos de combustión incompleta o directamente en procesos de combustión sin haber realizado un tratamiento previo, generando emisiones de dioxinas (sustancias altamente cancerígenas).

Es así como el reciclaje de lubricantes surge como una alternativa al aprovechamiento de la materia prima, dando un valor a lo que es considerado un "*desecho peligroso*", y al mismo tiempo contribuyendo al desarrollo de soluciones al problema ambiental actual, esto se logra incrementando la tasa de recolección de aceite usado y realizándole un tratamiento para retirar los elementos contaminantes para su posterior neutralización.

Una de las fuentes más importantes de aceite lubricante usado, corresponde a lubricantes automotrices, que por ser un medio de transporte de uso continuo y en

crecimiento, es uno de los mayores generadores de aceite usado a nivel nacional e internacional, por lo que requiere un control adecuado para mitigar la contaminación ambiental generada y posibles problemas de salud. Teniendo en cuenta que por las características de este residuo puede ser reciclado mediante adecuados tratamientos, se puede hacer del mismo una materia prima útil para la obtención de diferentes productos.

El presente estudio de pre factibilidad está basado en el manejo de información de fuentes secundarias y su objetivo es obtener la evaluación de alternativas de producto para establecer la viabilidad de la implementación de una planta de reciclaje de lubricantes en la ciudad de Bucaramanga Colombia.

El estudio de pre factibilidad se soporta en un análisis inicial del entorno, en donde se describe la situación actual de la problemática a nivel mundial, nacional y local; se estudia el mercado a través de un análisis de apoyo de los posibles sectores de demanda del producto, un análisis de disponibilidad de la materia prima y del comportamiento de los productos sustitutos actuales, llevando a la evaluación de alternativas para la selección del producto final

Se realizan además, un estudio técnico para la evaluación de alternativas del proceso productivo en la implementación de la planta, se analiza los factores ambientales y legales para la constitución de la empresa y para su funcionamiento. Finalmente, se estudia la viabilidad financiera de la alternativa final de producto bajo los parámetros técnicos y de mercados establecidos, realizando un análisis de sensibilidad de las variables que pueden impactar la viabilidad de la empresa.

## 1. ESTUDIO DEL ENTORNO

### 1.1. ESTADO DE RECICLAJE DE LUBRICANTES A NIVEL INTERNACIONAL.

En Estados Unidos la re-refinación es uno de los principales tratamientos aplicados al proceso de reciclaje de aceite usado mediante el cual se obtienen bases lubricantes, otro de los tratamientos ampliamente usado es el *processing* mediante el cual se transforma el aceite usado en combustibles que son utilizados en sistemas de calefacción reemplazando al gas. En este país se han utilizado estrategias que sirven como incentivos a programas de recolección de este desecho<sup>1</sup>, van desde el ámbito legal hasta incentivos monetarios para aquellos que reciclen aceite lubricante<sup>2</sup>, también se han realizado inversiones gubernamentales en programas de recolección del mismo a fin de generar una cultura de recolección de este desecho.

Existe además el “*do it yourself*” hágalo usted mismo, un fenómeno en gran parte de la población estadounidense que hace referencia al cambio del aceite por cuenta de los usuarios de automóviles, en lugar de acudir a un taller para hacer el debido proceso, a este fenómeno se le atribuye que 200 millones de galones anuales de aceite usado fueran a parar al drenaje.

Organizaciones como **API** (*American Petroleum Institute*) presentan indicadores en los cuales se describe que el país cuenta con una capacidad para re-refinar y recolectar superior a la cantidad actual de recolección de lubricante realizada; señala además que el hecho de darle la connotación de desecho tóxico al lubricante ejerce un efecto negativo en la recolección y en el reciclaje del aceite usado (dado a la restrictiva legislación que existe para manejo de materiales enmarcados en esta categoría).

---

<sup>1</sup>El estado de California invirtió US\$ 12.3 millones de dólares en el año 2000, en programas de recolección de aceite usado y filtros de aceite.

<sup>2</sup>Los incentivos van desde US\$ 0,05 Dólar/Liter hasta US\$ 0,27 Dólar/liter dependiendo del punto de recolección. (Dato de BCUOMA, Junio de 2007- Abril de 2009).

En países como Arabia Saudita se están creando *joint ventures* a fin de implementar plantas de re-refinación de lubricantes, es el caso de *Saudi Economic Development Company (SEDCO<sup>3</sup>)* y *LubeOil Re-refining Co (LUBREC<sup>4</sup>)*, cuya planta fue instalada en dos fases: en su primera fase tuvo una capacidad de operación de 24.000 toneladas por año, ésta fue finalizada en el año 2008, en la fase dos se esperaba duplicar la capacidad de la planta a 48.000 toneladas anuales. La planta utilizó proceso de *Hyflux Avance Membrane System (HAMS)* para realizar el tratamiento de lubricante (la carga de la planta corresponde a aceite recolectado de empresas de generación de energía, refinerías, petroquímicas, la industria automotriz), produciendo bases lubricantes con un costo aproximado de US\$45 millones. Este fue el quinto proyecto implementado por *Hyflux*, los otros proyectos fueron implementados respectivamente en Singapore, Beijing, Taizhouen China y Bangalore en India.

Otro dato relevante en este proyecto se relaciona con la población de 24 millones de habitantes de Arabia Saudita, quienes consumieron alrededor de 350.000 toneladas métricas durante el 2006, la capacidad de re-refinación de Arabia Saudita sin el proyecto fue de tan solo 80.000 toneladas métricas, lo que ofreció una oportunidad de éxito para la implementación del proyecto. *Hyflux* es la propietaria de la tecnología y se encarga de realizar la instalación de la planta, pruebas y puesta en funcionamiento y es una empresa líder en la protección del medio ambiente en Asia.

En otros lugares como la Unión Europea, la asociación de la industria petrolera *European Petroleum Industry Association (EUROPIA)* en su documento "*Recycle of Used Oils: Legal and Technical Considerations*" impulsa la recolección de estos residuos y el uso de lubricantes usados como materia prima para la producción de bases lubricantes y su utilización como combustibles en hornos para la producción

---

<sup>3</sup>SEDCO es una importante empresa de inversión privada con un amplio espectro de inversiones en diferentes sectores con inversiones en Arabia Saudita y alrededor del mundo.

<sup>4</sup>LUBREC es un recolector de lubricantes licenciado en Arabia Saudita, especializado en la recolección y reciclaje de lubricantes. Revista MembranTechnology, Agosto 2007.

de cemento (cement kilns) y otros procesos de combustión que no generen emisiones contaminantes al ambiente.

## 1.2. ESTADO DEL RECICLAJE DE LUBRICANTES EN COLOMBIA

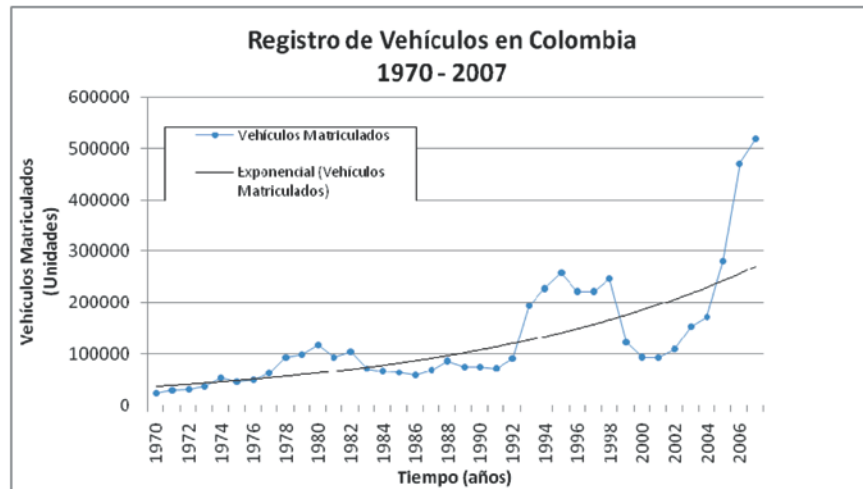
De acuerdo con datos encontrados para el año 2004, se estima que en Colombia se generaban alrededor de 96.034,08 toneladas por año<sup>5</sup> (25.369.532 galones por año) de aceite usado, esta cifra ha aumentado en la misma proporción que lo ha hecho el parque automotor, pero se desconoce un valor aproximado de la cantidad de aceite usado que puede estarse generando en la actualidad, sin embargo un estudio realizado en el 2008 por la Universidad del Valle sobre el incremento del parque automotor en Colombia<sup>6</sup>, muestra el crecimiento exponencial que ha tenido a través de varias décadas, haciendo que en promedio el crecimiento nacional del parque automotor sea del 7%

---

<sup>5</sup> CYPED. *Estudio de viabilidad económica de las medidas establecidas en el proyecto normativo nacional para la gestión integral de residuos* [Online], 2004. [Citado el 14 Febrero de 2012, 7:15 pm]. Tomado de: [http://www.cype.net/pdfs/estudio\\_gestion\\_residuos\\_construccion\\_demolicion\\_VPA.pdf](http://www.cype.net/pdfs/estudio_gestion_residuos_construccion_demolicion_VPA.pdf)

<sup>6</sup> *Incremento del parque automotor y su influencia en la congestión en las principales ciudades colombianas*. [Online] Pag. 6 [Citado el 14 Febrero de 2012, 7:15 pm]. Tomado de: [http://egal2009.easyplanners.info/area05/5733\\_Rios\\_Rivera\\_Paula\\_Andrea.pdf](http://egal2009.easyplanners.info/area05/5733_Rios_Rivera_Paula_Andrea.pdf)

**Figura 1 Registro de Vehículos Matriculados en Colombia 1970 - 2007**



**Fuente:** Ministerio de Transporte, 2008. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

En Colombia existe además el “Fondo de aceite usado” (**FAU**), creado por los principales productores de lubricantes en el país: Castrol, Chevron, ExxonMobil, Petrobras, Terpel, Shell, Brio, en conjunto con el Ministerio de Medio Ambiente y la Asociación Colombiana del Petróleo. FAU se encarga de establecer lineamientos para el adecuado manejo y recolección de aceite usado y evitar que éstos tengan como disposición final las alcantarillas u otros lugares que generen contaminación ambiental.

Esta organización ha establecido algunos lugares certificados para la recolección del aceite de lubricante automotriz en el país; a continuación se reseñan algunos datos de los logros alcanzados por el FAU, de acuerdo con informe emitido al año 2009:

Entre el año 2006 y junio 2009 la cifra de recolección de aceite usado en Colombia había alcanzado un valor de 12.734.737 galones, registrados por ciudades en las siguientes cantidades<sup>7</sup>.

- Bogotá: 7.679.477 Galones.
- Medellín: 667.394 Galones.
- Cali: 1.484.093 Galones.
- Barranquilla: 1.245.585 Galones.
- Bucaramanga: 1.658.188 Galones.

De acuerdo con los datos encontrados a la fecha el Fondo Nacional de Aceites a capacitado alrededor de 7500 personas en el país en temas relacionados con la recolección, disposición y tratamiento de lubricantes, a nivel del país 14 Operadores (recolectores de lubricante usado) han sido auditados.

### **Usos de la materia prima en Colombia (aceites usados).**

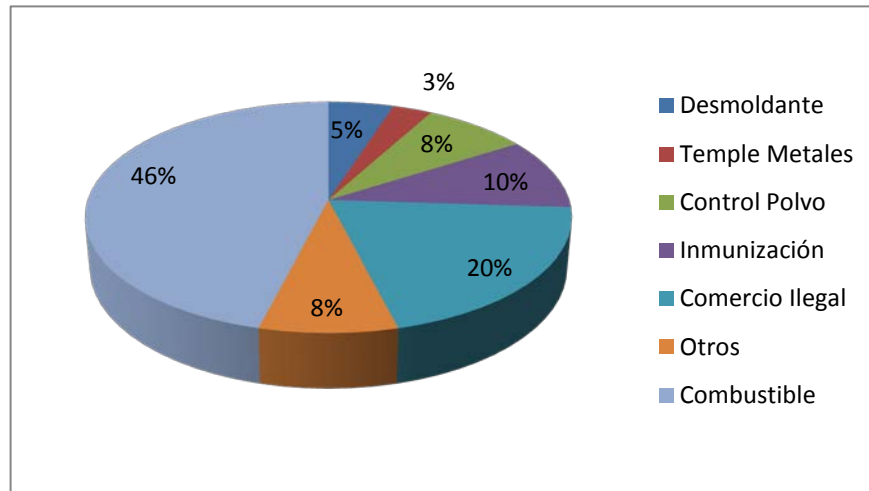
Estudios realizados por diferentes entidades como la *Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)* estiman que el 26% de los aceites generados se vierten en cuerpos de agua. En relación con el aceite usado recolectado, aproximadamente el 46% se utiliza como combustible, el resto se emplea para la inmunización de madera y en aplicaciones industriales (tratamiento térmico de metales), como plastificante en el industria del caucho. Un 20% se utiliza para actividades ilícitas como la falsificación de aceites lubricantes (comercio ilegal) y como combustible para actividades de procesamiento de drogas ilícitas<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> 12 millones de galones de aceites nocivos para el ambiente han sido recolectados: Ministerio de Medio Ambiente Septiembre 25 de 2009 [Online] [Citado el 15 de Enero de 2012, 6:50 p.m.]. Tomado de: <http://web.presidencia.gov.co/sp/2009/septiembre/25/14252009.html>

<sup>8</sup> Transformación de los aceites usados para su utilización como energéticos en procesos de Combustión. UMPE. Ministerio de minas y energía. Octubre de 2001 [Online] [Citado el 11 de Enero de 2012 10:30 pm.]. Tomado de: [http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/ure/estudios/EstudiosEficiencia\\_AceitesUsados.pdf](http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/ure/estudios/EstudiosEficiencia_AceitesUsados.pdf)

**Figura 2 Prácticas de disposición final de los aceites usados**



**Fuente:** Ministerio del Medio Ambiente

### **1.3.ESTADO DEL ENTORNO ECONÓMICO Y DEL RECICLAJE DE LUBRICANTES EN SANTANDER**

#### **1.3.1. Análisis del entorno económico en Santander<sup>9</sup>:**

La economía Santandereana cerró el año 2010 con un crecimiento de 5,9%, según las cifras de carácter preliminar entregadas por el DANE. Esta variación que no es considerada la más alta de la década, recupera en parte el decrecimiento de 0,1% que tuvo la economía del departamento durante el periodo 2008-2009, y lo ubica con el tercer PIB Per cápita más alto del país.

<sup>9</sup>Indicadores económicos de Santander. Cámara de Comercio de Bucaramanga, [Online] [Citado el 7 de marzo de 2012, 6:30 p.m.] Tomado de: <http://www.compite360.com/indicadores.aspx>

Además, su crecimiento estuvo por encima del 4,3% que registró Colombia en el mismo periodo, muy similar a lo que se esperaba para la región de América Latina. Otro punto importante es que Santander presentó el mayor crecimiento entre los cinco principales departamentos del país, seguido por Bogotá con 4,7% y Antioquia con 3,6%, y el segundo PIB per cápita, tan sólo superado por Bogotá. Asimismo, se ubicó en primer lugar en el crecimiento promedio por año desde el 2000, con una variación anual de 4,5%. De esta manera, el departamento se consolidó aún más en el año 2010 como la cuarta economía de Colombia según tamaño de su PIB, alcanzando una participación de 6,9%, con una fuerte inclinación hacia los servicios y la industria, actividades que en su conjunto explican el 46,7% del PIB departamental. En este último sector continúa teniendo un gran peso la planta petroquímica de Ecopetrol ubicada en el Magdalena Medio.

...“El balance entregado por Ingeominas para el 2011 sitúa al departamento como el octavo productor de carbón en el país con un volumen anual de 201 mil toneladas, aumentando en 48,6% frente al 2010. En términos de regalías, la región elevó considerablemente su valor en el 2011, pero el saldo total apenas llegó a 839 millones de pesos.

En producción petrolera Santander se consolidó en el cuarto lugar en Colombia, después de Meta, Casanare y Arauca, regiones que reúnen entre si el 73% de la producción nacional. De los 360 pozos existentes en el país, 35 se ubican en Santander, yacimientos que crecieron en producción 39,3% en el 2011. Se destaca que el primer pozo en producción en el departamento es el séptimo en Colombia”....<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> *Sector Minero Santander en el 2011* Cámara de Comercio de Bucaramanga, [Online] [Citado el 7 de marzo de 2012, 6:30 p.m.] Tomado de: <http://www.sintramites.com/temas/documentos%20pdf/informes%20de%20actualidad/2012/mineria2011.pdf>.

### 1.3.2. Nivel de Supervivencia de las Empresas en Santander<sup>11</sup>

...“La supervivencia de empresas en el tiempo tiene una estrecha relación con la sucesión empresarial, campo en el cual existen condiciones jurídicas, económicas y prácticas de buen gobierno. El balance para Santander está muy distante de tener empresas milenarias debido a la juventud de su territorio, pero se puede afirmar que el alto nivel de emprendimiento que ha tenido su población desde el siglo XX, no ha estado acompañado de una gran proporción de negocios que estén vigentes en la actualidad.

Las cifras aportadas por el Registro Mercantil de la Cámara de Comercio de Bucaramanga, registro que inició con el proceso de inscripción de negocios en la década del 30, muestran que de las 48.621 empresas que estaban vigentes al finalizar el año 2010, el 94,6% fueron creadas en los últimos veinte años, lo cual señala una participación muy alta de empresas jóvenes en Santander.

También queda claro que en este gran grupo predominan las microempresas, las personas naturales y la actividad de los servicios. Al ir hacia atrás en el tiempo y observar los negocios creados entre 1971 y 1990, el nivel de supervivencia es apenas de 8,1%; sin embargo, en este rango de edad las proporciones empiezan a cambiar dándole más importancia a las sociedades como tipo jurídico que sobrevive, a las pymes según tamaño, y al sector secundario como actividad económica. Comportamiento similar se aprecia en las empresas creadas entre 1951 y 1970, en donde la supervivencia es de 10,2%, las sociedades superan en número a las personas naturales, y las pymes y grandes empresas tienen una alta participación en los negocios vigentes”...

---

<sup>11</sup> *Información financiera* Cámara de Comercio Bucaramanga, [Online] [Citado el 7 de marzo de 2012, 6:30 p.m.] :<http://www.compite360.com/indicadores.aspx>,

### **1.3.3. Mercado laboral en Bucaramanga<sup>12</sup>**

...”La región alcanzó la mayor tasa global de participación por centros urbanos en Colombia, situación que ha sido recurrente durante los últimos años, y que significa que el área metropolitana presenta la más alta proporción de personas en edad de trabajar buscando una oportunidad laboral.

Una de las razones de este comportamiento ha sido la constante disminución en la población inactiva, es decir, en las personas que aunque están en edad de trabajar deberían encontrarse alejados del mercado laboral, cumpliendo actividades como el estudio o asistencia en el hogar.

El Área Metropolitana de Bucaramanga siempre ha presentado los porcentajes más bajos de población inactiva al compararse con las principales ciudades del país, situación que podría explicarse por la necesidad, cada vez mayor, de integrar más miembros de la familia al mercado laboral, con el objetivo de alcanzar el ingreso mínimo de subsistencia del hogar”...

La disponibilidad de mano de obra es favorable para el desarrollo del proyecto, ya que garantiza la ejecución de la operación y permite que el proyecto contribuya con la creación de puestos de trabajo calificado y no calificado en la región.

### **1.3.4. Estado del reciclaje de lubricantes en Santander**

En Santander las principales empresas encargadas de la recolección y disposición final de los aceites usados están en la ciudad de Bucaramanga, estas empresas

---

<sup>12</sup> *Información financiera* Cámara de Comercio de Bucaramanga, [Online] [Citado el 7 de marzo de 2012, 6:30 p.m.] Tomado de: <http://www.compite360.com/indicadores.aspx>,

destinan el aceite usado principalmente a la producción de combustibles, sin embargo; aún se encuentran sin recolectar gran cantidad de estos lubricantes usados que van a los cuerpos de agua o se destinan a usos secundarios en menor proporción como son: la inmunización de madera, el desencobrado de formaletas de obras civiles, el desparasitario de uso externo en ganadería.

Las principales empresas encargadas de realizar la recolección de desechos contaminantes y de dar manejo de residuos industriales en Bucaramanga son 6<sup>13</sup>:

- **EDEPSA ESP.** Manejo de desechos industriales y tratamiento de aguas
- **FIBRAS NACIONALES S.A.S.** Manejo de desechos de papel principalmente
- **DESCONT S.A.S, ESP** Manejo de aceites lubricantes usados
- **SANDESOL S.A.** Manejo de desechos industriales
- **CRUDESAN S.A** Especializada en la recolección de aceites y elaboración de combustibles, el tratamiento de los aceites usados se realiza por medio del Filtración (Retiro de contaminantes sólidos y metales,) Termo vacío (retiro de humedad y contaminantes), Blendeo (mezcla de lubricantes usados y otros productos)
- **ABEDO SAS**

Como se mencionó previamente en el numeral 1.2, el promedio anual de recolección para el año 2008 en Bucaramanga fue de 1.087.182 galones. También se encontró que para el año de 2009, la ciudad registró un valor de 1.658.188 galones de aceite usado recolectado y en el año 2010 se almacenaron y procesaron 1.392.000 galones de aceites usados<sup>14</sup>.

Según datos de la cámara de comercio, el crecimiento del parque automotor en la ciudad tiene un crecimiento anual promedio del 5%, por esto se espera que la

---

<sup>13</sup>Fuente páginas amarillas de Bucaramanga

<sup>14</sup>Información tomada de la página del Ministerio del Medio Ambiente e informe fondo nacional de aceites usados FAU año 2010.

cantidad de aceite usado en la ciudad en la actualidad tenga el mismo comportamiento respecto a su crecimiento.

**Tabla 1 Crecimiento del parque automotor de Bucaramanga 2010 -2011<sup>15</sup>**

<b>PARQUE AUTOMOTOR DE BUCARAMANGA</b>			
<b>Total vehículos matriculados</b>	<b>(Número de vehículos)</b>		<b>%</b>
<b>Enero a Julio 2011</b>	<b>127.602</b>	<b>134.431</b>	<b>5,40%</b>
Automóvil, camioneta, campero	103.376	110.100	6,50%
Motocicleta	24.226	24.331	0,40%
<b>2010</b>	<b>135.933</b>	<b>142.456</b>	<b>4,80%</b>

**Fuente:** Los Autores. Tomado de la base de datos de la Cámara de Comercio de Bucaramanga. Indicadores Económicos Santander 2010 y 2011.

### **1.3.5. Zonificación de la empresa**

A continuación se cita textualmente un aparte del análisis realizado por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB en su Agenda Ambiental del Municipio de Bucaramanga (Resumen ejecutivo), en donde describe apoyado en el Código de Urbanismo, la situación de la distribución del espacio en el municipio de Bucaramanga.

<sup>15</sup> *Indicadores Económicos Santander 2010 y 2011*. Cámara de Comercio de Bucaramanga, [Online] [Citado el 28 de noviembre de 2011, 4:50 p.m.] Tomado de <http://www.sintramites.com/temas/indicadoresantander/>

... “De otro lado, en la **ocupación y usos** de las áreas ya desarrolladas hay que anotar que en la meseta de Bucaramanga los sectores localizados al oriente de la quebrada La Flora, la zona ubicada entre el valle de la quebrada de la Iglesia y el límite sur del municipio de Bucaramanga, y la zona ubicada fuera de la meseta y al norte de la misma, están ocupadas principalmente con edificaciones para vivienda (uso residencial), pero en la mayoría de los barrios habitacionales se presenta una mezcla de usos (residencial, comercio y servicios e industria liviana) que afecta sensiblemente sus condiciones ambientales. También en la mayoría de tales barrios se encuentran densidades poblacionales entre media y alta.

El Código de Urbanismo de Bucaramanga definía al interior de la ciudad zonas aptas para localizar cada tipo de uso y algunas otras para mezclas de usos, pero en la actualidad se observa una distribución diferente.

En cuanto al uso industrial, el Código clasifica las industrias de acuerdo al tamaño como pequeña, mediana y gran industria<sup>16</sup>. Para la pequeña industria destinaba prácticamente la mayor parte de los barrios entre la calle 45 y la Zona Norte de la ciudad, así como partes de los Barrios Floresta, Terrazas, Pan de Azúcar, Ricaurte, Puerta del Sol, Mutis y la Victoria; en pequeña medida también se permitía localización en los barrios Sotomayor, Bolarquí y Villa Diamante.

En la mayor parte del territorio su localización se dio en la forma indicada, aunque existen casos en los cuales no se cumplió la normatividad. Tal es el caso de barrios como los Comuneros, la Universidad, el Prado y García Rovira, en los cuales se permitía la localización de pequeña industria en algunos sectores, pero también comprendió la parte no definida en los usos industriales de este tipo....

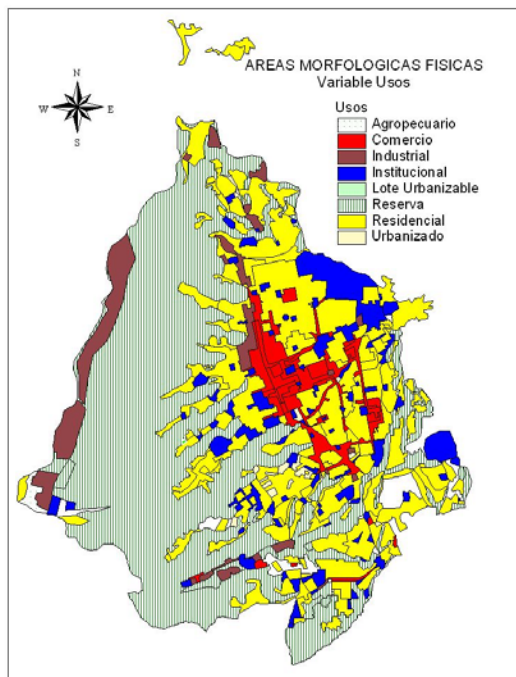
**...Para la gran industria el código permitía su localización en la Zona industrial (Parque industrial, Vía Palenque Café Madrid y Vía Girón).** Donde

---

<sup>16</sup> La pequeña industria es aquella definida con un número de personas ocupadas inferior a 24 empleados y con un impacto ambiental y urbanístico bajo. La mediana industria posee entre 25 y 100 empleados y genera un impacto ambiental y urbanístico mediano. La gran industria tiene un número de empleados superior a 100 y además se considera del alto impacto ambiental y urbanístico.

efectivamente se ubican algunas industrias, pero este tipo de industria en Bucaramanga es muy escasa y no se ve una concentración marcada. Otras industrias de este tipo están localizadas en los barrios: la Universidad, San Francisco, Gaitán, Centro, Bolívar, la Victoria, Cordoncillo y Provenza; zonas, consideradas por el código como no aptas para este tipo de uso”<sup>17</sup>

El municipio de Bucaramanga, cuenta actualmente con ocho (8) zonas de usos del suelo<sup>18</sup>, esta clasificación es designada por el Plan de Ordenamiento territorial POT vigente a la fecha de formulación del proyecto.” ...



**Figura 3 Áreas morfológicas homogéneas físicas**

<sup>17</sup> Agenda Ambiental del Municipio de Bucaramanga, Resumen Ejecutivo 2002. Sistema Ambiental Municipal. Ocupación y Usos del suelo. Páginas 19 y 20. [Tomado de [http://www.minambiente.gov.co/Puerta/destacado/vivienda/gestion\\_ds\\_municipal/home/buc.pdf](http://www.minambiente.gov.co/Puerta/destacado/vivienda/gestion_ds_municipal/home/buc.pdf) Marzo 16 de 2012. 8:30 p.m.]

<sup>18</sup> PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, Documento de formulación - componente urbano Pág. 84. [Online] [Citado el Marzo 16 de 2012, 9:30 p.m.] Tomado de: [http://www.revistaescala.com/attachments/348\\_4.POT%20Formulacion.pdf](http://www.revistaescala.com/attachments/348_4.POT%20Formulacion.pdf)

Con esto, y teniendo en cuenta que la industria objetivo analizada en el estudio de mercados se concentra entre la zona industrial Vía Palenque y Girón se proyecta la ubicación de la planta en la Vía Palenque.

## 2. ESTUDIO DE MERCADOS

El desarrollo del estudio de mercados para la valoración del proyecto, se apoya en análisis técnicos descritos en el *anexo 1*, que evalúan la caracterización de la materia prima (aceite usado), su disponibilidad para el procesamiento y la identificación de los productos obtenidos a partir de estos procesos. Así mismo, se analiza en el *anexo 2*, el mercado potencial para la valoración de las alternativas y se realiza la evaluación para la definición del producto.

La metodología utilizada tanto en los estudios de apoyo como en el estudio central de mercados, se basa en el análisis cualitativo de fuentes secundarias a través fases analíticas. En la primera fase, se realiza el planteamiento de la investigación, sus objetivos y alcance; en la fase 2, se describe al producto, se evalúan características y atributos de los productos sustitutos; se realiza un análisis interpretativo de la oferta y la demanda, tanto para la materia prima como para el producto.

## **FASE 1. PLANTEAMIENTO DE ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **2.1. DEFINICIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE NEGOCIO Y LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

**Definición de la oportunidad de Negocio:** Actualmente no existe cobertura total del mercado de transformación de aceites usados en la Ciudad de Bucaramanga, ya que existe insuficiencia en la capacidad de recolección de la materia prima y no existe una amplia gama de productos derivados de la transformación de la misma.

La gran mayoría del mercado capturado está en manos de una sola empresa, CRUDESAN S.A., quien se encarga de realizar el proceso de recolección de materia prima y transformación en aceite combustible industrial (Fuel Oil #4) con diferentes niveles de calidad, bajo un proceso de destilación.

Existen además otras empresas que realizan procesos intermedios de recolección y disposición de la materia prima de la misma en la ciudad.

**Planteamiento de la Hipótesis:** Se puede implementar la creación de una empresa de reciclaje y transformación de aceite usado en la ciudad de Bucaramanga, cuya demanda se centre en empresas que utilicen productos obtenidos a partir del procesamiento de aceite usado dentro de su proceso productivo, conquistando el mercado disponible de estos productos tradicionales que puedan tener un mayor costo o demandas insatisfechas por la oferta actual.

**Objetivo General del Estudio de Mercados:** Realizar un estudio de mercados a través de fuentes secundarias para el análisis de oferta y demanda de productos a partir del reciclaje y la transformación de aceite automotriz usado en la Ciudad de Bucaramanga.

**Objetivos Específicos:**

- Caracterizar el producto a través de la evaluación de alternativas aplicables en la ciudad de Bucaramanga.
- Evaluar el mercado potencial, cuantificando el mercado objetivo.
- Evaluar la disponibilidad de la materia prima
- Cuantificar la participación de la competencia en el mercado
- Definir la demanda del producto
- Definir la oferta del producto

**FASE 2. ANALISIS INTERPRETATIVO DEL MERCADO.**

**2.2. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO**

**SELECCIÓN DEL PRODUCTO:** La selección de alternativas de los productos que se obtienen del reciclaje de aceites lubricantes en la ciudad de Bucaramanga, se basa en el análisis cualitativo de pros y contras de cada producto, de esta evaluación; se concluye que existe dos alternativas potenciales: *bases lubricantes* para la fabricación de aceite lubricante y *combustibles tipo Fuel Oil # 4* (utilizados

en la industria cementera, procesos químicos e industriales, generación de vapor, y generación de energía).

Concluyendo el análisis de pros y contras se observa que los lubricantes usados como combustibles tipo **Fuel Oil #4** tiene mayor probabilidad de éxito, dado que se puede entrar a un mercado donde existe un mayor número de compradores y que requiere un mayor consumo del producto. La caracterización y evaluación de las alternativas se describe en el *anexo 2*.

**NATURALEZA DEL PRODUCTO:** El producto a obtener del procesamiento del aceite usado es un combustible identificado comercialmente como **FUEL OIL #4**, es un combustible líquido, normalmente comercializado por barriles o galones, almacenado en tanques y transportado mediante carro tanques.

Por el tipo de producto y mercado al que se dirige, no se comercializa al detal y no posee empaque; ya que el producto se transporta directamente al demandante. Su único uso es como combustible tipo industrial por lo que no debe ser usado como disolvente o como combustible para aplicaciones automotrices. Las condiciones de durabilidad dependen del tipo de almacenamiento, no se espera tener periodos de almacenamiento superiores a un mes porque es un producto de consumo constante.

**ASPECTOS INNOVADORES DEL PRODUCTO:** En comparación con un combustible de las mismas características obtenido a partir del petróleo crudo, el combustible tipo *Fuel Oil #4* obtenido a partir de aceites usados, posee un menor contenido de elementos contaminantes (azufre), lo que lo hace un combustible más limpio. El proceso de tratamiento y transformación en sí mismo no genera un alto grado de contaminación.

**PRODUCTOS SUSTITUTOS:** El consumo de combustibles industriales en Colombia está cubierto en la actualidad por ACPM, combustóleo, crudos, carbón y gas. A continuación se describen los principales consumos de combustibles líquidos.

**Tabla 2 Consumo industrial de combustibles líquidos**

Combustible	BPD	Mgal/Año	Precio \$/gal	Costo M\$/año
ACPM	2.100 <sup>19</sup>	32,2	1.986 <sup>20</sup>	63.949
Combustóleo	14.000	214,62	1.400 <sup>21</sup>	300.468
Crudos <sup>22</sup>	4.000	31,3	1.300 <sup>23</sup>	79.716
<b>Totales</b>	<b>20.100</b>	<b>308,12</b>		<b>444.133</b>

**Fuente:** Transformación de los aceites usados para su utilización como energético en procesos de combustión, Ministerio de minas y energía, año 2001.

En Santander, el mercado de combustibles industriales para calderas está cubierto con Fuel Oil para grandes y medianas empresas con un costo estimado de \$34 por Btu y con gas para pequeñas empresas con un costo estimado de \$39 por Btu.<sup>24</sup>

<sup>19</sup>Estimado 3.5% del consumo nacional de ACPM, información suministrada por Ecopetrol

<sup>20</sup>Precio a distribuidor mayorista sin sobretasa, Resolución 8 0941 de abril 27/01

<sup>21</sup>Precio en refinería más el margen de comercialización y costo de transporte, informe ECP mayo/2001

<sup>22</sup>Crudos intermedios y pesados, con °AP entre 12-31 °API

<sup>23</sup>Valor promedio en Bogotá de crudos, Rubiales, Toqui toqui y Mateguafe

<sup>24</sup> Precio del gas domiciliario por unidad de energía

## 2.3. DEFINICIÓN DEL MERCADO

### 2.3.1. Mercado potencial.

El mercado potencial para la alternativa de producto seleccionada se describe a continuación:

**Mercado potencial para productos combustibles tipo fuel Oil #4:** En el *anexo 3*, se realiza un análisis de los posibles sectores y empresas que utilizan dentro de sus procesos productivos este combustible, a continuación se resumen las conclusiones de dicho análisis:

**Tabla 3 Resumen de caracterización de los sectores potenciales de la demanda**

Sector o industria	Caracterización
Industria de producción de cemento.	Al realizar una comparación entre las cantidades de combustibles con propósitos industriales generadas en Colombia, incluyendo el aceite usado, carbón, fuel Oil y gas, se observa que las cantidades recicladas de lubricante usados recolectadas son marginales en comparación con los otros combustibles ( <i>Ver anexo 3</i> ). El aceite usado se enfrenta al carbón mineral; combustible que posee un bajo precio en el mercado. Analizando la base de la energía generada por cada una de ellas, se obtiene que los aceites reciclados <b><i>no constituyen una fuente suficiente para la sustitución de otros combustibles</i></b> dado a que representa menos del 1% de la capacidad de generación de energía de

Sector o industria	Caracterización
	los combustibles utilizados en la industria del cemento <sup>25</sup> consumidos en el país.
Industria de fundición de metales.	Dado que los equipos utilizados en estas industrias, no son de capacidades industriales altas, ni cuentan con la infraestructura para el manejo del carbón, el uso de combustible tipo fuel Oil #4 es una opción a evaluar, una de las ventajas que posee en este uso es que no compite con combustibles de bajo costo como lo es el carbón por lo que se puede tener un precio de venta superior en el sector de los combustibles de calderas y hornos.
Empresas de procesamiento de alimentos y procesamiento de concentrado.	
Industria ladrillera.	

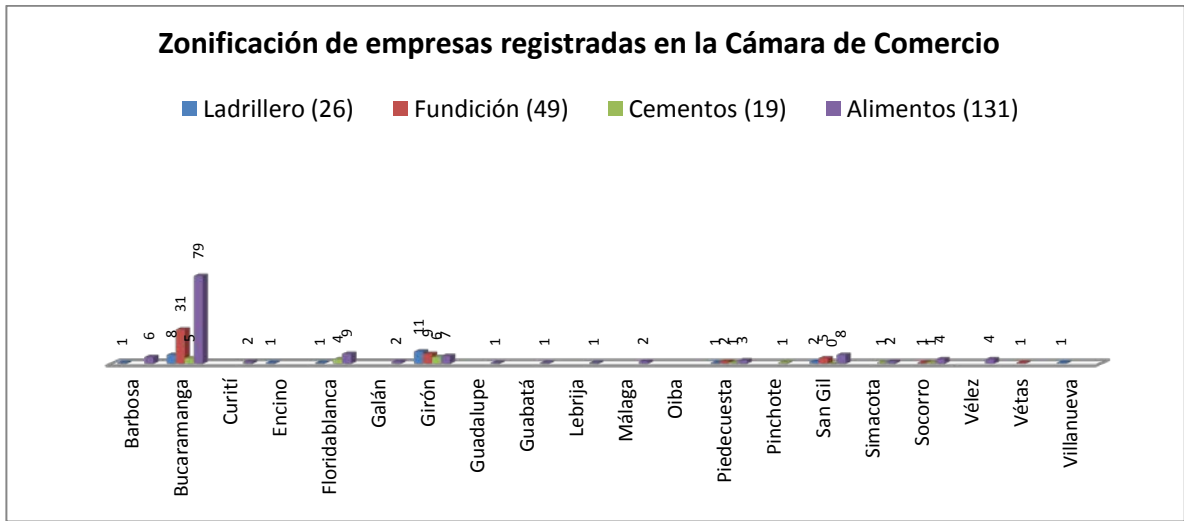
**Fuente:** Los Autores

### 2.3.2. Mercado objetivo.

Según datos suministrados por la Cámara de comercio de Bucaramanga, con fecha de corte a febrero de 2012, existen alrededor de 250 empresas que requieren dentro de sus procesos productivos combustible tipo industrial.

La zonificación de estas empresas se describe en la figura 4:

<sup>25</sup> No sean tenido en cuenta los combustibles vehiculares en estos cálculos, solo se han tomado los combustibles industriales.



**Figura 4 Empresas registradas en la Cámara de Comercio de Bucaramanga.  
Clasificación por zona**

Realizada la identificación de las empresas por zona y por sector, se efectuó un filtro a la base de datos, apoyada en las características productivas, clasificando y reduciendo el mercado objetivo a un total de 191 empresas ubicadas en Santander. La clasificación se realiza por tamaño de empresa con base en el número de empleados. Los datos se muestran en la tabla 4:

**Tabla 4 Cuantificación de los clientes potenciales para el proyecto**

Sector	Registros Cámara de Comercio de Bucaramanga				Tamaño (No. Empleados)		
	Grande	Mediana	Pequeña	TOTAL	Grande	Mediana	Pequeña
Ladrillero	3	3	18	24	20 a 50	10 a 20	< 10
Fundación	5	4	18	27	>8	8 a 4	<4

Sector	Registros Cámara de Comercio de Bucaramanga				Tamaño (No. Empleados)		
	Grande	Mediana	Pequeña	TOTAL	Grande	Mediana	Pequeña
<b>Cementerero</b>	3	2	14	<b>19</b>	20 a 50	10 a 20	< 10
<b>Alimentos</b>	34	20	67	<b>121</b>	20 a 50	10 a 20	< 10

Fuente: Los Autores

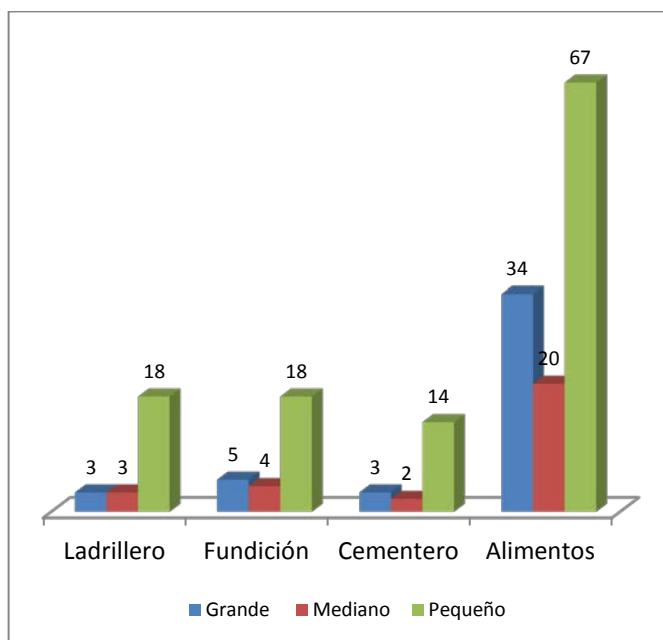


Figura 5 Cuantificación de la demanda por sector

## 2.4. LA DEMANDA

### 2.4.1. Cuantificación de la demanda del producto

En el *anexo 3*, se realiza un análisis general de la situación actual de cada sector, tanto a nivel nacional como en Santander, que da como resultado la priorización y selección de los sectores finales viables para la evaluación de la demanda del producto estudiado. En la tabla 5 se resumen los datos concluyentes del análisis:

**Tabla 5 Resumen Análisis de participación por sector a nivel nacional y Santander**

Sector	Datos concluyentes
Alimentos	En Santander, la participación de estas empresas es significativa, siendo el cálculo del consumo mensual estimado del producto a desarrollar aproximadamente de <b>819.840</b> galones mensuales. ( <b>Ver anexo 3</b> ).
Ladrilleras	En Colombia se producen 376.947 toneladas mensuales de ladrillo, es decir 4.523.367 al año <sup>26</sup> , las ventas totales de la industria ladrillera nacional se estiman en \$31.643 millones mensuales, que representan 52.9% de las ventas potenciales de la industria ladrillera. Bogotá participa con 49% del mercado, es decir \$15.500 millones mensuales, seguido por Santander del Norte con 14.3%, que equivalen a \$4.514 millones; Antioquia con 9.5% (\$3.014 millones); Valle 7.8% (\$2.458 millones) y el Eje Cafetero con 7.1% (\$2.233 millones). La participación de Santander en el sector de producción de ladrillo no

<sup>26</sup> Estudio contratado por Anfalit a la firma Camargo y Asociados Ingenieros Constructores. Agosto de 2011

Sector	Datos concluyentes
	es significativa, haciendo que el consumo mensual estimado, se calcule en aproximadamente <b>24.640</b> galones mensuales ( <b>Ver anexo 3</b> ).
Fundición	En Santander, la participación de estas empresas no es significativa, siendo el cálculo del consumo mensual estimado del producto a desarrollar de aproximadamente <b>4.363</b> galones mensuales. ( <b>Ver anexo 3</b> ).
Cementeras	La producción de cemento en Colombia se encuentra entre 750.000 y 890.000 toneladas mensuales <sup>27</sup> promedio, lo que corresponde a una producción anual aproximada de 9'000.000 y 10'680.000 de toneladas anuales. Durante el mes de referencia, 60,2% de los despachos de cemento se destinaron a Bogotá (18,5%), Antioquia (14,9%), Valle (9,0%), Cundinamarca (6,4%), Santander (6,3%) y Atlántico (5,2%) <sup>28</sup> . Para Santander, el cálculo del consumo mensual estimado es aproximadamente <b>1.413.981,76</b> galones mensuales ( <b>Ver anexo 3</b> ).

**Fuente:** Los Autores

Validado que existe mercado suficiente para el consumo de combustible Tipo *Fuel Oil #4*, se realiza un análisis de la cobertura del mismo, teniendo en cuenta que la producción del combustible está limitada por la disponibilidad de la materia prima.

Teniendo en cuenta que estos datos pertenecen al total de la demanda, se asume para el proyecto que existe un mercado cautivo por la competencia de al menos el 50%, basados en la estimación de recolección de combustible usado actual que realiza la misma empresa (63%). Adicional a esto, y teniendo en cuenta que no existen datos suficientes para identificar la cobertura de la demanda y que la

<sup>27</sup>TradeneWS, 16 de febrero de 2011.

<sup>28</sup>Estadísticas de Cemento Gris 2011. Dirección de Metodología y Producción Estadística 28 de Octubre de 2011. [Online] [Citado el 13 Marzo de 2012 a las 4:50 p.m]. Tomado de: [http://www.asogravas.org/Portals/0/Construccion/Estadisticas/presentacion\\_cem\\_gris\\_oct11.pdf](http://www.asogravas.org/Portals/0/Construccion/Estadisticas/presentacion_cem_gris_oct11.pdf)

empresa no puede producir una cantidad superior al recolectado por la materia prima disponible, se realiza la proyección de cobertura anual de demanda en un 5% más un crecimiento del mercado del 1%, dato que es conservador de acuerdo a lo mencionado en el numeral 1.3.1 del estudio del entorno.

**Tabla 6 Proyección estimada de cobertura de la demanda**

		PROYECCIÓN DE COBERTURA DE LA DEMANDA (5% del mercado anual) + 1% de crecimiento del mercado									
Sector	año base	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Alimentos	9.838.080	491.904	496.823	501.791	506.809	511.877	516.996	522.166	527.388	532.662	537.988
Ladrillos	295.680	14.784	14.932	15.081	15.232	15.384	15.538	15.694	15.850	16.009	16.169
Fundición	55.608	2.780	2.808	2.836	2.865	2.893	2.922	2.951	2.981	3.011	3.041
<b>TOTAL DEMANDA</b>	<b>10.189.368</b>	<b>509.468</b>	<b>514.563</b>	<b>519.709</b>	<b>524.906</b>	<b>530.155</b>	<b>535.456</b>	<b>540.811</b>	<b>546.219</b>	<b>551.681</b>	<b>557.198</b>

#### 2.4.2. Cuantificación de la disponibilidad la materia prima

Los lubricantes usados provienen de:

- Lubricantes automotrices (tanto de motores diesel, como de motores a gasolina)

- Lubricantes para maquinaria (maquinas herramientas, maquinaria en general de producción, bombas, turbinas y compresores).

Los lubricantes automotrices son más adecuados para ser usados como combustible que los aceites negros industriales, dado a que estos últimos no son recolectables para el caso de los fluidos de trabajo de metales o los casos en los cuales contienen contaminantes que son difíciles de regenerar. Por otro lado, están los aceites livianos industriales los cuales pueden ser recobrados por tratamientos físicos simples (filtración), por lo que como conclusión la materia prima sobre la cual se centrara este estudio de pre factibilidad correspondería a aceites lubricantes automotrices y como una fuentes posible los lubricantes de maquinaria que no contengan altos niveles de contaminantes.

**Puntos de abastecimiento de materia prima.** El aceite lubricante usado de tipo automotriz se puede obtener principalmente de dos fuentes:

**Fuentes primarias:** Denominadas fuentes primarias a las que se reconocen como puntos en los cuales se recolectan los lubricantes usados extraídos directamente del equipo en el cual fue utilizado, las estaciones de servicio (gasolineras), talleres de mantenimiento de vehículos, otras posibles fuentes donde se pueden obtener materia prima adicional correspondería a empresas donde se use cantidades considerables de equipos (Ecopetrol S.A., Transejes, Penagos etc.). Existen alrededor de 209 Talleres de servicio automotriz y 36 estaciones de servicio en el área metropolitana de Bucaramanga y municipios circundantes<sup>29</sup>.

**Fuentes secundarias:** Aunque existen alrededor de 10 empresas, se realiza un filtro para determinar cuáles serían posibles fuentes de abastecimiento,

---

<sup>29</sup>Fuente páginas amarillas de Bucaramanga

descartando aquellas que procesan el aceite usado (Crudesan S.A.), que son competencia directa para la empresa y aquellas empresas que se dedican al tratamiento de desechos industriales de otro tipo diferente al aceite usado:

- EDEPSA ESP. Manejo de desechos industriales y tratamiento de aguas
- DESCONT S.A.S, ESP (manejo de aceites lubricantes usados)
- SANDESOL S.A. (manejo de desechos industriales)

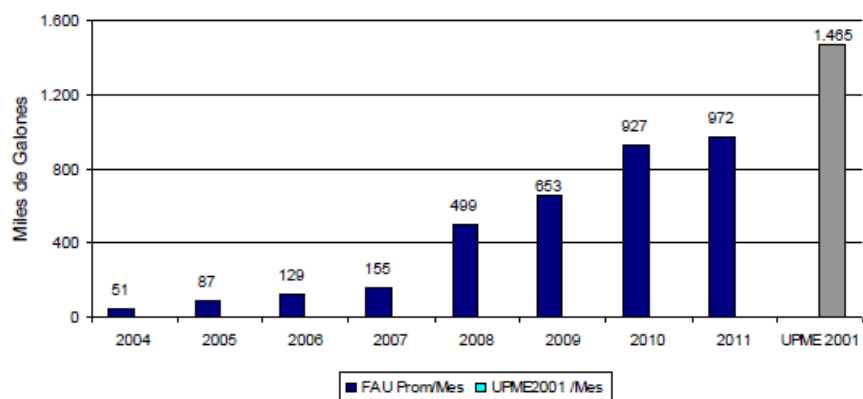
Dado a que actualmente existen en Colombia normas y leyes que regulan la disposición y usos de este tipo de desecho, las fuentes primarias se encuentran obligadas a transferir el manejo de estos desechos a una de las fuentes secundarias que son quienes se encargan de realizar el tratamiento de aceite lubricante usado.

Una tercera fuente corresponde a la Bolsa de Residuos y Subproductos Industriales **BORSI** que es un mecanismo creado por el Centro Nacional de Producción más Limpia y Tecnologías Ambientales de Colombia para fomentar el intercambio de residuos y subproductos industriales, mediante transacciones de compraventa entre demandantes y ofertantes y a través de la recuperación, el reciclaje y la reintroducción de dichos materiales a las cadenas productivas, mediante esta bolsa se podría tener un suministro de materia prima (lubricantes usados de forma temporal).

## 2.5. LA OFERTA

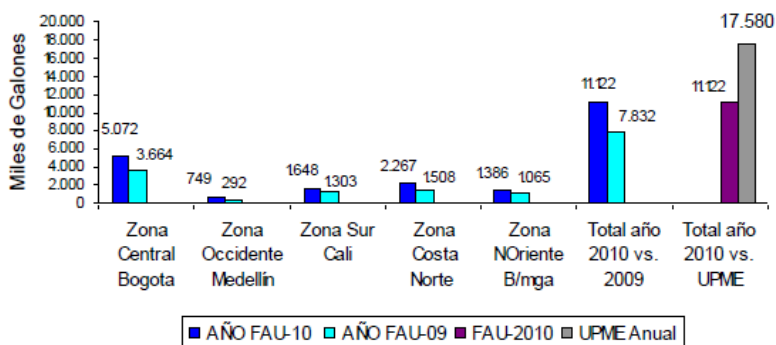
Como se describe en el *anexo 2*, el combustible líquido es uno de los principales usos del aceite reciclado, este proceso es realizado en Bucaramanga por **CRUDESAN S.A.** quien es actualmente la única empresa que se encuentra certificada por la FAU para el proceso de recolección de la materia prima, y que a su vez realiza el proceso de transformación y venta de combustible reciclado. Para efectos del proyecto, se asume que esta empresa posee el 63% del mercado (1.386.000 galones anuales) que corresponde al dato actual de recolección de aceite usado en la ciudad. A continuación, se describe el proceso de cálculo de la oferta disponible:

A nivel nacional y para el año 2008 se dispusieron correctamente aproximadamente seis millones de galones de aceite usado con un cubrimiento del 34,1%, para el año 2009 la cifra alcanzó los 7.008.000 galones con un cubrimiento del 44,6%, para el año 2010 se alcanzaron los 11.100.000 galones con un cubrimiento del 63% y en el 2011 se aprovecharon y dispusieron correctamente once millones seiscientos mil galones con un cubrimiento aproximado del 65% con respecto a las cifras de UPME 2001, que establece el total de aceite usado generado en el país con expectativas reales de recolección.



**Figura 6 Volumen de aceite usado aprovechado y dispuesto correctamente por Operadores FAU**

De acuerdo con información de Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), en Nororiente y Bucaramanga se produce una cantidad aproximada de 2.200.000 galones de aceite usado<sup>30</sup>, con un porcentaje de recolección cubierto del 63% (1.386.000 galones anuales).



**Figura 7 Disposición de aceites usados en Colombia 2009-2010**

<sup>30</sup>Datos para el año de 2010.

De acuerdo a lo anterior, existiría una cantidad por recolectar cercana a los 814.000 galones anuales de aceite usado, a este valor se le aplica un factor de corrección del 60% recuperable, dadas las diferentes deficiencias del proceso de recolección (perdidas por recolección, cantidades de lubricante que quedan atrapadas en los filtros, consumo durante el uso) y teniendo en cuenta que no sería posible recolectar la totalidad del aceite usado ya que se tendría que realizar una recolección en todos los puntos restantes donde se genere aceite usado y esto requiere un esfuerzo económico y de logística muy alto que no podría ser asumido por el proyecto; por lo que se define una cantidad equivalente a **488.400** galones por año ó **40.700** galones por mes que la empresa objeto del proyecto podría lograr recolectar.

Estas cantidades son fuente para el análisis financiero referente al volumen necesario para generar producción y punto de equilibrio.

Al igual que en la proyección de la demanda, se trabaja bajo el panorama conservador de un crecimiento en el mercado del 1%, manteniendo constante la cantidad de materia prima recolectada durante el período de análisis.

**Tabla 7 Proyección de la Oferta aparente**

<b>PROYECCIÓN DE OFERTA APARENTE (60 de la materia prima disponible) + 1% de crecimiento del mercado</b>										
<b>año base</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>
488.40	493.28	498.21	503.19	508.2	513.3	518.4	523.6	528.8	534.1	539.49
0	4	7	9	31	13	46	31	67	56	7

**Fuente:** Los Autores

## **RELACIÓN ENTRE OFERTA Y DEMANDA**

Según los datos proyectados de oferta y demanda, se estima que la demanda insatisfecha durante los primeros 10 años sea aproximadamente del 3%:

**Tabla 8 Demanda Insatisfecha proyectada**

<b>Año</b>	<b>DEMANDA POTENCIAL</b>	<b>OFERTA POTENCIAL</b>	<b>DEMANDA INSATISFECHA</b>
Año 1	509.468	493.284	16.184
Año 2	514.563	498.217	16.346
Año 3	519.709	503.199	16.510
Año 4	524.906	508.231	16.675
Año 5	530.155	513.313	16.842
Año 6	535.456	518.446	17.010
Año 7	540.811	523.631	17.180
Año 8	546.219	528.867	17.352
Año 9	551.681	534.156	17.525
Año 10	557.198	539.497	17.701

**Fuente:** Los Autores

## **2.6. CANALES DE DISTRIBUCIÓN**

Dadas las características del producto, este se distribuye directamente a los consumidores, por lo que no se requiere de medios masivos de publicidad, el contacto se hace directamente con empresas que requieran este tipo de producto.

## **2.7. PRECIO**

Para la determinación del precio del producto, se ha considerado fijar el precio del producto obtenido en los precios de mercado actuales bajo los cuales se comercializa el fuel Oil #4 que se puede obtener a través del procesamiento del aceite usado.

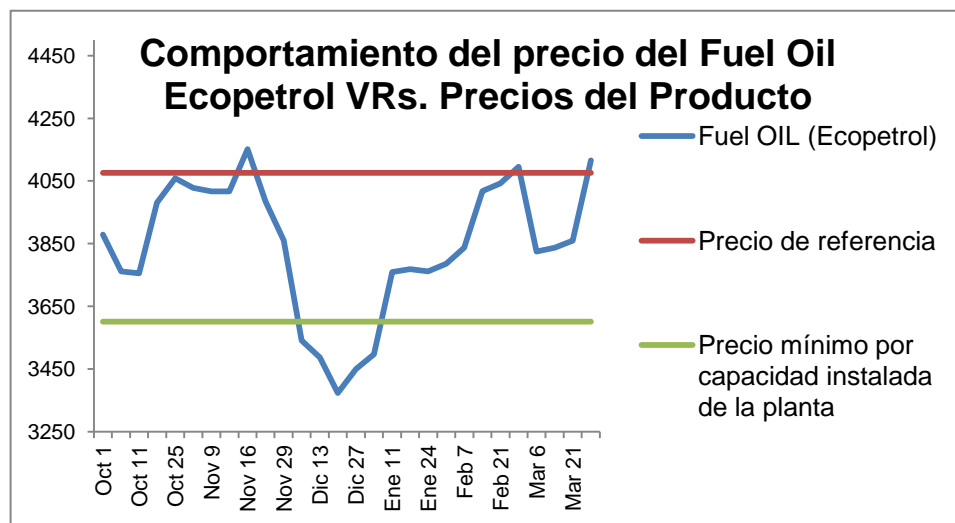
Uno de los mayores productores de este tipo de producto y que abastece el mercado nacional es Ecopetrol S.A. el cual fija un precio por seis (6) días de este producto, por consiguiente el precio se actualiza cada seis (6) días teniendo como uno de los principales factores para esta actualización el precio del petróleo crudo a nivel internacional.

Para la fijación del precio, se realiza un análisis del comportamiento del combustible dado por Ecopetrol, los datos de referencia se toman directamente de la página web, con el objetivo de analizar el comportamiento del Fuel Oil en los últimos 6 meses. Se debe tener en cuenta, que estos datos hacen referencia a un Fuel Oil que puede variar en referencia de un Fuel Oil #4 hasta un Fuel Oil #6, ofreciendo una calidad igual o inferior a la que se pretende lograr con el producto.

Para el análisis se toman 2 límites, el superior establecido por el máximo precio de referencia en este período, 4.152 COP y un límite inferior de 3.601 COP dado por el precio mínimo que puede soportar la empresa para producir el combustible tipo fuel Oil #4.

Al analizar la media de los datos, se obtiene un precio de 3.841 COP, pero teniendo en cuenta que no se está hablando de un Fuel Oil #4 en su totalidad, se aplica un margen de seguridad del 6% sobre la media, haciendo que el precio sea cercano a los 4.072. Para el presente proyecto de pre factibilidad se tomará como base el precio de mercado fijado para la fecha del 6 de marzo al 12 de marzo es: **4.076 COP.**, precio que se encuentra cercano al valor analizado.

**Figura 8 Análisis del comportamiento del precio del Fuel Oil Ecopetrol vrs. Precios del producto**



**Fuente:** Los Autores

## 2.8. PUBLICIDAD Y PROMOCIÓN

### Imagen

La propuesta de imagen presentada por los autores de este proyecto para el producto se describe a continuación:



### Plan de promoción

El producto se promocionará a través de campaña publicitaria difundida a través de los medios de comunicación locales (prensa y radio) y a través de publicidad impresa (Catálogos) entregada directamente a las empresas del sector. El costo inicial estimado proyectado para este plan es de \$10.000.000.

## 2.9. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE MERCADOS

- Pese a que la industria Cementera es un sector potencial para la demanda del producto, no se tuvo en cuenta, debido a que actualmente su demanda está cubierta por el carbón combustible de bajo costo y de gran volumen,

condiciones que con la cantidad de aceite usado disponible y costo de transformación no serían competitivas.

- A través del estudio de mercados se puede concluir que existe una demanda del producto obtenido (fuel #4) superior (10.186.116 galones anuales) a la cantidad de materia prima disponible (aceite lubricante usado, 2.200.000 galones anuales), haciendo que la oferta del producto este limitada por la cantidad de materia prima disponible real y no por la necesidad del mercado de consumir este producto.
- La fijación del precio del producto se realizó basado en el análisis de comportamiento del mercado (precio del fuel Oil de Ecopetrol), por lo que se recomienda monitorear las fluctuaciones de dicho precio a lo largo del desarrollo del proyecto.
- Del estudio de mercados se determina que en el área de Bucaramanga existe una disponibilidad de 814.000 Galones anuales, que corresponde una disponibilidad promedio mensual de 40.700 Galones. Esta cantidad de materia prima correspondería a la capacidad de producción de la empresa de lubricantes.

### 3. ESTUDIO TÉCNICO

Esta parte del estudio se centrará en la evaluación de alternativas de tecnologías disponibles a la transformación de lubricantes usados en productos combustibles.

#### 3.1. EVALUACIÓN TECNOLÓGICA.

Existen tres (3) razones principales por las cuales se requiere realizar el tratamiento del aceite usado como combustibles:

- **Efectos contaminantes:** Debido a la cantidad de contaminantes que como resultado de su uso se incorporan al aceite lubricante y que se requieren retirar para evitar generar altos niveles de contaminación.
- **Efectos corrosivos:** Adicional a los efectos nocivos que causan en el medio ambiente los contaminantes presentes en el aceite lubricante, también causan altos niveles de corrosión en los equipos que usen el aceite usado como combustible.
- **Características adecuadas para la combustión:** Debido a que el aceite lubricante de por sí no es un combustible ideal, se requiere el mejoramiento

de sus características que permitan un uso más eficiente de este como combustible.

Es por esto que se requiere el tratamiento del aceite usado previo a su uso como combustible.

Una de las principales dificultades para el tratamiento del aceite usado es la presencia de impurezas formadoras de cenizas que permanecen dispersas en el aceite, debido a los altamente efectivos aditivos dispersantes presentes en el aceite, estos aditivos permiten que partículas de tamaño microscópico compuesta principalmente por partículas de carbón, metales, material inorgánico (polvo atmosférico), compuestos metálicos generados en la combustión (zinc, bario, calcio, magnesio, fosforo, hierro) estén presentes en los aceites lubricantes usados<sup>31</sup>.

Sin embargo en la actualidad existen procesos que con éxito han logrado realizar reducir los niveles de los contaminantes anteriormente mencionados, a continuación se presentan los cuatro procesos generales con los cuales se puede realizar el tratamiento del aceite usado independiente del su uso final:

- **Re-refinación** (*Re-refining*): Proceso mediante el cual se obtiene como principal producto bases lubricantes.
- **Slipstreaming**: Que consiste en mezclar el aceite usado con petróleo crudo para cargarlo a un proceso de refinación estándar, con lo que se obtienen múltiples productos (principalmente bases lubricantes).
- **Procesamiento** (*Processing o Reclaiming*): Mediante el cual se procesa el aceite lubricante para mejorar sus características para su uso final como combustible.

---

<sup>31</sup> Los tamaños de partículas presentes en el aceite oscilan entre 0.1 a 1 micrón, sin que se presentes indicios de aglomeración en estas partículas.

- **Quemado directo** (*Direct Burning*): Este proceso implica la combustión de aceite usado sin tratamiento previo.

Debido a que los dos primeros procesos (*Re-refining* y *Slipstreaming*) corresponden a procesos, que tienen como finalidad la obtención de bases lubricantes y no productos combustibles, no serán analizados a fondo dentro de este documento, el quemado directo (*Direct Burning*) tampoco será considerado dentro de la evaluación técnica, dado a que no se requiere un proceso como tal para realizar el uso del aceite en esta aplicación, pero si se considera su análisis dentro de la evaluación ambiental (*ver numeral 4*). Por lo que la evaluación técnica se centrará principalmente en el tratamiento de procesamiento (*Processing* o *Reclaiming*).

### **3.1.1. Procesamiento (*Processing* o *reclaiming*).**

El procesamiento busca el mejoramiento de las características del aceite usado como combustible, para adecuar sus condiciones a las tipologías propias del proceso de combustión y eliminar los principales contaminantes: agua, sedimentos y cenizas (metales). Una vez removidos estos contaminantes, las características de este aceite son similares a las de un combustible virgen.

En principio muchos métodos pueden ser usados para remover los contaminantes presentes en el aceite lubricante, pero con frecuencia las consideraciones económicas llevan al uso de tratamientos físico - químico como la alternativa más viable para producir un aceite combustible, este tratamiento puede llevarse a cabo principalmente mediante el proceso de centrifugación o el proceso de destilación.

Una descripción más detallada de estos dos procesos se presenta a continuación.

- **Proceso de Centrifugación**<sup>32</sup>

Es un tratamiento físico químico que incluyen métodos tales como decantación (*Settling*), filtración y centrifugado que son usados para remover agua y contaminantes sólidos (fragmentos metálicos provenientes del desgaste del motor).

Este tratamiento de aceite usado también incluye una fase de tratamiento químico que tiene como fin remover contaminantes y mejorar las características de combustión del aceite usado estos tratamientos consisten en la adición de desemulsificantes (*demulsifiers*), aditivos floculantes (*Flocculating aids*), oxidación de contaminantes (*contaminant oxidizer*) y acondicionamiento con re-agentes (cáusticos) que son disponibles comercialmente. Posteriormente el aceite tratado puede ser mezclado con otros combustibles para mejorar su viscosidad y las características de calidad de combustión.

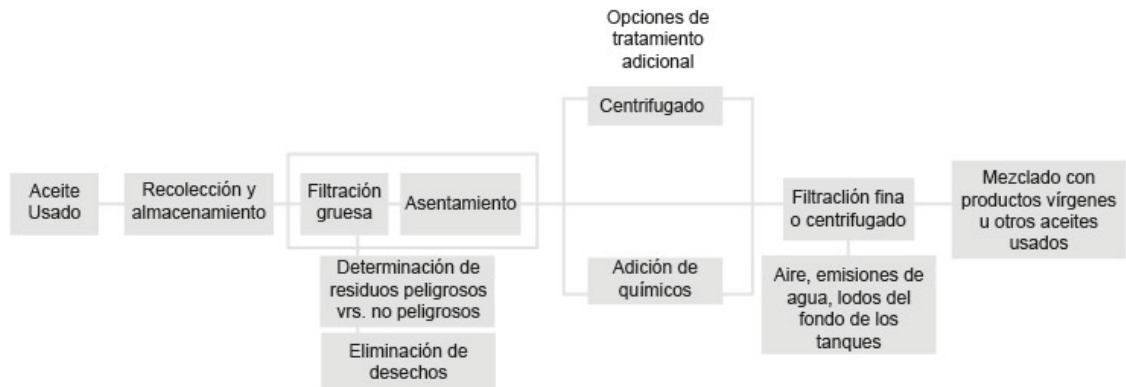
Características del proceso:

- a) Implica un bajo capital
- b) Es muy usado en plantas de tratamiento pequeñas y bajo costo de operación
- c) Posee altos porcentajes de transformación
- d) Amplia rangos de aplicación
- e) Posee bajo consumo de energía y baja producción de residuos.

---

<sup>32</sup> *Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos*, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, República de Colombia, Reporte 2005. [Online] [Citado el 20 de Febrero de 2012 a las 8:30 p.m.] Tomado de: [http://www.minambiente.gov.co/documentos/politica\\_gestion\\_ambiental.PDF](http://www.minambiente.gov.co/documentos/politica_gestion_ambiental.PDF)

**Figura 9 Esquema general proceso de Centrifugado**



**Fuente:** Waste Management Practices: Municipal, Hazardous, and Industrial. 19. Management of Used Oil, 2005 by Taylor & Francis Group.

A continuación se realiza una descripción más detallada de este proceso, teniendo en cuenta cada uno de los sub-procesos mencionados anteriormente.

- **Filtración y decantación.**

La filtración permite realizar principalmente la separación de las partículas sólidas de las líquidas. El costo de este pre-tratamiento varía considerablemente de acuerdo con el método utilizado y el tamaño mínimo para realizar la remoción. Por medio de filtros sencillos se podría pensar en eliminación de partículas de hasta 40µm. Otra tecnología aplicable sería la de membrana o micro-poro, pero estas tecnologías son costosas tanto en su adquisición, mantenimiento como en operación.

- **Decantación**

Este proceso funciona básicamente por gravedad, por este medio se pueden retirar algunos metales pesados, los contaminantes pesados se decantan en el fondo y los contaminantes ligeros flotan en la superficie del aceite usado.

Durante este proceso, el aceite usado es retenido en grandes tanques por periodos de tiempo relativamente largos, una pantalla filtrante captura los contaminantes ligeros y partículas que no se decantan, adicionalmente se puede adicionar temperatura al proceso lo que reduce la viscosidad del aceite y aumenta la velocidad de decantación (normalmente se lleva la temperatura del aceite a 50°C y se agregan floculantes para aumentar la decantación de contaminantes). Este proceso de decantación puede tomar hasta 48 horas antes de continuar con el proceso de tratamiento, sin embargo este proceso no es un medio adecuado para remover la totalidad de los contaminantes presentes en el aceite.

*Se puede considerar que los procesos de filtración y decantación son procesos requeridos para el tratamiento del aceite lubricante usado con la finalidad de utilizarlo como combustible, pero estos por si solos no ofrecen un producto terminado.*

- **Desemulsificación y centrifugación<sup>33</sup>.**

Estas fases del procesamiento del aceite buscan retirar partículas finas, mediante procesos de desemulsificación (sedimentación) y centrifugación.

---

<sup>33</sup>Transformación de los aceites usados para su utilización como energéticos en procesos de Combustión. Unidad de planeación minero-energética. Ministerio de minas y energía. Octubre de 2001 [Online] [Citado el 11 de Enero de 2012 10:30 pm.]. Tomado de:  
[http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/ure/estudios/EstudiosEficiencia\\_AceitesUsados.pdf](http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/ure/estudios/EstudiosEficiencia_AceitesUsados.pdf)

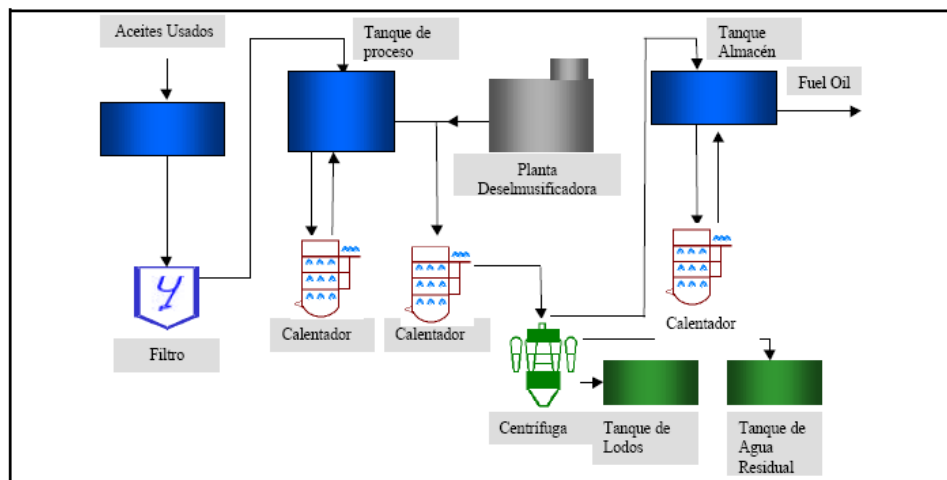
Estas etapas se adicionan los desemulsificantes, para el rompimiento de las emulsiones formadas con el agua y eliminación de ácidos, estas emulsiones están presentes en el aceite en forma de pequeños gotas que son estabilizadas por la película de interface del aceite y al agua, o el aceite y los ácidos. Es por este motivo las pequeñas gotas no se aglutinan y no se decantan.

El proceso de aplicar desemulsificantes es adecuado para remover los contenidos de agua suspendida presentes en los aceites lubricantes usados, con la aplicación de este proceso las emulsiones se rompen, por lo que el agua presente en el aceite se decanta y se puede ser removida con mayor facilidad mediante el proceso de centrifugado, el proceso de desemulsificación se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Una vez se recibe el aceite usado y se almacena en los diferentes tanques, éste se bombea hacia los tanques de tratamiento, en los cuales se inyecta el desemulsificante a razón de 1 galón de desemulsificante por cada 1,000 galones de aceite usado en promedio.
2. Posteriormente el aceite se pasa por un intercambiador de calor, para precalentarlo, o se puede calentar el contenido del tanque directamente, por medio de serpentines de vapor, la temperatura óptima para realizar el tratamiento se encuentra entre los 180°F (82°C) y los 200°F (93°C).
3. Una vez el aceite ha alcanzado su temperatura óptima, el calentamiento debe mantenerse y el contenido del tanque se deja decantar entre 2 a 24 horas, los contenidos de agua y sólidos pueden ser drenados posteriormente del tanque de tratamiento.

Una de las desventajas de la desemulsificación es que no remueve partículas sólidas con una adecuada efectividad del lubricante. El resultado de este proceso deja un lodo que debe posteriormente tratado mediante contención en terreno o combustión a alta temperatura y tiempos de residencia.

Posterior al proceso de desemulsificación se aplica la etapa final de centrifugado, mediante un equipo de centrifugado se somete al aceite a aceleraciones que cercanas a 30.000G, con lo que se separan las gotas de agua y ácidos remanentes del proceso del proceso de desemulsificación, y los metales remanentes del proceso de decantación. La figura 10 muestra un esquema de todo el proceso de tratamiento del aceite lubricante para la obtención de un producto combustible.



**Figura 10 Proceso de desemulsificación y centrifugación para tratamiento de aceites usados**

En la Tabla 9, se puede observar la cantidad de contaminantes que posee el aceite lubricante previo y posterior después de la aplicación de los procesos de desemulsificación y centrifugación, Una vez sometido a estos procesos el aceite usado deja de ser considerado un residuo peligroso para convertirse en una combustible de bajas características.

**Tabla 9. Contaminantes del proceso de desemulsificación y centrifugación**

TRATAMIENTO DE SEPARACIÓN		
Contaminantes	Antes	Después
Cloro % w	0,17 - 0,47	0
S % w	0,17 - 1,09	0
Zn, ppm	260 - 1787	Trazas
Ca, ppm	211 - 2291	Trazas
Ba, ppm	9 - 3906	Trazas
P, ppm	319 - 1550	0
Pb, ppm	85 - 21676	Trazas
Al, ppm	0,6 - 758	0
Fe, ppm	97 - 2411	Trazas

**Fuente:** Transformación de los aceites usados para su utilización como energético en procesos de combustión, Ministerio de Minas y Energía, año 2001.

Con el fin de reducir aún más la concentración de los contaminantes y mejorar las características de combustión del aceite usado pre-tratado, éste puede mezclarse con los energéticos tradicionales y comúnmente empleados en la industria en general como son el ACPM y el combustóleo, cumpliendo igualmente con las especificaciones establecidas por la ASTM 396 (*Standar for Testing Methods*), la Tabla 10, muestra las proporciones de mezcla para obtener combustibles que cumplan con el estándar anteriormente mostrado.

**Tabla 10. Opciones de mezcla energética posibles**

Mezclas Posibles	Proporciones (% Volumen)			Viscosidad Resultante	
	A. Usado	ACPM	Combustóleo	SSU a 38° C	SSF a 50°C
Fuel Oil No. 2	31	69		32,6	
Fuel Oil No. 2	52	48		37,9	
Fuel Oil No. 4	69	31		45	
Fuel Oil No. 4	88		12	125	
Fuel Oil No. 5 Light	66		33		123
Fuel Oil No. 5 Heavy	37		63		40

**Fuente:** Transformación de los aceites usados para su utilización como energético en procesos de combustión, Ministerio de Minas y Energía, año 2001.

- **Fuel Oil # 1:** es similar al queroseno y es la fracción que hierve justo luego de la gasolina.
- **Fuel Oil # 2:** es el diésel que usan las camionetas y algunos automóviles.
- **Fuel Oil # 3:** es un combustible destilado que es usado con poca frecuencia.
- **Fuel Oil# 4:** es usualmente una mezcla de fueloil destilado y de residuos, tales como No. 2 y 6; sin embargo, algunas veces es tan solo un fuerte destilado. No. 4; puede ser clasificado como diésel, destilado.
- **Fuel Oil # 5 y 6:** son conocidos como **fueloil residuales (RFO** por sus siglas en inglés) o **fueloil pesados**. En general se produce más Número 6 que Número 5. Los términos *fueloil pesado* y *fueloil residual* son usados como los nombres para Número 6. Número 5 y 6 son los remanentes del crudo luego que la gasolina y los fueloil destilados son extraídos a través de la destilación. El fueloil Número 5 es una mezcla de 75-80 % de Número 6 y 25-20% de Número 2. Número 6 puede contener también una pequeña cantidad de No. 2 para cumplir con ciertas especificaciones.

- **Proceso de destilación.**

Otro de los tratamientos comúnmente usados para realizar el procesamiento del aceite usado es el Proceso de Destilación que se describe a continuación.

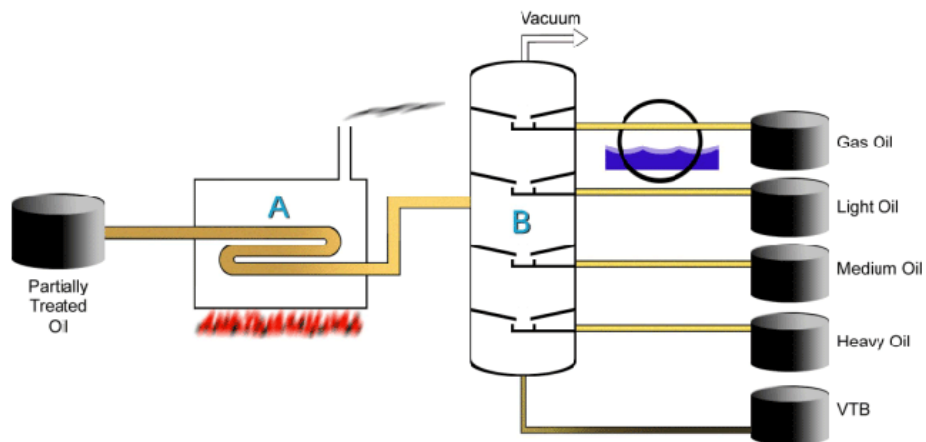
El primer paso de este proceso consiste en la recepción del aceite usado en unos tanques de almacenamiento, posteriormente se filtra y se trasiega a unos tanques de des-metalización, donde se trata con aditivos ácidos (de PH muy bajo, ácido sulfúrico), se mezcla el ácido con el aceite y se deja decantar por dos (2) horas, en las cuales se depositan en el fondo del tanque los metales y aditivos gastados que luego se purga y se llevan a un tanque de lodos. Una vez retirados los lodos se transvasa el aceite a otro tanque para el tratamiento de neutralización con reactivos alcalinos (reactivos básicos de un PH muy alto) se mezcla el aceite con los reactivos alcalinos y se deja decantar por otras dos (2) horas, se purgan los lodos generados en el proceso hacia el tanque de manejo de lodos.

Este tratamiento químico retira los metales presentes en el aceite (eliminación de los componentes aditivos presentes en los aceites lubricantes).

Posteriormente se aplica el tratamiento térmico. El aceite des-metalizado pasa a unos reactores en los cuales se calienta a 130°C y luego pasa por unos intercambiadores donde se eleva su temperatura hasta 200°C y seguidamente se envía a una columna de destilación por vacío, con el cual se retira el agua, los combustibles diluidos, ácidos orgánicos de bajo peso molecular, entre otras impurezas de bajo punto de ebullición inferiores a los del aceite. Como resultado del proceso se obtiene un combustible similar al fuel Oil, que normalmente tiene un menor costo de procesamiento, y menores contenidos de contaminantes y azufre, el producto de este proceso es un aceite que puede ser mezclado con otros combustibles para mejorar sus propiedades combustibles.

De este proceso de destilación existen diferentes variantes, que se utilizan también para obtener bases lubricantes, entre ellas está la destilación atmosférica, destilación por vacío (requiere menores temperaturas de operación y se evita la formación de coke y oxidación en el proceso).

En la figura 11 se puede observar el proceso de destilación descrito anteriormente.



**Figura 11 Proceso de destilación**

### **3.1.2. Análisis de las alternativas.**

Para los dos (2) procesos encontrados (Centrifugación y destilación), se realizara una comparación de ventajas y desventajas a fin de efectuar la selección de la alternativa final del proceso a implementar en la planta objeto del estudio:

**Tabla 11 Análisis de Alternativas procesos**

<b>Centrifugación</b>		<b>Destilación</b>	
<b>Pros</b>	<b>Contras</b>	<b>Pros</b>	<b>Contras</b>
Es un proceso técnicamente más desarrollado para la obtención de aceites combustibles	No se obtiene un producto totalmente terminado por esto se requiere la mezcla con otros combustibles para disminuir el contenido de contaminantes y mejorar sus características combustibles.	El producto terminado posee un grado de contaminantes aceptable para su uso como combustible pero requiere ser mezclado para mejorar sus características combustibles.	Es un proceso que se utiliza comúnmente como un paso para tratar el aceite usado y obtener bases lubricantes, pero que algunas empresas lo han adaptado para la producción de combustibles a partir del aceite usado.
Los costos de inversión son menores que con el proceso de destilación.	El proceso posee partes móviles que requieren un mantenimiento regular, pero no es de alta complejidad.	Adecuado para plantas de producción de gran capacidad normalmente de 10.000 TPY como mínimo (para el caso de bases lubricantes).	El equipo requiere de un diseño especial establecido para trabajar una calidad de materias primas determinado.
El personal de mantenimiento y operación de la planta no requiere un alto nivel de capacitación.	Los sistemas de filtración utilizados requieren de un cambio regular y un tratamiento para su disposición.	No genera impactos grandes en lo que a polución respecta.	Mayores costos de operación en lo que al consumo de energía se refiere, se requiere un calentamiento para lograr la destilación
Amplio rango de operación en lo que a la calidad de la	Se obtiene normalmente un	Genera altos rendimientos	

Centrifugación		Destilación	
Pros	Contras	Pros	Contras
<p>carga se refiere.</p> <p>No genera polución debido a que la mayoría del proceso es de tipo físico. (Baja generación de gases).</p> <p>No requiere mayor consumo de combustible, solo el requerido para mejorar el proceso de decantación.</p> <p>Adecuado para bajos y altos niveles de producción.</p>	<p>solo producto combustible (una sola calidad de aceite combustible)</p>	<p>normalmente del aceite tratado es recuperado un 75% a un 85% en productos combustibles.</p> <p>Se obtienen diferentes grados de combustible, por lo que se puede obtener un mejor precio en el mercado.</p> <p>Posibilidad de complementarlo para transformarlo en un sistema de producción de bases lubricantes.</p>	<p>del aceite.</p> <p>Requiere una alta inversión de capital.</p> <p>Requiere un personal altamente especializado para el mantenimiento.</p> <p>El proceso requiere de procesos de calentamiento y enfriamiento lo que lo hacen energéticamente menos eficiente.</p>

**Fuente:** Los Autores

*Del análisis realizado, se concluyó que el sistema de destilación es más apropiado para plantas de procesamiento de alta y media capacidad, pese a que ya se encuentran en el mercado sistemas tipo patín para procesamiento de pequeñas cantidades, no se tiene certeza sobre los proveedores que proporcionan esta*

*tecnología, en cuanto al sistema de tratamiento por centrifugación se observa que es un sistema más adecuado para los fines que se establecen en el presente estudio de pre factibilidad, debido a que es un proceso que se amolda mejor a las cantidades de combustible a tratar, adicionalmente tiene menor costo de implementación y de operación aunque la calidad de combustible obtenida sea una sola y en un principio con la incertidumbre en las cantidades de aceite lubricante a recolectar genera un menor riesgo, por su bajo costo de implementación.*

### **3.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA.**

Para poder realizar el dimensionamiento de la planta se debe determinar primero la capacidad de la planta, lo cual depende de la cantidad de aceite usado a procesar que de acuerdo con el *numeral 2.5* del estudio de mercados, corresponde a **40.700** galones mensuales, de esta cantidad de materia prima se debe considerar que por el proceso de centrifugado se tiene solo una transformación del 80% en material disponible para la producción de fuel Oil #4, por lo que se tendría una cantidad de aceite tratado al final de proceso de **32.560** Galones mensuales.

Teniendo en cuenta que el aceite usado tratado no tiene las características requeridas para ser usado como combustible, se requiere realizar la mezcla de este con otros combustibles para poder obtener un combustible con las características requeridas (ver tabla 10, estudio técnico).

Para el presente estudio de pre factibilidad, se ha tomado como base la producción de Fuel Oil # 4, que es uno un producto que permite tener una mayor

proporción de uso de aceite lubricante usado en el combustible final, por lo que la capacidad real de producción de combustible de la planta se verá incrementada por el uso de los insumos (Fuel Oil #6) para la obtención final del fuel Oil #.4.

La Tabla 12 resume la cantidad final de combustible obtenido usando como insumo el aceite usado y fuel Oil # 6.

**Tabla 12. Cantidad final de combustible obtenido usando como insumo el aceite usado y fuel Oil # 6**

<b>Combustible obtenido</b>	<b>Aceite usado tratado 88% Vol. (Gal/mes)</b>	<b>Combustóleo 12% Vol. (Gal/mes)</b>	<b>Producción total (Gal/mes)</b>	<b>Producción total (Ton/mes)</b>
Fuel Oil #4	32.560	4.440	37.000	138.38

Dado el creciente número del parque automotor existe la posibilidad a futuro de incrementar la capacidad de la planta en un 20%<sup>34</sup>, para fines de dimensionamiento de la planta se establece una capacidad de diseño de **44.400** galones mensuales aprox<sup>35</sup> (150.96 Ton/mes).

Con la capacidad de planta establecida, se definen las diferentes áreas operativas para el funcionamiento de la planta descritas a continuación:

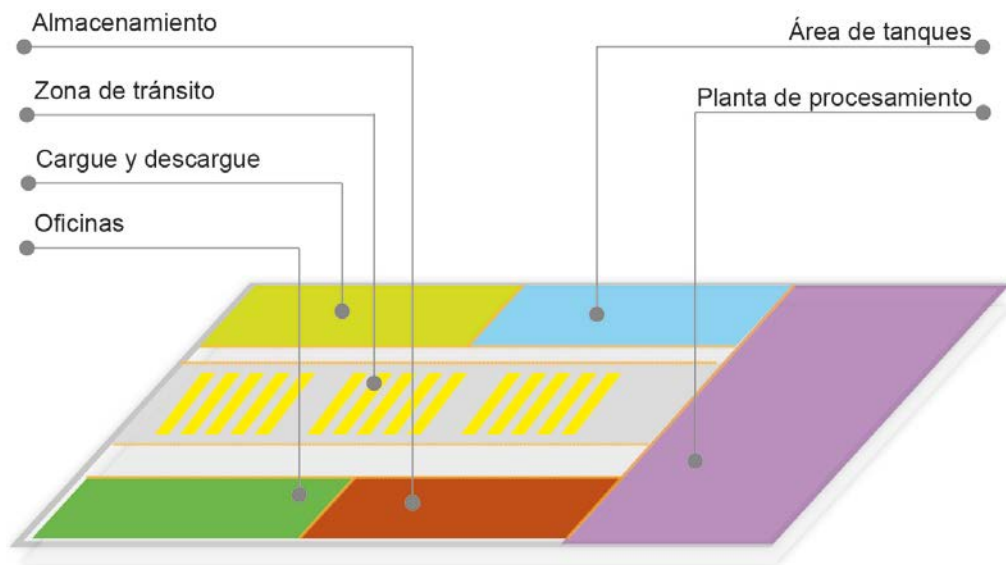
- Área de descargue y cargue de productos.
- Área de almacenamiento de materia prima y producto terminado (Área de Tanques).

<sup>34</sup> Debido al creciente número de vehículos que conforman el parque automotor.

<sup>35</sup> Para el estudio financiero se trabajara con la capacidad de planta estimada, y no con la capacidad de diseño.

- Área de procesamiento (Planta de procesamiento).
- Área de oficinas.
- Área de almacenamiento de otros insumos y zonas varias.

En la Figura 12 se plantea un esquema de la distribución inicial, la cual al final de este numeral se presentará en forma más detallada.



**Figura 12 Esquema de distribución de planta inicial**

Para realizar el presente análisis se dividirá por cada una de las áreas operativas identificadas.

### 3.2.1. Área de cargue y descargue de productos.

Debido a que la principal actividad de la planta es la producción de un combustible a partir del aceite usado, se requiere un área para el cargue y el descargue del aceite usado a los vehículos de transporte.

Dado a que no se espera tener un alto flujo vehicular (entrada y salida de carro tanques), para la recolección se estima que el uso de un carro tanque de 3.000 Gal (11.000lt) sería suficiente, este vehículo sería el encargado de realizar las rutas de recolección en las cuales se manejarían pequeñas cantidades de aceite usado. Para el caso de la distribución de producto debido a la capacidad de producción de la planta se trabajarán también con carro tanques de 3.000 galones con lo que se espera atender a grandes y medianos compradores. Un análisis de la frecuencia de ingreso de vehículos y los tiempos de cargue y descargue se puede observar en la Tabla 13.

**Tabla 13. Análisis de frecuencia de ingreso de vehículos. Tiempo de cargue y descargue**

<b>Cantidad de cargues y descargues de aceite usado y procesado</b>		
<b>Datos de entrada</b>	<b>Dato</b>	<b>Unidad</b>
Capacidad de diseño (mes)	44.400,00	Gal /mes
Capacidad del equipo de bombeo para cargue y descargue	150	GPM
<b>Datos de salida</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Unidad</b>
Carro tanque de 3000 Gal, para descargue	14,00	Un
Carro tanque de 3000 Gal, para	14,00	Un

Cantidad de cargues y descargues de aceite usado y procesado		
Datos de entrada	Dato	Unidad
cargue		
Tiempo de cargue y descargue estimado (20 min @3000Gal)	280,00	min
Tiempo disponible de cargue y descargue <sup>36</sup>	14.400,00	min

**Fuente:** Los Autores

De la Tabla 13 se observa que existe un amplio margen para programar los cargues y descargues de tal forma que no se requiera un área dentro de la planta para el parqueo de vehículos de cargue y descargue simultáneamente.

Los requerimientos del área para la zona de cargue y descargue se puede dimensionar mediante el área requerida para paqueo de un carro tanque de 3.000 Gal, las dimensiones de un carro tanque de esta capacidad son aproximadamente: Largo 5.0 m x Ancho 2,50m x Alto 3,00m.

Adicionalmente se deben tener en cuenta un área para acceso del carro tanque para lo cual se han considerado 3.00m adicionales en el largo y en el ancho del camión, con esta información se puede obtener el área requerida para la zona de cargue y descargue de dentro de las instalaciones es: **44m<sup>2</sup>**.

<sup>36</sup> Jornada de 8 horas diaria, 30 días a la semana.

### 3.2.2. Área de almacenamiento de materia prima y producto terminado (Área de Tanques).

En esta área se debe contemplar el almacenamiento para insumos y productos divididos en los siguientes tanques:

- **Dos Tanques de aceite usado recolectado:** uno de alto y otro de bajo nivel de contaminación dependiendo de la fuente de la cual se recolecte.
- **Un almacenamiento de producto final** (aceite tratado).
- **Un tanque temporal para almacenamiento de aceite tratado:** el cual se debe calificar si se encuentra dentro de especificaciones y se puede enviar al tanque de producto final o debe ser reprocesado, e iría al tanque de aceite recolectado.
- **Tanque de producto final.**
- **Tanque para el manejo de desechos del proceso.**
- **Tanque de otros insumos (fuel oil #6).**

En la Tabla 14 se presenta un resumen de los tanques requeridos y las áreas consideradas para la zona de almacenamiento; para el dimensionamiento de los tanques se han asumido ciclos de recolección y venta de 10 días.

**Tabla 14. Tanques requeridos y áreas para la zona de almacenamiento**

Descripción del tanque	Capacidad (Gal)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Diámetro del tanque (m)	Área requerida (m <sup>2</sup> )
Tanque 1 de recolección de aceite usado	8.880	38	3,18	38,23
Tanque 2 de recolección de aceite usado	8.880	38	3,18	38,23
Tanque 3 producto en tratamiento	1.627	6	1,72	13,84
Tanque 4 producto en tratamiento	1.627	6	1,72	13,84
Tanque 5 almacenamiento de producto terminado (Fuel #4)	14.800	56	3,62	43,86
Tanque de desechos del proceso	3.907	13	2,23	27,31
Tanque de Combustóleo (fuel Oil #6)	1,954	7	1,81	14,53
<b>Área total</b>				<b>196 m<sup>2</sup></b>

**Fuente:** Los Autores

### 3.2.3. Planta de procesamiento

En el numeral 3.2, se definió una capacidad de diseño de la planta de 150,96 Ton/mes (44.400 Gal/mes). Dependiendo de la tecnología aplicada, se puede encontrar en el mercado unidades de tratamiento tipo paquete, donde los equipos para el procesamiento se encuentran montados en un *skid* (estructura metálica) que se instala en el lugar de emplazamiento de la planta. Estas unidades son de baja capacidad, lo cual es acorde con los requerimientos de los procesamientos establecidos. A continuación se relacionan los fabricantes y las capacidades de estas unidades paquete.

**Tabla 15. Costo de Plantas y equipos para el tratamiento de aceite lubricante usado**

Plantas y equipos para tratamiento de aceite lubricante usado y su costo						
Ítem	Fabricante	Tecnología	Modelo	Peso	Eficiencia del proceso	Capacidad
1	Shangqiu Yilong Machinery Equipment Co., Ltd.	Pirolisis (Catalizador)	LL-2200-6000	27 Ton	80-90%	230 Ton/mes
			LL-2200-6600	29 Ton	80-90%	270 Ton/mes
			LL-2800-6000	37 Ton	80-90%	300 Ton/mes
2	Sino-NSH Oil Purifier Manufacture Co., Ltd.	Decantación + Desemulsificación + Centrifugado	GER-4	6.5 Ton	80-90%	46.494 Gal/mes
			GER-5	7.2 Ton	80-90%	57.817 Gal/mes
3	Jinan Maorui Machinery Equipment Co., Ltd	Decantación, + filtración + destilación al vacío + bleaching filtración	ZYD-6	4.0 Ton	70 – 90%	180 Ton/mes
4	Rocky Oil Purifier Manufacture Co., Ltd.	Decantación, + filtración + destilación al vacío + filtración	LYE-10000	12 Ton	75-95%	57.817 Gal/mes
5	CHONGQING NAKIN ELECTROMECHANICAL CO. Ltd.	Decantación + Desemulsificación + Centrifugado	JZS - 10000	8.8 Ton	80 – 90%	57.817 Gal/mes

Plantas y equipos para tratamiento de aceite lubricante usado y su costo						
Ítem	Fabricante	Tecnología	Modelo	Peso	Eficiencia del proceso	Capacidad
6	Zhengzhou Kerry Machinery Equipment Co., Ltd.	Máquina Centrifuga	XHLJ-425	1.5 Ton	80-90%	216 Ton/mes
7	Chongqing Weichuang Oil Purifier Equipment Co., Ltd.	Máquina centrifuga	FLZ(HL)	1.5 Ton	80-90%	140 Ton/Mes
8	Chongqing Technology and Business University S&T Developing Inc.	Máquina centrifuga	JYW	2 Ton	80-90%	155 Ton/mes
9	Chongqing Gold Mechanical & Electrical Equipment Co., Ltd.	Decantación + Desemulsificación + Centrifugado	HY-IV	15 Ton	80-90%	65.520 Gal/mes

**Fuente:** Los autores.

Las capacidades establecidas para las plantas de los ítems 1, 3, 6, 7 y 8 están basadas en una operación continua tres turnos, las capacidades establecidas para las plantas de los ítems 2, 4, 5 y 9 están basadas en operación de un solo turno; de las opciones incluidas en la Tabla 15. son descartadas la opciones 1, 3, 4 ya que según lo establecido en la evaluación tecnológica, la opción más favorable en cuanto a la tecnología empleada para realizar el tratamiento es la Decantación + Desemulsificación + Centrifugado; también se han descartado las opciones 6,7,8

ya que éstas corresponden a máquinas centrífugas y para minimizar los riesgos del dimensionamiento de los diferentes componentes de la planta se ha optado por seleccionar una unidad paquete, donde un solo fabricante es responsable por entregar una unidad funcional completa. Las alternativas evaluadas en costo se resumen en la Tabla 16:

**Tabla 16. Alternativas de plantas y equipos bajo tecnología de Centrifugado**

<b>Plantas y equipos para tratamiento de aceite lubricante bajo la tecnología de centrifugado</b>						
<b>Ítem</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Tecnología</b>	<b>Modelo</b>	<b>Peso</b>	<b>Eficiencia del proceso</b>	<b>Capacidad<sup>37</sup></b>
2	Sino-NSH Oil Purifier Manufacture Co., Ltd.	Decantación + Desemulsificación + Centrifugado	GER-4	6.5 Ton	80-90%	46.494 Gal/mes
5	CHONGQING NAKIN ELECTROMECHANICAL CO. Ltd.	Decantación + Desemulsificación + Centrifugado	JZS - 10000	8.8 Ton	80 – 90%	57.817 Gal/mes
9	Chongqing Gold Mechanical & Electrical Equipment Co., Ltd.	Decantación + Desemulsificación + Centrifugado	HY-IV	15 Ton	80-90%	65.520 Gal/mes

**Fuente:** Los autores.

<sup>37</sup> Nota: las capacidades indicadas están basadas en un turno de operación diario.

Para el área requerida en la instalación de la planta de procesamiento se tomaron los datos del fabricante que tenga las mayores dimensiones como una primera estimación (ver Tabla 17).

**Tabla 17. Dimensiones de la alternativa final para la planta de procesamiento**

Dimensiones de la planta de procesamiento							
Ítem	Fabricante	Tecnología	Modelo	Longitud (L)	Ancho (W)	Alto (H)	Área (m <sup>2</sup> )
5	CHONGQING NAKIN ELECTROMECHA NICAL CO. Ltd.	Decantación + Desemulsificación + Centrifugado	JZS - 10000	14 m	5 m	3 m	<b>70 m<sup>2</sup></b>

**Fuente:** Los autores.

#### 3.2.4. Área de oficinas.

Esta área tiene como función principal prestar apoyo a la producción, en esta área se contemplan casilleros para los trabajadores, baños, oficina, se asume un requerimiento de área para estas funciones de **36m<sup>2</sup>**.

### 3.2.5. Área de almacenamiento de otros insumos y zonas varias.

Esta área corresponde al almacenamiento de insumos (desemulsificantes), equipos de bombeo, áreas de tránsito y mantenimiento requeridas para el funcionamiento de la planta, se asume que **20%** del área total requerida para las otras zonas es suficiente para cubrir los requerimientos anteriormente mencionados.

### 3.2.6. Resumen del dimensionamiento de la planta.

De las evaluaciones realizadas en los anteriores numerales, se ha elaborado la Tabla 18; resumen de las principales características de la planta:

**Tabla 18. Resumen de las características de la planta**

<b>Tabla resumen de las principales características de la planta</b>		
<b>Descripción del Ítem</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Cantidad estimada de aceite usado a recolectar	40.700	Gal/mes
Eficiencia del procesamiento	80%	
Cantidad de aceite tratado útil	32.560	Gal/mes
Capacidad de diseño para el tratamiento	44.400	Gal/mes

<b>Tabla resumen de las principales características de la planta</b>		
<b>Descripción del Ítem</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Capacidad de producción Fuel Oil #4 <sup>38</sup>	37.000	Gal/mes
<b>Insumos</b>		
Combustóleo	4.440	Gal/mes
<b>Áreas requeridas</b>		
Área de descargue y cargue de productos	44	m <sup>2</sup>
Área de almacenamiento de materia prima y producto terminado (Área de Tanques).	196	m <sup>2</sup>
Área de procesamiento (Planta de procesamiento)	70	m <sup>2</sup>
Área de oficinas.	36	m <sup>2</sup>
Área de almacenamiento de otros insumos y zonas varias.	69	m <sup>2</sup>
<b>Área total requerida</b>	<b>416</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

**Fuente:** Los autores.

### **3.3. CANALES DE RECOLECCION, DISTRIBUCION Y VENTA.**

#### **3.3.1. Recolección de Materia prima.**

Al considerar al aceite lubricante usado como materia prima, se deben evaluar las posibles alternativas de obtención ya que pese a que es un desecho; el mercado ya ha encontrado un uso para este tipo de material (principalmente como combustible) y esto dificulta su recolección, dado a que muy seguramente, se entre a competir con las empresas que utilicen el aceite usado como combustible.

<sup>38</sup> Operación de tres turnos diarios.

Además, se debe tener en cuenta que los talleres grandes dedicados al mantenimiento de vehículos (cambio de aceite) tienen actualmente convenios con empresas recolectoras de este desecho, debido a que el Estado Colombiano ha establecido reglamentación principalmente en el uso y recolección de lubricantes usados, al ser considerado un residuo tóxico.

Una estrategia para la captación de materia prima correspondería a la implementación de algunos puntos de recolección propios, tratar de realizar convenios con los talleres y empresas dedicadas a la recolección de lubricantes en la ciudad.

Para implementar dichos puntos se analiza un problema latente: La distribución inversa; en el cual los consumidores finales retornan el producto al fabricante. Existen estudios realizados específicamente para la recolección de aceites lubricantes<sup>39</sup>, que describen la implementación de una red y un procedimiento de toma de decisiones para la implementación de un sistema moderno todo el sistema completo (recolección, rutas de transporte, puntos de abasto, generación de rutas de recolección, diseño de cronogramas de recolección), todo esto mediante el uso de tecnología de punta como lo son: Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), Sistemas de Información Geográfica (GIS), sistemas de telecomunicaciones Intercambiabilidad de Datos Electrónicos (EDI), todo basado en modelos Sistema de Soporte de Decisión (DSS) para generar un modelo óptimo de recolección de aceite lubricante usado. El sistema soporte de decisión basa su desarrollo en algoritmos que modelan escenarios y teniendo información de diversas ubicaciones de los puntos de recolección abasto y posibles rutas para el transporte.

Una de las dificultades que presenta la recolección de lubricantes es que estos “puntos” pueden encontrarse distribuidos en diferentes lugares: estaciones de

---

<sup>39</sup> A web-based decision support system for waste lube oils collection and recycling, European Journal of Operational Research 195, (2009) 676–700

gasolina, talleres automotrices y empresas (lubricantes para maquinaria), y éstos exigirían un traslado a “puntos de acopio” o puntos de almacenamiento temporal, para posteriormente llevar la materia prima a un punto de almacenamiento central ubicado en las proximidades de la planta de tratamiento.

En cuanto al transporte del material recolectado, lo óptimo sería contar con diferentes tipos de vehículos de diferentes capacidades para realizar el transporte de los puntos de recolección a los puntos de almacenamiento, pero por la cantidades de lubricante disponibles analizadas en el estudio de mercados no se considera viable contar con diferentes tipos de vehículos con diferentes capacidades, *por lo que el tratamiento de la calidad de la materia prima se maneja en los puntos de acopio principales en la planta.*

Además, no se ha considerado dentro de este estudio, contar con la disponibilidad de materia prima en ciudades cercanas como San Gil y Barrancabermeja, que requerirían puntos de acopio en estas locaciones, y transporte de lubricante usado desde los puntos de recolección a los puntos de almacenamiento temporal, y finalmente al punto de almacenamiento central, haciendo que se incrementen los costos de recolección aún más, sin tener la plena seguridad que las cantidades recolectadas sean suficientes para suplir la inversión adicional.

#### **3.3.1.1. Naturaleza de los puntos de recolección**

Los puntos de recolección pueden clasificarse por la cantidad de lubricante recolectado en menores y mayores. Los puntos menores corresponderían a estaciones de gasolina, y talleres de mecánica automotriz pequeños, en estos puntos se esperaría que las cantidades y rutas de recolección de lubricantes sean bajas. Por otro lado se esperaría que los puntos de recolección mayores como lo

son talleres de servicio especializado y empresas de tamaño considerable recolecten grandes cantidades de lubricante usado y de un grado más homogéneo, con una ruta casi constante de acumulación de lubricante, es preciso aclarar que las cantidades de lubricante a recolectar juegan un papel importante en las rutas de recolección y se deben tener en cuenta en la planificación y el establecimiento de las frecuencias de recolección.

### **3.3.1.2. Interacción entre la recolección y la generación de lubricante.**

Una de las principales dificultades de la recolección de lubricantes son los diferentes niveles de contaminación y usos que éstos pueden tener, así como la variación de las rutas de acumulación, por lo que se pueden presentar variaciones considerables en la cantidad recolectada a lo largo del tiempo. Estos dos factores pueden afectar la capacidad de procesamiento de la planta de reciclaje dado a la variabilidad cantidad de materia prima recolectada y la calidad de la misma que en el proceso de transformación.

La interacción entre la recolección, los tiempos de producción y las cantidades producidas están ligadas por la demanda agregada de nuevas cantidades de aceite lubricante. Los requerimientos de las cantidades de lubricante requeridas pueden ser obtenidos de la planeación de requerimiento de materiales (MRP), de acuerdo con el programa de producción maestro (MPS). En el pronóstico de producción y las órdenes confirmadas de venta, sin embargo, existen dos variables importantes: la desconfianza en la cantidad de aceite usado recolectado y los recursos limitados de vehículos de recolección disponibles para la labor. Lo que debe tenerse en cuenta a la hora de trazar las políticas de inventarios en la empresa.

El manejo de inventarios puede mitigar la variabilidad en las rutas de recolección y mantener la capacidad de producción de la planta en niveles adecuados.

### **3.3.2. Distribución y venta de producto.**

Dado a que la distribución del producto final se trata de un combustible, con cantidades menores de contaminantes, no se requeriría de una infraestructura tan compleja como para la recolección y este proceso podría perfectamente ser tercerizado con una empresa transportadora.

En cuanto a la comercialización de combustible no se requiere de una red de almacenes, por lo que se puede tener una oficina desde se tomen los pedidos y se establezcan las relaciones comerciales con los principales clientes.

## **4. EVALUACIÓN AMBIENTAL**

La finalidad de la empresa de reciclaje es la transformación del aceite usado en una fuente de energía, útil (combustible, Fuel #4), eliminando los efectos perjudiciales que generan por la disposición inadecuada, uso ilegal o uso como combustible sin un tratamiento previo. Por tal motivo se considera que el desarrollo del proyecto tiene un impacto positivo en el medio ambiente, al realizar un proceso de reciclaje y transformación de este desecho que es considerado en el proyecto materia prima.

A continuación se realiza una evaluación más detallada de los diferentes componentes implicados en el proceso de reciclaje de aceites lubricantes.

### **4.1. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA MATERIA PRIMA.**

Dado a que el aceite lubricante usado es considerado por la normativa Colombiana e internacional como un desecho toxico, y que bajo una disposición inadecuada se considera un elemento altamente contaminante de fuentes hídricas y tierras, con potencial afectación de la salud humana cuando se presentan exposiciones prolongadas.

En el país y específicamente en Santander, una cantidad considerable de aceites lubricantes usados aún tienen como destino final los drenajes y alcantarillado, generando altos niveles de contaminación de las fuentes hídricas. (Un galón de

aceite lubricante usado puede contaminar hasta 2 millones de galones de agua apta para el consumo humano), los componentes de los lubricantes pueden matar peces y plantas, y en algunos casos generar esterilidad.

Se presume que el manejo dado a los aceites usados como combustible sin realizar un tratamiento previo es inadecuado, no solo a nivel ambiental, sino a nivel técnico ya sea por desconocimiento de procedimientos técnicos para su transformación, por ausencia de normatividad sobre su reutilización industrial, por la carencia de estándares en el usos de combustibles para uso en calderas, hornos y secadores o por el mercado negro existente de este tipo de desecho.

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

Como se puede observar el aceite lubricante usado sin adecuada disposición genera un impacto ambiental elevado mayor que cualquier impacto que pueda producir su tratamiento para la producción de combustibles, por lo que el desarrollo de una planta de reciclaje de este residuo posee un impacto ambiental positivo.

Con la vigencia de legislación y la creación de asociaciones como la FAU se ha dado un mejor manejo al aceite usado como desecho. Algunas de las medidas que se han adoptado se mencionan a continuación:

- **Productores:** En la actualidad los productores de lubricantes están tomando medidas para reducir el uso de aditivos nocivos en la producción de lubricantes, igualmente están trabajando en aceites lubricantes que posean

una vida útil mayor, lo que reduce también su uso y la generación de aceite usado.

- **Puntos de recolección:**

- Contar con instalaciones adecuadas, como pisos, señalización, etc.
- Tener los equipos requeridos para el cambio de aceite.
- Mantener los elementos requeridos para el almacenamiento temporal.
- Garantizar el confinamiento del aceite.
- Entregar el aceite a un procesador autorizado.
- No disponer aceites en los sistemas de alcantarillado.

- **Transportadores:**

- Registrarse como un transportador de mercancías peligrosas según lo establezca el Ministerio de Transporte.
- Contar con los vehículos con las características requeridas para el transporte de este tipo de residuos.
- Contar con un sistema de comunicación
- Tener una bomba de cargue y descargue.
- Establecer un plan de contingencia.
- Transportar embalajes que contengan los aceites usados debidamente etiquetados.
- La movilización de los aceites usados deberá realizarse conforme a lo establecido en el Decreto 1609 de 2002.

- **Almacenamiento de aceite lubricante usado:** Las instalaciones cuyo fin sea el almacenamiento de aceites usados se deberán contar con un lugar acondicionado para tal fin, de manera segura y ambientalmente adecuada, lo que busca facilitar su recolección y posterior manejo integral. Para el almacenamiento se deberán contemplar los siguientes aspectos.

- Tanques de almacenamiento, superficiales o subterráneos.

- Dique o muro de contención para tanques superficiales.
  - Cubierta sobre el área de almacenamiento.
  - Material oleofílico y extintores.
  - Bodega con un diseño adecuado para pisos, salidas, drenajes, confinamiento, techos, ventilación, equipo eléctrico, protección contra rayos eléctricos.
- **Tratamiento de aceite lubricante usado:** El tratamiento busca transformar estos residuos en subproductos, mediante un adecuado aprovechamiento de los mismos, a través de los procesos de combustión, re-refinación, producción de bases plastificantes o cualquier otro proceso que se desarrolle con la debida Licencia Ambiental generada por la autoridad competente.
    - Procesar el aceite lubricante usado por los métodos y tecnologías, debidamente reconocidas y aceptadas, que permitan obtener un aceite lubricante usado tratado que cumpla con las concentraciones de contaminantes máximas permisibles.
    - Manejar los lodos generados y demás residuos generados en el procesamiento como un residuo peligroso, cumpliendo con todas las normas establecidas para este tipo de residuo.
    - Analizar periódicamente los aceites lubricantes usados tratados.

#### **4.2. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL PRODUCTO.**

El aceite usado como combustible en su uso normal, pasa de ser una fuente potencial de contaminación de suelos y fuentes hídricas a convertirse en una fuente de contaminación atmosférica, por los gases generados producto de la

combustión. Teniendo en cuenta que para el caso del presente proyecto se tiene como fin tratar el aceite usado para llevarlo a niveles que cumplan con la reglamentación existente, el impacto generado en el medio ambiente como combustible se minimizaría a los niveles permitidos.

Aunque en el país no existe aún una reglamentación sobre los contenidos de contaminantes permitidos en el aceite para su uso como combustibles (Fuel Oil #4); no se puede desconocer que la quema de aceite lubricante sin un adecuado control de los contaminantes presentes en el mismo puede generar altos niveles de emisiones nocivas a la atmosfera. En la revisión de literatura se ha encontrado para países como Estados Unidos niveles máximos de contaminantes permitidos presentes en los aceites lubricantes que sirven como base para futuras reglamentaciones en el país.

Estos datos que se muestran en la Tabla 19<sup>40</sup>, los valores consignado son los niveles de contaminantes aceptables para el uso de lubricante usado como combustible en cualquier proceso industrial sin que se generen restricciones (niveles de contaminación elevados).

**Tabla 19. Especificaciones límite del aceite para su uso como combustibles.**

<b>Used Oil Specifications Limit</b>	
<b>Constituent/property</b>	<b>Allowable Level</b>
Arsenic	5 mg/kg
Cadmium	2 mg/kg
Chromium	10 mg/kg
Lead	100 mg/kg

<sup>40</sup>Waste Management Practices: Municipal, Hazardous, and Industrial, Capitulo 19, año 2005.

Used Oil Specifications Limit	
Constituent/property	Allowable Level
Flashpoint	100°F (minimum)
Total halogens	4000 mg/kg

**Fuente:** 40 CFR Section 279.11

Pese a que se han establecido unos límites para el uso de aceites lubricantes como combustibles en toda aplicación, existen aplicaciones en las cuales el aceite usado puede ser utilizado sin que se generen altos impactos por emisiones de gases contaminantes las cuales se mencionan a continuación:

- Hornos industriales (fundición de metales, fabricación de ladrillos).
- Calderas industriales (en plantas de asfalto y producción de cemento (*cement kilns*), localizados en zonas industriales alejadas de centros urbanos.
- Calderas para la producción de energía eléctrica, vapor y calentamiento.
- Incineradores de desechos industriales.

Los usos en este tipo de aplicaciones son permitidos, debido a que se generan altas temperaturas de combustión que hacen que el aceite usado y sus contaminantes orgánicos se quemen casi completamente, lo que reduce la cantidad de contaminantes emitidos a la atmosfera a niveles aceptables, adicionalmente en aplicaciones de alta capacidad (quemadores de alta capacidad), normalmente están equipados con equipos que controlan la cantidad de contaminantes emitidos a la atmosfera, la quema directa del aceite lubricante sin tratamiento tiene como ventaja que se reducen los costos de transformación.

En cuanto a la normatividad que regula los niveles de emisiones contaminantes a la atmosfera permitidos en Colombia se encuentra regulada por la resolución:

- Resolución 0909 del 5 de junio de 2008 (Ministerio de medio ambiente, vivienda y desarrollo territorial): esta normatividad regula las emisiones permitidas, en los usos de combustibles dependiendo del tipo de equipo o clasificación de la empresa en una actividad determinada, en términos generales los límites permisibles se presentan en la Tabla 20.

**Tabla 20. Estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para actividades industriales a condiciones de referencia (25°C y 760 mm Hg) con oxígeno de referencia de 11%**

Contaminante	Flujo del contaminante (kg/h)	Estándares de emisión admisibles de contaminantes (mg/m <sup>3</sup> )	
		Actividades industriales existentes	Actividades industriales nuevas
Material particulado (MP)	≤ 0,5	250	150
	> 0,5	150	50
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	TODOS	550	500
Óxido de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	TODOS	550	500
Compuestos de Flúor Inorgánico (HF)	TODOS	8	
Compuestos de Cloro Inorgánico (HCl)	TODOS	40	
Hidrocarburos Totales (HC <sub>T</sub> )	TODOS	50	
Dioxinas y Furanos	TODOS	0,5 <sup>41</sup>	
Neblina Ácida o Trióxido de Azufre	TODOS	150	

<sup>41</sup> Las Dioxinas y los Furanos se expresan en las siguientes unidades: (ng-EQT/m<sup>3</sup>), EQT: Equivalencia de Toxicidad.

Contaminante	Flujo del contaminante (kg/h)	Estándares de emisión admisibles de contaminantes (mg/m <sup>3</sup> )	
		Actividades industriales existentes	Actividades industriales nuevas
expresados como H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			
Plomo (Pb)	TODOS	1	
Cadmio (Cd) y sus compuestos	TODOS	1	
Cobre	TODOS	8	

Debido al tratamiento al cual se sometería el aceite usado para su uso como combustible, los contaminantes presentes en el producto combustible obtenido (fuel #4), podrían mantenerse en niveles inferiores a los establecidos hasta el momento en la ley Colombiana.

#### **4.3.EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS DE LA CREACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE RECICLAJE.**

La instalación de la empresa no generaría impactos ambientales considerables, dado que el emplazamiento de la empresa deberá realizarse de acuerdo con lo establecido en el plan de ordenamiento territorial.

El proceso de producción generaría solo gases de combustión de una caldera de pequeña capacidad requerida para suministrar energía térmica al proceso, adicionalmente se generan lodos como resultado del tratamiento usado que constituyen el principal desecho contaminante del proceso de tratamiento y cuya tratamiento se formulará a continuación.

- **Propuesta del plan de mitigación de impactos.**

Como primera medida para la mitigación de los impactos producidos en el manejo de aceites usados se debe adoptar el cumplimiento del manual de aceites usados emitido por la FAU y el ministerio de medio ambiente, mediante este se establecen lineamiento para el manejo de aceites usados para cada uno de los actores involucrados en el tratamiento de este desecho.

Para el tratamiento de la cantidad de lodos resultado del retiro de los elementos contaminantes del aceite usado, se pueden disponer principalmente mediante una o varias combinaciones de las siguientes opciones:

- **Incineración controlada:** Este es un proceso que tendría un alto costo debido al tipo de equipos que se requeriría para cumplir con los niveles de emisiones permitidas.
- **Disposición de los lodos en los plastificantes utilizados en la producción de asfaltos:** este un método de disposición conveniente debido a que no se incurre en altos costos de disposición, pero se debe realizar un evaluación más detenida de este método de disposición, a fin de determinar si el asfalto tiene la capacidad de secuestrar todos los contaminantes contenidos en los lodos.
- **La quema en procesos de producción de cemento:** este es el método de disposición más conveniente, dado a que garantiza que los elementos resultado del proceso tengan un carácter neutro. Sin embargo se requiere


realizar convenios con las empresas cementeras a fin de que estas acepten realizar el uso de estos lodos dentro de sus procesos de producción, y se requeriría garantizar las condiciones combustibles de estos lodos mediante la mezcla con una porción del combustible procesado.

## 5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

### 5.1. FORMA DE CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA

**Tipo de Sociedad:** De acuerdo con la procedencia del capital, la empresa se clasifica como empresa del sector privado, se constituye como sociedad limitada con ánimo de lucro por el número de propietarios y en el rango de mediana empresa por su volumen de ventas.

A continuación se describen los requisitos mínimos para la constitución de la empresa:

Nombre Comercial	
Nombre de la Empresa	<b>Combustibles de Aceites Usados COMBUST-OIL Ltda.</b>
Nombre, documento de identidad, domicilio y dirección del representante legal	Por definir
Dirección de la Empresa	Café Madrid Vía Palenque (Zona Industrial)
Término de duración de la sociedad	Indefinida
Actividades productivas	Recolección de Aceite Usado

y comerciales	Tratamiento y transformación de lubricante Usado en Combustible tipo Fuel Oil #4
	Comercialización de Combustible tipo Fuel Oil #4
Aportes de Socios	Por definir

Las normas legales para la confirmación y funcionamiento de las sociedades comerciales limitadas están estipuladas en el Código del Comercio. Título V. Artículos 353 a 372.

Procedimiento de Constitución:

- Aceptación del nombre de la empresa y registro de la minuta de constitución en la Cámara de Comercio de Bucaramanga
- Expedición de la matrícula mercantil y certificado de constitución
- Registro de libros contables
- Solicitud del Registro Único Tributario RUT en la Cámara de Comercio de Bucaramanga

## 5.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

### Organigrama

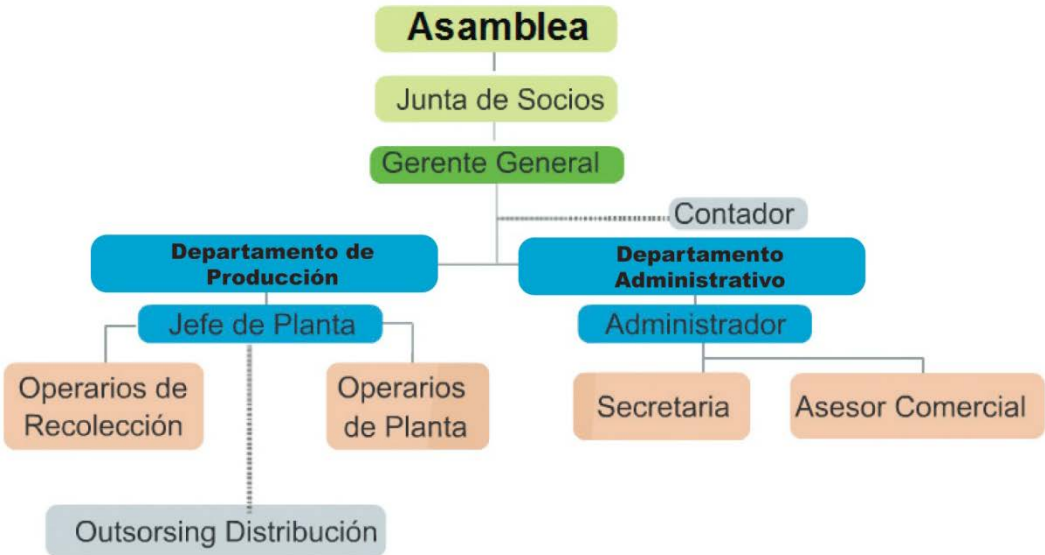


Figura 13 Esquema general Organigrama

## 6. ESTUDIO FINANCIERO

Como una introducción al estudio financiero, se presentan algunos datos históricos de inversiones realizadas en la implementación de plantas para tratamiento de aceites usados<sup>42</sup>, en estos datos se puede observar las inversiones realizadas tanto en plantas de tratamiento de aceites usados para la producción de bases lubricantes, como para la producción de productos combustibles, estas inversiones fueron tenidos en cuenta para la definición del producto a obtener del tratamiento de los aceites usados para el presente estudio de pre factibilidad:

- **Evergreen group**, plant location: Newark CA, Capacidad anual: 14 millones de galones, Costo de la planta (1986 año de operación): 10 millones de dólares, producto: bases lubricantes 65%, asfalto 15%, Aceite combustible 10%.
- **Evergreen group**, plant location: T.B.A, Capacidad anual: 38 millones de galones, Costo de la planta (1994 año de operación): 30 millones de dólares, producto: bases lubricantes 65%, asfalto 15%, aceite combustible 10%.
- **Safety Kleen Inc**, plant location: East Chicago, Capacidad anual: 50 millones de galones, Costo de la planta (1995 año de operación): 50 millones de dólares, producto: bases lubricantes 65%, asfalto 7%, aceite combustible y otros.
- Costo presupuestal de la planta de 15000MTPY<sup>43</sup> (4.4 millones de galones año) basada en la tecnología de (Thin film evaporation TFE) €15 Millones, (FOB)<sup>44</sup>.

---

<sup>42</sup> *Magazin: Resurces recycling*, September 1992, Article: Economics of used oil recycling: Still slippery.

<sup>43</sup> Metric Tons Per Year (MTPY)

<sup>44</sup> Dato del año 2006 (STP) Studi Tecnologie Progetti, MFP Ltd, consulting, (Roma Italia), incluye solo costos de la planta sin la instalación.

- Costo presupuestal para la construcción de una planta de procesamiento de 120.000 MTPY (Metric Tons Per Year) (35.2 millones de galones año), en Francia patrocinada por Total, €50 millones, dato del 2008.

Para plantas de tratamiento de aceites lubricantes en combustibles: se encontró la siguiente información:

- **International recovery corp**, Localización de la planta: Plant City FL, Capacidad anual: 30 a 35 millones de galones, Costo de la planta (1986 año de operación): 3 millones de dólares, producto: Aceite combustible.
- **Miami Spring FL**, Localización de la planta: Wilmington DE, Capacidad anual: 30 a 35 millones de galones, Costo de la planta (1991 año de operación): 5 millones de dólares, producto: Aceite combustible.

Por los valores de referencia antes mostrados se observa que estas inversiones corresponden a plantas de altas capacidades de transformación, en nuestro caso del estudio de mercados se obtuvo que una limitante de la capacidad de producción de la planta se encuentra principalmente relacionada a la cantidad de aceite usado disponible en la región por lo que se citan los valores anteriores solo para tener una idea de orden de magnitud.

Para realizar la evaluación financiera se toma como base el dimensionamiento de la planta realizado en el estudio técnico (Numeral 3.2).

A continuación se establecen parámetros para la elaboración del estudio financiero para el caso de negocio establecido (transformación de aceites lubricantes usado en combustibles). En el anexo 4, se presenta el modelo financiero usado para el análisis financiero del presente proyecto, en éste se muestran los diferentes flujos (inversiones, egresos, ingresos, capital de trabajo, flujos de caja, razones financieras).

## **6.1. VIDA ECONÓMICA DE LA EMPRESA**

Para realizar la evaluación financiera del presente estudio de pre factibilidad se ha establecido un periodo de vida de la empresa de 10 años, este basado principalmente en el tiempo de vida útil establecida para los principales equipos de los cuales se constituye la planta de tratamiento de combustibles, para el ciclo de vida del producto, se asume que a futuro no existe un producto sustituto que reemplace este tipo de combustible por lo que no se consideró como un parámetro preponderante para la definición de la vida económica.

Es posible que las regulaciones ambientales a futuro establezcan límites más severos respecto a las emisiones producidas por este tipo de combustibles, pero tampoco se considera un factor limitante, hasta el punto que sea una prohibición absoluta del uso de combustibles obtenidos a partir de aceites usados, por lo que no se considera un factor limitante en la vida económica del proyecto.

## **6.2. COSTOS DE TERRENOS MAQUINARIA Y EQUIPOS Y OTROS (ACTIVOS FIJOS)**

Para la estimación de los costos descritos a continuación se establece un precio del dinero en pesos constantes.

### **6.2.1. Terrenos**

Del dimensionamiento de la planta se estimó un requerimiento de área de **416 m<sup>2</sup>**, de acuerdo con el POT (Plan de Ordenamiento Territorial) la planta estaría ubicada en sector industrial de Café Madrid vía Palenque.

El costo del metro cuadrado en esta ubicación se estima 1.000.000 pesos/m<sup>2</sup>, por lo que el costo de los terrenos se estima en un valor de **\$416.000.000 pesos**.

### **6.2.2. Edificios.**

Para la construcción de la planta se ha estimado un área de oficinas de **36m<sup>2</sup>**, de acuerdo con el precio de la construcción de una edificación en el mercado actual en Bucaramanga se estima un valor por metro cuadrado construido de 3.000.000 pesos/m<sup>2</sup>, dado a que este costo incluye el costo del terreno se estima un costo de construcción de 1.000.000 pesos/m<sup>2</sup> aproximadamente, por lo que el costo de una edificación del área requerida para la planta de tratamiento estaría alrededor de los **\$72.000.000 pesos**.

### **6.2.3. Maquinaria y equipos**

Del numeral de dimensionamiento de la planta se habían establecido una capacidad de operación. A continuación se relacionan en la Tabla 21 los

fabricantes de estas unidades de tratamiento con capacidades aproximadas a las requeridas, los costos asociados a cada uno de los modelos, los cuales se han obtenido de valores publicados en internet y que para este análisis de pre factibilidad se consideran una aproximación válida.

**Tabla 21. Plantas y equipos para tratamiento de aceite lubricante bajo la tecnología de centrifugado**

Plantas y equipos para tratamiento de aceite lubricante bajo la tecnología de centrifugado						
Item	Fabricante	Tecnología	Modelo	Peso	Capacidad	Costo (FOB)
2	Sino-NSH Oil Purifier Manufacture Co., Ltd.	Decantación + Desemulsificación + Centrifugado	GER-5	6.5 Ton	46.494 Gal/mes	55.000\$USD
5	CHONGQING NAKIN ELECTROMECHANICAL CO. Ltd.	Decantación + Desemulsificación + Centrifugado	JZS - 10000	8.8 Ton	57.817 Gal/mes	64.500\$USD
9	Chongqing Gold Mechanical & Electrical Equipment Co., Ltd.	Decantación + Desemulsificación + Centrifugado	HY-IV	15 Ton	65.520 Gal/mes	70.000\$USD

**Fuente:** Los Autores

Para realizar la evaluación en el presente estudio de pre factibilidad, se toma el mayor valor de la planta de tratamiento encontrada, cuya capacidad está dentro del rango de operación de la planta; siendo esta una consideración conservadora

para realizar la evaluación (capacidad de procesamiento **44,400 Gal/mes**) el costo definido para la planta de esta capacidad correspondería **55.000 \$USD**<sup>45</sup>.

Se debe tener en cuenta los costos asociados al transporte de la planta, considerando que el valor de entrega de la planta se encuentran bajo condiciones de entrega FOB, hay que considerar los costos de transporte, factores aplicados a los fletes, aranceles e impuestos para nacionalizar la maquinaria el arancel para equipos importados a Colombia en la tabla 22, se resumen los cálculos realizados para obtener el valor de los equipos puesto en sitio de las obras.

**Tabla 22 Costos asociados al valor a los equipos de tratamiento.**

Ítem	Equipo	Valor dólares	Valor en pesos (TRM =1800)
1	Equipos de tratamiento centrifuga de aceite lubricante usado	\$ 55,000.00	\$ 99.000.000
2	Aranceles (10%)	\$ 5,500.00	\$ 9.900.000
3	IVA (16%)	\$ 8.800.00	\$ 15.840.000
4	Fletes de transporte desde la China a Colombia (BAS, (Basis Ocean freight)	\$ 2.429,55	\$ 4.373.187
5	BAF – Bunker adjustment factor. (para contenedor de 20 pies seco)	\$ 885	\$ 1.593.000
6	CAF – Currency adjustment factor. (13% BAS)	\$ 315.84	\$ 568.514
7	GRI – General rate increase	\$	\$ 1.008.000

<sup>45</sup> Costo del Item 5, de la tabla 21.

Ítem	Equipo	Valor dólares	Valor en pesos (TRM =1800)
		560.00	
8	PSS – Peak season surcharge	\$ 158.00	\$ 284.400
9	<b>THC</b> (Terminal Handling Charge) Puerto China contenedor de 20 pies	\$ 267.00	\$ 480.600
10	<b>THC</b> (Terminal Handling Charge) Puerto Colombia contenedor de 20 pies	\$ 90.00	\$ 162.000
11	Gastos de documentación o gastos de B/L	\$ 120.00	\$ 216.000
12	Transporte terrestre desde puerto a la instalaciones		\$ 2.564.800
<b>Total costos del equipo de tratamiento puesto en obra</b>			<b>\$ 135.990.501</b>

**Fuente:** Los Autores

De este análisis se estima que los costos para la compra de la planta de tratamiento ascienden a un valor cercano a **\$ 135.990.501 pesos**.

- **Costos tanques de almacenamiento:** Otro de los costos de equipos asociados al tratamiento de lubricantes son los diferentes tanques de almacenamiento, el costo de construcción y fabricación de tanques para el área de almacenamiento, se presenta en la Tabla 23.

**Tabla 23 Costos estimados de construcción y fabricación de tanques para almacenamiento del aceite usado**

#	Descripción del tanque	Capacidad (Gal)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Diámetro del tanque (m)	Costo estimado (\$USD) <sup>46</sup>	Costo estimado (\$COP) <sup>47</sup>
1	Tanque 1 de recolección de aceite usado	8.880	38	3,18	39.700	\$ 71.460.000
2	Tanque 2 de recolección de aceite usado	8.880	38	3,18	39.700	\$ 71.460.000
3	Tanque 3 producto en tratamiento	1.627	7	1,81	18.200	\$ 32.760.000
4	Tanque 4 producto en tratamiento	1.627	7	1,81	18.200	\$ 32.760.000
5	Tanque 5 almacenamiento de producto terminado (Fuel #4)	14.800	64	3,79	42.200	\$ 75.960.000
6	Tanque de desechos del proceso	3.907	17	2,43	24.900	\$ 44.820.000
7	Tanque de Combustóleo	1.954	8	1,89	19.400	\$ 34.920.000
<b>Total costo tanque de almacenamiento</b>						<b>\$ 364.140.00</b>

**Fuente:** Los Autores

De este análisis se estima que los costos para la compra de tanques ascienden a un valor cercano a **\$ 364.140.000 pesos.**

- **Costo de equipos menores:** Adicionalmente al costo de los equipos se tratamiento y de tanques de almacenamiento, se deben sumar los costos asociados a equipo de bombeo para la transferencia entre los diferentes

<sup>46</sup> Costos de tanques obtenidos de <http://www.matche.com>

<sup>47</sup> TRM de 1800.

tanques y la planta de tratamiento, cargue y descargue de carro-tanques y una caldera de 30HP para suplir los requerimientos de calentamiento de la plantas de tratamiento de aceite, adicionalmente un medidor de flujo con certificado para transferencia de custodia para la venta a clientes, un resumen de los costos asociados a equipos requeridos para el tratamiento de aceite lubricante usado se presenta a continuación:

**Tabla 24 Costos de equipos menores requeridos para el tratamiento del aceite lubricante usado**

Ítem	Equipo	Cantidad	costo
1	Equipo de bombeo	6	\$ 112.320.000 <sup>48</sup>
2	Caldera piro-tubular de 30 HP	1	\$ 15.000.000 <sup>49</sup>
3	Medidor de flujo con certificado de transferencia de custodia	1	\$ 120.000.000 <sup>50</sup>
<b>Total costo equipos menores</b>			<b>\$ 247.320.000</b>

Fuente: Los Autores

- **Costos de instalación de equipos:** Debido a que los costos de instalación se consideran dentro de los activos como costo asociado a la maquinaria, se realiza los siguientes cálculos para tener en cuenta estos costos dentro del valor de la maquinaria:

<sup>48</sup> Costos de equipos de bombeo obtenidos de <http://www.matche.com>

<sup>49</sup> Valor obtenido de [mercadolibre.com](http://mercadolibre.com)

<sup>50</sup> Por requerimientos del decreto 4299 de noviembre 25 de 2005.

- **Instalación de tuberías:** este contempla los costos de instalación de las cantidades de tuberías estimadas, en horas hombre requeridas para esta actividad.
- **Instalación de tanques:** dadas las dimensiones de los tanques se ha considerado que estos se pueden fabricar en taller e instalar mediante equipos de izaje y adecuaciones civiles menores.
- **Instalación de planta de proceso:** este ítem contempla los costos de instalación de la planta de tratamiento de lubricante, como se observa en el numeral 3.2, el peso de esta planta no es considerablemente alto, por lo que se consideran los costos de izaje y adecuación de obras civiles.
- **Adecuación de obras civiles:** este ítem contempla construcción de fundaciones, soportes de tubería y estructuras, plataformas.
- **Instalación de equipos de bombeo:** contempla el izaje de los equipos, nivelación, alineamiento, puesta en operación.
- **Instalaciones eléctricas:** considera los costos de materiales y mano de obra para las instalaciones de potencia e iluminación.
- **Instrumentación y control:** considera los costos de materiales y mano de obra para la instalación de instrumentación relacionada con los tanques, equipos de bombeo y la planta de procesamiento.
- **Compras de tubería:** se estima un valor en longitudes de tubería para la instalación en la planta, para el cálculo del costo estimado de lo concerniente a suministros, que incluirían, accesorios (codos, tees, etc.), válvulas.

**Tabla 25 Costos de instalación de la planta de tratamiento**

<b>Costos de instalación de equipos</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Descripción del ítem</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo por unidad</b>	<b>Costo</b>
1	Compra de tuberías.	500	metros	\$ 10.000	\$ 5.000.000
2	Instalación de tuberías.	328 <sup>51</sup>	horas/hombre	\$ 30.000	\$ 9.840.000
3	Instalación de tanques	8	Tanques	\$ 5.000.000	\$ 40.000.000
4	Instalación de planta de proceso	1	Planta	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
5	Adecuación de obras civiles				\$ 25.000.000
6	Instalación de equipos de bombeo	6	Unidad	\$ 5.000.000	\$ 30.000.000
7	Instalaciones eléctricas				\$ 10.000.000
8	Instrumentación y control				\$ 15.000.000
<b>Total de costos de instalación</b>					<b>\$ 144.840.000</b>

**Fuente:** Los Autores

En resumen los costos asociados al valor de las maquinarias se resumen en la tabla 26.

<sup>51</sup> Obtenido del libro (Estimator's Piping Man Hour Manual, 5Th ed.)

**Tabla 26. Resumen de los costos de maquinaria.**

<b>Ítem</b>	<b>Equipo</b>	<b>costo</b>
1	Total costos del equipo de tratamiento puesto en obra	\$ 135.990.501
2	Total costo tanque de almacenamiento	\$ 364.140.500
3	Total costo equipos menores	\$ 256.680.000
4	Total de costos de instalación	\$ 184.840.000
<b>Total costos de maquinaria y equipos</b>		<b>\$ 892.290.501</b>

**Fuente:** Los Autores

El costo total de la maquinaria y equipos se estima alrededor de **892.290.501 COP**.

#### **6.2.4. Vehículos, muebles y enseres y otras inversiones.**

Para estos activos se ha realizado las siguientes consideraciones:

- **Vehículos:** se consideró un monto para un (1) vehículo de recolección de aceites usados con una capacidad de transporte de 3000 Gal por un valor de **140.000.000 COP**<sup>52</sup>.
- **Muebles y enseres:** el monto estimado para dotación de oficinas, equipos de cómputo por valor de **20.000.000 pesos**.

---

<sup>52</sup> Valor obtenido de tucarro.com

- **Otras inversiones:** se considera principalmente el costo de construcción y fabricación de tanques para el área de almacenamiento, la Tabla 23 presenta los costos estimados obtenidos de esta evaluación.

#### 6.2.5. Activos diferidos.

En los gastos de instalación se han considerado los gastos relacionados con elaboración de ingeniería, estudios, consultoría e interventoría requeridos para llevar a cabo la instalación de la planta, a continuación se describen los detalles cubiertos por cada una de los ítems tenidos en cuenta en esta evaluación.

- **Estudios de impactos ambientales:** considera los costos asociados a estudios por impactos ambientales que pueda generar la operación de la empresa y trámites de licencia ambiental.
- **Costos de ingeniería:** incluye la elaboración de planos, emisión de libros, elaboración de cálculos, dado a la complejidad de la planta se estima que no se requiere la contratación de personal especializado para la elaboración de la ingeniería de la planta de tratamiento de aceites.
- **Costos de consultoría e interventoría:** incluye los costos de consultoría para e interventoría para realizar el seguimiento a las obras de instalación.
- **Contingencias:** este ítem cubre los costos asociados a daños producidos por efectos climáticos, cambios en precios, errores de estimación.

**Tabla 27. Resumen Gastos de Instalación de la planta**

<b>Gastos de instalación</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Descripción del ítem</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo por unidad</b>	<b>Costo</b>
1	Estudios de impactos ambientales				\$15.000.000
2	Costos de ingeniería	960	horas/hombre	\$ 80.000	\$ 76.800.000
3	Costos de consultoría e interventoría (se considera el 15% del valor de los costos de instalación).				\$27.726.000
4	Contingencias (10% de los costos de instalación estimados en la tabla 25)				\$ 19.705.200
<b>Total de gastos de instalación</b>					<b>\$ 133.231.200</b>

**Fuente:** Los Autores

De este análisis se estima que los gastos de instalación ascienden a un valor cercano a **\$133.231.200 COP.**

#### **6.2.6. Capital de trabajo inicial.**

Debido a que la empresa para iniciar sus operaciones requiere de un capital de trabajo inicial para el pago de las deudas cuando aún la empresa no ha recibido ingresos, para el cálculo del capital de trabajo inicial se ha estimado con base al

valor requerido para el pago de materias primas, salarios y servicios de dos (2) meses de operación, lo cual asciende a un valor de **\$114.464.426 COP**.

### **6.2.7. Análisis de egresos**

#### **6.2.7.1. Análisis de Materias primas:**

- **Curva de experiencia:** basados en el estudio de mercados (numeral 2.5) se estableció una capacidad de producción de 40.700 galones mensuales para una operación del 100% de la capacidad de la planta, que se proyecta alcanzar al tercer (3) año de operación, para el primer año de operación se estableció una capacidad de producción del 80% y para el segundo año de producción del 95%.
- **Unidades producidas por año:** Para el caso de la materia prima esta corresponden a la cantidad de aceite usado a recolectar estimada (estudio de mercados, numeral 2.5) de 488.400 galones anuales + 53.280 galones de fuel Oil # 6 requeridos para realizar la mezcla del aceite usado tratado y obtener el fuel Oil #4, estas cantidades se requerirían al año tres (3) de operación.
- **Costo de la materia prima:** Basados en encuestas piloto (telefónica) a estaciones de servicio que actualmente venden aceite lubricante usado a un costo promedio unitario por caneca de 55 galones de 30.000 pesos, por tanto el costo unitario de la materia prima es de 545 pesos por galón; otro elemento considerado como materia prima es el costo del fuel Oil #6 requerido para mejorar las características combustibles del aceite, el costo por galón del fuel

Oil de 4.022 pesos por galón<sup>53</sup>, adicionalmente se tuvo en cuenta como parte del tratamiento químico el desemulsificante que normalmente se aplica en la siguiente proporción un (1) galón de desemulsificante por cada mil (1,000) galones de aceite usado. En la Tabla 28, se presenta el costo promedio de la materia prima para producir un galón de fuel Oil #4, a partir de aceite usado y fuel Oil #6.

**Tabla 28. Costo de la materia prima para producción de Fuel #4**

<b>Descripción de la materia prima</b>	<b>% de uso en el producto final</b>	<b>Precio por galón</b>
Aceite usado (88% en vol.) por galón	88% en vol.	\$ 546
Combustóleo (fuel Oil #6) por galón.	12% en vol.	\$ 4.023 <sup>54</sup>
Desemulsificante (ALKEN® 862 DEMULSIFIER)	-	\$21
<b>Costo promedio total materia prima por galón</b>		<b>\$984</b>

**Fuente:** Los Autores

### **6.2.7.2. Análisis de mano de obra.**

<sup>53</sup> Costo obtenido de [www.ecopetrol.com.co](http://www.ecopetrol.com.co). Puesto en Barrancabermeja

<sup>54</sup> Precio publicado por Ecopetrol, vigencia 21 al 27 de febrero de 2012, incluye IVA 16% y tarifa local de entrega de 78 COP por Galón.

**Costo unitario de la mano de obra:** se estableció este costo cargando los salarios del personal operativo como CIF, para sumarlo a los costos de fabricación del producto de la siguiente manera. Tres (3) técnicos (Salario integral de 1.800.000 COP) encargados de labores de mantenimiento, Tres (3) operarios (salario integral de 1.500.000 COP), Un (1) conductor encargado de camión de recolección (salario integral de 1.200.000 COP), dos (2) técnicos encargados de la recolección (salario integral de 1.200.000 COP), Un (1) ingeniero (salario integral de 4.500.000 COP), encargado de la planeación de la operación, mantenimiento, logística de cargue y descargue de los carro-tanques.

#### **6.2.7.3. Gastos generales de fabricación:**

Costos unitarios indirectos de fabricación: estos costos ascienden a 10.000.000 COP mensuales, por consumo insumos para la transformación del aceite lubricantes (solventes, filtros etc.). Adicionalmente se estiman 5.000.000 COP mensuales, para la disposición de 8.140 galones mensuales de desechos generados del proceso de tratamiento.

#### **6.2.7.4. Otros egresos**

- **Gastos generales de administración:** se estimó un monto de **7.000.000 COP** mensuales, para el pago de un administrador y demás personal administrativo.
- **Gastos generales de ventas:** Un (1) vendedor por un valor mensual de **4.000.000 COP** mensuales.
- **Gastos generales de distribución:** dado a que la venta del producto se realiza directamente en la puerta de la fábrica, por lo que el costo de transporte

es asumido por el comprador, razón por la cual no se consideran gastos de distribución.

- **Gastos de mantenimiento y seguros:** Para estos gastos se ha estimado un costo por primas de seguros correspondientes al 2% sobre los activos de la empresa (exceptuando el costo de los terrenos) y para los gastos de mantenimiento se ha tomado un valor correspondiente al 4%<sup>55</sup> del valor de los activos de la empresa (exceptuando terrenos), bajo estos parámetros los gastos de mantenimiento y seguros ascenderían a un valor anual de **62.457.430 COP.**
- **Otros gastos fijos:** en este ítem se consideran los gastos correspondientes a consumo de energía eléctrica, agua, generación de vapor, arriendo de una oficina y punto de venta, servicios de laboratorio, otros gastos menores, servicios de vigilancia y aseo (ver tabla 29).

**Tabla 29. Otros Gastos fijos mensuales**

<b>Otros Gastos Fijos</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
1	Energía eléctrica	\$ 9.528.880
2	Agua	\$ 4.000.000
3	Generación de vapor (costo por combustible)	\$ 35.640.000
4	Arriendo punto de venta	\$ 2.000.000
5	Servicios de laboratorio	\$ 15.000.000
6	Servicios de vigilancia	\$ 5.078.000
7	Servicios de aseo	\$ 993.758
8	Otros gastos menores	\$ 2.000.000
<b>Total Otros Gastos fijos mensuales</b>		<b>\$ 74.240.638</b>

**Fuente:** Los Autores

<sup>55</sup> Proyecto: Manejo adecuado de desechos aceitosos en el Ecuador, Universidad Central de Ecuador

### 6.2.8. Calculo de depreciaciones

Las depreciaciones de los activos se calcularon con base en los años de vida útil de cada uno de los activos y se obtuvieron sus porcentajes de depreciación:

**Tabla 30. Porcentaje de Depreciación de los activos**

<b>Calculo de porcentaje de depreciación</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Activo</b>	<b>Años</b>	<b>Porcentaje</b>
1	Terreno	0	<b>0%</b>
2	Edificios	20	<b>5%</b>
3	Maquinaria y Equipo	10	<b>10%</b>
4	Vehículos	5	<b>20%</b>
5	Muebles y Enseres	10	<b>10%</b>
6	Otras Inversiones	10	<b>10%</b>

**Fuente:** Los Autores

### 6.2.9. Ingresos por ventas

Para el cálculo de los ingresos por ventas se estableció un precio de venta de acuerdo con los precios actuales del mercado, basado en los precios vigentes de venta para combustibles con características similares datos obtenidos de la página

de [www.ecopetrol.com.co](http://www.ecopetrol.com.co), el precio de venta establecido por galón de fuel Oil #4 es de **4.076 COP**.

#### **6.2.10. Tamaño Económico Mínimo**

Usando método de Tamaño Económico, se establecieron dos criterios de selección del mismo:

- **Criterio de demanda del proyecto:** Para éste, se analizaron los datos concluyentes del estudio de mercado
  - Demanda Total: 10.189.368
  - Oferta Total: 488.400
  - Déficit de Demanda: 9.700.986
  - Participación del mercado: 5% (Competencia perfecta)

Como resultado, se obtiene que la demanda del proyecto sea de **485.048** unidades/año, valor que está por debajo de la cantidad que producirá la planta al 100% 561.480 unidades/año.

- **Criterio de inversión mínima del proyecto:** Teniendo en cuenta el dimensionamiento de la planta y las condiciones dadas en el estudio técnico y financiero, se calcula:
  - Factor de Escala de Refinación del petróleo: 0,67<sup>56</sup>
  - Inversión inicial (Con financiación): \$ 1.879.144.878 COP
  - Cantidades producidas por año: 561.480 unidades/año (100% capacidad)

---

<sup>56</sup> *DECISIONES DE TAMAÑO. Preparación y evaluación de proyectos.* Citado el día [16 de Mayo de 2012 9:45 p.m.] Tomado de: [ <http://es.scribd.com/doc/23303555/Tamano-del-proyecto> ]

- Demanda del proyecto: 485.048 unidades/año

Utilizando la relación planteada por las Naciones Unidas se obtiene que la inversión mínima es de: **\$ 1.087.641.705 COP**

### **6.3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA.**

Para realizar la evaluación financiera se analizaron dos flujos de fondos uno **Sin financiación** y otro **Con financiación**, de estos dos se obtuvieron los siguientes resultados:

#### **6.3.1. Flujo de Fondos 1 (Sin financiación).**

El costo de capital para este escenario se estima a través del costo de capital para una empresa del sector (Chemical, Basic) en Estados Unidos (10.55%) + 3% que espera obtener el inversionista sobre el costo capital para una empresa del sector por lo que la tasa de oportunidad se obtenida es de 13.55%.

- Se utilizó el valor presente neto (VPN) con una tasa de oportunidad del 13,5%, lo que arrojó un valor presente neto **VPN= \$ 230.722.063 COP.**
- Al utilizar como parámetro de evaluación la tasa interna de retorno TIR se obtuvo un valor del **TIR: 16,81%**

### 6.3.2. Flujo de fondos 2 (Con financiación).

Para realizar la evaluación con financiación se realizó en parte mediante financiación de socios y parte mediante financiación de terceros; Los porcentajes correspondientes a la financiación del proyecto por cada una de las partes corresponden a 30% mediante la financiación de los socios y 70% financiado por terceros (entidades financieras) a una tasa de 10,02%<sup>57</sup> IEA pagado a 5 años.

- **Evaluando el flujo de caja para el inversionista:**

Utilizando el valor presente neto (VPN) con una tasa de oportunidad del 12%<sup>58</sup>, lo que arrojo un valor presente neto **VPN= \$\$ 500.328.544 COP.**

- Al utilizar como parámetro de evaluación la tasa interna de retorno TIR se obtuvo un valor del **TIR: 24%**

- **Evaluando el flujo de caja para el proyecto:**

Utilizando el valor presente neto (VPN) con una tasa de oportunidad del 12%, lo que arrojo un valor presente neto **VPN= \$ 539.101.551 COP.**

- Al utilizar como parámetro de evaluación la tasa interna de retorno TIR se obtuvo un valor del **TIR: 20%.**

Como se puede observar el rendimiento financiero del proyecto es positivo tanto en el escenario con financiación como **Sin financiación**, obteniéndose rendimiento del proyecto en el flujo de fondos **Con financiación** esto debido en

---

<sup>57</sup> Tasa obtenida de préstamos de entidades financieras como Findeter.

<sup>58</sup> Obtenido a través del costo de capital para una empresa del sector (Chemical, Basic) en Estados Unidos + 3%.

parte a las reducciones obtenidas sobre el cobro de impuestos en utilidades por el pago de intereses.

El proyecto bajo los dos escenarios es rentable debido a que el precio de la materia prima principal (aceite lubricante usado), se puede obtener a un precio bajo<sup>59</sup>, y a los elevados precios del petróleo que hacen que el valor en el mercado del producto obtenido sea relativamente alto<sup>60</sup>.

Dado a que se observa que la ejecución del proyecto **Con financiación** es más favorable, se tendrá en cuenta solo este caso para evaluar los demás parámetros de la evaluación financiera realizada.

### 6.3.3. Punto de equilibrio.

Calculado el punto de equilibrio desde el punto de vista de las unidades a vender mediante la siguiente fórmula:

$$PE_{unidades} = \frac{CF}{PV_q - CV_q}$$

De donde

PE<sub>unidades</sub>: punto de equilibrio en unidades

CF: Costos fijos.

PV<sub>q</sub>: Precio de venta unitario.

---

<sup>59</sup> 533 pesos por galón, a condiciones de mercado actuales.

<sup>60</sup> 4,077 pesos por galón de fuel oil #4, en condiciones actuales.

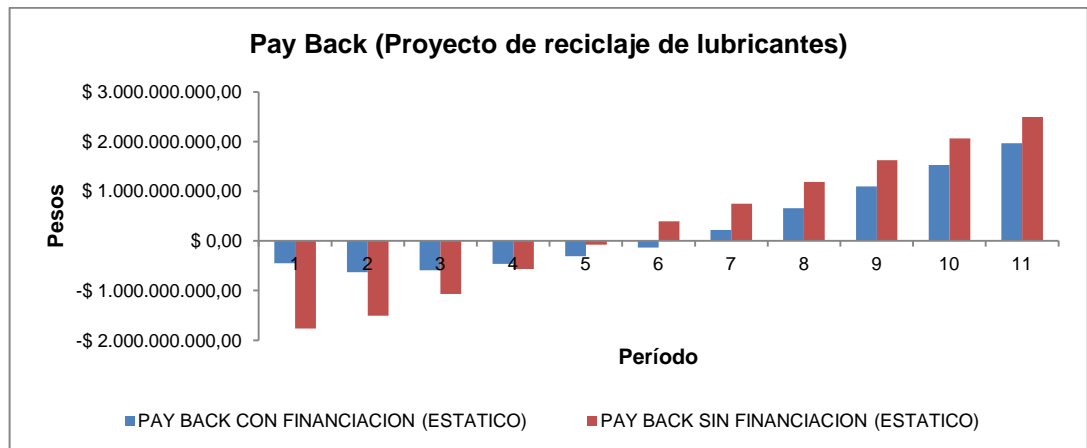
CV<sub>q</sub>: costo variable unitario

Se obtiene que el punto de equilibrio en unidades **PE<sub>unidades</sub>= 258.183 galones anuales** que corresponderían a **21.515 galones mensuales**, que sería un 48% de las ventas esperadas de acuerdo con el estudio de mercados.

De este análisis se puede concluir que se tiene un amplio margen en la capacidad operativa de la empresa sin que se corra el riesgo de generar pérdidas en la operación de la empresa, esto se debe a que los costos fijos de operación de la empresa son más bajos que los costos variables para las capacidades de producción establecidas.

#### **6.3.4. Pay Back Estático**

De acuerdo con la evaluación realizada en la figura 14 se puede observar el comportamiento del pay back del proyecto.



**Figura 14 Pay Back Estático del Proyecto**

Como se puede observar en la gráfica el *pay back* estático del proyecto se daría entre el año quinto y el año sexto de inicio al proyecto, o en otras palabras el cuarto y el quinto año de operación.

### 6.3.5. Indicadores de rentabilidad:

**Tabla 31. Indicadores constantes de Rentabilidad del proyecto con financiación**

Índice de rentabilidad	Periodos operativos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ROI <sup>61</sup> (%)	7,5%	10,3%	13,6%	14,5%	15,5%	18,2%	18,2%	18,2%	18,2%	18,2%
ROE <sup>62</sup> (%)	24,9%	34,5%	45,2%	48,4%	51,5%	60,7%	60,7%	60,7%	60,7%	60,7%
ROA <sup>63</sup> (%)	8%	11%	15%	16%	17%	17%	14%	13%	11%	10%
ROS <sup>64</sup> (%)	10%	11%	14%	15%	16%	19%	19%	19%	19%	19%

**Fuente:** Los Autores

<sup>61</sup> ROI (Return on investment)= Utilidad neta/ la inversión total.

<sup>62</sup> ROE (Return on equity)= Utilidad neta/capital social acumulado.

<sup>63</sup> ROA (Return on net asses)= Utilidad neta/ Total de activos

<sup>64</sup> ROS (Return on sales)= Utilidad neta/ventas

Revisando los diferentes indicadores de rentabilidad se observa que todos arrojan comportamientos positivos a lo largo del periodo operativo de del proyecto.

#### 6.4. ANÁLISIS DE RIESGOS FINANCIEROS

En el análisis de riesgos financieros se identificaron tres variables sensibles para el desarrollo del proyecto, basadas en las evidencias de los estudios de entorno, de mercados y técnico descritos en los numerales 1, 2 y 3. A continuación se presenta la descripción de las variables:

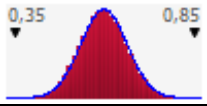
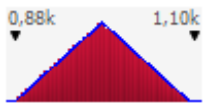
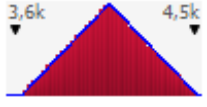
**Tabla 32 Descripción de las variables del análisis de riesgos financieros del proyecto**

Nombre de la variable	Descripción	Valor Asignado
Precio de venta	Precio del mercado.	\$4.076
Precio de Materia Prima	Compuesto tanto por el porcentaje de aceite usado recolectado útil (88%) como por el porcentaje de fuel Oil adicionado (12%)	\$ 988
% Recolección	Porcentaje meta establecido para el proyecto en el estudio de mercados	60%

**Fuente:** Los autores

Una vez identificadas las variables de entrada, se realizó su caracterización a través de las funciones de distribución en el software @risk:

**Tabla 33 Datos de Entrada variables análisis de riesgos**

Nombre	Celda	Gráfico	Mínimo	Media	Máximo	5%	95%
<b>Categoría: % Recolección</b>							
% Recolección / Intereses (%)	C14		37%	60%	81%	<b>50%</b>	<b>70%</b>
<b>Categoría: Precio de Materia Prima</b>							
Precio de Materia Prima / Intereses (%)	C13		\$ 890,97	\$ 988,00	\$ 1.084,89	<b>\$ 920,38</b>	<b>\$ 1.055,52</b>
<b>Categoría: Precio de venta</b>							
Precio de venta / Intereses (%)	C12		\$ 3.674,67	\$ 4.076,00	\$4.479,22	<b>\$3.797,16</b>	<b>\$ 4.354,48</b>

**Fuente:** Los autores

Para realizar la simulación, se establecieron un total de 5.000 iteraciones con un rango de confiabilidad del 95%. Las variables de salida analizadas fueron:

**Tabla 34 Descripción de las variables de salida del análisis de riesgos financieros**

Nombre de la variable	Valor Asignado
<b>VPN Inversionista</b>	<b>\$ 500.328.544,09</b>
<b>TIR Inversionista</b>	<b>24%</b>
<b>VPN Proyecto</b>	<b>\$ 539.101.551,58</b>
<b>TIR Proyecto</b>	<b>20%</b>

**Fuente:** Los autores

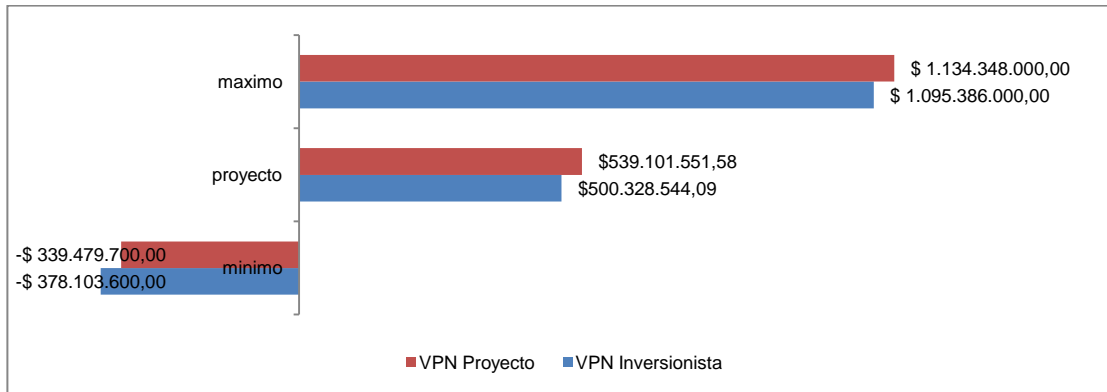
Los datos obtenidos a través del software fueron:

**Tabla 35 Salidas Análisis de Riesgos Financieros**

Nombre	Gráfico	Mínimo	Media	Máximo	5%	95%
VPN (i) del Inversionista / Período		-\$ 1.273.325.000	\$ 352.225.900	\$ 2.159.910.000	-\$ <b>378.103.600</b>	\$ <b>1.095.386.000</b>
TIR del Inversionista / Período		-25%	20%	64%	<b>2%</b>	<b>38%</b>
VPN(i) del Proyecto / FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO		-\$ 1.235.018.000	\$ 390.998.800	\$ 2.199.119.000	-\$ <b>339.479.700</b>	\$ <b>1.134.348.000</b>
TIR del Proyecto / FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO		-16%	17%	38%	<b>7%</b>	<b>27%</b>

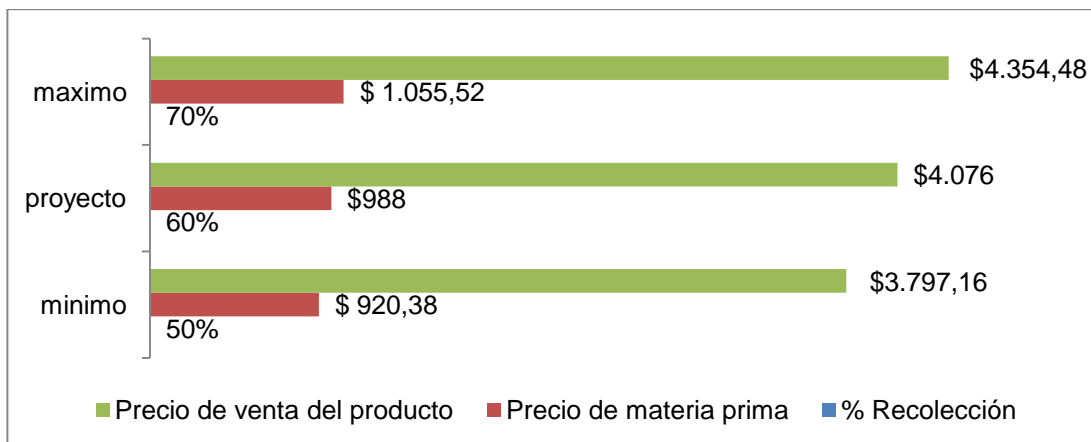
**Fuente:** Los Autores

Al analizar la figura 15, se puede concluir que el VPN para el inversionista y para el proyecto tiende a acercarse a los valores máximos posibles, dando un margen de confiabilidad para el desarrollo del proyecto.



**Figura 15 Comparativo Valores VPN en el análisis de riesgos del proyecto**

Para el caso de las variables de entrada se presentan los siguientes resultados:



**Figura 16 Comparativo variables de entrada en el análisis de riesgos del proyecto**

**Análisis del % de recolección:** Los datos evidencian que el valor seleccionado se encuentra en la media, lo que indicaría que es posible capturar un 10% adicional de materia prima para optimizar el proyecto, pero se requiere de un análisis más profundo de las condiciones de recolección para establecer y validar el porcentaje final.

**Análisis del precio de la materia prima:** Para el caso del precio de la materia prima, el valor seleccionado para el proyecto está más cercano a los valores máximos tolerables, factor que implicaría realizar un seguimiento continuo a esta variable, ya que según lo evidenciado en el análisis con un valor superior a \$1.055, se pondría en riesgo la viabilidad el proyecto.

**Análisis del precio de venta del producto:** El precio del mercado seleccionado para el proyecto, se encuentra en un rango que da estabilidad al proyecto, lo que podría permitir desarrollar una estrategia para competir en el mercado, reduciendo hasta en un 5% el precio sin que se ponga en riesgo el desarrollo del proyecto.

## **6.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.**

Para el análisis de sensibilidad del proyecto se ha identificado como las siguientes variables críticas en la evaluación financiera del proyecto:

- Cantidad de materia prima recolectada.
- Precio de venta del producto.
- Precio de compra de la materia prima.

Para este análisis se ha tomado como objetivo obtener un VPN=0 para determinar el límite mínimo aceptable de cada una de las variables identificadas (escenario pesimista), para el límite máximo se realiza un análisis independiente debido a que sus rangos de variación dependen de factores propios de cada una de las variables.

**Tabla 36 Límites de análisis de las diferentes variables del análisis de sensibilidad.**

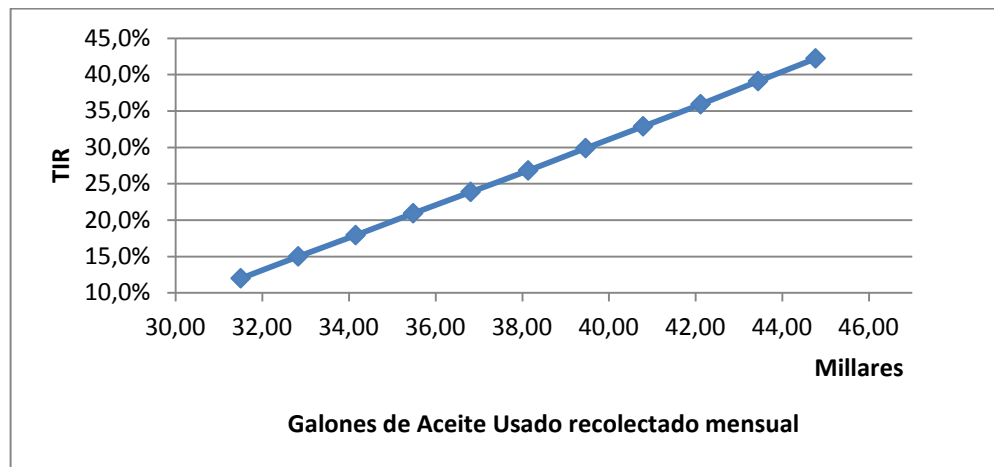
Variable	Límite inferior	Límite máximo	VPN (en el límite mínimo)	VPN (en el límite máximo)	Dato de referencia	VPN (dato de referencia)
Cantidad de materia prima	31.503 <sup>1</sup>	44.770	\$ 0	\$ 1.207.648.776	40.700	\$ 500.328.544
Precio de venta del producto	\$ 3.662 <sup>1</sup>	\$ 4.151	\$ 0	\$ 591.664.690	\$ 4.076	
Precio de compra de la materia prima	\$546 <sup>3</sup>	\$ 867 <sup>4</sup>	\$ 500.328.544	0	\$ 546	

Nota:

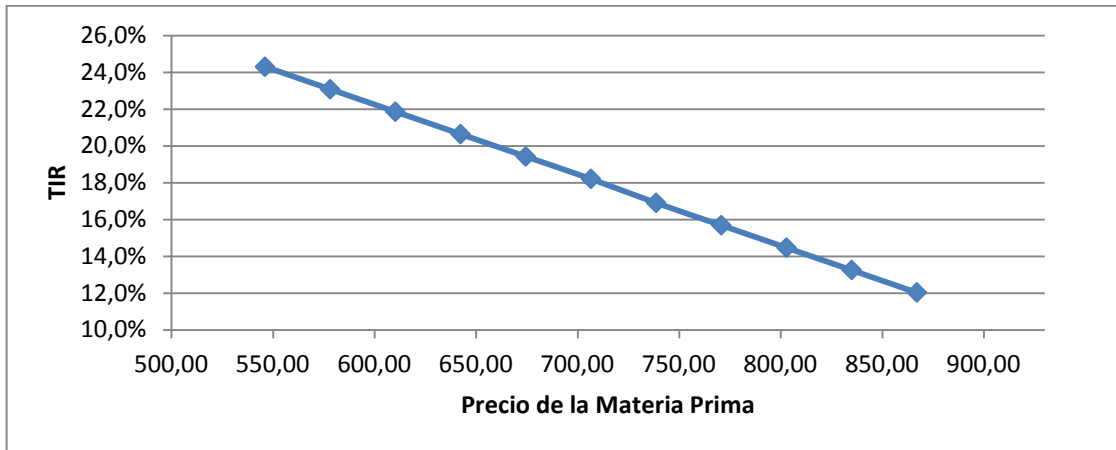
1. Para el límite inferior del precio de la materia prima se tomó como base el precio del establecido para realización de estudio financiero, debido a que no se espera que este precio disminuya a futuro dado a que la oferta se mantendrá estable.
2. Para el límite máximo de precio de compra de la materia prima se fijó con base a un VPN objetivo de cero (0).

**Fuente:** Los Autores

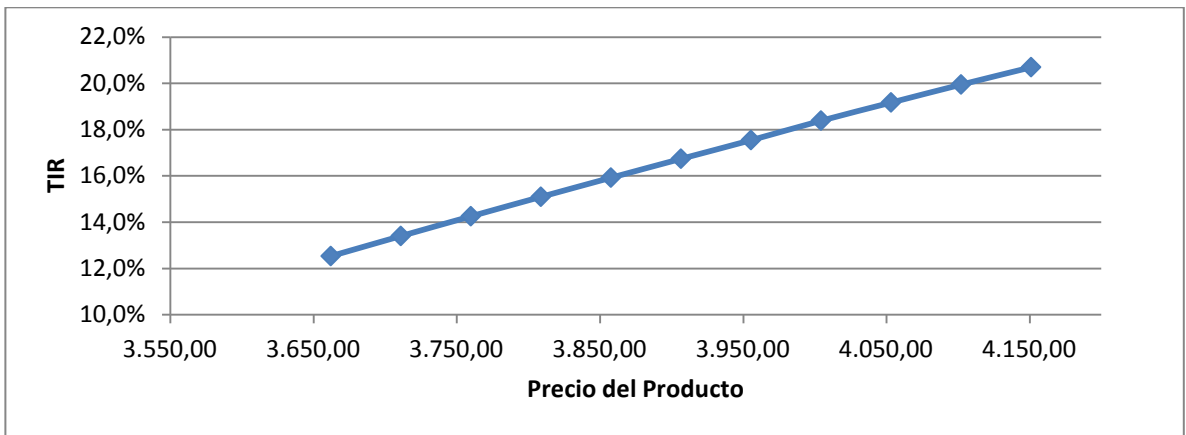
Como parámetro de evaluación del análisis se ha tomado la TIR, del proyecto en el rango de variación establecido para cada una de las variables. Las figuras 17, 18 y 19 describen la variación de la TIR con relación a cada una de las variables evaluadas.



**Figura 17 Variación de la TIR vs la variación de galones de aceite usado recolectados mensualmente.**



**Figura 18 Variación de la TIR vs la variación del precio de la materia prima.**



**Figura 19 Variación de la TIR vs la variación del precio del producto.**

**Tabla 37 Variación de la TIR en relación con las variables analizadas.**

Variable de evaluación	Límite inferior	Límite superior	Variación %, en relación con la media	TIR Límite inferior	TIR Límite Superior	Variación de la TIR	Indicador de variación de la TIR respecto a la variación de la variable.
Cantidad de aceite usado recolectado	31.503	44.770	35%	12%	42.2%	30%	0.87
Precio de venta del fuel Oil #4	\$ 3.662	\$ 4.151	13%	24%	12.0%	8%	0.98
Precio de compra del aceite usado	\$ 546	\$ 867	45%	13%	20.7%	8%	0.18

**Fuente:** Los Autores.

De la Tabla 30 se puede concluir que la variación de la rentabilidad del proyecto representada por la TIR es aproximadamente 4 veces más susceptible a la variación de los parámetros: Cantidad de materia prima, y precio de venta, que de la variable precio de compra de la materia prima, por lo que lograr un grado de certidumbre en estas dos variables es de mayor importancia para el éxito del proyecto.

## 7. EVALUACIÓN LEGAL

El presente proyecto nace como una oportunidad de negocio en la ciudad de Bucaramanga, en un mercado que aún no ha sido conquistado en su totalidad y que puede contribuir tanto con el aprovechamiento de recursos, como a la implementación de procesos que permitan dar tratamiento y una correcta disposición al aceite usado automotriz, que actualmente no es tratado o es depositado en los caños causando problemas ambientales<sup>65</sup>.

Para el análisis de los aspectos legales y organizacionales, es pertinente resaltar que el alcance del proyecto contempla los siguientes aspectos:

- **Recolección del aceite usado** que para efectos del presente documento será llamado "*materia prima*".
- **El tratamiento y la transformación en un producto derivado** que será llamado "*combustible (fuel Oil #4)*"; que a su vez implica el estudio de construcción para la planta de tratamiento de la materia prima.
- **Comercialización del producto combustible** obtenido a partir del tratamiento del aceite usado.

**Nota:** la distribución de los combustibles obtenidos a partir del aceite usado será tercerizada por lo que no se evalúa dentro de la normatividad la legislación relacionada con el transporte de combustibles.

---

<sup>65</sup> Según la Organización de las Naciones Unidas-ONU, el aceite lubricante usado es clasificado como un *Residuo Peligroso*, pues sus principales contaminantes son altamente tóxicos (Plomo, Cloro, Bario, Magnesio, Zinc, Fósforo, Cromo, Níquel, Aluminio, Cobre, Estaño y Azufre, entre otros)

Es importante resaltar el valor agregado que contiene el proyecto, al concebir a la empresa con procesos certificados<sup>66</sup>, apoyados en la normatividad colombiana e internacional, no solo en el tratamiento de la materia prima, que trae como consecuencia una disminución del impacto ambiental generado actualmente sin el proyecto, sino también enmarcado en las leyes de protección al trabajador, normatividad ambiental, procesos de calidad y procedimientos de urbanismo y construcción de la ciudad.

A continuación se presentan los aspectos del estudio que sustentan el pre factibilidad del proyecto en el ámbito legal.

## **7.1. DERECHOS CONSTITUCIONALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO**

Uno de los derechos fundamentales que el desarrollo del proyecto afecta positivamente corresponde con *el desarrollo de un ambiente menos contaminado consagrado en el Artículo 79 Constitución Política de Colombia. 1991*, al tener como objetivo primario la transformación de un residuo contaminante en un producto combustible. Como valor agregado, contempla la aplicación de normas internacionales en los procesos de recolección<sup>67</sup> contribuyendo a la implementación de la normatividad vigente de control y a futuros modelos de aplicación a nivel regional y/o nacional.

---

<sup>66</sup> Normas ISO 9001-2001, 14000, OSHAS 18000

<sup>67</sup> Artículo 80 Constitución Política de Colombia. 1991

Por otra parte, al ser un proyecto de creación de empresas, se potencializa las posibles fuentes de empleo en la región con la generación de empleos<sup>68</sup> directos e indirectos con pequeñas y medianas empresas locales.

## **7.2. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL RELACIONADA CON EL TRATAMIENTO DE ACEITES LUBRICANTES USADOS.**

En un contexto internacional, se puede decir que durante la segunda mitad del siglo 20, se han producido 4 grandes eventos que constituyen los hitos fundacionales del Derecho Ambiental en Colombia<sup>69</sup>:

- **La Conferencia de Estocolmo (1972)**, que establece la creación de organizaciones internacionales con competencia Ambiental, plantea los primeros instrumentos legales regionales y globales (Nucleares, contaminación HC) y establece que la protección del ambiente es un derecho humano.
- **La Conferencia de las Naciones Unidas** sobre el ambiente y el desarrollo (Río de Janeiro, 1992) que ubica al ser humano como centro del Desarrollo Sustentable, considera que la protección ambiental es parte del desarrollo y establece el principio de contaminador-pagador, según el cual, quien contamina debe resarcir a los damnificados y recomponer los recursos afectados.
- **El Protocolo de Kioto (1997)**, que establece el compromiso de las naciones desarrolladas para reducir las emisiones de gases contaminantes.

---

<sup>68</sup> Derecho al trabajo. Derecho fundamental de la constitución. Artículo 25

<sup>69</sup> *Normatividad de Aceites Usados. Marco normativo sobre los aceites usados en Colombia* [Online] Citado el 12 de Enero de 2012 a las 7:35 p.m.] Tomado de: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Normatividad-Aceites-Usados/577891.html>

- **La Conferencia Johannesburgo (2002)**, que promueve el incremento en el uso de Energías Renovables.

Con base a estos cuatro eventos se ha generado la legislación colombiana que regula la protección del medio ambiente, y el manejo de desechos y emisiones contaminantes al ambiente.

### **7.3. NORMATIVIDAD COLOMBIANA RELACIONADA CON EL MANEJO DE ACEITES USADOS.**

Actualmente, en Colombia existe regulación relacionada con el manejo de aceites lubricantes usados, la cual se presenta a continuación, junto con la evaluación del impacto que esta normatividad puede generar en el proyecto:

- **El decreto 283 de 1990**, el cual obliga a todos los sitios dedicados al cambio de aceite y filtros a destruir los envases y cambiar los filtros, de manera técnica y ambientalmente adecuada. Esta normatividad promueve el desarrollo del proyecto, debido a que está relacionada directamente con el objeto que busca la transformación de desechos lubricantes.
- **La resolución 415 de 1998** (Ministerio de Minas): esta norma reglamenta la ley 430 de 1997 y define al aceite usado como todo aceite industrial con base mineral sintética, que se haya vuelto inadecuado para el uso asignado inicialmente constituye un agente contaminante.<sup>70</sup> Esta regulación obliga al

---

<sup>70</sup> Revista de Subproductos Industriales de Colombia "aceite usado generado por motores en la ciudad de Cali. alternativas de uso". Artículo Técnico

proyecto a dar un tratamiento especial del aceite lubricante cuando este aún no ha sido tratado, al igual que los desechos del procesamiento generados por la planta, pero está más relacionado con los procedimientos requeridos para realizar el manejo de aceite usado y los desechos generados al realizar el tratamiento del aceite usado. Se considera que esta normatividad no genera un alto impacto en los costos de producción, pero se deben acatar los lineamientos establecidos en la misma.

- **Ley 253 de 1996:** Ley que aprueba en Colombia el Convenio de Basilea, suscrito en el contexto de la Naciones Unidas el 22 de marzo de 1989, esta ley reconoce que el estado tiene la libertad de limitar o prohibir el ingreso de desechos considerados como tóxicos<sup>71</sup> “lo que establece una restricción a la importación de aceites lubricantes usados” a su territorio, adicionalmente establece la prohibición de eliminar de desechos tóxicos dentro su territorio provenientes de otros países. Adicionalmente esta ley establece parámetros bajo los cuales se deben dar tratamiento a los desechos<sup>72</sup>, en lo relacionado con su transporte, identificación de residuos tóxicos e información a las autoridades ambientales.

Esta ley limita la posibilidad de realizar el tratamiento de aceite usado proveniente de otros países, pero para el caso evaluado en el presente estudio de pre factibilidad esto no genera ninguna repercusión, debido a que solo se contempla la posibilidad de procesar aceites usados recolectados en el departamento de Santander. Desde el punto de vista de la identificación de los desechos manejados y poner en conocimiento de las autoridades ambientales, corresponden a requerimientos que se deben tener en cuenta durante la etapa de operación del empresa, pero no se

---

<sup>71</sup> La categoría dada al aceite usado en la ley corresponde a “Anexo 1: Categoría: Y8, Desechos que hay que controlar”.

<sup>72</sup> Lo reglamentado por la ley como el tratamiento que se le puede dar al aceite usado corresponde a “ Anexo IV (Operaciones de eliminación); Categoría R9, Regeneración u otra reutilización de aceites usados”.

consideran de gran impacto en costo, o limitaciones para la implementación.

- **Ley 430 de 1998:** esta ley permite el aceite usado como combustible para la generación de energía, adicionalmente establece responsabilidades sobre la empresa receptora y emisora de desechos tóxicos, y obliga a la empresa emisora a identificar plenamente las características físico químicas del desecho toxico generado. Esta reglamenta la custodia de los desechos tóxicos, sin embargo no genera efecto directo sobre estudio de pre factibilidad, pero se debe tener en cuenta durante la operación de la empresa, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en la misma.
- **Decreto 1220 de 2005** (del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, sobre Licencias Ambientales): este decreto indica que la construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos requieren de Licencia Ambiental, desde el punto de vista del proyecto se establece que es un requisito requerido para que la empresa pueda operar, e indispensable obtener previo cualquier actividad de construcción requerida para la implementación del proyecto.
- **Decreto 1697 del 27 de junio de 1997** (del Ministerio del medio Ambiente): este decreto impone límites al uso de aceite de desecho como combustible para calderas y hornos, y establece que el uso de este desecho como combustible estará limitado a los casos permitidos por el Ministerio de Medio Ambiente, y bajo las condiciones técnicas que el ministerio exija. Esta reglamentación favorece al desarrollo del proyecto debido a que impone límites para el uso de aceite de desecho de forma directa sin un tratamiento previo.

- **Decreto 1609 del 31 de julio de 2002**, (Ministerio de Transporte): reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera, lo que implica que los transportes que la empresa adquiera para movilizar el aceite usado deberán cumplir con esta reglamentación.
- **Resolución 898 del 23 de agosto de 1995**, (Ministerio del medio ambiente): mediante la cual se regulan los criterios mínimos de calidad de combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos, calderas, esta norma establece un contenido máximo de azufre en % en peso del 1% a partir del primero de enero de 2006, el cumplimiento de esta normatividad deberá ser certificado. Para el caso del proyecto en evaluación se debe tener en cuenta que el combustible obtenido del tratamiento del aceite usado cumpla con esta regulación, sin embargo no se considera un requerimiento de difícil cumplimiento partiendo del hecho de que el azufre no es un contaminante que se encuentre en altas proporciones en el aceite usado, sin embargo la emisión del certificado del cumplimiento de los contenidos de azufre para el cumplimiento de esta resolución, con lleva a que se tomen muestras del combustible obtenido y se realicen análisis de laboratorio, los costos asociados a estos análisis fueron tenidos en cuenta en el estudio financiero.
- **Decreto 4299 de noviembre 25 de 2005 (Presidencia de la República)**: este decreto reglamenta la producción, distribución, transporte y comercialización de combustibles amparado en normatividad previa a la emisión del artículo, en la cual se establece que las actividades de producción, transporte y comercialización de combustibles son de libre desarrollo siempre y cuando se acaten la normatividad establecida dentro de la legislación Colombiana, en caso de que no se acaten los lineamientos impuestos en la normatividad se aplicaran las sanciones indicadas en la

normas infringidas, también establece que aquellas empresas dedicadas a la refinación de combustibles deberán solicitar ante el ministerio de Minas y Energía un permiso para su funcionamiento, adicionalmente establece que la venta de combustibles deberá realizarse utilizando elemento de medida certificados.

Se debe evaluar con más detalle las implicaciones de esta normatividad en el desarrollo del estudio de factibilidad, dado a que no está totalmente definido si por las características de la empresa y el proceso de tratamiento que lleva a cabo esta tiene que someterse al cumplimiento de este decreto. El cumplimiento de lo indicado en este decreto genera impactos considerables en el tiempo de desarrollo del proyecto así como en los costos de inversión y producción dado a que estos elementos de medida certificados tienen un alto costo, el costo de cumplimiento de esta normatividad fue considerado en la evaluación financiera del proyecto.

#### **7.4. PROCEDIMIENTOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO**

Los principales procedimientos están relacionados con los procesos de transformación de la materia prima y con la constitución formal de la empresa.

Para la zonificación de la planta de tratamiento, es necesario realizar una cuidadosa revisión de los parámetros y requerimientos del Plan de Ordenamiento territorial POT vigente a la fecha de formulación y basado en un estudio de localización de posibles proveedores generado en el estudio de mercados. Siendo éste susceptible a cambios durante la implementación del proyecto.

En lo referente a la Licencia ambiental, es necesario contemplar la solicitud de estudios ambientales en el terreno, la calidad del aire y demás requerimientos mencionados en la regulación ambiental vigente, de manera que se pueda establecer los niveles permisibles de emisiones y procedimientos de manejo de los residuos antes, durante y después del proceso productivo. Se pedirá apoyo a la Corporación para la defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB. Así mismo, se debe contemplar dentro de los requerimientos de funcionamiento la elaboración de informes de emisiones generados por los procesos de tratamiento del aceite usado.

En el trámite de la licencia de construcción, será necesario realizar una investigación de los parámetros exigidos por la Curaduría Urbana de Bucaramanga:

- Consulta y orientación sobre aplicación de normas urbanísticas.
- Emisión de conceptos de uso y norma aplicable a un predio.
- Información sobre procedimientos y costo de licencias urbanísticas.
- Estudio, trámite y expedición de licencias urbanísticas.

Aunque no es requisito legal, el proyecto contempla la vinculación de la empresa con la FAU<sup>73</sup>, que abala los procedimientos de recolección y los procesos de tratamiento de las empresas dedicadas a la recolección y tratamiento del aceite usado, adicionalmente asesoran y capacitan al personal relacionado con la recolección de aceites usados.

Para la constitución de la empresa el proyecto contempla tomar como guía los procedimientos de la Cámara de comercio como estrategia comercial, teniendo en cuenta la amplia experiencia de ésta en el direccionamiento, gestión y formación de empresas en la región.

---

<sup>73</sup> Fondo de aceites usados.

Así mismo es necesario consultar los procedimientos en notaría pública y Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales DIAN para la legalización de la empresa.

A continuación se realiza un breve listado de las medidas adaptadas para garantizar el cumplimiento de las normas descritas:

- Plan de mitigación de Impactos Ambientales
- Desarrollo de procesos de recolección, manejo y transformación basados en los manuales de la FAU y en modelos internacionales que emitan recomendaciones para el debido tratamiento de la materia prima y del producto terminado.
- Desarrollo de procesos administrativos y funcionales basados en un SIG (ISO 9001-2001, ISO 14000 y OSHAS 18000). Estas medidas implican el compromiso no solo de certificación sino de un mejoramiento continuo y re-certificaciones con estas entidades anualmente.

Se busca además gestionar apoyo a través de entidades públicas como la Cámara de Comercio (en relación a asesoría para la constitución y el mejoramiento de la empresa), el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA (Apoyo en procesos, personal y económico), la alcaldía Municipal (Apoyo con programas a medianas empresas) y privadas como la FAU (Asociación) y entidades Financieras para la implementación y puesta en marcha del proyecto.

Por último es necesario contemplar un lugar propio debido a la actividad a desarrollar y a la inversión de instalación de equipos que se requieren para los procesos de transformación. De igual manera, es necesario desarrollar estrategias de financiación con inversionistas privados y/o entidades que promuevan la generación de empresas.

Con relación al nivel de contratos asociados con terceros se deben tener en cuenta el desarrollo de los siguientes contratos:

- Construcción de la planta y de las oficinas de la empresa.
- Contratos de asociación con empresas y fondos mencionados anteriormente.
- Contratos para la compra de equipos y maquinaria.
- Contratos laborales, entre otros.
- Contratos con los generadores o recolectores de aceite usado que no realicen la transformación del mismo.

#### **7.5. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA PROPIEDAD INTELECTUAL DEL PROYECTO.**

En el desarrollo del presente estudio de pre factibilidad para evaluar la viabilidad de la implementación de una planta de reciclaje de aceites lubricantes, no conlleva a realizar el desarrollo de invención de un nuevo producto o proceso, la implementación de la planta se basa en tecnologías ya desarrolladas, y la compra de equipo principales (proceso) a fabricantes con experiencia en la manufactura de los mismos.

Para el caso de los productos a obtenerse del tratamiento del aceite lubricante usado, estos productos no se basan en una formulación específica por lo que no se constituye un desarrollo original, sino en una transformación para dar cumplimiento a unos límites de contaminantes establecidos, por lo que se considera que no se desarrollará propiedad intelectual en este campo, adicionalmente, no se requiere para el presente proyecto la compra de marcas o patentes dado a que el proceso de tratamiento del aceite usado se realiza con

equipos estándar y el producto obtenido puede ser comercializado sin que se requiera la cobertura bajo el nombre de una marca específica.

El desarrollo del estudio de pre factibilidad sería lo único que se identificaría como el desarrollo de propiedad intelectual el cual está amparado por el artículo 62 de la Constitución Política Colombiana, bajo la denominación de “propiedad especial”; adicionalmente la propiedad intelectual está protegida a nivel los miembros de la Comunidad Andina de Naciones por la Decisión 486, por lo que en caso tal que el desarrollo del presente estudio sea objeto de plagio la Universidad Industrial de Santander tiene derecho a imponer la respectiva denuncia ante las juzgados competentes, para castigar a los presuntos infractores de la ley penal, de acuerdo a lo dispuesto en artículo 250 de la Constitución Política.

## **7.6. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA, EL TIPO DE ORGANIZACIÓN**

Para la constitución de la empresa esta deberá cumplir con la reglamentación correspondiente para la constitución de la empresa que corresponden principalmente:

Creación de la empresa mediante escritura pública.

Registro en la cámara de comercio.

Registro de la empresa ante la DIAN.

Dado a que la empresa evaluada en el estudio de mercados no ha sido constituida, deberán realizarse los distintos contratos de obra relacionados con la

adecuación de terrenos e instalación de la planta y sus diversas áreas, para lo cual deberá establecerse qué tipo de contratación es la más conveniente, para este caso por tratarse de una empresa pequeña donde se encuentra un buena cantidad de detalle para su implementación, el tipo de contrato más conveniente correspondería a un contrato por precios unitarios, debido a que este permite tener un mejor control de lo invertido. Para el desarrollo de este contrato se deberán establecer todas las condiciones que reglen la entrega de las obras por parte del contratista a los dueños de la empresa, así como establecer las multas y en dado caso las pólizas de garantía de cumplimiento a fin de disminuir el riesgo sobre la inversión.

#### **7.7.ASPECTOS RELACIONADOS CON EL MERCADO POTENCIAL DEL PROYECTO.**

Para la comercialización de los productos obtenidos del tratamiento del aceite usado, aun no existe en Colombia una regulación estricta, por lo que no se requiere de autorización de ningún ente gubernamental para la comercialización de combustibles obtenidos a partir del aceite usado, de igual forma para la constitución de la empresa solo se requiere cumplir con los requisitos legales mencionados anteriormente (licencia ambiental, cumplimiento del POT).

Desde el punto de vista de las obligaciones comerciales con los clientes dado a que la empresa que comercializa un producto, está obligada a suministrar un producto dentro de las especificaciones y tiempos pactados en las órdenes de compra acordadas con sus clientes; de lo contrario podría ser denunciada ante los entes protectores de los consumidores.

## **7.8. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN LEGAL.**

Como se puede observar la reglamentación Colombiana aun no es lo suficientemente restrictiva, en lo relacionado con los límites de contaminantes máximos permisibles en el los aceites lubricantes usados para su uso final como combustibles, pero si remite a las autoridades competentes que para el caso de Bucaramanga corresponden a la CDMB (Corporación para la defensa de la meseta de Bucaramanga) en lo relacionado con el otorgamiento de licencias ambientales y el control de los contaminantes que pueda emitir la empresa objeto del presente estudio de pre factibilidad.

Las leyes existentes hasta el momento a nivel de Colombia recalcan la importancia de dar un manejo adecuado al aceite lubricante usado y las responsabilidades impuestas al productor como al generador.

## 8. AMENAZAS DEL PROYECTO

En este capítulo se exponen algunas de las principales amenazas que a futuro y en la actualidad podría enfrentar el proyecto:

- El incremento de la vida útil de los lubricantes: a medida que avanza la tecnología de producción de lubricantes, se incrementan los tiempos de vida útil, lo que a futuro podría hacer que la generación de aceite lubricante usado se reduzca.
- El uso de producto sustitutos: La regeneración de aceites lubricantes está basada en aceites de tipo mineral, sin embargo en el mercado existen los lubricantes sintéticos que tienen una vida útil superior a los lubricantes de tipo mineral, el incremento en el uso de este tipo de lubricantes generaría a futuro una disminución de la generación de lubricantes usados de tipo mineral, reduciendo la cantidad de materia prima disponible en el mercado.
- Imposición de límites a los contaminantes generados en la combustión: Esto podría conllevar a la utilización de procesos para tratamiento de aceites lubricantes usados más complejos y que se requiera una actualización de la planta para cumplir con futuras regulaciones en la materia.
- El incremento del parque automotor: Dado a que las facilidades y costos de adquirir un vehículo se han disminuido, el aumento del parque automotor, es una tendencia que se mantendrá, lo que genera un incremento en la cantidad de aceite usado generado.
- Fluctuaciones en el precio del petróleo: El precio del producto está directamente ligado al precio de petróleo, por lo que este puede ser un riesgo positivo bajo el escenario de que el precio del petróleo se incremente como

generar un riesgo negativo en el caso de que las tendencias cambien y los precios bajen.

## 9. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

A través del estudio de pre factibilidad para la creación de la empresa fue posible identificar, no solo la oportunidad de negocio latente sino además la oportunidad de contribuir con la mitigación de un impacto ambiental en la región, implementando tecnologías para la transformación del aceite lubricado usado en combustible.

Del estudio del entorno se puede concluir aún existe una problemática relacionada con el manejo de aceite lubricantes usados, a nivel de Santander, y que pese a que existen empresas que se encargan de dar un tratamiento a este tipo de desecho, la cantidad total generada permitiría el ingreso de una nueva empresa en el sector. Se recomienda por la importancia de esta variable en el éxito del proyecto, realizar un estudio con fuentes primarias de la disponibilidad real de materia prima y las posibles fuentes.

La ubicación de la planta se hizo basado en el POT vigente a la fecha, definiendo su ubicación en la zona vía Palenque Café Madrid, disposición dada por el código de urbanismo para zonas industriales, Se recomienda valida con el POT a la fecha de implementación, la disponibilidad de esta zona, Adicionalmente realizar la verificación de disponibilidad de predios disponibles en la zona.

En la actualidad existen procesos de tratamiento de lubricantes usados que permiten darle un segundo uso a este tipo de desecho, ya sea como bases lubricantes o como combustibles de uso industrial, para el caso específico de

Santander los análisis de mercado y técnico realizados indican que es más factible direccionar la producción de la empresa a la fabricación de combustibles industriales debido a los costos de inversión y la cantidad disponible de materia prima a transformar.

Pese a que la industria Cementera es un sector potencial para la demanda del producto, no se tuvo en cuenta, debido a que actualmente su demanda está cubierta por el carbón combustible de bajo costo y de gran volumen, condiciones que con la cantidad de aceite usado disponible y costo de transformación no serían competitivas.

A través del estudio de mercados se puede concluir que existe una demanda del producto obtenido (fuel #4) superior (10.186.116 galones anuales) a la cantidad de materia prima disponible (aceite lubricante usado, 2.200.000 galones anuales), haciendo que la oferta del producto este limitada por la cantidad de materia prima disponible real y no por la necesidad del mercado de consumir este producto.

La fijación del precio del producto se realizó basado en el análisis de comportamiento del mercado (precio del fuel Oil de Ecopetrol), por lo que se recomienda monitorear las fluctuaciones de dicho precio a lo largo del desarrollo del proyecto.

Del estudio de mercados se determina que en el área de Bucaramanga existe una disponibilidad de 814.000 Galones anuales, que corresponde una disponibilidad promedio mensual de 40.700 Galones. Esta cantidad de materia prima correspondería a la capacidad de producción de la empresa de lubricantes.

Del estudio técnico se obtiene que el proceso que daría mejores resultados en el tratamiento de aceites lubricantes con fines de producir combustibles correspondería a un proceso de pre-tratamiento de decantación y filtración más un proceso de centrifugación, que posee la capacidad de retirar los principales contaminantes del aceite lubricante, a un bajo costo en instalaciones en comparación con los demás procesos evaluados.

La logística para la distribución de producto puede ser tercerizada hacia los clientes, se considera que la empresa debe implementar la logística para la recolección de los lubricantes usados dado a la normatividad y regulaciones ambientales existentes.

De la evaluación ambiental se concluye que la implementación de la empresa de reciclaje de lubricantes usados posee impactos positivos en el medio ambiente, superiores a los impactos que generaría la empresa en relación con su implementación, operación y uso de productos finales (combustibles).

Del estudio financiero se concluye que el proyecto es viable a nivel de pre factibilidad, con un  $VPN_{con\_financiación} = \$ 539.101.332$  COP una tasa de oportunidad del 12%, una TIR del 20%, un costo de la inversión de \$ 1.879.144.188 y un pay back ubicado entre el quinto y el sexto año tomado desde el inicio del proyecto.

El punto de equilibrio para la operación de la empresa se calcula en  $PE_{unidades} = 258.183$  que corresponde a un 48% de la capacidad estimada de operación de la planta, lo que permite un amplio margen de operación sin poner en riesgo las utilidades de la empresa.

En general el estudio de pre factibilidad arroja como resultado que existen las condiciones técnicas, de mercado, financieras, legales y ambientales que permitan la creación de la empresa en la ciudad de Bucaramanga, pero se hace necesario realizar el estudio de factibilidad para disminuir la incertidumbre de las variables críticas para la creación de la empresa.

## 10.RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO

Se recomienda realizar un estudio de factibilidad a fin de determinar la disponibilidad real el aceite usado y las fuentes de obtención de la materia prima, adicionalmente:

Identificar clientes potenciales para el fuel Oil #4.

Profundizar en el estudio ambiental, realizando contactos con empresas cementeras, para evaluar la factibilidad de eliminación de desechos generados por la empresa en los procesos de producción del cemento.

La identificación de los sectores de demanda en el estudio de pre factibilidad permitió abrir el panorama de clientes potenciales, por lo que se recomienda a nivel del estudio de factibilidad un análisis profundo de las condiciones de captura y fidelización de los clientes.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

A. FONTANA, C. BRAEKMAN-DANHEUX \*, C.G. JUNG. Ultrasonic removal of heavy metals from waste oils, Fuel Processing Technology 48, 4 March 1996 p. 107- 113.

BENAVENTE R, Gonzalo. Aceite Lubricante Usado. Bravo Energy Chile S.A. Boletín N° 2. Junio 1999

BOUGHTON, Bob y Arpad Horvath. Environmental Assessment of Used Oil Management Methods. En: Environmental science & technology. Vol. 38, No. 2 (2004); p. 353-358.

CEMBUREAU, Alternative fuels in cement manufacture, Bruselas, 1997.

ELBASHIR N.O., et al. A method of predicting effective solvent extraction parameters recycling of used lubricating oils, Chemical Engineering and Processing. Vol 41 (2002).

EPA (Environment protection agency): You dump it you drink it, Recycle use motor oil, 2003.

EVEREST TRANSMISSION, Artículo: Lube oil purification, enero de 2005.

FAJARDO T, Alvaro José; Vargas R.Cesar Augusto. Diseño de dos alternativas para la disposición apropiada del aceite usado generado por motores en la ciudad de Cali, 2000, Trabajo de grado.

FINA M, Angela María; Reyes C. María Teresa. Estudio para el montaje de una empresa recicladora de aceite automotriz usado. Cali, 1991, Vol.1. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial) Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería Industrial.

FORBY, Tim. Taking oil samples. En: Construction bulletin. Septiembre 5, 2003 p. 17.

FLOREZ PIEDRAHITA, Carlos Arturo. Transformación de los aceites usados para su utilización como energéticos en procesos de combustión. En: Escenarios Y Estrategias. Bogotá. Diciembre de 2001 No 8. p. 28 – 32.

M. M. RAHMAN \*, T. A. Siddiquee, S. Samdani and K. B. Kabir, Effect of operating variables on regeneration of base-oil from waste oil by conventional acid-clay method, Chemical Engineering Research Bulletin 12 (2008) 24-27.

PANTOJA, José Luis Martín y MORENO, Pilar Matías. ¿Qué se hace en España con los aceites usados? En: Ingeniería Química. Enero 1995, p. 113-117

PIT & QUARRY. 2000 Equipment & Tech Handbook. Vol. 92 Issue 6, p. 126

RAMÍREZ, Jairo Antonio. Recuperación de aceites lubricantes para automotores a partir de aceites usados y desechados, utilizando procesos físico-químicos. Tesis (ingeniero químico). Universidad de Antioquia.

RUIZ, Ernesto. Aceites lubricantes para motores a gasolina. En: Curso de educación continuada fundamentos básicos de lubricación. Bogotá D.E. Mayo de 1991

STP Studi Technologie Progetti. Studio: Modular Waste Lube Oil Re-refining Unit, enero de 2006.

VÉLEZ DE RESTREPO, Lilliana. Corpaúl, con planta de aceites usados, En: El Colombiano. Jueves 5 de agosto de 2004.

**WEB:**

*CYPED. Estudio de viabilidad económica de las medidas establecidas en el proyecto normativo nacional para la gestión integral de residuos* [Online], 2004. [Citado el 14 Febrero de 2012, 7:15 pm]. Tomado de: [http://www.cype.net/pdfs/estudio\\_gestion\\_residuos\\_construccion\\_demolicion\\_VPA.pdf](http://www.cype.net/pdfs/estudio_gestion_residuos_construccion_demolicion_VPA.pdf)

*DECISIONES DE TAMAÑO. Preparación y evaluación de proyectos.* Citado el día [16 de Mayo de 2012 9:45 p.m.] Tomado de: [ <http://es.scribd.com/doc/23303555/Tamano-del-proyecto>]

*DEPARTMENT OF STATE OF PENNSYLVANIA, Used Oil Recovery Homepage,* [www.dep.state.pa.us/dep/deputate/airwaste/vm/oil/oil.htm](http://www.dep.state.pa.us/dep/deputate/airwaste/vm/oil/oil.htm).

*Indicadores económicos de Santander.* Cámara de Comercio de Bucaramanga, [Online] [Citado el 7 de marzo de 2012, 6:30 p.m.] Tomado de: <http://www.compitem360.com/indicadores.aspx>

*INTERLINE, Base oil refining lubricants, re-refining of used oil,* [Online] [Citado el 20 de diciembre de 2011, 6:30 p.m.]. Tomado de: [www.interlineresources.com/74](http://www.interlineresources.com/74)

---

<sup>74</sup> Aceite usado generado por motores en la ciudad de Cali. Alternativas de uso. Revista de Subproductos Industriales de Colombia. María Eugenia Nuñez. [Online] [Citado el 23 de Enero de 2012 a las 7:35 p.m.]. Tomado de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd30/motores.pdf>

*Normatividad de Aceites Usados. Marco normativo sobre los aceites usados en Colombia* [Online] Citado el 12 de Enero de 2012 a las 7:35 p.m.] Tomado de: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Normatividad-Aceites-Usados/577891.html>

*12 millones de galones de aceites nocivos para el ambiente han sido recolectados:* Ministerio de Medio Ambiente Septiembre 25 de 2009 [Online] [Citado el 15 de Enero de 2012, 6:50 p.m.]. Tomado de: <http://web.presidencia.gov.co/sp/2009/septiembre/25/14252009.html>

*PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, Documento de formulación - componente urbano* Pág. 84. [Online] [Citado el Marzo 16 de 2012, 9:30 p.m.] Tomado de: [http://www.revistaescala.com/attachments/348\\_4.POT%20Formulacion.pdf](http://www.revistaescala.com/attachments/348_4.POT%20Formulacion.pdf)

*Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos,* Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, República de Colombia, Reporte 2005. [Online] [Citado el 20 de Febrero de 2012 a las 8:30 p.m.] Tomado de: [http://www.minambiente.gov.co/documentos/politica\\_gestion\\_ambiental.PDF](http://www.minambiente.gov.co/documentos/politica_gestion_ambiental.PDF)

*Transformación de los aceites usados para su utilización como energéticos en procesos de Combustión.* Unidad de planeación minero-energética. Ministerio de minas y energía. Octubre de 2001 [Online] [Citado el 11 de Enero de 2012 10:30 pm.]. Tomado de: [http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/ure/estudios/EstudiosEficiencia\\_AceitesUsados.pdf](http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/ure/estudios/EstudiosEficiencia_AceitesUsados.pdf)

## **ANEXO 1. CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE USADO.**

Los aceites lubricantes se producen por destilación bajo vacío del fraccionamiento de fuel Oil proveniente del petróleo crudo, componentes aromáticos inestables y componentes que son removidos por extracción del solvente para producir una variedad de bases de aceites lubricantes.

### **COMPOSICIÓN**

Los aceites lubricantes producidos localmente tienen un 90% de bases Nafténicas y/o parafínicas producidas por Ecopetrol en un 40% o importados de Venezuela, Estados Unidos y Europa en un 60%; estos mezclados con aditivos (10-20%)<sup>75</sup>.

En condiciones normales de servicio, los aceites lubricantes pierden sus características lubricantes pues sufren cambios en sus propiedades físicas y químicas a causa de la contaminación y el desgaste que soportan los aditivos que componen el aceite lubricante; éstos dependen principalmente de la composición química del aceite, del combustible, el estado del motor y sus condiciones de operación.

Los aceites usados se originan de un alta variedad de aceites (monogrado y multigrado para motor, de base mineral para engranajes, etc.), por lo que en general no hay una composición química consistente para el aceite usado, en general el aceite usado contiene pequeñas cantidades de gasolina, aditivos

---

<sup>75</sup>Revista de Subproductos Industriales de Colombia "aceite usado generado por motores en la ciudad de Cali. alternativas de uso"

(detergentes, dispersantes, inhibidores de corrosión, inhibidores de oxidación, mejoradores de viscosidad), compuestos de nitrógeno (N) y azufre (S), metales tales como Pb, Zn, Ca, Ba y Mg, y un amplio rango de hidrocarburos aromáticos y asfálticos con longitudes de cadenas de carbono que oscilan en un rango de C<sub>15</sub> a C<sub>50</sub>, debido a esta mezcla de componentes existe una alta dificultad para identificar el hidrocarburo predominante en la composición de aceite usado.

La composición de los aceites usados es una de las principales características que determinan si el aceite lubricante puede ser reciclado o se requieren un tratamiento especial para su disposición, determinando si es adecuado para un proceso de re-refinación o como combustible en plantas de generación de potencia (hornos o calderas).

**Tabla 38 Niveles de Contaminantes Permisibles en Aceites Lubricantes Usados**

<b>Sustancia</b>	<b>Concentración Máxima permisible (mg/Kg. -ppm)</b>
Bifenilos policlorinados (PCB"s)	50
Halógenos orgánicos totales (como Cloro)	1.000
Arsénico	5
Cadmio	2
Cromo	10
Plomo	100
Azufre	1.7% en peso

**Fuente:** U.S. EPA - United States Environmental Protection Agency Resolución 415 de 1998 - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - Colombia.

Los principales parámetros a tener en cuenta corresponden a:

- Contenido de agua.
- Contenido de cloro.
- Contenido de metales pesados.
- Contenidos de bifenilos policlorados (PCB, polychlorinatedbiphenyls).

Dado a que no se tiene un estudio detallado la composición de los aceites para Colombia, se parte de los datos obtenidos de un estudio realizado para Italia, Alemania y Francia, se debe tener en cuenta que algunos de estos contaminantes pueden existir en similar proporción a los aceites usados generados en Colombia, pero dado a las diferencias en los climáticas y los países tomados como referencia la formulación de los aditivos presentes en los aceites lubricantes usados en Colombia puede variar lo que hace que varíen su composición y las concentraciones y contaminantes presentes.

**Tabla 39 Composición de Aceites Usados<sup>76</sup>**

<b>Característica / Componente</b>	<b>Francia</b>	<b>Alemania</b>	<b>Italia</b>
LHV (MJ/kg)	39-41	35.5	-
Densidad (kg/l)	0.9	-	-
Agua (% masa)	6-7	7-10	9
Azufre (% masa)	0.6 - 0.7	0.5 - 0.8	-
Cloro (% masa)	0.09 - 0.13	0.09 - 0.14	0.12
PCB (mg/kg)	-	1.4 - 24	6

<sup>76</sup> Los datos de gasolina de 1995-1996 los contenidos de plomo se han removido de la gasolina a partir del 01/01/2000, por lo que los niveles de plomo en el aceite usado pueden ser muchos más bajos en la actualidad.

<b>Característica / Componente</b>	<b>Francia</b>	<b>Alemania</b>	<b>Italia</b>
PAC (mg/kg)	-	300-500	-
Cadmio (mg/kg)	<1	0 - 10	-
Mercurio (mg/kg)	<1	<1	-
Cromo	5 - 10	1 - 50	-
Plomo (mg/kg)	240 - 338	2 - 300	-
Arsénico (mg/kg)	<1	<1	-
Cobalto (mg/kg)	8	2 - 15	-
Cobre (mg/kg)	26	3 - 10	-
Níquel (mg/kg)	6	1 - 20	-
Vanadio (mg/kg)	-	1 - 17	-
Zinc (mg/kg)	608 - 880	500 - 800	-

**Fuente:** Los Autores

## **CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEITES USADOS EN COLOMBIA**

El nivel de contaminación de un aceite lubricante usado puede variar considerablemente dependiendo de la fuente en que se haya obtenido o si se realizó un adecuado proceso de recolección (separación de aceite altamente contaminado del aceite menormente contaminado). Por esto se deben tener en cuenta medidas que permitan realizar una clasificación de esta materia prima para a fin de definir la destinación final de los aceites usados recolectados.

**Tabla 40 Características de los Aceites Usados en Colombia**

<b>Características</b>	<b>Automotor</b>	<b>Industrial</b>
Viscosidad a 40°C, SSU	97-120	143-330
Gravedad 15.6 °C, °API	19-22	25.7-26.2
Peso Específico a 15.6 °C	0.9396-0.8692	0.9002-0.8972
Agua, % Vol.	0.1-4.2	0.0
Sedimentos % Vol.	0.1-4.2	0.0
Insolubles en Benceno, % peso	0.56-33.3	0.0
Solubles en gasolina, % Vol.	2.0-9.7	0.0
Punto de ignición, °C	78-220	157-179
Poder Calorífico, MJ/kg	31.560-44.880	40.120-41840

**Fuente:** Los Autores

## **ANEXO 2. SELECCIÓN DEL PRODUCTO.**

### **1. PRODUCTOS OBTENIDOS APARTIR DEL RECICLAJE DE LUBRICANTES USADOS.**

Como primer paso, se definen posibles usos de los aceites lubricantes usados basados en la evaluación de algunos aspectos técnicos en los procesos de producción.

Los usos de esta materia prima a nivel de Colombia son principalmente:

- Combustible.
- Temple de metales.
- Control de polvo.
- Inmunización de madera.
- Plastificante en el industria del caucho.
- Desencofrante de formaletas en obras civiles.
- Producción de bases lubricantes (a nivel internacional).
- Producción de asfaltos.

Teniendo en cuenta los volúmenes generados de aceite usado se pueden seleccionar dos productos de interés: bases lubricantes y combustibles, descartando otros posibles usos debido a que para estos se requieren volúmenes inferiores de producción y son considerados con un menor valor en comercial.

A continuación se caracterizan los dos productos a evaluar.

#### **COMBUSTIBLE (TIPO FUEL OIL #4).**

El aceite usado posee un alto potencial para ser empleado como combustible por su elevada capacidad calorífica que oscila entre 15.000 BTU/lb y 20.000 BTU/lb (140.000 Btu/gal), por lo que en la actualidad es uno de sus mayores usos. La transformación del aceite usado a combustible, requiere la aplicación de un tratamiento tendiente a adecuar las condiciones del aceite a las características propias del proceso de combustión y la eliminación de residuos contaminantes presentes en el aceite usado.

Una de las principales disposiciones de menor impacto ambiental en el aceite usado es como combustible en el proceso de producción de cemento (Cement clinker), en donde los productos de la combustión son adsorbidos en gran parte por el proceso de fabricación del cemento. Teniendo en cuenta que los costos de la energía eléctrica y el combustible corresponden cerca de 50% de los costos operativos de las cementeras, del cual la energía eléctrica corresponde aproximadamente al 20% del total de la energía requerida para la fabricación del cemento, y el 30% de los costos de producción del cemento corresponden a combustibles. (*Ver anexo 3*)

- **Características mínimas requeridas del aceite usado para su uso como combustible.**

Dado a que en Colombia no existe una caracterización exigida para utilizar el aceite usado como combustible, pero con el fin de determinar un parámetro de calidad requerida para el uso de aceite usado como combustible, se ha acudido a la reglamentación exigida en los Estados Unidos, En la cual se establece que para que el aceite usado pueda ser usado como combustible se requiere, que este

cumpla con unos contenidos de contaminantes mínimos indicados en la tabla 6, el aceite usado que cumpla con estas especificaciones puede ser usado para su quema como combustible en cualquier proceso industrial, para el cumplimiento de estos límites el aceite usado puede ser tratado y mezclado con otros combustibles (Fuel Oil, Querosene, Diesel, etc), Sin embargo es viable realizar el uso de aceite usado que se encuentre por fuera de los parámetros establecidos en la tabla 6 para otros procesos tales como los mencionados a continuación:

- Hornos Industriales, con equipos de control de emisiones.
- Calderas industriales (usadas para la producción de asfalto y en la industria cementera [cement kilns], localizadas en zonas industriales.
- Calderas utilitarias para la generación de energía, vapor, calentamiento.
- Incineradores de desechos peligrosos (sujetos a reglamentación).

Estos equipos involucran altas temperaturas en sus procesos de combustión, generando que los contaminantes orgánicos del aceite usado se quemen casi completamente, lo que reduce las emisiones contaminantes al ambiente generando gases de baja reactividad. Adicionalmente los quemadores industriales cuentan con equipos de control de polución que ayudan a reducir las emisiones a la atmosfera; para el caso de Estados Unidos el uso de aceite usado sin tratar como combustible requiere de la autorización de las entes de control ambiental (EPA) quienes se encargan de revisar que los equipos posean los equipos de control de emisiones requeridos para la quema de este combustible.

**Tabla 41 Especificaciones límite del aceite usado como combustible<sup>77</sup>.**

<b>Propiedad</b>	<b>Nivel</b>
Arsénico	5 mg/Kg
Cadmio	2 mg/Kg
Cromo	2 mg/Kg
Conductores	2 mg/Kg
Punto de inflamación	2 mg/Kg
Total de Halógenos	2 mg/Kg

**Fuente:** 40 CFR Sección 279.11

## **BASES LUBRICANTES**

Los aceites lubricantes usados son en algunos aspectos mejor materia prima para la obtención de aceites lubricantes en comparación con el aceite crudo. Los aceites lubricantes usados poseen un alto contenido de bases lubricantes en su composición que es del 65% al 80%, en comparación con el contenido encontrado en el petróleo crudo que es de tan solo el 10% al 17%, Adicionalmente solo el 30% es rechazado como residuo en la fabricación de bases lubricantes a partir de aceites usados, en comparación con el 45% al 65% de rechazo en la fabricación tradicional de bases lubricantes.

Dada la continua fluctuación del precio de la materia prima virgen en la industria del petróleo, y que tanto a nivel nacional como internacional el precio del petróleo va en aumento, el proceso de re-refinación del aceite usado es una opción viable a futuros cercanos pero requiere de unos niveles de inversión y organización altos.

---

<sup>77</sup> 40 CFR Sección 279.11.

Sin embargo aunque es un producto que por las fluctuaciones del precio del petróleo, puede hacer del reciclaje de aceites, cuya finalidad sea producción de bases lubricantes un negocio atractivo, se debe tener en cuenta los siguientes factores antes de considerarlo como una opción potencial:

- Las bases para la fabricación de aceites lubricantes deben cumplir con regulaciones exigentes, los procesos técnicos a los cuales debe someterse el aceite usado para su tratamiento son cada vez más complejos y costos.
- Pese a que existen procesos que pueden cumplir con el tratamiento requerido para alcanzar los estándares de fabricación de bases lubricantes, estos alcanzan un alto precio en su implementación, por lo que se requeriría procesar grandes cantidades de aceite usado con el fin de alcanzar economías de escala.
- Se requerirían del apoyo gubernamental, que impulse el reciclaje de lubricantes usados para la obtención de bases lubricantes, con el objetivo de obtener tasas de impuestos reducidas que sirvan de incentivo e incrementen las ganancias generadas por una empresa en este sector.
- En términos comerciales el uso de aceites reciclados puede generar el consumidor final una percepción de que se tratan de productos de baja calidad, lo que puede producir dificultades en la comercialización de estos aceites lubricantes fabricados con aceite reciclado<sup>78</sup>, por lo que se debería inicialmente generar conciencia ecológica del consumidor final; conciencia que en Colombia se encuentra en sus inicios y que en la actualidad aún no se ha convertido en cultura.
- Existen un método de tratamiento (Slipstreaming) del aceite que presenta bajo costos que es el mezclado con petróleo crudo para su posterior tratamiento en procesos de refinación estándar, esta mezcla se realiza en relaciones del 1%

---

<sup>78</sup> En países como Estados Unidos se ha logrado vencer la barrera que genera el uso de aceites usados en la producción de lubricantes nuevos.

aproximadamente de la carga, este proceso no requiere un proceso de pre-tratamiento previo debido a que el proceso de refinación se encarga de realizar el manejo de los contenidos contaminantes del lubricante, este proceso permite obtener diferentes productos.

## 2. ANALISIS DE ALTERNATIVAS.

El criterio de análisis y selección de alternativas se realizó con base en un análisis cualitativo de los diferentes pros y contras de cada producto, el cual se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 42 Pros y contras de productos elaborados a base de aceites usados.**

<b>Bases lubricantes</b>		<b>Combustibles</b>	
<b>Pros</b>	<b>Contras</b>	<b>Pros</b>	<b>Contras</b>
El re-reciclaje de aceite lubricante se obtiene un ahorro de un barril crudo de petróleo de un promedio de 0,9% (t/t aceite	En general los gases producto de los procesos de refinación de aceites lubricantes no pueden ser utilizados para ningún fin	El uso de aceite lubricante como combustible en la producción de cemento (Horno Kilns) se obtiene un ahorro de un barril crudo de petróleo de un promedio de 0,98% (t/t	En procesos de combustión diferentes al uso en hornos cementeros Kilns, produce emisiones contaminantes

Bases lubricantes		Combustibles	
Pros	Contras	Pros	Contras
<p>usado)<sup>79</sup></p> <p>El costo variable de producción del lubricante virgen con un precio de barril crudo actual de 98,99 USD/Barril, es de 324,25 USD/mT Para el proceso de re-refinación de bases lubricantes a partir de aceites usados los costos variables oscilan de valores que van desde 133 a 311 USD/mT dependiendo del</p>	<p>específico.</p> <p>Para realizar el proceso de re-refinación de aceites lubricantes se requiere un pre-tratamiento de la materia prima, para retirar los contenidos de agua y componentes livianos.</p> <p>Pese a que uno de los procesos más económicos de producir bases lubricantes a partir de aceites usados es el de Arcilla acida (acid-clay) es</p>	<p>aceite usado)<sup>80</sup></p> <p>El aceite lubricantes usado es un combustible más limpio, que el fuel oil utilizado como combustible en calderas que genera menores emisiones de CO<sup>2</sup>, en comparación con carbón el aceite usado como combustible produce hasta un 25% menos de CO<sup>2</sup>, por tonelada métrica.</p> <p>La refinería de Ecopetrol en la actualidad adelanta un proyecto para convertirse a una refinería de alta conversión al igual que la refinería de Cartagena, por lo que la producción de Fuel Oil de</p>	<p>superiores a las producidas por el gas combustible.</p> <p>A futuro la regulación ambienta puede ser tan severa que haga que los procesos para el tratamiento de aceites usados como combustibles requieran un mayor nivel de inversión, o bajo otro contexto que los usuarios de este producto prefieran el uso de otros combustibles a fin de reducir costos</p>

<sup>79</sup>Reporte de EUROPIA, Octubre de 2003 (las cantidades de eficiencia ahorro varían de acuerdo con el proceso utilizado desde 0.86 a 0.93 (t/t) aceite usado.

<sup>80</sup>Reporte de EUROPIA, Octubre de 2003.

Bases lubricantes		Combustibles	
Pros	Contras	Pros	Contras
proceso de tratamiento utilizado.	el que presenta mayor dificultad de la disposición de los residuos resultado del proceso de producción (nota 3).	estas dos refineras se reducirá notablemente, este combustible puede ser sustituido en alguna medida por aceite lubricante usado  Después de tratado el aceite lubricante, no se requiere mezcla con otros combustibles para cumplir con la reglamentaciones ambientales.	en equipos de control de emisiones.

Notas:

- 1) t/t: Tonelada/tonelada
- 2) USD/mT: Dólares sobre toneladas métricas.
- 3) Pese a que el proceso de producción de arcilla acida (acid-clay) produce una concentración de metales pesados en los residuos del proceso de producción, estos pueden disponerse de forma segura en hornos cementeros (cementkilns) u otros procesos de incineración de forma segura, pero presentan dificultad en el manejo (transporte y manipulación) de estos desechos debido a la alta concentración de contaminantes.

Como se observa en el cuadro el uso de aceites en los procesos de combustión reduce en mayor medida el consumo por barril de petróleo crudo que el proceso de re-refinación de lubricante.

Los altos precios del barril de crudo de petróleo que en la actualidad se presentan hacen más rentable desde el punto de vista de los costos variables de producción, la producción de bases lubricantes a partir de aceites lubricantes usados que a partir de petróleo crudo.

Como conclusión de este análisis de pros y contras de los dos productos obtenibles del reciclaje de aceites usados se puede decir que en la presente situación teniendo en cuenta las cantidades de lubricantes disponibles y los riesgos asociados a las altas inversiones asociadas (ver análisis financiero numeral 6) a los procesos de producción de bases lubricantes a partir de aceite usado, hacen poco viable en la actual situación el éxito de una planta de reciclaje de lubricantes con este fin. Sin embargo se observa que una planta de tratamiento de aceites usados con el fin de obtener aceites combustibles se acomoda más a los niveles disponibles de materia prima y genera un menor riesgo en cuanto a los costos iniciales requeridos en la inversión.

### **ANEXO 3. ANALISIS DE LA DEMANDA POR SECTORES.**

#### **EVALUACION PARA EL MERCADO POTENCIAL DE LOS POSIBLES PRODUCTOS.**

Dado el tipo de productos que se pueden obtener de aceite lubricante se han seleccionado dos para ofrecer en el mercado: Bases lubricantes para la fabricación de aceite lubricante o como combustible para calderas (utilizadas en la industria cementera, procesos químicos e industriales, generación de vapor, y generación de energía) se realizará una evaluación preliminar del mercado potencial para estos dos productos.

#### **1. MERCADOS POTENCIALES**

##### **MERCADO POTENCIAL PARA BASES LUBRICANTES.**

Para las bases lubricantes a nivel del país existe dos fabricantes con plantas de producción en el país los cuales corresponden a:

- **TERPEL S.A:** Su planta principal se encuentra ubicada en la ciudad de Bucaramanga, y abastece de productos lubricantes a los mercados de Colombia, Ecuador, Panamá y Chile. La planta de procesamiento se encuentra en el sector de Chimita y cuenta con una capacidad de procesamiento de 400.000 Galones mensuales de procesamiento de aceites lubricantes<sup>81</sup>.

---

<sup>81</sup>Fuente: Vanguardia Liberal, 04/11/2008.

- **Gulf Lubricantes (GulfOil International):** Con una planta de procesamiento de 170.000 Galones mensuales y que tiene proyecciones de ampliar su planta a una capacidad de 400.000 Galones Mensuales, la planta se encuentra ubicada en el sector de Fontibón en Bogotá, que en Colombia es representada por el grupo Prolub S.A. que posee un laboratorio para el análisis de aceites nuevos y usados. La empresa tiene su origen y base principal en Houston Texas.<sup>82</sup>

Las dos empresas mencionadas anteriormente serían los principales clientes potenciales u objetivos para la empresa de reciclaje de lubricantes basada en una planta de re-refinación de lubricantes.

## **MERCADO POTENCIAL PARA PRODUCTOS COMBUSTIBLES**

Partiendo de la premisa en la que el producto final a desarrollar será combustible para calderas, se establecen los posibles sectores y empresas que utilizan dentro de sus procesos combustibles como materia prima, de esta evaluación preliminar se identificaron los siguientes sectores:

- Industria ladrillera.
- Industria de producción de cemento.
- Industria de fundición de metales.
- Empresas de procesamiento de alimentos y procesamiento de concentrado.

---

<sup>82</sup> Fuente: El mundo al instante, 15/10/2008.

De esta evaluación se puede concluir que existe un mercado potencial en el cual la demanda que requiere el mercado es significativamente alta, y se posee un mayor número de participantes en el mercado.

## 2. ANÁLISIS POR SECTORES

### INDUSTRIA CEMENTERA

Se puede observar que el aceite usado posee un potencial uso en la producción de cemento, sin embargo se enfrenta contra uno de los combustibles que posee un bajo precio como lo es el carbón mineral. Por lo que un mercado con mayor potencial correspondería al uso de aceite usado como combustible para calderas de tipo industrial.

Tomando como referencia producción de cemento en Unión Europea, los principales combustibles utilizados corresponden a:

**Tabla 43 Composición de combustibles usados en la industria de cemento en Unión Europea**

Combustible	%
Pet coke <sup>83</sup>	39
Carbón Mineral	36
Aceite combustible	7
Lignite	6
Gas	2
Desechos	10

<sup>83</sup>En Colombia aún no se tiene disponibilidad del Pet Coke (Coke producido a partir del proceso de refinación del petróleo), pero a futuro la refinería de Cartagena y Barrancabermeja podrían estar produciendo grandes cantidades de este producto.

Para el caso de Colombia los combustibles más utilizados corresponderían al Carbón mineral (Coal), el Fuel Oil, aceite usado y en menor medida Biomasa.

Al realizar una comparación entre las cantidades de combustibles con propósitos industriales generadas en Colombia, incluyendo el aceite usado, carbón, fuel Oil y gas, se puede observar que las cantidades recicladas de lubricante usados recolectadas son marginales en comparación con los otros combustibles.

**Tabla 44 Producción y consumo de carbón y fuel Oil en Colombia**

<b>Combustible</b>	<b>Cantidad producida</b>	<b>Cantidad consumida</b>	<b>Cantidad exportada</b>	<b>Generación de energía consumo país. (millones de MBTU anuales)</b>
Carbón	72,8 Millones de toneladas anuales	6,1 Millones de toneladas anuales	66,7 Millones de toneladas anuales	152'000.500
Fuel oil <sup>84</sup>	59.437 Barriles por día	2.325 Barriles por día	57.112 Barriles por día.	6'891.393
Consumo de gas natural	810 MPCD (millones de	86 MPCD (millones de		30'960.000

<sup>84</sup> Fuel Oil o combustóleo, Crudo Castilla y crudo Rubiales con destino a la industria año 2009.

<b>Combustible</b>	<b>Cantidad producida</b>	<b>Cantidad consumida</b>	<b>Cantidad exportada</b>	<b>Generación de energía consumo país. (millones de MBTU anuales)</b>
para uso industrial.	pies cúbicos día).	pies cúbicos día).		
Aceite lubricante usado	27'100.000 galones anuales	12'734.737 galones anuales		1'825.269

**Fuente:** Los Autores

El Precio promedio para el carbón Colombiano exportado para el 2011: 122,77 USD/Ton<sup>85</sup>. El precio promedio por tonelada en dólares<sup>86</sup>78,85 USD/Ton

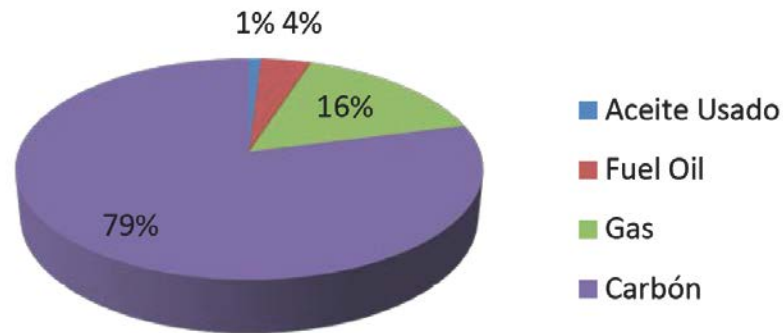
Para tener una base de comparación más exacta se puede realizar este mismo análisis sobre la base de la energía generada por cada una de ellas; como resultado de esta nueva evaluación se obtiene que los aceites reciclados no constituirían una fuente suficiente para la sustitución de otros combustibles dado a que representa menos del 1% de la capacidad de generación de energía de los combustibles utilizados a nivel industrial<sup>87</sup> consumidos en el país.

<sup>85</sup> Sistema de información minero Colombiano SIMCO.

<sup>86</sup> Este precio promedio por año y promedio por tipos de carbón exportado año 2009.

<sup>87</sup> No sean tenido en cuenta los combustibles vehiculares en estos cálculos, solo se han tomado los combustibles industriales.

**Figura 20 Porcentajes de uso de combustibles. Generación de energía a nivel industrial**



**Fuente:** Los Autores. Tomado de: Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Balances Energéticos 1975 – 2006.

Por lo que se puede concluir que los combustibles generados a partir de aceite reciclado no representa una fuente alternativa considerable en la producción de energía; pero si se debe tener en cuenta que el aceite usado puede servir como una fuente combustible que ayudaría a incrementar el suministro del mercado doméstico de combustibles para uso industrial.

Otro de los usos potenciales para los aceites usados como combustibles es su uso como combustible en procesos de combustión (combustibles para calderas, hornos de fundición), dado a que estos equipos, utilizados en las industrias de producción de alimentos y fundiciones pequeñas de metales, no son de

capacidades industriales altas, ni cuentan con la infraestructura para el manejo del carbón.

Para estos usos a diferencia de los procesos de producción de cemento, el aceite usado requiere un tratamiento para la eliminación de los contaminantes generados en el proceso de combustión, una de las ventajas que posee en este uso es que no compite con combustibles de bajo costo como lo es el carbón por lo que se puede tener un precio de venta superior para en el sector de los combustibles de calderas y hornos.

A modo de ejemplo se presenta a continuación un análisis del uso de del aceite combustible y del carbón en la producción de cemento para complementar los datos descritos anteriormente:

Para la producción de 1kg de clinker (Kilns) se necesita 1500 kcal, por lo tanto si tenemos en cuenta que la capacidad calorífica del carbón es de 6799 kcal/kg, se necesitan 0,23 kg carbón/kg clinker. Si consideramos que la producción diaria es de 25.000 toneladas de clinker la necesidad de carbón diario sería de 5.746 toneladas lo cual implicaría un uso de 38.525 Mega calorías por día. Teniendo en cuenta la gravedad relativa del aceite, su densidad, su capacidad calorífica; la cantidad de galones de aceite usado que se requerirían sería de 215.546 galones diarios.<sup>88</sup>

---

<sup>88</sup>Datos de consumos de carbón y aceite obtenidos en la Revista de Subproductos Industriales de Colombia "aceite usado generado por motores en la ciudad de Cali. alternativas de uso"

Para Santander, el cálculo del consumo mensual estimado del producto a desarrollar es aproximadamente **1.413.981,76** galones, se presenta el análisis de las empresas registradas a la fecha en la Cámara de Comercio de Bucaramanga, su capacidad y el consumo estimado mensual.

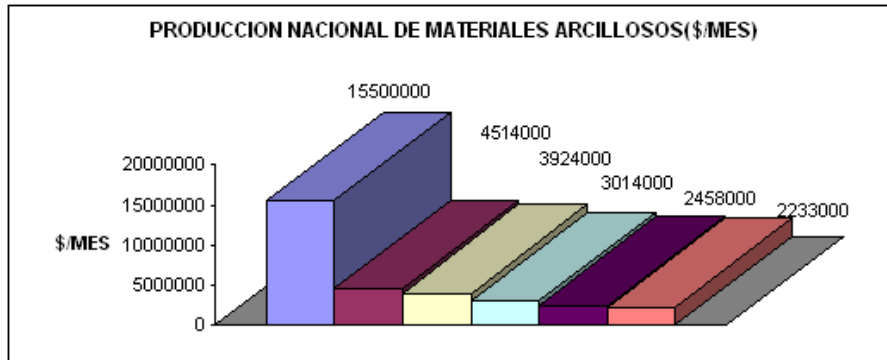
## **INDUSTRIA LADRILLERA**<sup>89</sup>

... Colombia exporta alrededor de US\$214.7 millones de materiales de construcción de los cuales 30.4% (US\$65.260 millones) corresponden a la venta de productos elaborados con arcilla, según lo corroboran recientes cifras de Proexport. En Colombia se producen 376.947 toneladas mensuales de ladrillo, es decir 4.523.367 al año. A continuación se presenta el aporte aproximado que hacen los principales lugares como fuentes productoras de ladrillo: El país cuenta con un total de 1.924 unidades productoras de ladrillo, de las cuales solo 88%, es decir 1.694 se encuentran en operación; 2% (34) están liquidadas y 10.2% (96) están cerradas temporalmente. Lo anterior es una muestra de la amplia capacidad instalada que tiene Colombia para producir ladrillo de muy alta calidad.

---

<sup>89</sup> Producción y comercialización del ladrillo, [www.monografias.com](http://www.monografias.com). Tomado de: <http://www.monografias.com/trabajos14/ladrillocolomb/ladrillocolomb.shtml> [Marzo 7 de 2012, 7:30 p.m.]

**Figura 21 Producción nacional de materiales arcillosos (\$/mes)**



**Fuente:** Producción y comercialización del ladrillo, [www.monografias.com](http://www.monografias.com).

Sin embargo se está utilizando solo 53.4% de esta capacidad, lo cual indica que es vital realizar acciones de diversa índole que permitan dinamizar la industria y jalonar nuevos negocios. Es por ello que no solo se debe pensar en vender localmente los productos sino aprovechar las oportunidades a nivel arancelario y la preferencia comercial que pueda existir por los productos colombianos en el exterior.

Según datos reportados por el Departamento de Mercadeo de Corferias durante la última Feria Internacional de Expoconstrucción y Expodiseño, donde participaron 213 empresas nacionales y extranjeras de reconocida trayectoria en el sector de la construcción y el diseño, el 90% de los expositores hizo contactos comerciales importantes y negocios inmediatos y de cada 100 personas que ingresó al recinto 20 realizaron negocios. A dicha feria llegaron 30 compradores internacionales procedentes de **Centroamérica, el Caribe, México, Suramérica y Estados Unidos** con la intención de comprar **tejas, cerámicas y pisos**, entre otros por la calidad de estos productos colombianos.

Hasta hace unos pocos años, la industria ladrillera en Colombia tenía un considerable atraso con respecto a los estándares internacionales. Con la última bonanza de la construcción, experimentada a principios de la década del 90, los industriales tuvieron que tecnificar sus procesos, con el objeto de aumentar la capacidad de producción y la calidad de sus productos y de rebajar costos de producción. Esta tecnificación se basó en lo siguiente:

1. Uso de máquinas de extrusión de mayor capacidad y eficiencia.
2. Cambio de los secaderos naturales por los artificiales, que presentan mayores niveles producción y capacidad de recuperación de calor proveniente del horno.
3. Instalación de hornos más eficientes (intermitentes, Hoffmann y Túnel), que consumen menos energéticos y tienen mayor capacidad de producción.

Con esta posibilidad de progreso y modernización, la eficiencia energética en los procesos de cocción mejoró hasta en una tercera parte. Sin embargo, aún se tienen grandes potenciales de ahorro en la industria ladrillera, a partir de cambios tecnológicos y/o de sustitución de combustibles.

Esas perspectivas modernizadoras contrastan con la fuerte recesión que atraviesa el sector de la construcción, derivada de la actual crisis económica del país. En 1999, el aporte de la construcción al PIB nacional disminuyó en un 20%, con respecto a 1998. A eso se agrega el efecto combinado de los bajos precios del ladrillo y el incremento excesivo del precio de los energéticos en el último año (cerca del 200% para el Crudo de Castilla y del 85% para el fuel Oil, con respecto

a diciembre de 1998). Los bajos precios y el incremento mencionados han conducido a las fabricas a que operen entre el 45% y el 50% de su capacidad.

La fuerte recesión también ha obligado a la industria ladrillera a retroceder al uso de combustibles y de tecnologías menos eficientes, por su bajo precio. Así entonces, la industria ladrillera se encuentra funcionando a pérdida o en su punto de equilibrio. Además, se han cerrado muchas empresas y han quedado sin empleo sus trabajadores, en esta, una industria caracterizada por ser muy intensiva en el empleo de mano de obra semicalificada y no calificada.

### *Emisión de Contaminantes*

A continuación se resumen las emisiones de contaminantes de la industria ladrillera en las cinco regiones y se comparan con el nivel de producción en cada región. Se incluyen los casos especiales.

La comparación de los porcentajes de participación de emisiones en la producción, calculados aquí como la relación entre las emisiones y la producción (entregadas en toneladas), muestra que la generación relativa más baja de monóxido de carbono (CO) se presenta en los casos especiales.

**Tabla 45 Emisión de contaminantes por uso energético regiones y casos especiales**

	Suroccidente		Noroccidente		Orient/Atlántico		Centro		Casos Especiales	
	Ton/mes	Emisión	Ton/mes	Emisión	Ton/mes	Emisión	Ton/mes	Emisión	Ton/mes	Emisión
Producción	16.500		79.732		36.720		166.175		59,725	
Emisión CO	377	0,0228	768	0,0096	339	0,0092	644	0,0039	122	0,0020
Emisión SO2	10	0,0006	105	0,0013	90	0,0024	189	0,0011	75	0,0013
Emisión NOx	10	0,0006	30	0,0004	12	0,0003	36	0,0002	13	0,0002
Emisión de Partículas	153	0,0093	675	0,0085	204	0,0055	717	0,0043	121	0,0020

**Fuente:** Producción y comercialización del ladrillo, [www.monografias.com](http://www.monografias.com).

Esto obedece a que en esas empresas se tienen mejores procesos, materias primas y temperaturas de operación y una adecuada tecnología. Mientras menor es la emisión de CO, mayor es la eficiencia en la combustión y, por tanto, menor el derroche de energía en los humos de escape. De igual manera, es menor la emisión de material particulado a la atmósfera...

#### *Cifras del mercado*<sup>90</sup>

En Colombia se producen 376.947 toneladas mensuales de ladrillo, es decir 4.523.367 al año, según se desprende del estudio contratado por Anfalit a la firma Camargo y Asociados Ingenieros Constructores, el cual acaba de ser entregado al público. La investigación refleja que las ventas totales de la industria ladrillera nacional se estiman en \$31.643 millones mensuales, que representan 52.9% de las ventas potenciales de la industria ladrillera. Bogotá participa con 49% del mercado, es decir \$15.500 millones mensuales, seguido por Santander del Norte con 14.3%, que equivalen a \$4.514 millones; Antioquia con 9.5% (\$3.014 millones); Valle 7.8% (\$2.458 millones) y el Eje Cafetero con 7.1% (\$2.233 millones). El estudio revela también que el país cuenta con un total de 1.924

<sup>90</sup> <http://www.construdata.com/BancoConocimiento/L/ladrillosdiagnostico/ladrillosdiagnostico.asp>

unidades productivas, de las cuales sólo 88%, es decir 1.694 se encuentran en operación; 2% (34) están liquidadas y 10.2% (96) están cerradas temporalmente.

Lo anterior es una muestra de la amplia capacidad instalada que tiene Colombia para producir ladrillo de muy alta calidad. Sin embargo, se está utilizando sólo 53.4% de esta capacidad, lo cual indica que es vital realizar acciones, de diversa índole, que permitan dinamizar la industria y jalonar nuevos negocios. Es de anotar que la industria ladrillera nacional genera 12.204 empleos directos, los cuáles se podrían incrementar en la medida que exista una mayor capacitación y conocimiento acerca de las oportunidades que brinda la industria.

De este total de empleos, 10.447 son operarios, 526 técnicos, 273 profesionales y 959 administrativos. Igualmente genera alrededor de 13.500 empleos directos y se estima que cerca de 4.077 participan ocasionalmente en la actividad productiva de los chircales.

## **INDUSTRIAS DE FUNDICIÓN<sup>91</sup>**

En Colombia la industria manufacturera estuvo altamente concentrada en los cuatro principales centros urbanos, a pesar de que contaba con una red urbana importante que incluía más de treinta centros mayores de cien mil habitantes.

---

<sup>91</sup> Génesis de la industria colombiana: la fundición. Ibid, COLCIENCIAS, Pag. 40 Tomado de: <http://es.scribd.com/doc/40106280/GENESIS-DE-LA-INDUSTRIA-COLOMBIANA> [Marzo 12 de 2012. 9:30 p.m.]

Las cuatro áreas metropolitanas más grandes (Bogotá y Soacha, Medellín y Valle de Aburra, Cali y Yumbo, Barranquilla y Soledad) concentraban alrededor del 70% de las actividades industriales. Las industrias metálicas estaban concentradas de manera similar con la sola limitación impuesta a la mayor siderúrgica colombiana por la proximidad a los yacimientos que explota.

La mayor concentración de estas industrias se encontraba en Bogotá, Medellín y, en menor escala, Cali. La fundición, específicamente, apareció con establecimientos dispersos por todo el país, porque el volumen de producción de los establecimientos que están fuera de Bogotá, Medellín y Cali es un porcentaje bajísimo del total nacional.

Tanto en hierro como en acero fundido los volúmenes más altos se concentraron en Medellín, Bogotá y Cali, que conjuntamente alcanzaban el 88.5% del hierro y el 95.5% del acero; en los no ferrosos la concentración en estos tres centros urbanos era del 97.4%. Además de la concentración geográfica, existía otra por tamaño de empresa. Aunque aparezca un gran número de fundiciones no solamente en todo el país, sino también en las ciudades donde se concentraba la fundición, la diferencia entre el tamaño de aquellas hace que la producción se concentraba en unas cuantas fundiciones de mayor tamaño.

En Santander, la participación de estas empresas no es significativa, siendo el cálculo del consumo mensual estimado del producto a desarrollar aproximadamente de **4363,51** galones.

## INDUSTRIAS DE ALIMENTOS

En Santander, la participación de estas empresas es significativa, siendo el cálculo del consumo mensual estimado del producto a desarrollar aproximadamente de **836.724,00** galones. En el **anexo 1**, se presenta el análisis de las empresas registradas en bancos gratuitos de la web, con ellos se calcula su tamaño y el consumo estimado mensual.

### 3. CRITERIOS PARA LA ESTIMACIÓN DEL MERCADO

Para la determinación de la demanda se realizó una clasificación de consumos dependiendo del tamaño de las empresas por sector en la tabla 2, se indican los consumos mensuales establecidos para la estimación.

**Tabla 46 Criterios para la determinación de la demanda**

Tamaño de empresa	Número de empleados				Consumos por Sector (galones/mes)			
	Ladrillero	Cemento	Fundición	Alimentos	Ladrillero	Cemento	Fundición	Alimentos
Grande	20 a 50	N.A.	>8	20 a 50	1,036.43	1413981.76	300.93	20,160.00
Mediana	10 a 20		8 a 4	10 a 20	744.73		150.47	20.00

	Número de empleados			Consumos por Sector (galones/mes)			
	< 10		<4	< 10			
Pequeña	< 10		<4	< 10	214.79		75.23 252.00
Nota: como criterio para determinar el tamaño de la empresa se estableció el número de empleados, dependiendo del sector.							

**Fuente:** Los Autores. Base de datos Cámara de Comercio de Bucaramanga. 2012

Con base en datos obtenidos de la cámara de comercio de Bucaramanga se estable el consumo de combustibles por sector y el consumo consolidado que se resume en la tabla mostrada a continuación.

**Tabla 47 Consumos estimados mensuales por sector (Galones/mes)**

Sector	Cantidad de empresas según tamaño.			Potencial	Corrección de demanda para el producto
	Pequeña	Mediana	Grandes		
Ladrillero	18	3	3	24.639	24,639.91
Cementero			3	1.413.981	70,699.09
Fundición	18	4	4	4.363	4,363.51
Alimentos	67	20	34	836.724	819,840.00

Sector	Cantidad de empresas según tamaño.			Potencial	Corrección de demanda para el producto
	Pequeña	Mediana	Grandes		
<b>TOTAL DEMANDA</b>				<b>2.279.709</b>	<b>919.542</b>
<p>Nota: 1. Para la industria del cemento, se debe considerar que su combustible actual es principalmente el carbón que por sus características no permite permitiría una entrada real de competencia para el producto tipo fuel Oil #4. 2. Para la industria de alimentos, es necesario corregir el potencial de la demanda para aquellas pequeñas empresas cuyo combustible es el gas.</p>					

**Fuente:** Los Autores. Base de datos Cámara de Comercio de Bucaramanga. 2012

Como se puede observar de la tabla la demanda estimada total posible para el fuel Oil #4 producido a partir del aceite lubricante es de 919.542 galones mensuales, de este demanda total se considera que el mercado podría absorber con facilidad la producción de la empresa y es posible obtener suficiente clientela, que actualmente se abastece del fuel Oil producido a partir de procesos de refinación que en comparación con el fuel Oil producido a partir del aceite lubricante usado posee una mayor cantidad de elementos contaminantes.

## **ANEXO 4 EVALUACIÓN FINANCIERA**

*Ver formato Evaluación Financiera.xlsx.*