ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE ECONOMÍA Y NEGOCIOS

PROYECTO DE DESARROLLO DE UNA REFINERÍA DE BIODIESEL, POR MEDIO DE LA PRODUCCIÓN EXISTENTE DE PALMA AFRICANA, PARA SU COMERCIALIZACIÓN EN LA CIUDAD DE QUITO”

Tesis de Grado

Previa la obtención del Título de:

Economía con mención en Gestión Empresarial, Especialización Finanzas

Presentado por
Glenda Mariela Chávez Mieles
Richard Omar Gallegos Cruz
Miriam Isabel Tapia Cárdenas

Guayaquil-Ecuador
2010

DEDICATORIA

A mis padres, por su apoyo incondicional, y a mis hermanos.

Miriam Tapia Cárdenas

Con mucho cariño se la dedico a mis padres por su incansable ayuda, a mis hermanos, a mi esposa e hijo y a toda mi familia por su apoyo.

Richard Gallegos Cruz

Dedico este proyecto a todas las personas que me aprecian y que confiaron en mí, muy en especial a mi familia por su apoyo y paciencia.

Glenda Chávez Mieles

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme vida y fortaleza, a mis padres por su apoyo y cariño incondicional en todo momento, y a mis hermanos por su ayuda y comprensión.

Miriam Tapia Cárdenas

Papá Dios te agradezco por permitirme culminar mis estudios, por brindarme salud y fortaleza y haber logrado alcanzar una de mis metas.

Richard Gallegos Cruz

Agradezco primero a Dios porque me ha dado sabiduría y Fe para alcanzar mis metas, luego a mis padres y hermanos por haberme incentivado y apoyado siempre en todos los años de mi vida

Glenda Chávez Mieles

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Homero Villacís
Presidente Tribunal

Econ. Maria Elena Romero Msc.
Director de Tesis

DECLARACIÒN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este proyecto me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

Glenda Chávez Mieles

Richard Gallegos Cruz

Miriam Tapia Cárdenas

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto pretende, inicialmente, demostrar la viabilidad de fabricar biodiesel, pero existen muchos tipos de éstas, tanto por la variedad de materia prima como por su contenido. El estudio de mercado determinará precisamente el tipo de biodiesel que es mas conveniente elaborar para el parque automotor de la ciudad de Quito. Por tanto, se define de una forma general al producto.

El biodiesel es un combustible líquido muy similar en propiedades al aceite diesel, pero obtenido a partir de productos renovables, como son los aceites vegetales y las grasas animales.

Comúnmente se refiere como biodiesel al éster producido en la transesterificación de un aceite vegetal (mezclas de triglicéridos de diferentes ácidos grasos), con un alcohol (generalmente etanol ó metanol), utilizándose como catalizador NaOH ó KOH.

En Europa, el biodiesel es producido principalmente a partir del aceite de la semilla de canola (también conocida como colza o rapeseed) y el metanol, denominado comercialmente como RME (Rapeseed Methyl Ester), el cual es utilizado en las máquinas diesel puro o mezclado con aceite diesel, en proporciones que van desde un 5% hasta un 20%, generalmente. En algunos países, se lo utiliza puro.

Además de la colza, en los últimos años se ha producido biodiesel a partir de soya, girasol y palma, siendo esta última la principal fuente vegetal utilizada en Malasia para la producción de biodiesel PME y PEE (Palm Methyl Ester y Palm Ethyl Ester).

El biodiesel puro es biodegradable, no tóxico y esencialmente libre de azufre y compuestos aromáticos, sin importar significativamente el alcohol y el aceite vegetal que se utilice en la transesterificación.

El uso por primera vez de aceites vegetales como combustibles, se remontan al año de 1900, siendo Rudolph Diesel, quien lo utilizara por primera vez en su motor de ignición - compresión y quien predijera el uso futuro de biocombustibles.

Durante la segunda guerra mundial, y ante la escasez de combustibles fósiles, se destacó la investigación realizada por Otto y Vivacqua en el Brasil, sobre diesel de origen vegetal, pero fue hasta el año de 1970, que el biodiesel se desarrolló de forma significativa a raíz de la crisis energética que se sucedía en el momento, y al elevado costo del petró1eo alcanzado como consecuencia de los factores políticos existentes.

Las primeras pruebas técnicas con biodiesel se llevaron a cabo en 1982 en Austria y Alemania, pero solo hasta el año de 1985 en Silberberg (Austria), se construyó la primera planta piloto productora de RME. Hoy en día países como Alemania, Austria, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Malasia y Suecia son pioneros en la producción, ensayo y uso de biodiesel en automóviles. En su producción se destacan instituciones como: BDP (Bioenergy Development Program of Canadá), PORIM (Palm Oil Research Institute of Malasia), COPERATIVE ASPERHOFEN - Austria y CENPES/DIPROD del Brasil; en investigación y ensayo son lideres las universidades de Missouri, Iowa, Illinois e Idaho en los Estados Unidos, Saskatchewan en Canadá, Göttingen en Alemania y Graz en Austria, además de las instituciones: NBB (National Biodiesel Board), DOE (US

Department of Energy), USB (United Soybean Board) y FPRF (Fats and Proteins Research Foundation).

En complemento de los comentarios anteriores es importante observar quienes son los principales productores de biodiesel del mundo en la siguiente tabla.

• Alemania, que concentra el 63%
• Francia con el 17%
• Estados Unidos con el 10%
• Italia con el 7%
• Austria con el 3%.

Tabla # 1.1
Producción de biodiesel en el mundo en miles de toneladas métricas

PAIS	PORCENTAJE %
Alemania	63
Francia	17
Estados Unidos	10
Italia	7
Austria	3

Elaborado por los Autores

1.2 HISTORIA DEL BIODIESEL

A pesar de que el petróleo y el gas natural se acumularon bajo la corteza terrestre mediante procesos que duraron millones de años, las reservas parecen estar agotándose con solo su utilización por el hombre desde hace poco más de un siglo. De allí que ante un no lejano agotamiento de estas fuentes de energía no renovables, la humanidad, ayudada por tecnologías que antes ni se tomaban en cuenta, está empezando a atender el hecho de que sí hay fuentes de energía renovables, que es necesario explorar

El calentamiento de la atmósfera es el principal desafío medioambiental que hoy afronta la humanidad a nivel mundial. Ninguna población es ajena al problema y a sus consecuencias.

Los dos gases responsables del fenómeno llamado "Efecto Invernadero" son el anhídrido carbónico (CO2) y el metano. En el caso del dióxido de carbono, ello ocurre debido mayormente al uso de combustibles fósiles (petróleo y carbón) como fuente de energía. Lo ideal sería que se pudieran utilizar combustibles alternativos que sean capaces de reducir la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera.

Una de las alternativas para la solución del problema es el llamado "Biodiesel". Al sustituirse (en forma parcial o total) los combustibles actuales (naftas, gasoil, fuel oil), por éste puede, lograrse un balance de emisiones mucho más favorable.

La contribución de los combustibles fósiles convencionales a las emisiones de CO_2 es muy relevante. En América Latina, el transporte es responsable del 21% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Teniendo en cuenta los problemas de cambio climático, el continuado incremento de los precios del petróleo y sus derivados, así como una preocupación cada vez mayor por garantizar el suministro de fuentes de energía primaria como el petróleo, la utilización de biomasa, y en particular los biocombustibles, para usos energéticos tiene cada vez mayor interés.

El sector del transporte representa en Ecuador el 37.5% del consumo final de energía del año 2007, en la ciudad de Quito representa el 51.14% del consumo final de energía y las estimaciones para el año 2012 (escenario eficiente) son del 47.64%, según un estudio conjunto del Ministerio de Energía y Medio Ambiente, publicado en el Diario Expreso a mediados del mes de febrero del 2008.

Los combustibles derivados del petróleo, como el diesel, tanto en el ciclo biológico en su producción como en el uso, emiten entre un 20 y 80% de emisiones de CO_2 mayores que los biocombustibles. Asimismo, emiten dióxido de azufre, benceno y otras sustancias consideradas nocivas y perjudiciales para la salud humana, según reportes de la Fundación Natura.

Los efectos ambientales en la capital de Ecuador son, en este caso, de primera importancia, pues los autobuses y camiones que utilizan diesel son responsables de un 40% de la contaminación del aire de Quito, según estudios de Corpaire.

Los biocarburantes son un sustituto directo e inmediato para los combustibles líquidos utilizados en el transporte y pueden ser fácilmente integrados en los sistemas logísticos actualmente en operación en la ciudad de Quito. Reemplazar un porcentaje, por ejemplo, de gasoléo y gasolinas de automoción por biocombustible (biodiesel) es el más camino más simple en el sector del transporte.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO PROPUESTO

El Biodiesel es un aceite (similar al vinagre) que puede ser obtenido de diferentes tipos de aceites o grasas animales o vegetales, como soja, colza, palmera, entre otras; mediante un proceso denominado *transesterificación*; los aceites derivados orgánicamente se combinan con el alcohol (etanol o metano) y son químicamente alterados para formar esteres grasos, como *etil* o *metilester*. El Biodiesel funciona en cualquier motor Diesel.

Estos esteres grasos, pueden mezclarse o no con diesel petrolífero. Al porcentaje de biodiesel puro que se encuentra en el combustible, se le denomina porcentaje de biomasicidad o, simplemente, bioesteraje. Así, el Biodiesel B30 tiene un 30 % de bioesteraje, es decir, un 30 % de estéres grasos y un 70 % de diesel petrolífero.

Su energía específica es un 5% menor que la del gasoil, pero su elevada lubricidad compensa esta diferencia, por lo que el rendimiento energético de ambos combustibles es esencialmente el mismo.

La lubricidad del biodiesel es notable; duplica la vida útil de los motores que lo utilizan.

La fabricación del biodiesel es sencilla, y no requiere de economías de escala: Se parte de un aceite vegetal, que se somete a un proceso llamado de *transesterificación*. Como resultante de esto se obtiene biodiesel, y un subproducto genéricamente conocido como *glicerol*, que tiene más de 1,600 usos en el agro, la industria, la medicina, los cosméticos, y la alimentación.

El biodiesel que se obtiene solo requiere filtrado previo antes de ser usado. Como no se degrada con el tiempo, como lo hace el gasoil fósil, puede almacenarse en forma sencilla y económica.

El biodiesel reduce la contaminación por cuanto las emisiones netas de dióxido de carbono (CO_2) y de dióxido sulfuroso (SO_2) se reducen un 100 %. La emisión de hollín se reduce un 40-60%, y las de hidrocarburos (HC) un 10-50 %. La emisión de monóxido de carbono (CO) se reduce un 10-50%.

El biodiesel es 100% biodegradable dado que en menos de 21 días, desaparece toda traza de el en la tierra. Su toxicidad es inferior a la de la sal común de mesa. Su combustión genera, de acuerdo al aceite vegetal que se utilice, un olor similar al de las galletas dulces, o al de las papas fritas.

En Europa, es producido principalmente a partir del aceite de la semilla de canola (también conocida como colza o rapeseed) y el metanol, denominado comercialmente como RME (Rapeseed Methyl Ester), el cual es utilizado en las máquinas diesel puro o mezclado con aceite diesel, en proporciones que van desde un 5% hasta un 20%, generalmente. En Alemania y Austria se usa puro para máximo beneficio ambiental.

Hoy en día países como Alemania, Austria, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Malasia y Suecia son pioneros en la producción, ensayo y uso de biodiesel en automóviles.

Los litros de BIODIESEL que se obtienen por hectárea, dependerán del cultivo que da origen al aceite vegetal:

- Soja (*Glicine max*): 420 litros
- arroz (*Oriza sativa*): 770 litros
- tung (*Aleurites fordii*): 880 litros
- girasol (*Helianthus annuus*): 890 litros
- maní (*Arachis hipogaea*): 990 litros
- colza (*Brassica napus*): 1 100 litros
- ricino (*Ricinus communis*): 1 320 litros
- jatropa (*Jatropha curcas*): 1 590 litros.
- aguacate (*Persea americana*): 2 460 litros
- coco (*Cocos nucifera*): 2 510 litros
- cocotero (*Acrocomia aculeata*): 4 200 litros
- palma africana (*Elaeis guineensis*): 5 550 litros

La ecuación económica del biodiesel dependerá también del tipo de residuo sólido que la extracción del aceite genera. Si este residuo es apto para uso humano, o para alimentos balanceados, el costo del aceite vegetal será proporcionalmente menor. Si por el contrario sólo sirve para ciertos alimentos balanceados, o para uso industrial y/o fertilizante, entonces el costo del aceite vegetal será mayor.

El alcohol se utiliza en una proporción del 15 al 20%. La proporción de alcohol utilizada es similar a la proporción de glicerol que se obtiene como subproducto. Se puede recuperar una parte del alcohol usado durante el proceso.

En este momento, tomando en cuenta los valores de los alcoholes, y de los granos oleaginosos, como asimismo los precios de mercado de los alimentos balanceados, y del glicerol, el precio resultante del biodiesel para el productor ecuatoriano, oscila entre los 25 y los 45 centavos de dólar por litro.

El biodiesel, además de sus ventajas ambientales, permite un ahorro substancial en los costos de producción del sector agropecuario.

Igualmente, mejora la relación productos primarios/petróleo, y representa la única respuesta económicamente válida a los subsidios del sector agropecuario en los países industriales.

Y en la medida en que suba el precio del petróleo, las ventajas del biodiesel serán cada vez mayores.

Es por estas razones que los directivos de los cultivadores asociados de palma africana (ANCUPA) se han reunido con el Alcalde de Quito, y tanto él como el Concejo Metropolitano han manifestado todo su apoyo para desarrollar una refinería de biodiesel en Quito o en sus cercanías, a fin de aprovechar las 60,000 hectáreas de plantaciones de palma de Santo Domingo de los Colorados y las de la Amazonía Norte.

1.4 EXPERIENCIAS EN OTROS PAISES

En Europa

Aunque el biodiesel es ligeramente más barato que el diesel convencional en la estación de servicio, los agricultores que cultivan la colza reciben un subsidio de la Unión Europea. El biodiesel (más específicamente el rapeseed methyl ester o RME) es considerado como una opción obvia para la diversificación del combustible del sector transporte debido a las siguientes ventajas:

1. El uso inmediato en cualquier motor diesel, generando un acceso rápido al mercado.
2. El biodiesel es totalmente compatible con los sistemas de distribución del diesel.
3. Ofrece un balance energético favorable.
4. Por su alto contenido de oxígeno, disminuye significativamente las emisiones de contaminantes a la atmósfera.
5. Es un producto no - tóxico y biodegradable.

En Italia

Que es uno de los países con más altos impuestos en combustibles, el biodiesel está libre de impuestos como paso lógico para penetrar más fácil al mercado

En Francia

Mezclan 5% de aceite vegetal en el diesel directamente en los centros de producción del diesel y aunque el consumidor no nota las ventajas del nuevo producto, ésta estrategia evita la construcción separada de infraestructura costosa y así, grandes volúmenes pueden introducirse en el mercado francés anualmente.

En Estados Unidos

Mezclan el 20% de metilester de soya con Diesel fósil, principalmente por razones de precio. La mezcla 80/20, junto con el uso de convertidores catalíticos, ha recibido recientemente certificación de la EPA para el programa de Buses Urbanos.

En Alemania y Austria

Dados los grandes beneficios del diesel, éste se comercializa puro, destacándose su sensibilidad ambiental protegiendo lagos, aguas subterráneas, bosques, etc. y menos contaminación, smog, etc. de taxis y buses en ciudades.

En Canadá

Las materias primas más utilizadas para la producción de Biodiesel son soya, colza y canola o rapeseed (una planta forrajera cuyas semillas proporcionan hasta 45% de aceite).

http://www.corpodib.com/estudios2.htm - arriba**Principales Emisiones del Aceite Diesel**

El aceite diesel o ACPM (Aceite Combustible Para Motores Diesel), es un destilado medio obtenido en la destilación atmosférica del petróleo crudo, en tal forma que su índice de cetano, el cual mide la calidad de ignición, sea de 45 como mínimo.

Las principales emisiones generadas por los sistemas de compresión - ignición (máquinas diesel), son:

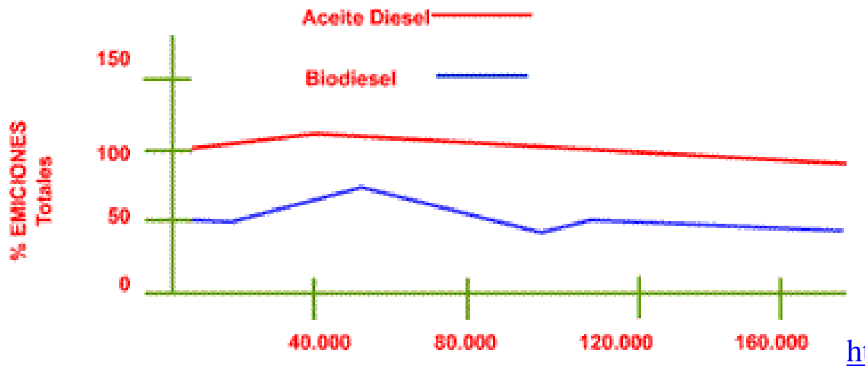
- Hidrocarburos (HC)
- Óxidos de Nitrógeno (NOx)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Partículas (Pt) Ø
- Óxidos de Azufre (SOx)
- Dióxido de Carbono (CO2)

Comparación Promediada de las Emisiones del Biodiesel Mezclado y el Aceite Diesel

Los estudios realizados para comparar las emisiones del biodiesel y el aceite diesel los llevaron a cabo la Universidad de Idaho y la compañía alemana Mercedes Benz en 1994. Los ensayos realizados fueron con mezclas al 20% de RME, PME y SBME, mientras que el combustible utilizado por la Mercedes Benz fue una mezcla al 20% de RME. De éstos estudios se concluyó lo siguiente: los niveles de hidrocarburos se pueden llegar a reducir con el biodiesel hasta en un 47%, el monóxido de carbono en un 12%, el dióxido de carbono en un 50%, las partículas o smoke en un 72% y los óxidos de azufre en un 99%; el estudio demostró en cambio que los óxidos de nitrógeno aumentaron hasta en un 6%, con el uso de biodiesel en comparación con el aceite diesel.

Gráfico # 1.1

Emisiones Producidas por un auto Mercedes Benz cada 40.000 km recorridos, utilizándose como combustible RME al 20% y aceite diesel. (Las emisiones del aceite diesel equivalen al 100%).



http://www.corpodib.com/estudios2.htm - arriba

Comparación entre el biodiesel y el aceite diesel

Propiedades:

Propiedades del biodiesel como la viscosidad y el flash point, dependen significativamente de la fuente vegetal utilizada para su producción y del alcohol que se utilice en la transesterificación. La siguiente tabla muestra valores promediados de las propiedades del biodiesel puro a partir de colza y de palma.

Tabla # 1.2

Comparación de Propiedades entre el Biodiesel y el Aceite Diesel

Propiedad	RME	REE	RME	Aceite Diesel
Calor de combustión (BTU / Lb)	17,506	17,500	>17,000	19,652
Flash POINT (ºF)	338	365	230	176
Punto de niebla (ºF)	26	30	-	7
Punto de fluidez	6	-5	-	-18
Viscosidad (Cs)º 104º F	5.7	6.1	4	3.51
Densidad (Lb / gal)º 70ºF	7.2	7.31	7.5	7.07
% en peso de azufre	0.001	0.008	0.01	0.36

Fuente: *Phoenix Chemical Lab, Inc. Chicago USA 2008*
Elaborado por los Autores

1.5 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Evaluar la factibilidad técnica, de mercado, financiera y social de implementar una planta procesadora de palma africana para la producción de biodiesel como una alternativa de energía renovable en las cercanías de la ciudad de Quito.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Describir la situación actual del biodiesel en el Ecuador y en el mundo

- Identificar y analizar la población objetivo que demandaría el biodiesel en la ciudad de Quito

- Definir el tamaño y localización óptima de la planta procesadora, mano de obra requerida y estructura funcional para la producción óptima de biodiesel.

- Realizar un estudio económico de la planta procesadora de biodiesel en las cercanías de la ciudad de Quito

- Evaluar financiera y socialmente la viabilidad y factibilidad del producto

1.6 ANÁLISIS DEL SECTOR AUTOMOTOR

La industria automotriz es una de las más importantes a nivel mundial. Su producto, los vehículos, son esenciales para el funcionamiento de la economía global. Además, es una gran generadora de empleo directo e indirecto, y es también, una de las mayores contribuyentes a los ingresos gubernamentales alrededor del mundo.

De acuerdo a la Organización Mundial de Fabricantes de Vehículos (OICA, por sus siglas en francés), en el 2007 se produjeron más de 73 millones de vehículos entre automóviles, camionetas, vans, buses y camiones. En los últimos cinco años, del 2002 al 2007, la producción de vehículos creció en tasas cercanas al 5% promedio anual.

Los mayores fabricantes mundiales han tratado de controlar los excesos de producción en Europa y América con ritmos de fabricación inferiores a la media. Es por esta razón y con el objetivo de reducir costos, que prácticamente todos los fabricantes han trasladado parte de su producción al Asia.

En el caso de China, gracias al número de sus habitantes y a sus ventajas competitivas (mano de obra barata, entre otras), ha duplicado su producción automotriz en tan sólo tres años, pasando de 5.2 millones de unidades en el 2004 a 8.8 millones en el 2007. En tan solo tres años China ha invertido USD 3,600 millones para construir un gigantesco parque industrial en el que se instalarán fábricas de vehículos. Se estima que su demanda interna de vehículos crece al 60% anual.

Es tan significativo el crecimiento de la producción en los países asiáticos que al 2006 casi cuatro de cada diez automóviles fabricados en el mundo (37%) tuvo como origen una planta en ese continente, cuando sólo cinco años atrás Europa y América dominaban la actividad automotriz.

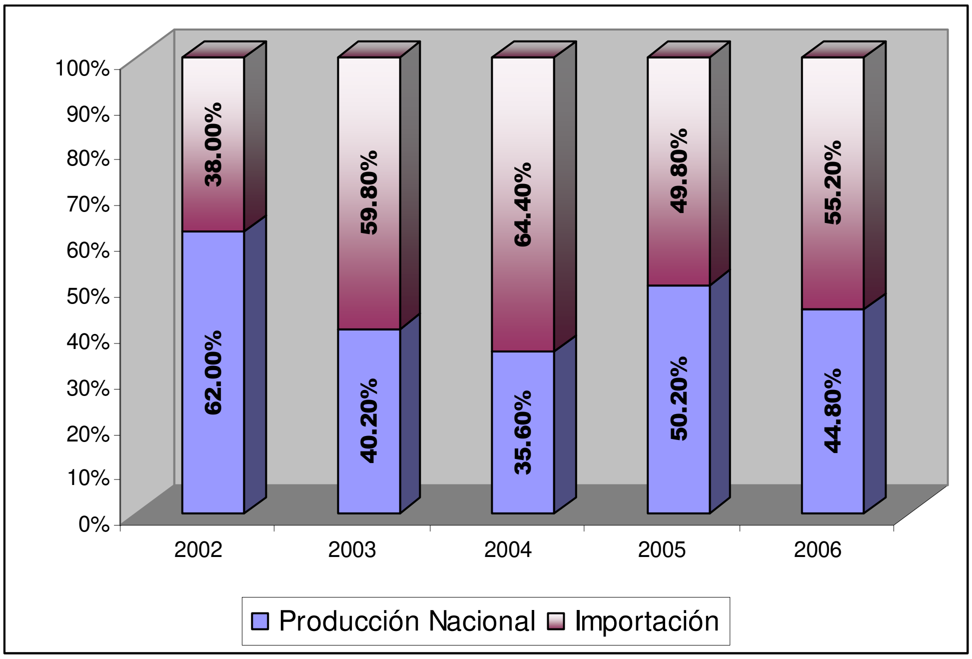
1.6.1 OFERTA

La oferta total del sector está constituida por la suma de la producción nacional de vehículos (parte de la cual es a su vez exportada) y la importación de estos bienes.

Como se puede observar en el gráfico a continuación, durante el periodo 2002 – 2006, la oferta total ha estado compuesta básicamente por la importación de vehículos, con la excepción del año 2002 en el cual más del 60% correspondió a producción nacional, y del año 2005 el cual la composición fue aproximadamente en partes iguales (50% cada una).

Gráfico # 1.2

Estructura de la Oferta Total de Vehículos



Fuente: *Banco Central del Ecuador*

Elaborado por los Autores

En el 2008 la oferta total de vehículos alcanzó las 89,300 unidades, es decir, 4.81% más de los registrados en el 2007, toda una cifra record para el sector automotriz ecuatoriano, superando la cifra alcanzada en el año 2006 un promedio de (78,000 unidades).

Tabla # 1.3

Oferta Total de Vehículos

	2005	2006	2007	2008
Miles unidades	69.3	78.0	85.2	89.3
Variación		12.55%	9.23%	4.81%

Fuente: *AEADE*

Elaborado por los Autores

1.7 DEMANDA INTERNA

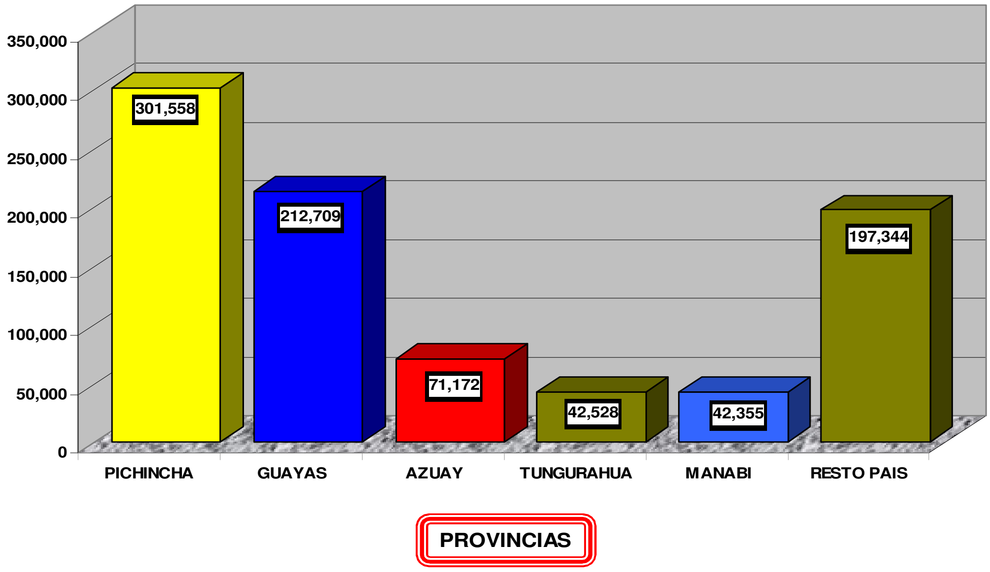
1.7.1 Situación del Transporte en el Ecuador[1]

En el año 2008, se matricularon en el país 867.666 vehículos, 103.580 más que en el 2007, correspondiendo a la provincia de Pichincha el mayor número con 301.558, en segundo lugar se ubica la provincia del Guayas con 212.709 vehículos, cifras que en conjunto representan el 59.3% del total de automotores existentes en el país, le sigue en importancia Azuay con 71.172 vehículos, Tungurahua con 42.528 y Manabí con 42.355.

[1] Anuario de Estadísticas de Transporte, INEC. Quito – 2008

Gráfico # 1.3

Vehículos matriculados según provincia – Año 2008



Fuente y elaboración por: INEC

Del total de vehículos que circulan en el país, se determina que el 95.3% son automotores de uso particular, los de alquiler representan el 3.5%, los que pertenecen al Estado el 0.9% y los de uso Municipal, apenas el 0.3%. Un año atrás, en el 2007, la distribución por uso, fue en su orden: 95.1%, 3.9%, 0.7% y 0.3%.

Para la provincia de Pichincha, presentamos los siguientes cuadros estadísticos que serán fundamentales para nuestra investigación de mercado

Tabla # 1.4

Número de Vehículos motorizados matriculados, por clase

PICHINCHA	TOTAL	CLASE												
		Automóviles	Bus	Colectivo	Jeep	Furgoneta (P)	Motocicleta	Camioneta	Furgoneta C	Camión	Tanquero	Volqueta	Tráiler	Otra clase
	301,558	134,990	1,867	264	52,628	56	13,168	70,509	6,698	16,469	508	2,445	1,400	556

Fuente: *INEC, Anuario de Estadísticas 2008*

Elaborado por los Autores

Tabla #1.5

Número de vehículos motorizados matriculados, por uso y tipo de combustible

PICHINCHA	TOTAL	GASÓLINA	DIESEL	OTROS	USO DEL VEHÍCULO											
					PARTICULAR			ALQUILER			ESTADO			MUNICIPAL		
					GASOLINA	DIESEL	OTROS	GASOLINA	DIESEL	OTROS	GASOLINA	DIESEL	OTROS	GASOLINA	DIESEL	OTROS
	288,390	264,925	**23,423**	42	259,537	21,083	36	2,741	1,919	3	1,814	141	3	833	280	0

Fuente: *INEC, Anuario de Estadísticas 2008*

Elaborado por los Autores

1.8 PALMA AFRICANA

1.8.1 Situación actual de la Palma Africana en el Ecuador

Las favorables condiciones climáticas lo ubican al Ecuador en un lugar de privilegio para el cultivo de la palma africana, actividad que reúne todos los requisitos para convertirse en uno de los ejes de desarrollo social y de gran aporte para nuestra economía, en la generación de divisas que constituyen el pilar fundamental para sostener la dolarización en nuestro país.

El cultivo de la palma africana promueve importantes inversiones de aproximadamente 600 millones de dólares, genera fuentes de trabajo e impulsa el progreso de extensas zonas del Ecuador, no solo por el cultivo de esta oleaginosa perenne, sino por los negocios que se generan alrededor de la misma. En la actividad agrícola se encuentran empleadas directamente alrededor de 60,000 personas y se calcula que en los negocios relacionados a este cultivo como la comercialización e industrialización se ha generado adicionalmente 30,000 plazas de trabajo.

La Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Africana ANCUPA y su brazo comercializador FEDAPAL, se caracterizan por su organización, capacitación, transferencia tecnológica, investigación y promoción de este cultivo a lo largo de la cadena.

El cultivo de la Palma Africana tiene un gran potencial en el Ecuador, actualmente hay alrededor de 5.500 palmicultores, con un total de 207.285,31 ha. sembradas (según el último Censo de Palmicultores llevado a cabo en el 2005). Las zonas de producción se encuentran ubicadas principalmente en Santo Domingo de los Colorados, Quevedo, Quinindé y Francisco de Orellana. La mayoría de los productores son pequeños palmicultores con una extensión no mayor a 50 ha., y apenas 9 productores rebasan las 1.000 ha.

En el año 2005, existió una oferta creciente de fruta y aceite crudo de palma; la producción de aceite de palma en bruto fue de aproximadamente 320.000 TM., de estas 200.000 TM son absorbidas por la industria nacional, su excedente, es decir aproximadamente 120.000 TM se exportan principalmente hacia Venezuela y México. En cuanto a las importaciones de este producto, en el período comprendido entre los años 2002 al 2005 no se han registrado ya que el Ecuador es autosuficiente.

Tabla # 1.6

Superficie, producción y rendimiento de Palma africana

AÑO	SUPERFICIE (ha)			PRODUCCIÓN FRUTA DE PALMA TM	RENDIMIENTO (TM/ha)
	SEMBRADA	ACUMULADA	COSECHADA		
1995	6,961.62	72,210.03	51,996.73	185,205.71	3.56
1996	12,230.38	84,440.41	56,957.34	180,336.55	3.17
1997	12,413.39	96,853.80	65,248.41	203,308.26	3.12
1998	15,871.43	112,725.23	72,210.03	992,474.19	13.74
1999	16,135.16	128,860.39	84,440.41	1,336,232.48	15.82
2000	24,763.00	153,623.39	96,853.80	1,110,975.38	11.47
2001	22,570.03	176,193.42	112,725.23	1,026,982.29	9.11
2002	13,944.45	190,137.87	128,860.39	1,190,631.68	9.24
2003	7,648.15	197,786.02	153,623.39	1,309,660.77	8.53
2004	4,728.54	202,514.56	176,193.42	1,395,760.14	7.92
2005	4,770.75	207,285.31	190,137.87	1,596,690.78	8.40
2006	6,459.00	213,744.00	197,786.00	1,708,557.00	8.64
2007	10,225.00	223,969.00	202,515.00	1,981,506.98	9.78
2008	12,230.00	231,000.00	207,520.00	2,091,896.00	10.08
2009	14,250.00	240,000.00	215,825.00	2,238,335.00	10.37

Fuente: *ANCUPA*

Elaborado por los Autores

En el período comprendido entre los años 2006 y 2007, la superficie cosechada de palma africana tuvo un crecimiento del 9.78% al pasar de 197,786.00 ha en el 2006 a 202,515.00 en el año 2007, en cambio la producción de aceite de palma tuvo un crecimiento del 12.55% al pasar de 2352,120.40 TM. en el 2006 a 396,301.40 TM en el año 2007.

1.8.2 Aceite de Palma y Soya en la Industria Ecuatoriana

Los principales aceites crudos que requiere la industria aceitera en nuestro país son los de palma y el de soya y su utilización esta determinada de la siguiente manera: 73.6% aceite de palma, 24% aceite de soya y 2.4% otros aceites (algodón y pescado). La demanda industrial de aceite de palma es satisfecha con la producción interna, no así la demanda de aceite de soya que en un 95% se satisface a través de importaciones.

Con respecto al aceite de palma refinado, las importaciones en el año 2005 fueron 40,11 T procedentes de Colombia, en tanto que las exportaciones en el año 2005 alcanzaron un volumen de 20.190,24 TM cuyo destino principal fue Colombia, México y Venezuela.

1.8.3 Evolución de las Exportaciones Ecuatorianas

Para el período 2001 – 2005 las exportaciones de aceite de palma ecuatoriana han sido favorables, puesto que, año a año se han incrementado el valor en miles de dólares. Así del año 2004 con una cifra de 38,841.85 miles de dólares se pasa a un valor superior para el año 2005 de 47,875.86.

Tabla # 1.7

ECUADOR EXPORTACIONES DE ACEITE DE PALMA				
PERÍODO	VALOR FOB (MILES USD)	TONELADAS	VARIACIÓN FOB	VARIACIÓN TONELADAS
2001	2,273.00	3,928.63		
2002	14,585.89	31,825.66	542%	710%
2003	34,349.18	58,969.48	135%	85%
2004	38,841.85	66,244.85	13%	12%
2005	47,875.86	109,536.60	23%	65%

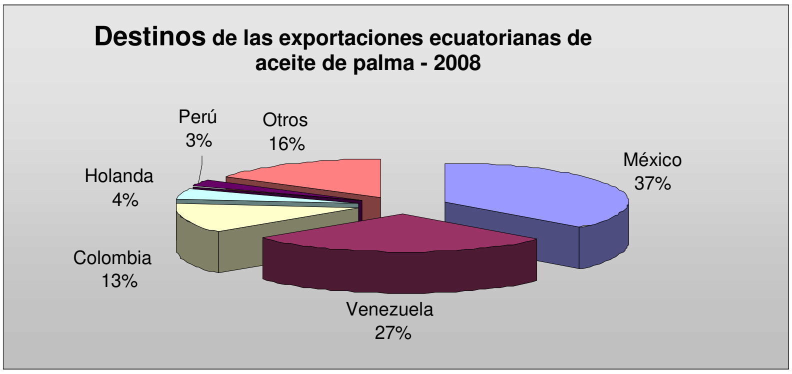
Fuente: *Banco Central del Ecuador, CORPEI*

Elaborado por los Autores

Principales Destinos de las Exportaciones

El principal país de destino de aceite de palma es México con una representatividad del 37% lo que en miles de dólares equivale a 17,676.75; lo sigue Venezuela con el 27%, Colombia con el 13%, Holanda con el 4% y Perú con el 3%. Teniendo una concentración del porcentaje total de exportaciones del 84% de estos cinco países.

Gráfico # 1.4



Fuente: *Banco Central del Ecuador, CORPEI*

Elaborado por los Autores

CAPÍTULO 2

ESTUDIO ORGANIZACIONAL, DE MERCADO Y TÉCNICO

2.1 ESTUDIO ORGANIZACIONAL:

2.1.1 MISION.-

Producir y brindar un biocombustible a partir de materia prima renovable, el cual a mas de ser económico, ayuda enormemente al ecosistema de la ciudad de Quito.

2.1.2 VISION.-

Concienciar a que las personas utilicen combustibles alternativos como el biodiesel que no contaminen al medio ambiente.

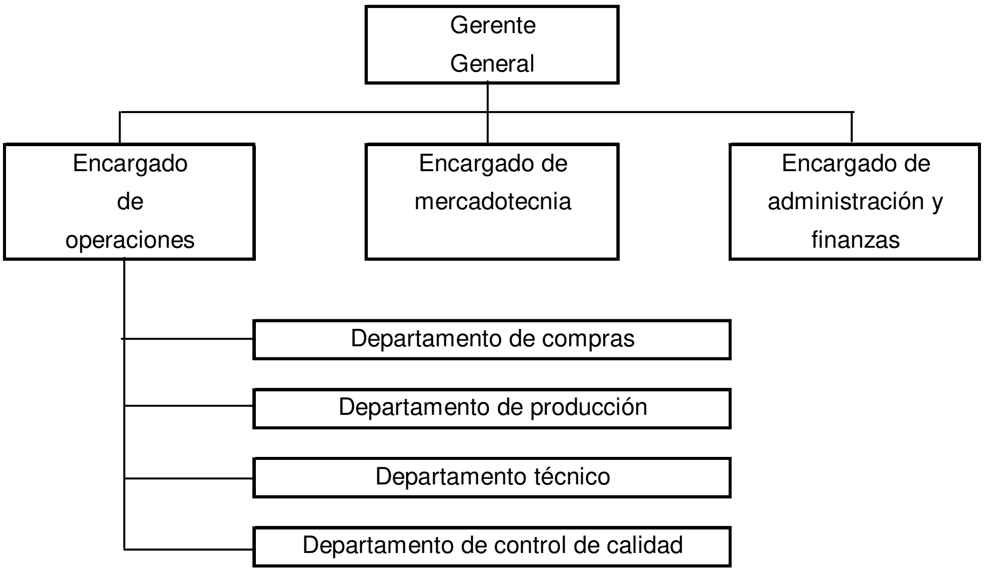
2.1.3 ORGANIGRAMA

En toda empresa se desarrollan, a un tiempo, diversas funciones interrelacionadas que producen ciertos resultados, y la calidad y cantidad de estos son responsabilidad fundamental de los empleados que tienen a su cargo dichas funciones.

En el caso particular de esta planta, se señalan las áreas funcionales y el bosquejo de organigrama más apropiados para una mediana empresa:

Gráfico 2.1

Áreas Funcionales



Elaborado por los Autores

El desarrollo óptimo de cualquier empresa requiere de la determinación y selección adecuada del personal que en ella participará.

Es imprescindible conocer las especialidades y habilidades requeridas con objeto de cumplir cabalmente con todas las actividades que se necesitan para lograr los propósitos del negocio. Conocido el tipo de empresa y, sobretodo, los objetivos de ésta hay que localizar mediante las diversas fuentes de reclutamiento al personal que reúna los requisitos para cada puesto, de acuerdo al perfil establecido.

Antes de iniciar nuestras operaciones, es necesario capacitar al personal en distintas áreas, dentro de un programa de entrenamiento que involucra necesariamente cuatro etapas: inventario de necesidades y diagnóstico de entrenamiento, planeación del entrenamiento, ejecución y evaluación de los resultados.

El uniforme indispensable para los operarios de la planta será el siguiente:

- ✓ Batas de algodón
- ✓ Guantes
- ✓ Cabello recogido y tapado (en el caso de las mujeres)
- ✓ Uñas cortas y limpias

2.1.4 MATRIZ FODA

Análisis FODA

Fortalezas:

- Es un combustible renovable
- Produce menos cantidades de dióxido y monóxido de carbono
- Presenta un alto índice de octanaje
- Menos inflamable que la gasolina y diesel.
- Disponibilidad de suelos aptos para cultivo de palma y luminosidad en varias zonas favorecen el ciclo vegetativo del mismo.
- Santo Domingo de los Colorados cuenta con excelentes condiciones edafoclimáticas para el desarrollo agrícola y empresarial.

Oportunidades:

- Ecuador posee alrededor de 214.000 hectáreas cultivadas con palma africana para la producción de aceite.
- Elaboración de biodiesel a base de palma africana es intensiva en mano de obra.
- Producción de biodiesel impulsaría la actividad agrícola en el país.
- Mayor promoción en la producción del biodiesel como combustible en los mercados latinoamericanos por parte de los Estados Unidos.
- Demanda mundial de Biodiesel como combustible esta en crecimiento El estudio de programas y convenios por parte del Gobierno, para la

ejecución de producción de biodiésel en Ecuador, fomentaría nuevas oportunidades económicas.

Debilidades:

- Produce menos poder calorífico que el diesel, por lo que requiere un mayor consumo.
- En climas fríos presenta dificultades para el encendido en los automóviles.
- Presenta problemas de corrosión en partes mecánicas.
- Producción de biodiesel como combustible en el Ecuador aún es insuficiente y desconocida

Amenazas:

- Costos de producción son más elevados
- Competencia desleal, ya que la mayoría de países subsidian la producción de biodiesel como combustible.
- Bajo nivel de organización de las fuerzas productivas en Santo Domingo de los Colorados repercute en una pobre utilización de recursos disponibles.
- El poco interés en la producción, conlleva a que se desaprovechan oportunidades que pueden alcanzarse en el mercado mundial de biocombustibles.
- Necesidad de innovación tecnológica en el desarrollo de nuevos cultivos como: aguacate, soya, coco, y demás materia prima disponibles

De acuerdo al análisis FODA realizado, el biodiesel posee varias características y oportunidades positivas para que el proyecto en cuestión pueda efectuarse. Mención especial, merece el apoyo del Gobierno Nacional al implementar el Plan Piloto, con la ayuda de los ministerios, lo que ayuda a contribuir a la protección del medio ambiente y al desarrollo de nuevos procesos tecnológicos, como la utilización de fuentes energéticas renovables

2.2 INVESTIGACIÓN DE MERCADO Y SU ANÁLISIS

2.2.1 Análisis de datos de fuentes primarias (aplicación de encuestas)

Junto con los promotores del proyecto, se determinó que el nivel de confianza que se requería era de 95%, con un error de 5% en los resultados de las encuestas. Para el cálculo del tamaño de la muestra que proporcione estos parámetros, es necesaria la desviación estándar del consumo. Para obtenerla se aplicó un muestreo piloto de 30 encuestas, preguntando cuál sería el consumo de un nuevo tipo de biocombustible (el biodiesel) obtenido de la palma africana y mezclado con diesel. La encuesta se aplicó a personas que actualmente manejan vehículos. La aceptación obtenida fue que la media de este potencial consumo es del 70% de la muestra con una desviación estándar de 0.4795. Con estos datos, se calcula el tamaño de muestra para aplicar la encuesta:

Nivel de confianza:	95%
Error:	5%
Desviación estándar:	0.4795

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{E^2}$$

$$\frac{1.96^2 \times 0.4795^2}{0.05^2}$$

$$n = \boldsymbol{353}$$

2.2.2 Macro y Microsegmentación

Antes de aplicar la encuesta, es necesario estratificar. La encuesta pretender estimar el consumo potencial de un nuevo biocombustible, biodiesel, en una población acostumbrada a utilizar combustibles fósiles en sus automóviles, especialmente gasolina super y extra. El diesel más bien es utilizado por camiones, buses urbanos e intercantonales, y algunos vehículos adaptados a utilizar este combustible. Se sabe que aproximadamente 8% del parque automotor de la ciudad de Quito utiliza diesel en sus vehículos[2], por lo que una primera estratificación es solo encuestar a las personas que actualmente usen diesel en sus vehículos ó, si bien no utilizan hoy en día diesel en sus automóviles, lo usuaria mezclado como biodiesel. Por otro lado, se sabe que no toda la población tiene capacidad económica para tener o comprar vehículos, por lo que se concluyó que todos los participantes en el estudio deberían pertenecer a familias que al menos tuvieran un ingreso de dos salarios mínimos (USD 400).

[2] Anuario de Transportes 2006, INEC

2.2.3 Encuesta aplicada para cuantificar el consumo de biodiesel

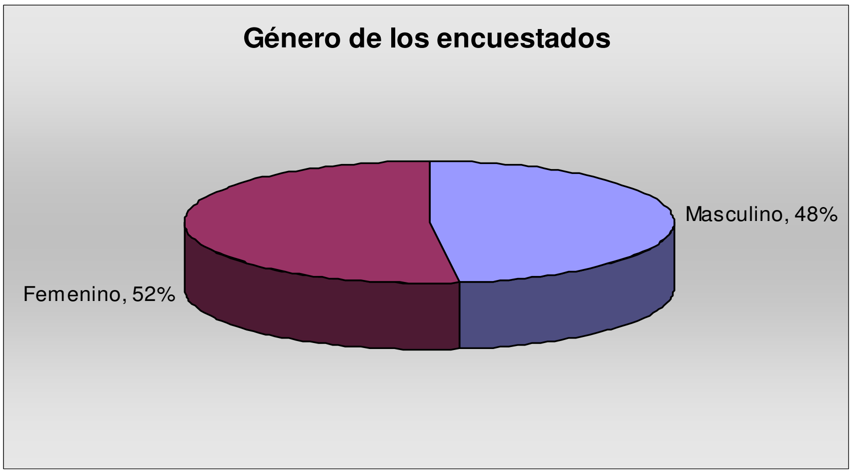
El formato de las encuestas, tanto piloto como final, se encuentra en el Anexo 1. Los resultados de las preguntas formuladas a las personas encuestadas en la ciudad de Quito, durante los días 29, 30 de octubre y 1ro de noviembre del 2008, en las zonas Norte, centro y sur de la urbe, se presentan a continuación.

2.2.4 Análisis de los resultados de la encuesta

La edad promedio de los encuestados fue de 28 años, siendo la edad mínima de 18 años, y la máxima de 64 años.

El 48% de los encuestados aleatoriamente fueron hombres, mientras que el porcentaje restante eran mujeres.

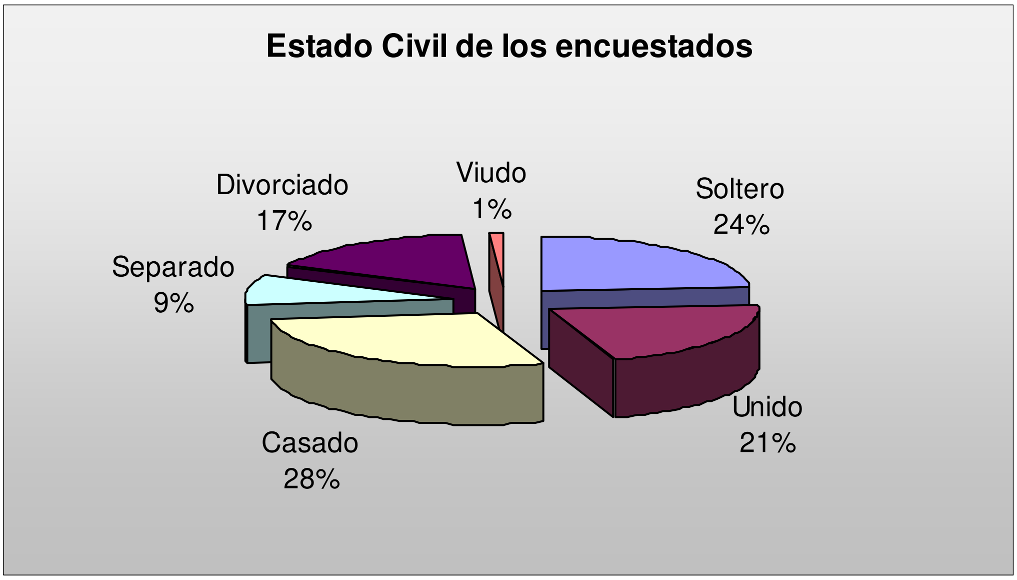
Gráfico # 2.2



Elaborado por los Autores

El porcentaje de casados fue mayor que el de solteros, aunque es importante la cantidad de personas unidas en la capital del Ecuador.

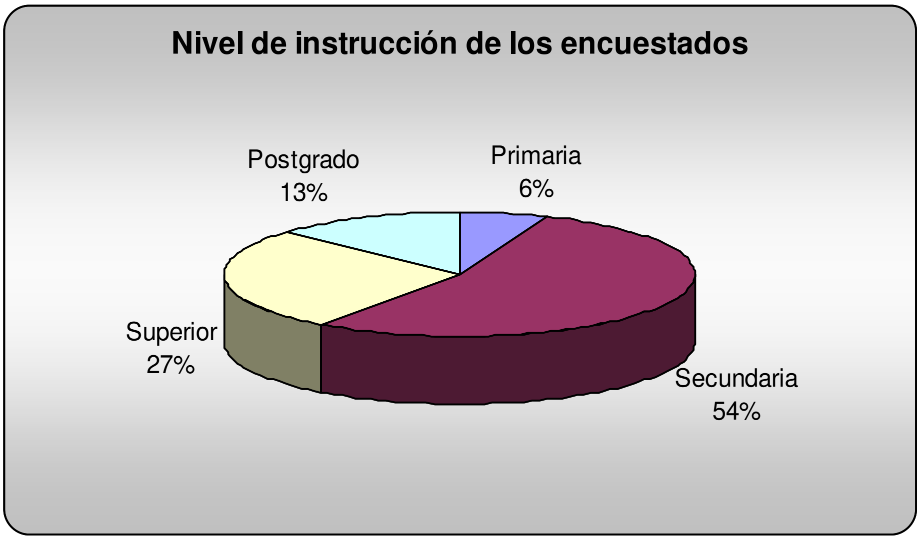
Gráfico # 2.3



Elaborado por los Autores

El 54% de los encuestados han acabado la secundaria, mientras que un 27% de la muestra ha estudiado en la universidad; un 13% de las personas entrevistadas tiene o va a tener un postgrado.

Gráfico # 2.4



Elaborado por los Autores

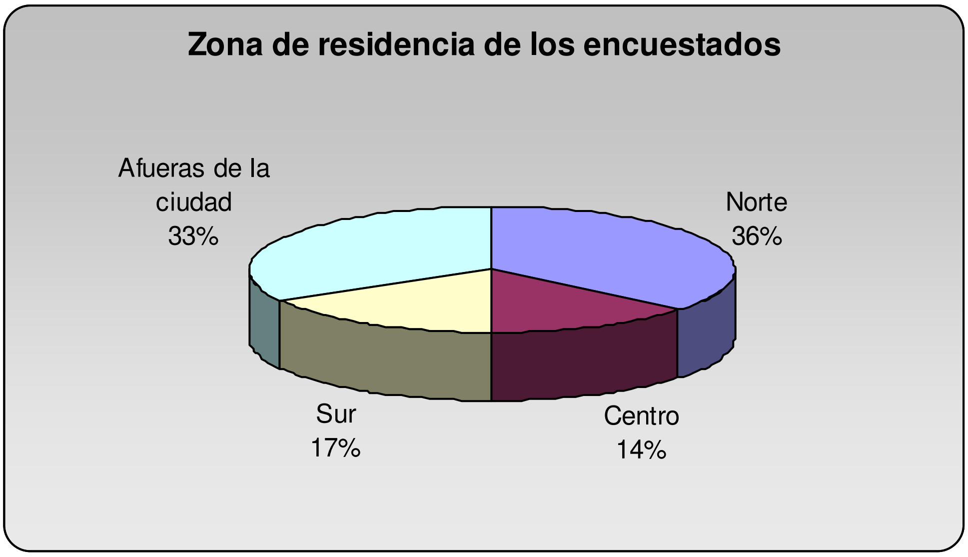
Un 64% de la muestra se encuentra ocupada, mientras que un 17% actualmente estudia, aunque hay un porcentaje que estudia y trabaja a la vez (21%). El desempleo en la muestra es del 8%.

Gráfico # 2.5

Elaborado por los Autores

El 36% de los encuestados habitan actualmente en el norte de la ciudad, pero un 33% habita en ciudadelas localizadas en las afueras de la ciudad, como Tumbaco, San Rafael y Cayambe, muchas de ellas habitadas por familias de clase social media alta y alta.

Gráfico # 2.6

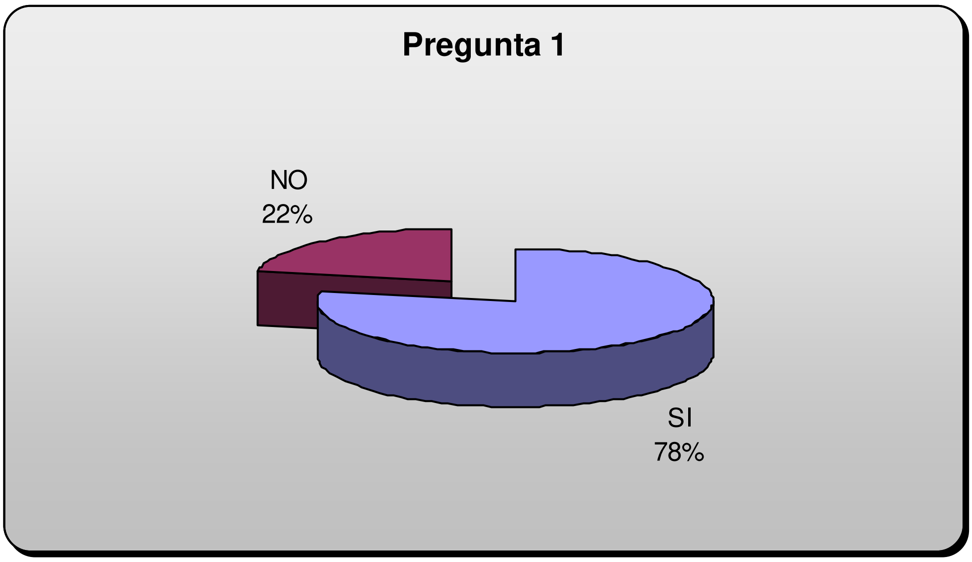


Elaborado por los Autores

1. ¿Conduce usted actualmente algún tipo de vehículo?

El 22% de los encuestados no sabe manejar vehículos, por lo que la encuesta continuó con el 78% restante.

Gráfico # 2.7

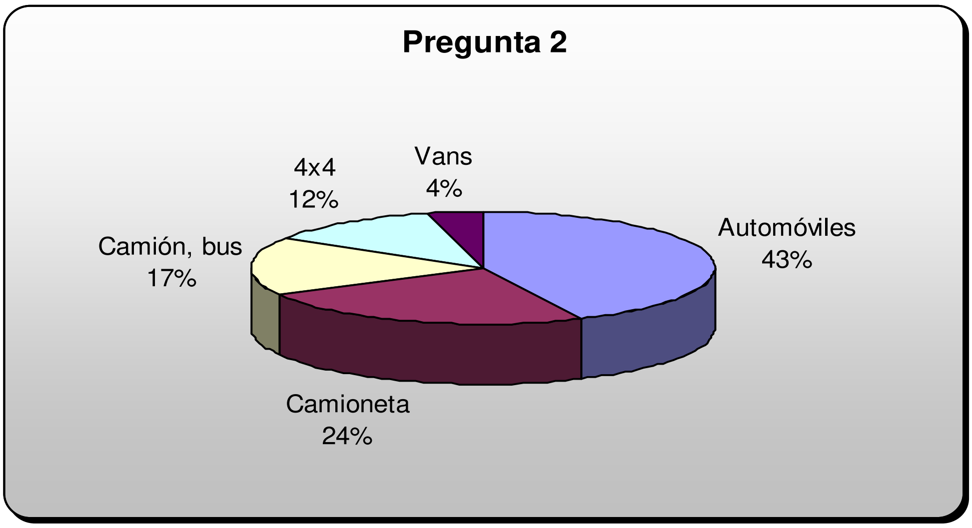


Elaborado por los Autores

2. ¿Qué tipo de vehículo usted maneja actualmente?

El 43% de la muestra estratificada conduce automóviles, mientras que un 24% conduce camionetas; un 17% conduce camiones y buses que utilizan diesel en la mayoría de los casos, aunque también hay autos y camionetas que usan diesel (ver pregunta 4)

Gráfico # 2.8

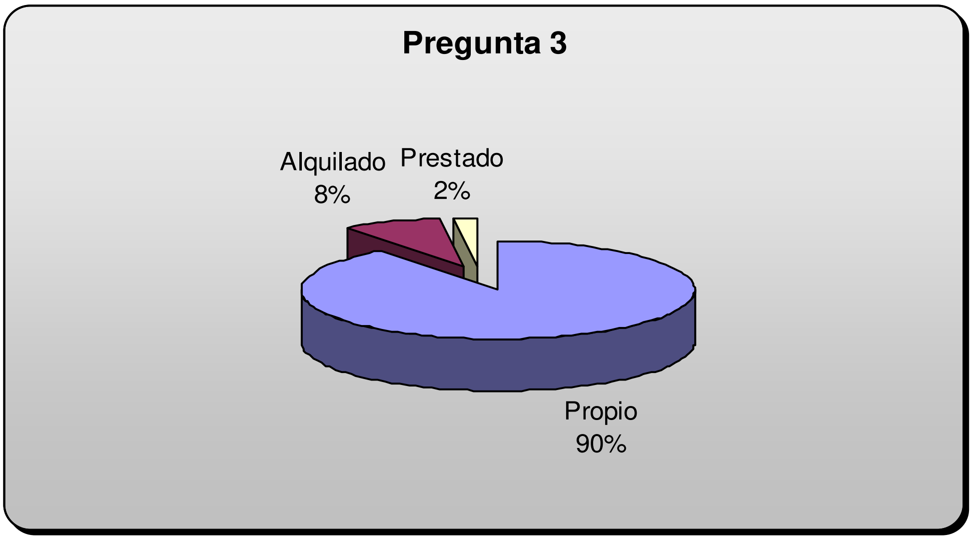


Elaborado por los autores

3. El vehículo que usted actualmente conduce es

El 90% de los vehículos que conducen los encuestados son propios, el 8% son alquilados, preferentemente usados como taxis cooperados y "piratas", y solo el 2% son prestados por familiares u amigos.

Gráfico # 2.9

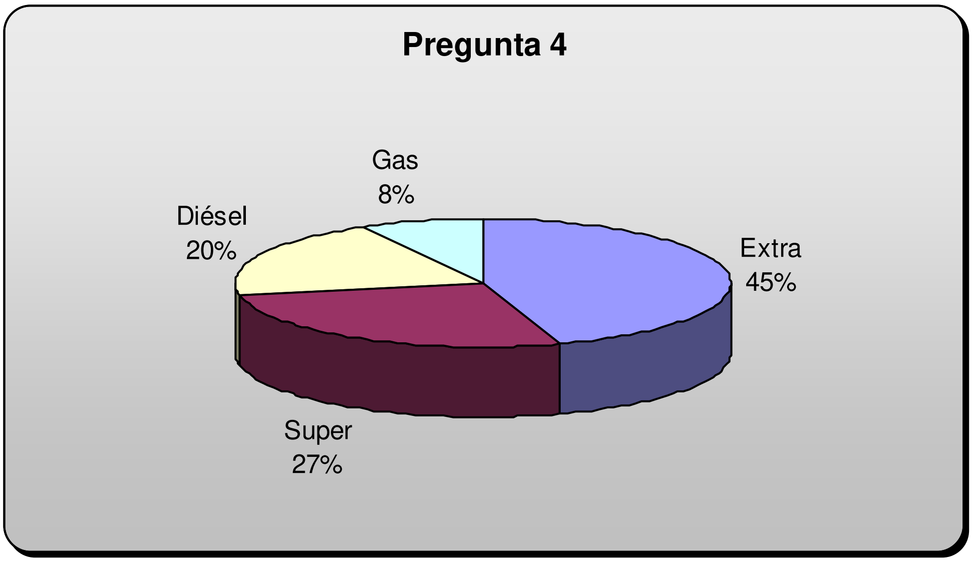


Elaborado por los Autores

4. ¿Qué tipo de combustible usa regularmente en su vehículo?

El 45% de los vehículos utiliza gasolina extra, el 27% gasolina súper, y el 20% diesel.

Gráfico # 2.10

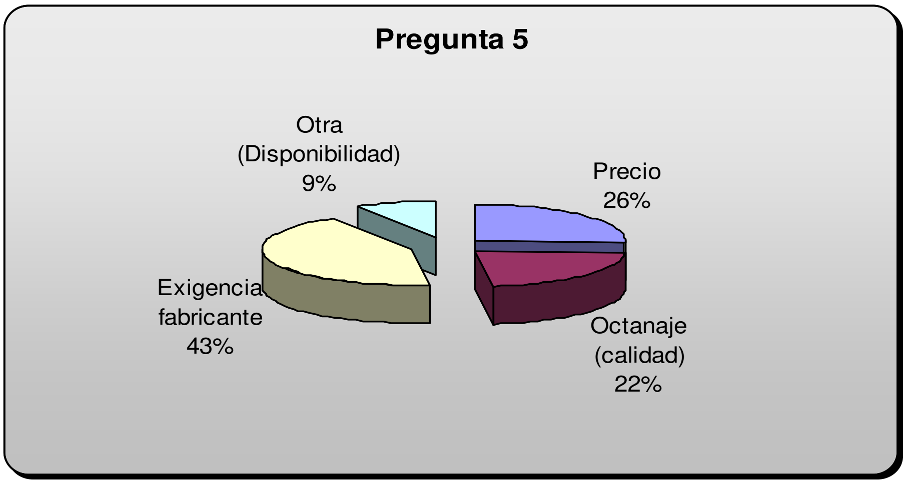


Elaborado por los Autores

5. **¿Cuál es la razón fundamental por la qué usted escoge un determinado combustible para su vehículo?**

El 43% de los encuestados respondió porque es la exigencia del fabricante o concesionaria en donde compraron el vehículo; un 26% le dio mayor preferencia al precio del combustible, mientras que el octanaje o calidad de la gasolina ocupa el tercer lugar con un 22% de preferencia

Gráfico # 2.11

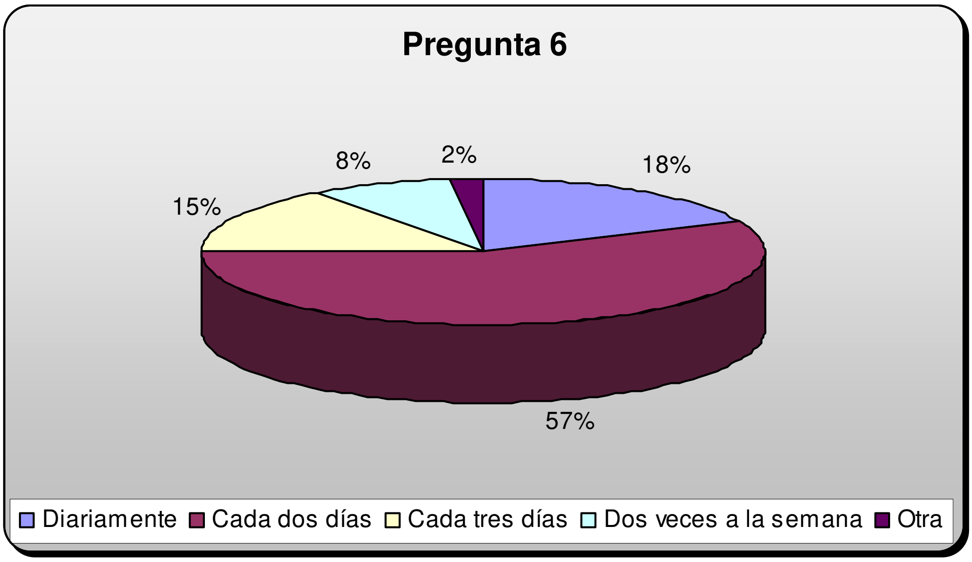


Elaborado por los Autores

6. ¿Con qué frecuencia le pone combustible a su vehículo?

En la ciudad de Quito, según los resultados de la encuesta, el 57% de los entrevistados le pone gasolina a sus vehículos cada dos días, mientras que un 18% lo hace diariamente.

Gráfico # 2.12

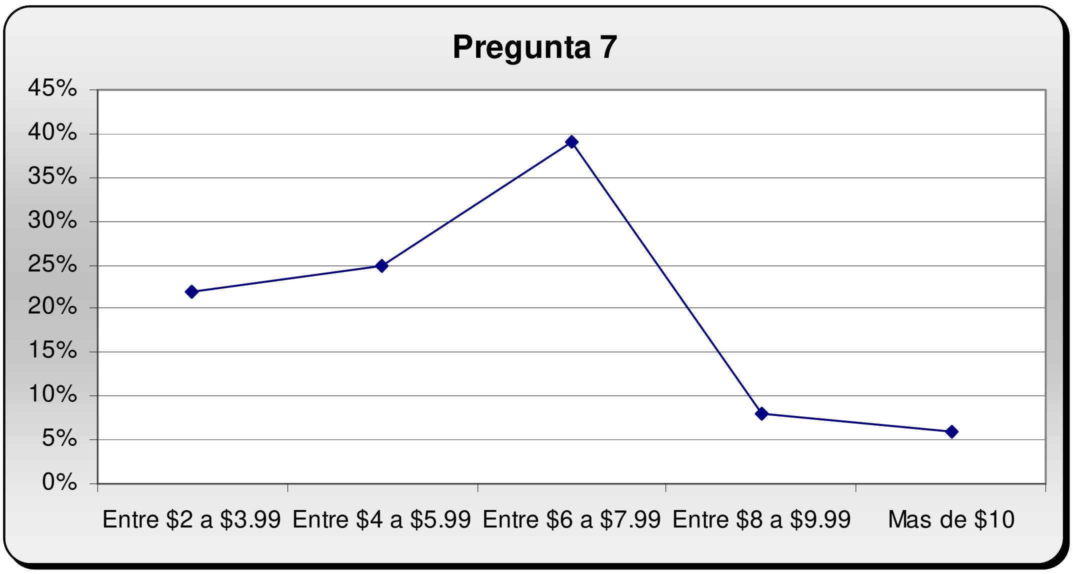


Elaborado por los Autores

7. **En promedio, ¿cuánto gasta cada vez que surte de combustible a su vehículo?**

El 39% de los encuestados gasta entre $6 a $7.99 en gasolina cada vez que surten de combustible su vehículo, mientras que un 25% gasta entre $4 a $5.99

Gráfico # 2.13

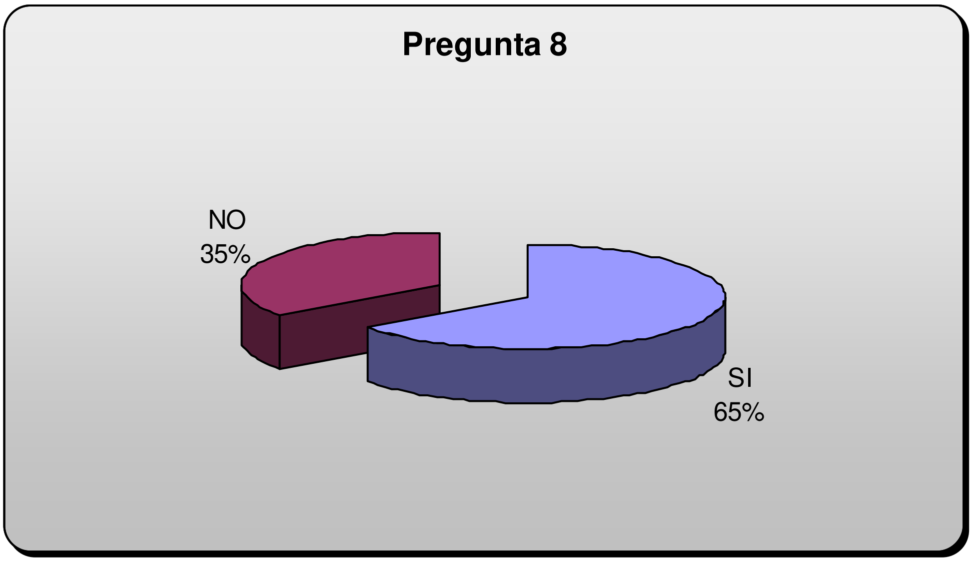


Elaborado por los Autores

8. ¿Ha escuchado usted sobre el biodiesel?

El 65% de los entrevistados si han escuchado sobre el biodiesel, mientras que un 35% no saben sobre el biocombustible.

Gráfico # 2.14

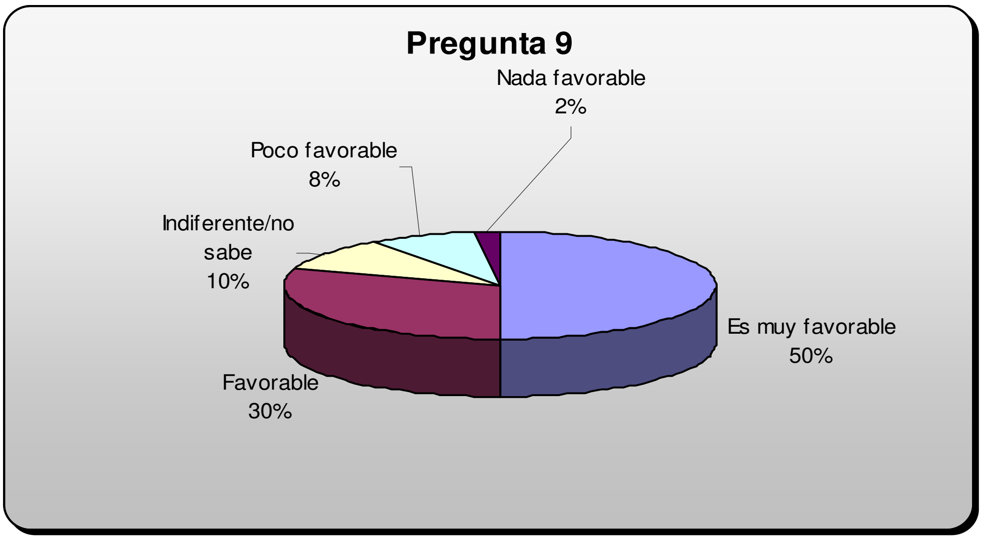


Elaborado por los Autores

9. ¿Qué opina usted sobre el uso del biodiesel, obtenido por medio de una transformación del aceite de la palma africana, como un combustible renovable y amigable con el medio ambiente, con una mezcla de 80% diesel y 20% de aceite?

El 50% de los encuestados que han escuchado sobre el biodiesel creen que es muy favorable, mientras que un 30% cree que solo es favorable, lo que le da un 80% de aceptación por parte de esta muestra.

Gráfico # 2.15

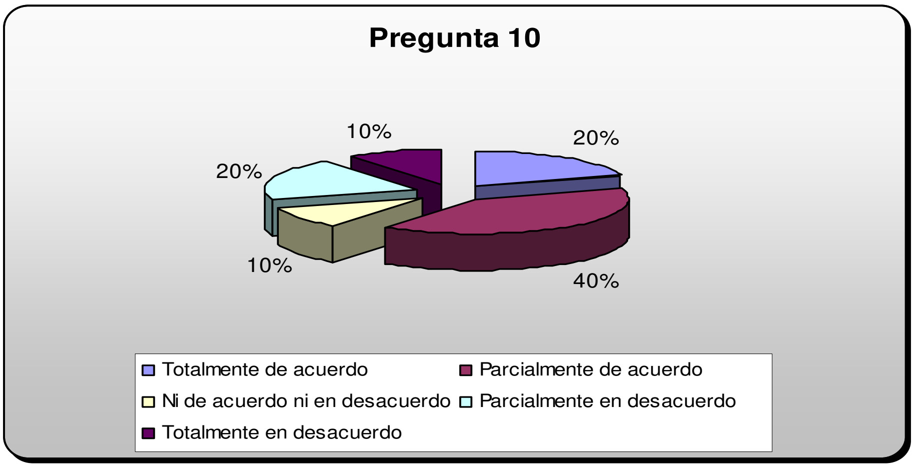


Elaborado por los Autores

10. El biodiesel es un combustible renovable que se obtiene a partir de aceites vegetales como la palma africana, que se puede usar puro o mezclado con diesel. ¿Estaría dispuesto a utilizar este combustible en su vehículo?

Del 35% de los encuestados que no han escuchado sobre el biodiesel, el 40% esta parcialmente de acuerdo con el uso del biodiesel, y un 20% esta totalmente de acuerdo con su uso, lo que le da una preferencia del 60% de esta parte de la muestra.

Gráfico # 2.16



Elaborado por los Autores

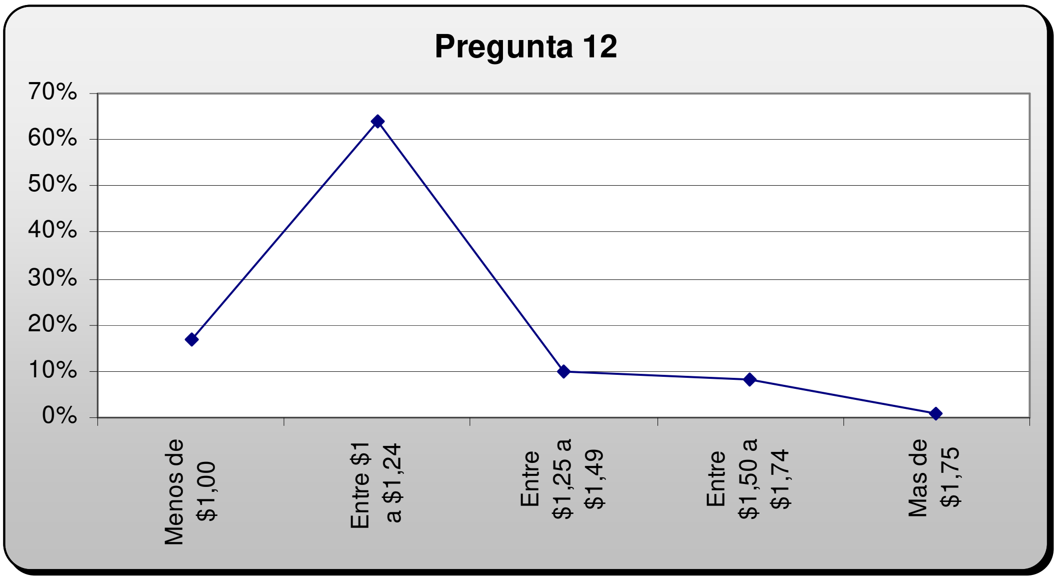
11. Enumere del 1 al 5, siendo 1 el más importante y 5 el menos importante, los principales factores que haría que usted use biodiesel en su vehículo

En esta pregunta, la principal razón para usar el biodiesel fue evitar una mayor contaminación ambiental a la ciudad, según contestó el 45% de los encuestados. Un menor precio que el diesel regular obtuvo el segundo lugar con una aceptación del 22% de los encuestados.

12. ¿Cuál es el precio máximo que estaría dispuesto a pagar por un galón de biodiesel (80% diesel, 20% aceite)?

El 64% de los encuestados, opina que el precio del biodiesel debe estar entre $1 a $1,24 el galón.

Gráfico # 2.17



Elaborado por los Autores

Cálculo del consumo potencial de biodiesel a partir de los resultados de la encuesta

Las preguntas iban encaminadas a cuantificar el consumo personal de biodiesel. En la pregunta 1 se tiene que el 22% de las personas no poseen actualmente vehículo alguno, por lo que no demandarían el producto propuesto en la actualidad. De acuerdo con el último censo de población[3], el cantón Quito cuenta con 1'839,853 habitantes, de los cuales 1'188,684 son mayores de edad. De estás, un 32% no percibe un ingreso mayor a dos salarios mínimos mensuales; es decir, los posibles consumidores de biodiesel, tomando en cuenta que sólo el 20% poseen vehiculos que consumen diésel son:

$$1'188{,}864(1 - 0.32)\ (1 - 0.22)\ (1 - 0.20) = 504{,}459$$

Con los datos primarios recabados en el Anuario de Transportes 2005, se sabe que en la ciudad de Quito existen 301.558 vehículos para la población mayor de 18 años de edad. Aplicando una simple regla de tres, el consumo potencial de biodiesel por vehículo es de:

$$x = \frac{301{,}558 \times 504{,}459}{1'188{,}684}$$

$$x = 127{,}977$$

[3] VI Censo de Población y V de Vivienda 2001. INEC

2.2.5 ANALISIS DE LAS 5 FUERZAS DE PORTER

La matriz de Porter ayudará a analizar los diferentes escenarios o tendencias positivas o negativas del proyecto, las cuales se detallan a continuación:

2.2.5.1 Competidores del Sector

En Ecuador, la producción de biodiesel está a cargo de 3 fábricas: Producargo, Soderal S.A. y Codana S.A. de los cuales el primero produce 75 mil litros diarios, mientras que los otros dos 20 mil y 30 mil litros diarios respectivamente.

2.2.5.2 Competidores Potenciales

Los principales competidores potenciales están representados por países como: Colombia, Brasil, España e Indonesia. Los cuales encabezan la lista de países productores de Biodiesel en el mundo.

2.2.5.3 Productos sustitutos

En este punto se señalan otros tipos de biocombustibles que pueden reemplazar al biodiesel, y son igualmente fuentes de energía renovables para cualquier motor empleado. Ente los productos sustitutos están:

- **Bioetanol**: Biocombustible que tiene el mayor potencial, se lo puede usar puro o mezclado con alcohol. Y permite, a la industria azucarera otra posibilidad de comercialización.

- **Biogás**: El cual resulta de la fermentación de los desechos orgánicos. Convirtiéndose es una alternativa más en la matriz energética de un país.

2.2.5.4 Compradores

Personas que utilizan vehículos propios, y que gastan en gasolina diesel, pertenecientes a la clase media y alta de la ciudad de Quito, y cuyas edades fluctúan entre los 18 y 64 años de edad.

2.2.5.5 Proveedores

Según informes del BCE, Ecuador no registra importaciones ni de aceite de palma ni de biodiesel. Por lo tanto, los únicos proveedores para el presente proyecto, serán los productores (pequeños y medianos, sobretodo) de aceite de palma africana en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo de los Colorados.

2.2.6 MARKETING MIX

También conocido como las 4 P's (Producto, Precio, Plaza, Promoción) se va a enfocar en los beneficios de utilizar un nuevo sistema de combustión, que permitirá no solamente reducir los factores dañinos que afectan la ecología sino también que se vera afectado positivamente la economía de los usuarios. Se detalla el siguiente análisis:

2.2.6.1 Producto

Actualmente se estableció el plan piloto propuesto por el Gobierno, el mismo que permiten la comercialización y producción del biocombustible, que consiste en la mezcla de diésel con biodiesel en un 20 %. Como se trata de un proyecto novedoso que se va a implementar, vale recalcar las siguientes características:

- Reducción de las emisiones de monóxido de carbono, que emanan de los vehículos en un 30 %.

- Reducción de las emisiones de dióxido de carbono, benceno, componentes aromáticos, olefinas y azufre.

- Compromisos ambientales internacionales para enfrentar el problema del efecto invernadero mediante el uso de tecnologías, mejora en la eficiencia energética, y uso de energía bio-renovables.

- Disminución de las importaciones de nafta de alto octanaje de las que depende el país.
- Se incentiva la cosecha de palma africana en el país, ya que para lograr los estándares de producción propuestos en el plan piloto, se necesita del aceite de palma como materia prima para producir el biodiesel.

2.2.6.2 Precio

Según informe del Plan Piloto, que asesora al Consejo Consultivo de Biocombustibles, tomando en cuenta la preparación de 5.000 barriles / día de diesel en función de una disponibilidad de biodiesel (20 % en la formulación) de aproximadamente 10.000 litros / día el precio al cual se comercializaría es de $ 0.65 por litro de biodiesel.

2.2.6.3 Plaza

De acuerdo a fuentes obtenidas en una investigación en Internet sobre características del comercio de plantas productoras de biodiesel, la comercialización de este tipo de bienes se realiza directamente con el fabricante. No es frecuente la existencia de agentes intermediarios.

El proceso es el siguiente: la parte interesada (el inversionista) lo que hace es asesorarse con expertos ingenieros químicos que pueden ser ecuatorianos o de otros países (como Brasil, EE. UU., etc.), que en una modalidad de asesoría técnica, acompañan al importador interesado en la selección, negociación, e inclusive en la compra, instalación, y puesta en marcha de la planta en cuestión que se quiere desarrollar.

Los compradores podrían ser las actuales empresas productoras de aceites ya mencionadas anteriormente.

En cuanto al canal de distribución local que se usará para comercializar el producto sin inconveniente, se requiere contar principalmente con la infraestructura necesaria que tendrán las estaciones de servicio de combustibles, quienes serán las encargadas de hacer llegar el producto al consumidor final.

El punto inicial sería la producción del biodiesel, por lo que el Consejo Nacional de Combustibles facultó al Ministerio de Agricultura y Ganadería para la apertura de nuevas áreas sembradas con palma africana, de cuya producción estará enfocada a la elaboración de “Biodiésel con aceite de palma”.

El plan piloto Quito, se concreta gracias a las 15 mil hectáreas de los 200 mil que se encuentran sembradas para la seguridad alimentaria. El proceso de distribución contará con la participación de los siguientes agentes:

- **Petrocomercial:** Perteneciente a Petroecuador, a donde las fábricas entregaran los 20 mil litros elaborados.

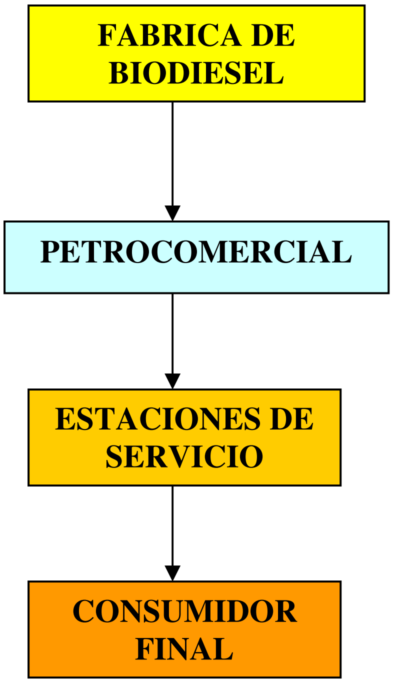
- **Estaciones de servicio:** Con gasolineras como la Terpel y Primax que se encuentran distribuidas en puntos estratégicos de la ciudad. Y que harán llegar posteriormente el producto al consumidor final.

- **Consumidor final:** Beneficiario que podrá hacer uso del bien en mención.

Por tanto la distribución de etanol, estaría representado como se observa en el siguiente gráfico:

Figura # 2.1

Cadena de comercialización del biodiesel de aceite de palma



Elaborado por los Autores

Se podría interpretar este canal de distribución como indirecto. Cabe señalar, que solamente se tomará en cuenta el diesel para la mezcla de 20 % de biodiesel.

De acuerdo al proyecto, este se encuentra diseñado para facilitar la preparación en la Terminal de Quito, de 5,000 barriles diarios de combustible biodiesel (80% de diésel y 20% de biodiesel) para luego ser comercializada en el área urbana de la ciudad de Quito.

2.2.6.4 Promoción

En este punto el propósito principal es descubrir los medios que se implementarán para hacer conocer a los usuarios de combustible, ya que para ellos es un bien necesario. Tomando en cuenta que se tiene apoyo por parte del Gobierno Nacional que incentiva el uso del etanol, se han considerado las siguientes estrategias:

- Creación de una página Web en Internet.

- Medios de comunicación como cuñas en TV, al mismo tiempo se puede usar este mismo medio para hacer conocer el producto a otros países, por lo que se realizarían estas cuñas en canales de sintonización internacional como ECUAVISA Internacional y Canal Uno, éste último por medio de la cadena DIRECTV. Otro medio de este tipo es la radio cuyos costos son más bajos

- Prensa escrita: Periódico, y revistas de interés económico-social (como revista Gestión).
- Pequeñas conferencias en Universidades y Empresas para orientar a los estudiantes, y empresarios sobre las características, usos y los beneficios que aporta al medio ambiente.

- Ferias comerciales: Organización de ferias para exponer posibilidades de negocios en los mercados de biodiesel y plantas aceiteras.

Como una alternativa para incentivar la inversión se considera:

- **Empresas de representación comercial:** El comercio de plantas aceiteras de palma, se ha realizado históricamente de manera directa entre la fábrica o grupo empresarial interesado, y los proveedores internacionales. Esta alternativa resulta la más factible para otros países que quieran invertir en el Ecuador, se detallan a continuación, las organizaciones con las que se puede contactar:

- Teojama Comercial (Quito)
- Almacenes Juan Eljuri (Cuenca)
- IIASA (Guayaquil)
- Gerardo Ortiz e Hijos (Cuenca)
- MOTRANSA (Guayaquil)
- PROMESA (Guayaquil)
- Febres Cordero Cia Ltda. (Guayaquil)
- EICA (Guayaquil)

- **Gremios y asociaciones relacionados:** Además de los contactos mencionados anteriormente, también se cuentan con las siguientes organizaciones
    - Cámara de Comercio de Quito
    - Banco Central del Ecuador
    - CORPEI
    - Banco Nacional de Fomento
    - Corporación Financiera Nacional
    - Ministerio de Agricultura
    - ANCUPA
    - Corporación Aduanera Ecuatoriana.

2.3 ESTUDIO TÉCNICO, ORGANIZACIONAL Y LEGAL

2.3.1 DEFINICIÓN Y ESPECIFICACIONES DEL BIODIÉSEL

Se denomina Biodiesel (metil-ester de ácidos grasos), al producto resultante de la reacción química entre los ácidos grasos, principalmente de los aceites vegetales con alcoholes como el metanol o el etanol. El proceso se llama químicamente: transesterificación.

El Biodiésel sustituye como combustible limpio y renovable a los derivados del petróleo, concretamente al Diesel y lo hace con ventaja ecológica ya que reduce las emisiones de gases que provocan el efecto de invernadero. Así, por ejemplo, el uso de una tonelada de Biodiésel, evita la producción de 2.5 toneladas de dióxido de carbono (CO_2) y sobretodo elimina, si se usa el Biodiésel solo en los motores, las emisiones de azufre (SO_2) del Diesel, evitando las lluvias acidas; además, lo que es fundamental: es un combustible renovable y no finito como los hidrocarburos.

La producción mundial de Biodiesel en el lapso de 1996-2006 creció a un impresionante tasa del 28.5% anual, de 38 a 467 millones de galones, y en el 2007 su crecimiento fue del 29.6%, mientras la producción de Bioetanol creció a una tasa del 6.7% anual en el mismo periodo de tiempo, alcanzando en el año 2006, los 5 mil 770 millones de galones[4].

El Biodiesel es un combustible sustituto del gas-oil para motores diesel, el cual puede ser producido partiendo de materias primas agrícolas (aceites vegetales y/o grasas animales) y metanol (el cual también puede ser producido a partir de residuos de la agricultura).

[4] Fuente: World Watch Energy Agency 2008.

El biodiesel posee las mismas propiedades del combustible diesel empleado como combustible para automóviles, camiones, ómnibus y puede ser mezclado en cualquier proporción con el diesel obtenido de la refinación del petróleo.

No es necesario efectuar ninguna modificación en los motores para poder emplear este combustible. Importantes fabricantes de vehículos europeos efectuaron pruebas con resultados satisfactorios en automóviles, camiones y ómnibus.

El biodiesel, desde el punto de vista de la inflamabilidad y toxicidad, es más seguro que el gas-oil proveniente del petróleo, no es peligroso para el ambiente y es biodegradable.

Entre otras ventajas respecto del gas-oil derivado del petróleo son:

Emisiones:

- Monóxido de carbono (CO): la emisión durante la combustión del biodiesel en motores diesel es del orden del 50% inferior (comparada con aquella que produce el mismo motor con combustible diesel). Es conocida la toxicidad del monóxido de carbono sobre todo en las ciudades.
- Dióxido de azufre (SO_2): no se produce emisión de dióxido de azufre por cuanto el biodiesel no contiene azufre. El dióxido de azufre es nocivo para la salud humana así como para la vegetación.
- Material particulado: esta emisión con el empleo del biodiesel se reduce del 65% respecto del combustible diesel. Las partículas finas son nocivas para la salud.
- Productos orgánicos aromáticos: el biodiesel no contiene productos aromáticos (benceno y derivados) siendo conocida la elevada toxicidad de los mismos para la salud.

- Balance de dióxido de carbono (CO_2): el dióxido de carbono emitido durante la combustión del biodiesel es totalmente reabsorbido por los vegetales. Por lo tanto el biodiesel puede ser considerado un combustible renovable.

Conclusión: el biodiesel no es nocivo para la salud humana, para la vegetación, los animales vivos y no daña monumentos y/o edificios. Por tal motivo su empleo es ventajoso frente al combustible diesel sobre todo para el transporte público en las grandes ciudades. Es seguro y fácil de transportar debido a que es biodegradable y posee un punto de inflamación de 150℃ contra 64℃ del combustible diesel.

Balance energético:

El balance energético del biodiesel, considerando la diferencia entre la energía que produce 1 Kg. de biodiesel y la energía necesaria para la producción del mismo, desde la fase agrícola hasta la fase industrial es positivo al menos en de 30%. Por lo tanto, o sea desde el punto de vista energético, no agota los recursos de la naturaleza.

Además de las consideraciones favorables desde el punto de vista ecológico y energético merece destacarse <u>la posibilidad del empleo inmediato en los motores</u>:

El biodiesel quema perfectamente no requiriendo ningún tipo de modificación en motores existentes pudiendo alimentarse alternativamente con este o combustible diesel o la mezcla de ambos. Esta es una diferencia importante respecto de otras experiencias de sustitución de combustibles como la brasileña con el etanol, donde era necesario efectuar en los motores modificaciones irreversibles.

El empleo de biodiesel aumenta la vida de los motores debido a que posee un poder lubricante mayor, mientras el consumo de combustible además del auto ignición, la potencia y el torque del motor permanecen inalterados.

El biodiesel fue asimismo probado por fuerzas armadas de diversos países europeos siendo empleado en tanques de combate y otros vehículos militares con muy buenos resultados.

Hoy en Europa varios centenares de miles de toneladas del mismo se producen y vuelcan en el mercado consumidor. La especificación del producto fue acordada, emitida y aprobada por todos los gobiernos de la Comunidad Económica Europea. Los principales países productores son: Alemania, Francia, Italia, Bélgica y Austria. Hoy en día este combustible no es una alternativa experimental es una realidad en el mercado europeo.

Es asimismo de particular interés para aquellos países que posen una gran potencialidad agropecuaria con la posibilidad de producir oleaginosas, con costos reducidos, ya que les permite mantener o aumentar el área sembrada, mantener el precio de las oleaginosas y de este modo crear una nueva actividad agroindustrial que expande ya sea la producción agraria y la aceitera creando puestos de trabajo y favoreciendo en definitiva al ambiente.

Desde el punto de vista químico el biodiesel es una mezcla de los esteres metílicos de los ácidos grasos triglicéridos de los aceites vegetales y o grasas animales empleados como materia prima. En Europa la materia prima fundamental es la colza, ya que es la oleaginosa existente más económica, pudiendo emplearse otros aceites vegetales como ser: girasol, palma, soja. Otras posibilidades son emplear grasas animales de bajo costo y el aceite exhausto empleado para frituras.

La reacción de transesterificación es la siguiente:

$$
\begin{array}{l}
R\text{-}COOCH_2 \\
\quad\ \ \mathrm{I} \\
R\text{-}COOCH \\
\quad\ \ \mathrm{I} \\
R\text{-}COOCH_2
\end{array}
\quad + \ 3\ CH_3OH \ \underset{}{\overset{\text{catalizador}}{\rightleftharpoons}} \ 3\ R\text{-}COOCH_3 \ + \
\begin{array}{l}
CH_2\text{-}OH \\
\quad \mathrm{I} \\
CH\text{-}OH \\
\quad \mathrm{I} \\
CH_2\text{-}OH
\end{array}
$$

Triglicérido **metanol** **metilester** **glicerina**

R= radical alquilico

Para la producción de 1 (una) t. de biodiesel son necesarios: 1 t. de aceites vegetales y/o grasas animales, 0.1 ton de alcohol metílicos. Otros productos necesarios en menor medida para su producción son productos químicos de fácil obtención en el mercado local o internacional.

Es importante subrayar que la planta de biodiesel produce además glicerol bruto como subproducto (10 % aprox. de la producción de biodiesel). La glicerina producida una vez refinada puede ser empleada en distintos campos como ser: industria química (plásticos, pinturas, conservantes), cosmética, farmacéutica, explosivos.

Como se mencionara precedentemente los esteres metílicos de los ácidos grasos son además un valioso intermedio útil para preparar:

· Alcoholes grasos (materias primas para la preparación de detergentes aniónicos, emulsionantes, plastificantes, retardantes en la evaporación del agua en cosméticos).

· Esteres de ácidos grasos que no es posible obtener por esterificación directa.

Representando por lo tanto un producto muy valioso para producir derivados óleo químicos.

Desde el punto de vista del impacto ambiental y seguridad el proceso no es contaminante.

Una elevada productividad, bajos costos de inversión hacen que sea factible encarar este emprendimiento teniendo en cuenta además la posibilidad de construir localmente aquello que la industria del país en condiciones de competitividad y calidad pueda fabricar (tanques, reactores, bombas, instrumental, etc.).

2.3.2 Propiedades del Biodiesel como Combustible

El biodiesel tiene un desempeño en el motor comparable con el combustible diésel tradicional. Si bien es cierto que el biodiesel tiene un menor contenido calórico que el diésel, su estructura química le imprime algunas características particulares que lo posicionan como un combustible de alto desempeño. Estas son:

- Alto número de cetano
- Presencia de oxígeno en la molécula
- Alta capacidad lubricante
- Libre de azufre
- Libre de compuestos aromáticos

El buen desempeño del motor cuando se utiliza biodiésel depende de sus propiedades intrínsecas y de la calidad del producto; impurezas como residuos de agua, metanol, triglicéridos, diglicéridos y monoglicéridos pueden afectar la integridad y el comportamiento del motor

En la actualidad existen dos normas internacionales que establecen los requisitos de calidad para el biodiesel: la EN-14214 y la ASTM 6751, en la Unión Europea y en Estados Unidos, respectivamente. En el año 2005, se estructuró la Norma Técnica Ecuatoriana para este tipo de producto.

Alto número de cetano

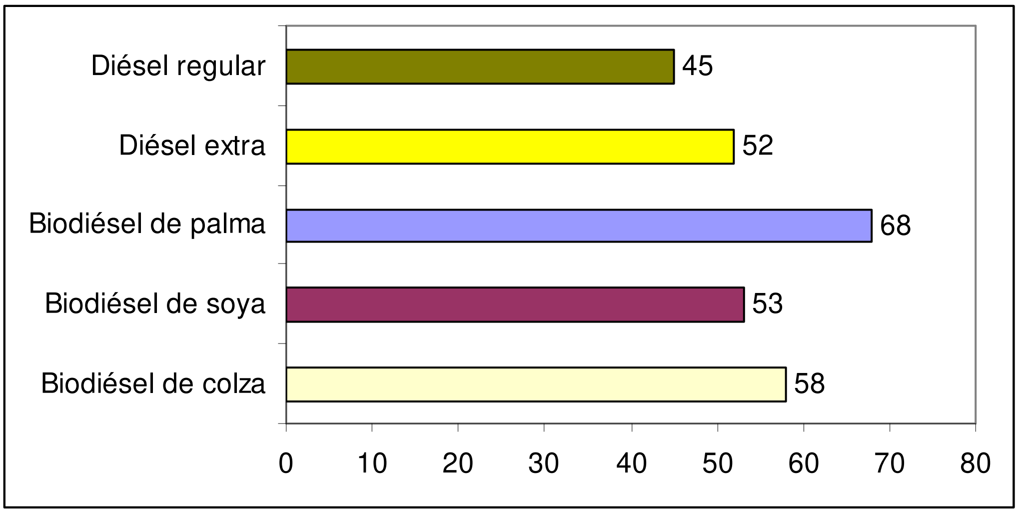
El número de cetano es la medida de la inflamabilidad del combustible diésel. El valor de referencia para los combustibles diésel es 100, que corresponde al valor de inflamabilidad del n-heptano. Entre más cercano a este valor, mejor es su comportamiento.

Un alto número de cetano significa una mejor combustión y un desempeño del motor más regular y suave. Por lo general, el combustible diésel disponible en el país tiene un número de cetano entre 44 y 52. Por su contenido de ácidos grasos saturados, el biodiesel proveniente del aceite de palma tiene un mayor número de cetano que el de soya y el de colza.

El biodiesel tiene una ventaja natural, porque su principal componente es similar al cetano, con valores superiores a 56, lo cual le permite cumplir fácilmente con los requerimientos de los fabricantes de motores.

Gráfico # 2.19

Comparación de los números de cetano de los combustibles y biocombustibles



Fuente: *Resultados proyecto ECOPETROL – ICP y Cenipalma, 2008*
Elaborado por los Autores

Estabilidad

La pérdida de estabilidad y degradación de un combustible diésel se puedan dar por el contacto con el oxígeno del aire y por efecto de la temperatura. En el caso del biodiésel, su estabilidad depende de su estructura química y en especial, del contenido de dobles enlaces. Es así como entre más saturado sea el aceite de donde deriva, mayor será su estabilidad.

Los estudios realizados por ECOPETROL – ICP (Instituto Colombiano del Petróleo) y Cenipalma muestran que el biodiesel de palma tiene una alta resistencia a la oxidación y estabilidad térmica, que le permite permanecer estable por largos períodos de almacenamiento (más de 6 meses). Además, en mezclas con el combustible diésel, mantiene o mejora la estabilidad de la mezcla.

Libre de azufre

El azufre es un componente del diésel que se encuentra regulado a nivel mundial por sus efectos negativos en el ambiente, ya que es promotor de la lluvia ácida y de emisiones de material particulado.

El contenido de los combustibles diésel ecuatorianos es de alrededor de 4.000 ppm (diésel regular) y 1.200 ppm (diésel extra), valores significativamente altos considerando que la tendencia mundial busca contenidos inferiores a 500 ppm.

El biodiésel es considerado un compuesto de “cero azufre”, aunque en algunos casos podría presentar trazas inferiores a 10 ppm.

Alto poder lubricante

El biodiesel tiene excelentes propiedades lubricantes, característica importante si se tiene en cuenta que los combustibles diésel con menos de 500 ppm de azufre pierden su propiedad de lubricidad y requieren aditivos.

El biodiesel permite recuperar las propiedades lubricantes del combustible diésel cuando se mezcla en proporciones iguales o superiores al 2%.

Comportamiento de las propiedades en frío

Cuando disminuye drásticamente la temperatura ambiente (-20ºC), los combustibles diésel tradicionales presentan una cristalización de las parafinas. Para evitar este fenómeno físico, se pueden utilizar aditivos.

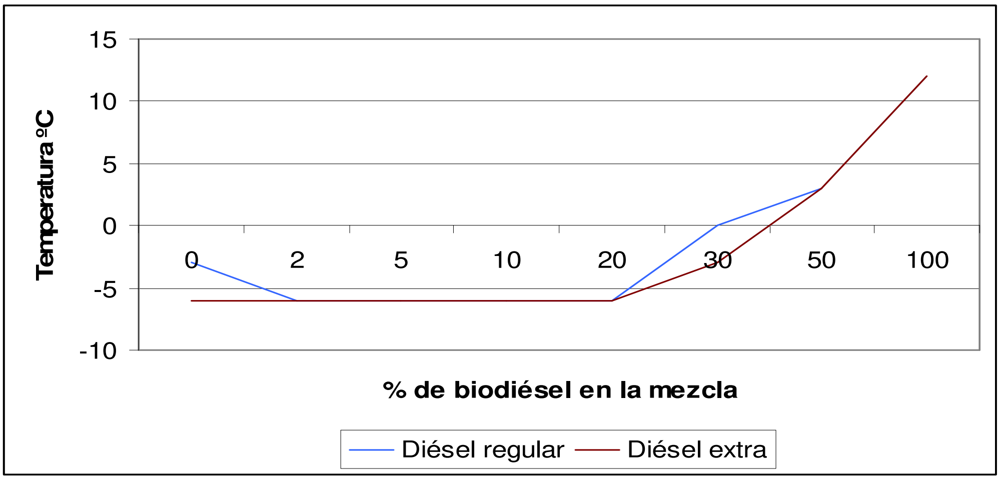
El biodiesel presenta este mismo comportamiento; sin embargo, es importante tener en cuenta que la temperatura a la cual el este inicia su solidificación depende de la materia prima grasa utilizada.

Las propiedades que determinan el comportamiento del combustible a bajas temperaturas son el punto de fluidez y el CFPP (punto de obturación del filtro en frío). El valor establecido para estas propiedades depende de la temperatura ambiente de la región en la cual se va a usar el biodiesel.

Ensayos realizados con las mezclas de biodiesel de palma y el combustible diésel hasta el 30% en Colombia, muestran que la mezcla nserva las propiedades del combustible diesel.

Gráfico # 2.20

Comparación del punto de fluidez de diferentes mezclas de biodiesel de palma con combustible diésel



Fuente: *Resultados proyecto ECOPETROL – ICP y Cenipalma, 2006*

Elaborado por los Autores

En Ecuador, la normatividad para el combustible diésel establece que éste debe tener como máximo 3ºC de punto de fluidez

.

Mezclas de Combustible Diesel con Biodiesel de Palma

Palma africana o de aceite (Elaeis guineensis jacq)

Es una planta del trópico húmedo, que es la mejor opción para las tierras bajas de las regiones tropicales y ayuda a prevenir la erosión.

La producción mundial de aceite de Palma en el ciclo 2004-05, fue de 28.77 millones de toneladas métricas. Este pronóstico para 2005-06 fue de 30.4 millones de toneladas, siendo los principales productores Malasia e Indonesia.

En América[5] se destacan por su producción de 2008 (Ton de aceite)

Ecuador	415,000
Costa Rica	189,000
Brasil	149,000
Honduras	144,000
Guatemala	92,000
Venezuela	85,000

El precio para el aceite crudo en el ciclo 2008-09 es de US$ 700. dólares por tonelada métrica, referenciado a Rótterdam.

[5] Fuente: Oil World Statistics 2008

Condiciones ambientales

Suelo: Este cultivo requiere que existan suelos profundos y bien drenados, con pH de 4 a 7, como son los cambisoles, vertisoles y acrisoles.

Clima: Debido a la temperatura y humedad que requiere este cultivo el clima propicio para su desarrollo es el cálido – húmedo, y cálido – sub-húmedo

Precipitación: Este es un cultivo que requiere de grandes cantidades de agua por lo que la precipitación pluvial idónea es de 1 800 mm bien distribuidos durante todo el año.

Temperatura: Lo ideal para este cultivo es una temperatura media de 22ºC a 28ºC.

Altitud: La altitud requerida por el cultivo es de hasta los 400 metros sobre el nivel del mar.

Debido a la similitud entre las estructuras químicas del combustible diésel y el biodiesel, estos pueden ser mezclados en cualquier proporción. La mezcla es estable y no puede ser separada por métodos mecánicos.

Las mezclas de combustible diésel con biodiesel de palma entre el 2% y el 30% probada en Colombia, se caracterizan por:

- ✓ Cumplir con las especificaciones de calidad establecidas para los combustibles diésel
- ✓ Presentar una ligera tendencia a reducir la potencia y el torque máximo generado en el eje de tracción de los vehículos, que no supera el 5% para mezclas B30 (70% diésel, 30% biodiesel)
- ✓ Tener un consumo específico de combustible igual al diésel.

Generación de empleo

De acuerdo a las estimaciones hechas en las zonas de producción por ANCUPA, se consideras que se pueden generar hasta 50 jornales por hectárea por año, por lo que si se considera que la superficie establecida al 2005 de 4,770 has, se estarían generando un total de 238,500 jornales, esto sin considerar las maniobras de acarreo, labor que corre por cuenta de la empresa extractora, en la mayoría de los casos.

Eslabón de Industrialización

La industria aceitera de palma está compuesta tanto por extractoras como refinadoras. En el caso de las plantas extractoras de aceite crudo de palma, estas se localizan en las tres principales provincias productoras, debido a que por sus características físico-químicas debe procesarse en un lapso de tiempo muy corto.

La capacidad instalada conjunta de las plantas extractoras, alcanza 68 toneladas de racimos de fruta fresca por hora, encontrándose instalaciones industriales principalmente en la recientemente creada provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, pero se cuenta con ellas en Guayas, Esmeraldas, Los Ríos y Pichincha.

Análisis económico sustantivo

La vida útil económica de la palma africana que se tomó para este trabajo fue de 11 años, con 10 años de producción que se inicia al año de plantada.

La producción acumulada en su vida útil alcanzó 94 toneladas por hectárea, con un promedio de 8.55 toneladas de cosecha por año.

Tabla 2.1

Edad (Años)	Producción anual (t/RFF/ha)
1	3.56
2	3.17
3	3.12
4	13.74
5	15.82
6	11.47
7	9.11
8	9.24
9	8.53
10	7.92
11	8.4

Fuente: *ANCUPA*

Los apoyos del actual Gobierno al cultivo de palma, consiste en la entrega gratuita de la planta lista para ponerse en el lugar definitivo, más USD 2,000 por hectárea para la plantación, por medio de créditos con bajas tasas de interés (CFN, BNF).

La inversión actual con cargo al agricultor para establecer una hectárea de palma es de USD 1,230. Los gastos de mantenimiento/ha promedian aproximadamente USD 420/año. Los de cosecha USD 84/ton y el acarreo de los racimos USD 15/ton.

Así, el análisis económico referido a una tonelada y una hectárea de palma africana en Ecuador, actualizados al 31 de diciembre del 2006, se presenta de la siguiente manera:

Costo de producción cosecha y acarreo por tonelada:

Plantación $ 1,230/94 toneladas =	$13.09
Mantenimiento 11 años $4,620/94 ton	49.15
Cosecha	84.00
Acarreo	15.00
Costo total por tonelada REF, LAB planta	161.24
Precio al agricultor por ton de racimo	210.00
Relación Beneficio/costo	1.30

Al comparar el precio del aceite crudo, referenciado en Rótterdam, con el costo primo de los frutos de la Palma y con el costo primo incluida la extracción del aceite, queda claro que el gran margen de utilidad se obtiene en el proceso de comercialización del producto. Es por ello, que la integración de los agricultores en toda la cadena de valor agregado es lo que haría posible en condiciones competitivas la ubicación de este producto en el mercado.

2.3.3 PRODUCCIÓN GENERAL DE BIODIÉSEL

La producción del biodiesel es bien conocida y citada extensamente en la literatura y a través de diversos medios informativos. Básicamente se elabora mediante la transesterificación de grasas y aceites con alcohol metílico en ambiente básico. Los catalizadores a emplear pueden ser soda cáustica o metilato sódico, ambos en solución metanólica.

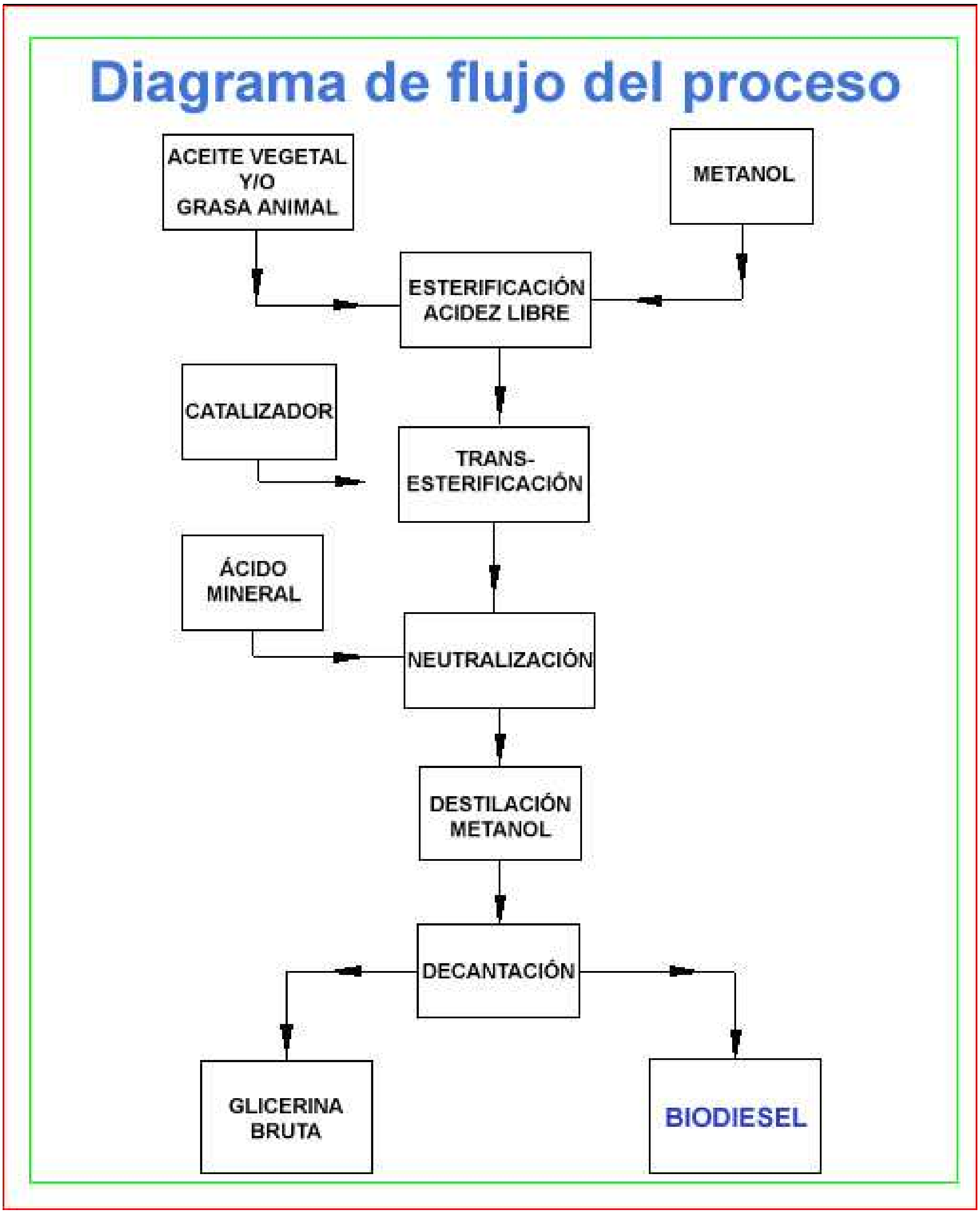
Esta es la vía actualmente empleada para producirlo, ya que es la más económica, ofreciendo entre otras las siguientes ventajas:

- Elevada conversión (98%) con pocas reacciones secundarias y reducido tiempo de reacción.
- Conversión directa a ester metílico sin pasos intermedios.
- Materiales de construcción estándar (AISI 304 y acero al carbono)

El procedimiento que se desarrollará en el presente estudio describe su producción mediante el proceso continuo. A diferencia de otros procesos comerciales existentes en el mercado, el presente se caracteriza por cuanto el equipamiento de la planta es de fácil obtención y/o construcción en muchos países con capacidad para producir calderería, sin necesidad de tener que recurrir a equipos costosos, que requieren además de mantenimiento especializado (Ej., centrífugas), y los materiales para su construcción poseen reducidos costos relativos. El proceso batch es conveniente para producciones pequeñas de no más de 10.000.- (diez mil) t/año. En el mismo la reacción y la destilación del metanol en exceso es del tipo batch, la decantación es continua.

El diagrama de flujo del proceso de producción del biodiesel se puede observar en la figura que se encuentra a continuación (ver figura 3.1)

Gráfico # 2.21



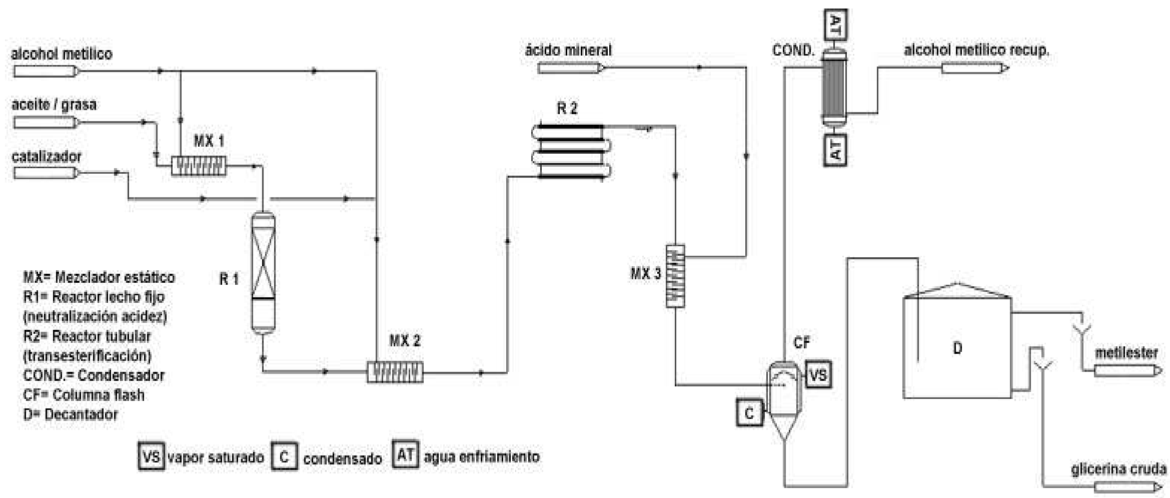
***Fuente y elaboración por**: Ing. Rodolfo José Larosa*

Este proceso prevé el empleo de aceites o grasas que contienen acidez libre, y en su primera fase los ácidos grasos libres se transforman en más metilester. Esta es una ulterior ventaja ya que no es necesario procesar previamente grasas y o aceites para eliminar tales impurezas obteniéndose además un rendimiento superior respecto de los triglicéridos de partida.

El esquema simplificado de una planta contínua para producir el biodiésel se puede observar en el diagrama siguiente:

Gráfico # 2.22

Diagrama simplificado de una planta productora de biodiesel



***Fuente y elaboración por**: Ing. Rodolfo José Larosa*

En el mezclador estático MX 1 se mezclan el alcohol metílico y el aceite que contiene ácidos grasos libres. Este producto se hace pasar luego a través del reactor (R 1) que funciona con catalizador en lecho fijo donde se produce la reacción de esterificación de los ácidos grasos libres. La corriente proveniente de esta unidad se mezcla en la unidad estática MX 2 con el metanol necesario para la transesterificación, más un pequeño exceso del mismo, y el catalizador. Esta corriente ingresa en el reactor tubular R 2 en el cual se produce la transesterificación de los triglicéridos. El producto de la reacción, compuesto por el metilester, la glicerina, el metanol en exceso y el catalizador, debe ser neutralizado. Para ello se mezcla en la unidad estática MX 3, con un ácido mineral en la cantidad necesaria. Posteriormente en la unidad de destilación flash FC se despoja al producto de los volátiles, compuestos fundamentalmente por el alcohol metìlico en exceso. Los vapores de metanol se condensan y se envían al tanque de almacenamiento, del cual será nuevamente introducido en el ciclo. El producto de fondo del evaporador flash FC, que contiene el metilester, la glicerina, sales y agua se envía al decantador contínuo D, en el cual se separa el metilester del resto de los productos. La fase ligera (biodiésel) se envía al tanque de almacenaje, mientras la fase pesada (glicerina bruta) que contiene glicerina (aprox. 90%), agua y sales se envía asimismo al almacenaje.

A continuación se indican los consumos específicos (valores aproximados), para la producción de 1 ton de biodiésel, así como los subproductos de recuperación:

Tabla # 2.2

Requerimientos para la producción de una TM de biodiesel

ITEM	CONSUMO
MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES	
Aceite vegetal refinado	1.030 Kg.
Metanol	102 Kg.
Catalizador (metilato de sodio)	6,2 Kg.
Ácido mineral	6 Kg.
Glicerina bruta	112 Kg.
SERVICIOS	
Agua enfriamiento	20 m^3
Vapor de agua (a 4 bar.)	350 Kg.
Energía eléctrica	50 Kwh.
Nitrógeno	3,2 N m^3
Aire instrumentos	4,8 N m^3

***Fuente y elaboración por**: Ing. Rodolfo José Larosa*

2.3.3.1 Localización Óptima de la Planta

Una de las primeras limitantes de la localización de la planta es la disponibilidad de materia prima. Se decía en el primer capítulo que el 70% de la palma africana se produce principalmente en tres provincias, estas son: Los Ríos, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsachilas. Este es un primer condicionante que limita la instalación de la planta a estas tres áreas geográficas en el Ecuador.

De las tres provincias, se ha elegido a los cantones con mayores producción de la oleaginosa, estos son: Quinindé (Esmeraldas), Santo Domingo (Sto. Domingo de los Tsáchilas) y Buena Fe (Los Ríos).

En base a esto, y consultando a ingenieros industriales, agrónomos, ingenieros civiles, químicos y economistas, todos con experiencia en plantas industriales, procedemos a aplicar el Método de localización por puntos ponderados

.

Método de localización por puntos ponderados

Para realizar este método se requiere mencionar determinados factores, que benefician o perjudican la ubicación de la planta en esa ciudad, y asignarles un peso. Los factores seleccionados y los pesos asignados se muestran en la Tabla 3.3.

Tabla # 2.3

Factor	Peso
1. Cercanía al principal centro de consumo (Quito)	0.25
2. Disponibilidad de materia prima	0.05
3. Infraestructura industrial	0.30
4. Nivel escolar de la mano de obra	0.15
5. Clima	0.10
6. Infraestructura vial	0.15

. ***Fuente: Consulta con técnicos***

Elaborado por los Autores

La materia prima tiene la menor ponderación porque se encuentra disponible en las tres provincias. Las calificaciones se asignan con base a las consultas realizadas con expertos en el tema, además de considerar información socioeconómica relevante de cada cantón perteneciente a las provincias previamente elegidas. A continuación se muestra la calificación ponderada.

Tabla # 2.4

Factor	Peso	Calificación			Calificación ponderada		
		Quinindé	Sto Domingo	Buena Fe	Quinindé	Sto Domingo	Buena Fe
1	0.25	8	9	7	2.00	2.25	1.75
2	0.05	10	9	9	2.50	2.25	2.25
3	0.30	7	8	6	1.75	2.00	1.50
4	0.15	6	8	7	1.50	2.00	1.75
5	0.10	8	9	8	2.00	2.25	2.00
6	0.15	7	9	8	1.75	2.25	2.00
Total	**1.00**				**11.50**	**13.00**	**11.25**

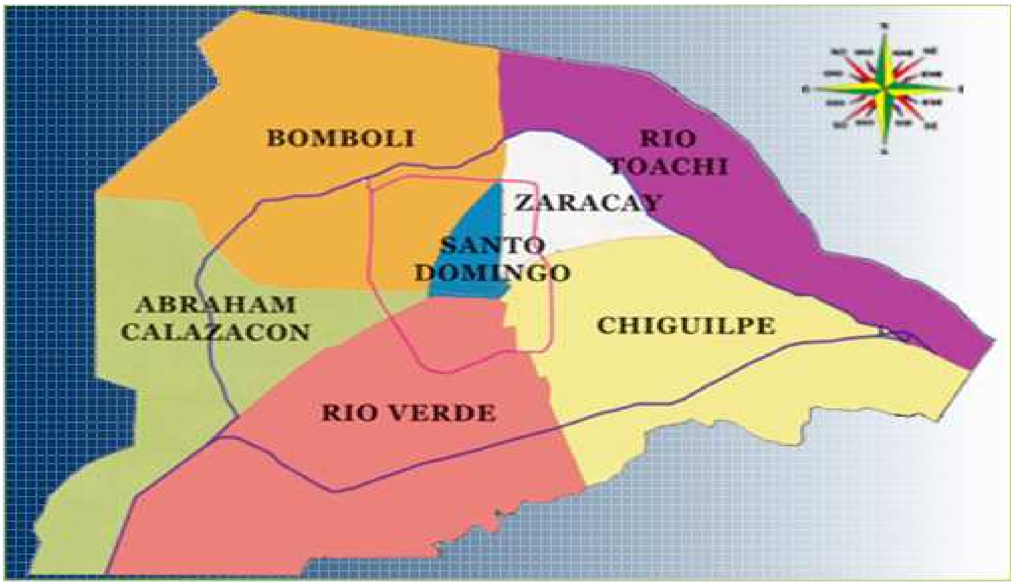
Fuente: *Consultas con expertos en el tema*

Elaborado por los Autores

De la Tabla resulta que, debido a que el cantón de Santo Domingo de los Colorados presenta la mayor calificación ponderada, es el seleccionado para instalar la planta. Para ser más precisas, la planta estará ubicada en el cantón Santo Domingo de los Colorado, vía a Quinindé, kilómetro 14.

Figura # 2.2

Mapa cantonal de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas



2.3.3.2 Fabricación Industrial de Biodiesel

La fabricación a nivel industrial no difiere a grandes rasgos con el proceso casero. Se trata de una reacción de transesterificación, al igual que antes, solo que con algunas pequeñas diferencias ya que se trabaja con más cantidad de producto, con maquinaria para automatizar el proceso y se busca una mayor eficiencia a lo largo de este.

Cada fábrica presenta una manera distinta de disponer sus instalaciones y realizar los diferentes pasos de la fabricación.

El proceso de elaboración del biodiesel, como ya hemos dicho, está basado en la llamada transesterificación de los ácidos grasos, utilizando un catalizador. En esta planta se sigue este proceso igual que siempre solo que se trabaja inicialmente con las oleaginosas, las cuales primero son convertidas en aceite y luego en biodiesel.

Descripción de la planta

La descripción de cada módulo de la planta es la siguiente:

a) Molino de aceite.

Los productos obtenidos son:

- Aceite vegetal crudo.
- Harina de alto contenido proteico.

El aceite crudo es posteriormente procesado, transformado en BIODIESEL y glicerol, y la harina se vende como alimento para animales, eventualmente después de un proceso de estabilización de enzimas y acondicionamiento.

b) Unidad de refinamiento y transesterificación.

Esta unidad produce el filtrado y remoción, catalítica o por destilación, de ácidos grasos libres. El producto es aceite vegetal refinado y sin ácidos, que constituye el material de alimentación para la unidad de transesterificación.

En esta etapa del proceso el aceite es transformado catalíticamente, mediante agregado de metanol o etanol con el catalizador previamente mezclado, en metil o etiléster y glicerol.

c) Unidad de purificación y concentración de glicerol.

Consiste en una etapa de filtrado y purificación química, un equipo de concentración del glicerol, y el posterior almacenamiento del glicerol puro.

Proceso

El aceite con ácidos y gomas eliminados (parte refinada) se transforma en metil o etiléster por medio de un proceso catalítico de etapas múltiples, utilizando metanol o etanol (10% de la cantidad de aceite a ser procesado). El metiléster crudo se refina posteriormente en un lavador en cascada.

El aceite es inicialmente calentado a la temperatura de proceso óptima, y se agregan cantidades necesarias de metanol y catalizador. Luego de ser mezclado, el producto es transportado hacia dos columnas conectadas en serie. La transesterificación tiene lugar en esas columnas y la glicerina pura es liberada mediante decantación.

Los ésteres son lavados dos veces con agua acidificada. La glicerina obtenida es separada de los ésteres en pocos segundos, de ese modo es posible obtener biodiesel de muy alta calidad, el cual cumple con todos los requerimientos de las normas estándar americanas. El glicerol para ser utilizado debe ser refinado.

Refinamiento del glicerol

El proceso de transesterificación produce como subproducto derivado aproximadamente 10 % de glicerol. Este glicerol en bruto contiene impurezas del aceite en bruto, fracciones del catalizador, mono y diglicéridos y restos de metanol.

Con el objeto de venderlo en el mercado internacional debe ser refinado para llegar a la calidad del glicerol técnico o, con una posterior destilación, a la del glicerol medicinal (99,8%).

Descripción de la tecnología de la planta

La unidad de transesterificación incluye contenedores operativos de pre - almacenamiento para la materia prima, productos intermedios y fínales.

El metanol, glicerol, producto derivado, y el metiléster terminados, son almacenados en el patio de tanques fuera de la planta.

La estructura principal del complejo comprende un edificio múltiple, que alberga el material operativo y las instalaciones de distribución de energía, ventilación central, laboratorio de producción, sala de monitoreo, instalaciones para el personal, etc.

Planta de transesterificación con proceso integrado de eliminación de gomas y ácidos.

Para grandes unidades y en el caso que se procesen semillas oleaginosas que tengan un alto contenido de ácidos grasos libres (como es el caso de la palma africana), se utilizan procesos convencionales de eliminación por destilación de gomas y ácidos libres. Los ácidos grasos separados pueden ser vendidos en el mercado internacional.

Con plantas más pequeñas se utiliza una unidad integrada donde la eliminación de gomas y ácidos tiene lugar por medio de un intercambio catalítico y un proceso de extracción por solventes.

La planta de transesterificación comprende aparatos y componentes convencionales utilizados en la ingeniería química. Debido a su categorización como líquido inflamable Clase B, el metanol requerido para la reacción se almacena en un tanque subterráneo. Desde aquí es bombeado a través de una tubería al reservorio de proceso en la planta. El aceite crudo es almacenado en tanques de procesamiento.

Después que se han calentado los dos componentes de la reacción, estos son suministrados a una columna de lecho fijo en la que tiene lugar la pre-esterificación a temperatura elevada. Siguiendo a la separación de la mezcla metanol/agua del aceite pre-eterificado en el separador, este es transesterificado con un catalizador homogéneo y un componente adicional de metanol en un proceso multietapa mediante un mezclador. Después de la transesterificación, el exceso de metanol es separado por evaporación y el calor de condensación del metanol es utilizado para calentar los conductos.

La mezcla de metiléster-glicerol se separa del glicerol crudo en un separador, antes de la posterior limpieza del metiléster adicional.

El metiléster limpio (Biodiesel) se recolecta como producto terminado en contenedores de fraccionamiento. Después de los análisis y aprobación, una bomba entrega el producto a un tanque de producto terminado fuera de la planta.

El metanol en exceso de la etapa de pre-esterificación se deshidrata en vacío y, como el metanol separado luego de la etapa de transesterificación, puede ser reprocesado para su reutilización en la reacción.

Hay zonas a prueba de incendios en determinadas partes de la planta de transesterificación debido a la presencia de metanol; al respecto se deben tener en cuenta las reglamentaciones pertinentes. El grado de riesgo se reduce eficientemente asegurando una relación de intercambio de aire de aproximadamente 8 en la sección de la planta correspondiente. Está provista de aparatos locales de limpieza de partículas por aspiración. El sistema de ventilación central se instala en el anexo de mantenimiento.

Descripción general de las Instalaciones

La sección de transesterificación se encuentra en un sector parcialmente abierto del recinto, que es la medida más adecuada para minimizar riesgos operacionales.

Como protección contra perdidas y para evitar riesgos de contaminación del suministro de agua, en algunos casos los componentes de la planta deben ser instalados en adecuados depósitos colectores herméticos.

La planta está provista de un depósito de homogenización y recolección, de forma tal que puedan ser desarrollados análisis de toxicidad antes de realizar la descarga a las cloacas públicas o propias de la planta.

El patio de tanques para depósito de líquidos inflamables y biodiesel se ubican fuera del edificio principal. En el área subterránea se encuentran los tanques de almacenamiento de metanol y etanol, debido al riesgo de incendio, y a nivel del terreno los tanques para el metil o etiléster.

La estación de bombeo para el llenado y las bombas de alimentación de la planta se anexan al patio de tanques.

Aquí detallamos a continuación las maquinarias a utilizar para la producción del biodiese y también las instalaciones y sus respectivas medidas

Tabla # 2.5

Maquinaria y Equipo

DENOMINACION	PRECIO	UNIDAD	TOTAL
Maquinaria y Equipos			
Mezclador estático	10,000	3	30,000.00
Contenedores de prealmacenamiento	5,000	3	15,000.00
Catalizador (reactor estético)	25,000	1	25,000.00
Reactor tubular	50,000	1	50,000.00
Unidad de destilación	35,000	1	35,000.00
Tanque de almacenamiento externo	10,000	6	60,000.00
Decantador continuo	15,000	1	15,000.00
Tanque de almacenaje interno	10,000	3	30,000.00
Bombas de succión	6,500	2	13,000.00
Sistema de ventilación central	3,000	1	3,000.00
Aparatos de limpieza por aspersión	300	10	3,000.00
Tubería central (metro lineal)	120	100	12,000.00
	TOTAL		**$ 291,000.00**

Elaborado por los Autores

Tabla # 2.6

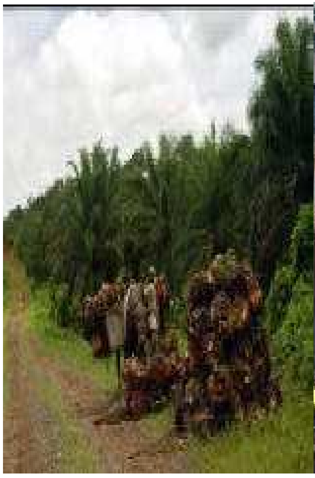
Instalaciones

Instalaciones	**Superficie**
Terreno	$650m^2$
Oficinas administrativas	$55m^2$
Galpón de procesamiento	$350m^2$
Patio de tanques para depósito	$185m^2$
Bodega subterranea	$185m^2$
Galpón de Materia Prima	$100m^2$
Estacionamiento	$50m^2$
Comedor, baños	$15m^2$
Cerramiento	

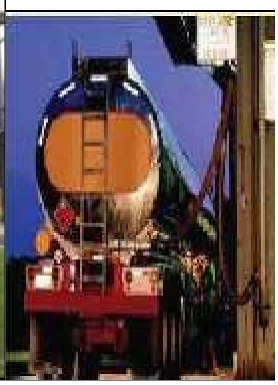
Elaborado por los Autores

Proceso de transformación del aceite de palma a biodiesel

Cultivo Palma de aceite Extracción del aceite Aceite de palma crudo



Transesterificación

2.3.4 PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL A PARTIR DE ACEITE CRUDO DE PALMA[6]

A escala industrial, existen tres rutas básicas para la elaboración de esteres metilicos a partir de grasas y aceites.

- Transesterificación catalítica del aceite en medio básico con metanol
- Transesterificación catalítica directa del aceite en medio ácido con metanol
- Conversión del aceite en ácidos grasos en una primera etapa y luego a esteres metílicos con catálisis ácida

La tecnología preferida en la actualidad es la reacción catalítica en medio básico (conocido también como Proceso Batch), por conveniencia y economía.

Las materias primas que requiere son:

- Proporciones: veinte (20) partes de metanol y una (1) parte de catalizador (Hidróxido de sodio o de potasio) por cada cien (100) partes de aceite

Los productos que se obtienen son:

- Aproximadamente noventa y ocho (98) partes de biodiésel, diez (10) partes de glicerina cruda y se reciclan diez (10) partes de metanol al siguiente lote de producción

El proceso Batch comprende los siguientes pasos:

1. Disolver NaOH seca en metanol por mezclado
2. Cargar la mezcla metanol/soda en el reactor y agregar el aceite
3. Agitar vigorosamente (lapso dependiente del aceite) a 65ºC-

[6] Basado en el documento "BIODIÉSEL: Perfiles de Negocio", elaborado por Gerardo D. López

4. Remover el exceso de metanol por destilación y reciclado para el próximo lote
5. Separar el biodiesel de la glicerina por diferencia de densidades, mediante decantación (alrededor de 2 horas) o centrifugado
6. Neutralizar la glicerina con ácido fosfórico
7. Llevar el biodiesel a la pureza requerida para combustible (>98%) por lavado suave con agua tibia y posterior destilación al vacío

2.3.4.1 Determinación de la Capacidad Instalada Óptima de la Planta

Esta es una determinación clave en el diseño de la planta; existen algunos factores que limitan su tamaño. En nuestro caso, analizaremos la disponibilidad nacional de la materia prima (aceite de palma africana), para determinar el tamaño óptimo de la planta a instalarse en Santo Domingo de los Colorados.

Según estadísticas presentadas por ANCUPA, la producción, consumo y excedentes de aceite de palma en el Ecuador ha sido de:

Tabla # 2.7

Producción, consumo y excedentes en el Ecuador de aceite de palma

AÑO	PRODUCCIÓN	CONSUMO	EXCEDENTE
	TM	TM	TM
1993	152,537	152,537	-
1994	174,413	168,011	6,402
1995	185,206	167,972	17,234
1996	180,337	156,354	23,983
1997	203,308	185,584	17,724
1998	198,495	179,799	18,696
1999	267,246	198,088	69,158
2000	222,195	197,540	24,655
2001	224,195	198,815	25,380
2002	238,798	199,508	39,290
2003	261,932	200,203	61,729
2004	279,152	200,798	81,354
2005	319,338	201,258	138,694
2006	396,301	211,277	148,081
2007	382,000	200,000	185,024
2008*	415,000	210,000	205,000

****Estimado***
Fuente: *FEDAPAL*
Elaborado por los Autores

Como podemos observar en el cuadro, tanto la producción como el consumo de aceite de palma africana han tenido un crecimiento constante, a excepción de los años 1996, 1998 y 2000 (por el fenómeno climático de El Niño y la crisis bancaria). Para el año 2008, producción llegó a las 415,000 TM, con un consumo aparente de 210,000 TM.

A partir del año 2000, los excedentes de producción de aceite de palma africana han presentado un crecimiento atípico, siendo el mayor excedente real el del año 2007 con 185.024 TM, que servirán para la fabricación de biodiesel.

2.3.4.2 Producción: Aspectos Económicos

A continuación, se muestra un cuadro con relaciones entre capacidad instalada y costo (en dólares) de la inversión inicial que se requiere para que la planta sea operativo. Este cuadro se basa en experiencias de otros países, especialmente de Colombia, Brasil, España, Indonesia y Filipinas.

Tabla # 2.8
Relaciones Capacidad Instalada – Inversión
Proceso Batch

CAPACIDAD (TM/año)	**INVERSIÓN (US$)**
750*	375.000
1 500*	575.000
3 000*	900.000
4 000**	1.485.000
6 000*	1.700.000
12 000**	3.000.000
33 000***	6.000.000
120 000**	15.000.000

Elaborado por los Autores

Notas Tabla Capacidad – Inversión:

* Incluyen costos de maquinarias, tanques, cañerías, equipo de laboratorio + costos de instalación, puesta en marcha y comisionado de la planta. No

incluyen tanques de almacenamiento del producto, obra civil, acondicionamiento del terreno ni servicios. Los valores son FOB USA., válidos para el año 2008-

** Datos correspondientes a límites de baterías de distintas plantas de tamaño comercial, sin incluir obra civil, acondicionamiento del terreno ni servicios.

*** Este monto incluye la planta para purificación de glicerina. Los valores corresponden a 2008-

2.3.4.3 Estimación de Módulo Mínimo Factible:

De acuerdo a los resultados del estudio de mercado realizado por las autoras del presente estudio, además de considerar los principales aspectos técnicos del procesamiento de biodiésel con aceite de palma, creemos que la planta ubicada en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados (Provincia de los Tsáchilas), debe tener una capacidad instalada de 105.600 litros/día, en régimen discontinuo, con 8 a 12 horas diarias de operación, según el crecimiento de la demanda.

Las demandas que satisface el módulo mínimo factible son:

- Tractor de 160 CV nominales operando a potencia máxima, consume 38 l/hora de biodiesel. Con este uso, se tendría que la producción diaria abastece algo más de cien tractores grandes por día de trabajo (24 horas) a potencia máxima
- Tractor de 65 CV nominales operando a potencia máxima, consume 17 l/hora de biodiesel. Con este uso, se tendría que la producción diaria abastece más de doscientos tractores pequeños por día de trabajo (24 horas) a potencia máxima

- Automotor (a diesel) en rendimiento promedio: 100 Km. con 8 l biodiésel. Con este uso, se tendría que la producción diaria abastece a 12 mil quinientos automóviles a diésel, recorriendo 100 Km. diarios cada uno.
- Transporte de pasajeros: 100 Km. con 35 litros de biodiésel. Con este uso, se tendría que la producción diaria abastece poco menos de 3.000 autobuses de transporte de pasajeros recorriendo 100 Km. diarios cada uno.
- Camión para transporte de cargas: 100 Km. con 35 litros de biodiésel. Con este uso se tendría que la producción diaria abastece poco menos de 300 camiones de transporte de cargas recorriendo 1.000 Km. diarios cada uno.

En el siguiente cuadro, se detallan los requerimientos de materia prima necesarios para la producción diaria estimada:

Tabla #2.9

Requerimientos de Materia Prima

INSUMO	CONSUMO UNITARIO
Aceite de palma	91.000 Kg
Metanol	9.000 Kg
Soda cáustica	920 Kg
Acido sulfúrico	830 Kg
Agua de enfriamiento	1.770 m^3
Vapor (4 Kg/cm^2)	31.000 Kg
Energía eléctrica	4.425 Kwh

Elaborado por los Autores

Los costos de producción, de acuerdo al cuadro anterior, se exponen a continuación:

Tabla # 2.10

Costos de Producción Estimados

Elaborado por las Autoras

INSUMO	CANTIDAD REQUERIDA	COSTOS UNITARIOS	COSTO DE PRODUCCIÓN (US$/m3 biodiésel)
Aceite de palma (TM.)	91	$548.00	$49,868.00
Metanol	9,000	$0.35	$3,150.00
Soda caustica	920	$0.50	$460.00
Ácido sulfúrico	830	$0.30	$249.00
Agua de enfriamiento	1,770	$0.09	$159.30
Vapor (4 Kg/cm)	31,000	$0.01	$310.00
Energía eléctrica	4,425	$0.04	$177.00
Mano de obra	1/		$30.00
Amortización	2/		$16.70
TOTAL			**$54,420.00**

Elaborado por los Autores

La mano de obra directa (1/) tiene una incidencia poca significativa, ya que el módulo de 100.000 l/día podría ser operado con una dotación por turno de un técnico (estimado a US$ 500 mensuales) y tres operarios calificados para movimiento de materiales y servicios generales (estimado a US$ 250 mensuales cada uno), más personal administrativo y de comercialización.

La amortización directa (2/) contable típica a 10 años, para una inversión total estimada en equipos de US$ 500.000, con 300 días/año de operación efectiva (se restan domingos y un día por mes para limpieza y mantenimiento general).

2.3.5 MARCO LEGAL DE BIOCOMBUSTIBLES

Es importante definir que en la mayoría de los proyectos que ofrezcan el uso de un producto en una industria diferente a lo convencional, tiene que ir respaldado por una base legal que sustente su uso.

En el Ecuador no existía legislación alguna que permitía el uso de alcohol mezclado con gasolina en ningún porcentaje hasta el 2001, año en donde se expidió el Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto Ejecutivo 1215, cuyo artículo 67, literal d, sobre la producción de combustibles, señala que "se preferirá y fomentará la producción y uso de aditivos oxigenados, tal como el biodiesel, a partir de materia prima renovable."

Más concreto es el Decreto Ejecutivo 2332, de diciembre de 2004, que declara en su Artículo I "de interés nacional la producción, la comercialización y el uso de los biocombustibles", y establece el Consejo Consultivo de Biocombustibles

Con las bases legales creadas para la instalación de una planta productora de biodiesel para el fin determinado en este proyecto, las comercializadoras de gasolina están autorizadas a vender el diésel que compran de Petroecuador con 20% de biodiesel

Las comercializadoras que operan en territorio nacional, tienen por ley que comprar la gasolina de Petrocomercial o importarla, pero siempre manteniendo las características que plantea Petrocomercial. Es decir, que las gasolinas que se venden en las estaciones de servicio en todo el país, tienen que satisfacer los estándares que Petrocomercial ha establecido. Claro que existe flexibilidad cuando una compañía patenta un aditivo que mejora la calidad de la gasolina, como es el caso de Primax y Terpel.

CAPÍTULO 3

ESTUDIO ECONÓMICO

3.1 INVERSIONES

3.1.1 Activos Fijos

Para iniciar la planta productora de biodiesel a partir del aceite de palma africana, se debe considerar la diversidad de inversiones que serán necesarias realizar, como la inversión en terreno, construcción e instalación de servicios.

El común denominador en la determinación del tamaño de una planta mediana es la flexibilidad y adaptabilidad en el diseño inicial, de manera que pueda hacerse frente a las condiciones fluctuantes del mercado y de los procesos de producción. En el caso de una mediana empresa como la propuesta, se estima un área de 650 m^2.

La inversión inicial, incluyendo los conceptos de terreno, construcciones e instalación de servicios es:

Tabla # 3.1

Inversión Inicial

	VALOR	
	Cantidad m^2	**Total (Dólares)**
Terreno	650	**1,300.00**
Construcciones	600	**190,350.00**

Elaborado por los Autores

Dentro de este rubro de inversión, no se ha considerado la inversión en capital de trabajo, que dependerá del nivel de operaciones previsto para la empresa.

A continuación presentamos la descripción del activo fijo, conjuntamente con su costo y su vida útil:

a) **Terreno:** El terreno a utilizar comprende un área de 650 m^2. La zona se ha cotizado en el cantón de Santo Domingo de los Colorados con un costo de USD 2 el m^2 y es conveniente por ser considerada una zona industrial en expansión.

b) **Edificaciones y obras civiles:** Estas obras se las ha calculado con una vida útil de 20 años, ya que pasado este período deberán ser renovadas; los costos de cada una de ellas se los podrá observar en el Anexo 2. Entre las construcciones para la implementación de la planta están:
   - **Oficinas:** Esta obra comprende el área administrativa de la planta, así como las de venta y mantenimiento. Tiene una extensión de 55 m^2, y cuenta con 3 oficinas principales, una secundaria y un laboratorio de control de calidad.
   - **Galpón:** Comprende un área de 350 m^2 que será utilizado para la instalación de las maquinarias de la planta procesadora de biodiesel de palma.
   - **Patio de tanques:** Comprende un área de 185 m^2 que servirá para instalar los tanques de almacenamiento del alcohol y aceite necesario para la fabricación del biocombustible.
   - **Bodega subterránea:** Posee un área de 185 m^2 donde estarán los tanques de metanol y etanol.
   - **Bodega de materia prima:** Comprende un área de 100 m^2 donde se almacenará todo el aceite de palma comprado y

demás insumos imprescindibles para la elaboración del biodiesel.

- **Comedor, vestidor y baños:** Considerándose un área de 25 m^2 para que los obreros de la planta puedan alimentarse, bañarse y vestirse.
- **Estacionamiento:** Comprende un área de 100 m^2 para el parqueo temporal de los camiones de la empresa distribuidora y para el parqueo de los autos de los ejecutivos de la empresa.
- **Cerramiento:** Por disposición municipal, todo el terreno debe disponer de un cerramiento, por lo que esta obra tendrá una extensión de 600 metros lineales.

El espacio de construcción es de 600 m^2, por lo que se ha tomado en consideración una futura ampliación de la planta procesadora.

c) **Materiales y Equipos:** En cuanto a la adquisición de maquinaria y equipo, usualmente se recurre a financiamiento bancario para cubrir esta inversión.

La justificación de la maquinaria y equipo para la planta procesadora de biodiesel de palma se encuentra en el capítulo técnico, por lo que a continuación mencionamos las máquinas y equipos necesarios para la elaboración del biocombustible.

Tabla # 3.2

Inversión en Maquinara y Equipos

DENOMINACION	PRECIO	UNIDAD	TOTAL
Maquinaria y Equipos			
Mezclador estático	10,000	3	30,000.00
Contenedores de prealmacenamiento	5,000	3	15,000.00
Catalizador (reactor estético)	25,000	1	25,000.00
Reactor tubular	50,000	1	50,000.00
Unidad de destilación	35,000	1	35,000.00
Tanque de almacenamiento externo	10,000	6	60,000.00
Decantador continuo	15,000	1	15,000.00
Tanque de almacenaje interno	10,000	3	30,000.00
Bombas de succión	6,500	2	13,000.00
Sistema de ventilación central	3,000	1	3,000.00
Aparatos de limpieza por aspersión	300	10	3,000.00
Tubería central (metro lineal)	120	100	12,000.00
	TOTAL		**$ 291,000.00**

Fuente: *Cotizaciones en Internet*

Elaborado por los Autores

d) **Otros Equipos:** Estos equipos no son parte de la producción, sin embargo, son necesarios para el normal desenvolvimiento de la planta procesadora.

- **Computadora:** Se requiere dos computadoras con memoria RAM 256, disco duro 80 GB, monitor de 15 pulgadas, más una impresora-scanner-fax y un regulador de voltaje. La vida útil del equipo es de 5 años.
- **Extintor:** Se requiere tres extintores contra incendio para las instalaciones de la fábrica y las oficinas administrativas

e) **Muebles y Enseres:** Tienen una vida útil de 10 años; entre los muebles a utilizar están:
   - **Muebles de oficina:** Comprende todos los muebles de madera y metal a utilizar
   - **Archivador:** Se requiere uno de metal, el cual servirá para ordenar facturas, notas de ventas, ordenes de compra, etc.

f) **Equipo de Laboratorio:** Su vida útil es de 10 años, ya que continuamente se deberá renovar en técnicas adecuadas para realizar el control de calidad

A continuación, se presenta un resumen de la inversión inicial requerida:

Tabla # 3.3
Plan de Inversión

Instalaciones	**191.650,00**
Terreno (650 m^2)	1.300,00
Oficinas administrativas (55 m^2)	13.200,00
Galpón de procesamiento (350 m^2)	63.000,00
Patio de tanques para depósito (185 m2)	33.300,00
Bodega subterranea (185 m2)	38.850,00
Galpón de Materia Prima (100 m^2)	15.000,00
Estacionamiento (50 m^2)	4.500,00
Comedor, baños (15 m^2)	4.500,00
Cerramiento	18.000,00
	191.650,00

Maquinaria y equipos	**291.000,00**
Mezclador estático	$30.000,00
Contenedores de pre almacenamiento	$15.000,00
Catalizador (reactor estético)	$25.000,00
Reactor tubular	$50.000,00
Unidad de destilación	$35.000,00
Tanque de almacenamiento externo	$60.000,00
Decantador continuo	$15.000,00
Tanque de almacenaje interno	$30.000,00
Bombas de succión	$13.000,00
Sistema de ventilación central	$3.000,00
Aparatos de limpieza por aspersión	$3.000,00
Tubería central (metro lineal)	$12.000,00
	291.000,00

Equipos Laboratorio	**5.000,00**
Muebles y Enseres	**5.000,00**
Equipos de Computación	**1.500,00**
Repuestos y accesorios	**29.100,00**
Extintores	**500,00**
Gasto de Puesta en marcha Maq.	**14.550,00**
Gasto de Constitución	**800,00**
Registro Sanitario	**200,00**
Capital de Trabajo	**699.209,54**
TOTAL INVERSIONES	**$1.238.509,54**

Elaborado por los Autores

3.1.2 Activos Diferidos

Estos activos se amortizarán en 5 años, que es la mitad del período de valoración del proyecto en estudio, tomando en cuenta el porcentaje establecido por el Servicio de Rentas Internas (SRI) para este tipo de activos (20%)

Tabla # 3.4

Activos Diferidos

Denominación	Dólares
Constitución de la Sociedad	800.00
Gastos de puesta en marcha de maquinaria	14,550.00

Elaborado por los Autores

3.1.3 Capital de Trabajo

Nuestro capital de trabajo esta calculado para un mes, que es el tiempo promedio de recuperación de las ventas durante el primer año de operación de la empresa y está calculado en base a los egresos que se realizarán durante el año, el cual será de USD 699,223.94

Tabla # 3.5

Capital de Operación

Denominación - Egresos		**Dólares**
Materiales directos		7,588,110.00
Mano de obra directa		37,680.00
Carga fabril *		34,306.21
Gastos de administración*		20,200.00
Gastos de ventas		3,605.00
Cuentas por cobrar	30 días de vtas	706,786.09
	TOTAL	**8,390,687.30**

* Sin depreciación ni amortización
* El capital de operación se financiará durante el 1er. mes de operación

CAPITAL DE OPERACIÓN A FINANCIAR	**699,223.94**

Elaborado por los Autores

3.2 FINANCIAMIENTO

3.2.1 Capital Propio

Se considera un aporte de los accionistas del 61% del total de la inversión, con lo cual se cubrirá los gastos operacionales durante los primeros meses de la planta.

A continuación, se presenta un cuadro de la composición del financiamiento del proyecto:

Tabla # 3.6

Financiamiento de la Inversión

Capital Suscrito y Pagado	776,224
Futuro Aumento Capital	0.00
Financiamiento (Crédito)	500,000
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	**USD 1’276,224**

Elaborado por los Autores

3.2.2 Crédito

El proyecto requiere financiar el 39% de la inversión inicial total, valor que corresponde en mayor parte a la compra de las maquinarias. Para esto, solicitaremos un crédito a la Corporación Financiera Nacional (CFN), el cual nos cobrará una tasa referencial del 9% anual y cuya deuda amortizaremos de manera semestral dentro del período de 10 años.

A continuación, se presenta el cuadro de la composición del financiamiento del proyecto:

Tabla # 3.7

Tabla de Amortización y Condiciones del crédito

#	Vencimiento	Pago	Interes	Saldo Insoluto	Capital Reducido
0					500,000.00
1	30-Jun-08	38,438.07	22,500.00	15,938.07	484,061.93
2	30-Dec-08	38,438.07	21,782.79	16,655.29	467,406.64
3	30-Jun-09	38,438.07	21,033.30	17,404.77	450,001.87
4	30-Dec-09	38,438.07	20,250.08	18,187.99	431,813.88
5	30-Jun-10	38,438.07	19,431.62	19,006.45	412,807.43
6	30-Dec-10	38,438.07	18,576.33	19,861.74	392,945.70
7	30-Jun-11	38,438.07	17,682.56	20,755.52	372,190.18
8	30-Dec-11	38,438.07	16,748.56	21,689.51	350,500.67
9	30-Jun-12	38,438.07	15,772.53	22,665.54	327,835.12
10	30-Dec-12	38,438.07	14,752.58	23,685.49	304,149.63
11	30-Jun-13	38,438.07	13,686.73	24,751.34	279,398.29
12	30-Dec-13	38,438.07	12,572.92	25,865.15	253,533.14
13	30-Jun-14	38,438.07	11,408.99	27,029.08	226,504.06
14	30-Dec-14	38,438.07	10,192.68	28,245.39	198,258.67
15	30-Jun-15	38,438.07	8,921.64	29,516.43	168,742.24
16	30-Dec-15	38,438.07	7,593.40	30,844.67	137,897.57
17	30-Jun-16	38,438.07	6,205.39	32,232.68	105,664.89
18	30-Dec-16	38,438.07	4,754.92	33,683.15	71,981.74
19	30-Jun-17	38,438.07	3,239.18	35,198.89	36,782.84
20	30-Dec-17	38,438.07	1,655.23	36,782.84	-0.00
TOTAL		**768,761.44**	**268,761.44**	**500,000.00**	

Crédito bancario	CFN – Línea Multisectorial
Valor a financiar	USD 500,000.00
Plazo	10 años
Forma de pago	Amortización gradual
Pagos	Semestrales
Tasa de interés	9% nominal anual

Elaborado por los Autores

3.3 PRESUPUESTO DE COSTOS Y GASTOS

3.3.1 Costos de Producción

Los Costos de Producción representan los desembolsos de pago a la mano de obra directa, seguros, depreciaciones, asistencias técnicas e imprevistas, comprendidos desde el inicio de la operación de la planta.

En cuanto al detalle de la mano de obra, es el pago de los operadores de las maquinarias y diferentes labores que se desarrollan en la procesadora de biodiesel de palma. La planta trabajará durante un turno al día, por lo que nuestra mano de obra se mantendrá invariable durante los diez años previstos de operación del proyecto, aunque nuestra producción crezca junto con la demanda potencial a una tasa anual del 4%, lo que no justifica el incremento en operarios para la planta.

A continuación, se presenta el cuadro de costos de producción; más detalles se encontrarán en los ANEXOS 3, 4,5 y 6 presentados al final de este estudio.

Tabla # 3.8

Costos de Producción

		Dólares	%
Materiales Directos (Anexo D-1)		7,588,110.00	98.44%
Mano de Obra Directa (Anexo D-2)		37,680.00	0.49%
Carga fabril (Anexo D-3)		82,718.71	1.07%
a) Mano de obra indirecta	4,800.00		
b) Depreciación	48,412.50		
c) Reparacion y mantenimiento	10,000.00		
d) Seguros	18,507.00		
e) Imprevistos	999.21		
	TOTAL	**7,708,508.71**	**100.00%**

Elaborado por los Autores

A continuación se explica en que consiste cada rubro:

- **Materiales Directos:** Son todos los componentes necesarios para la fabricación del biodiésel, tal como está explicado en el capítulo técnico. El producto (una TM de biodiesel) constará específicamente de aceite de palma (65.49%), metanol (6.48%), soda cáustica (0.66%), y ácido sulfúrico (0.60%). El costo de los materiales directos se incrementa de acuerdo al aumento estimado en la producción anual. Además de estos materiales, se requiere de los siguientes servicios: agua de enfriamiento, vapor de aire y energía eléctrica
- **Mano de obra directa:** Comprende a los operarios de las máquinas y al Supervisor de Planta, los cuales suman 11, teniendo un solo turno de trabajo de diez horas. En este caso, el incremento anual estimado en la producción (4%), no justifica la contratación de operarios adicionales, por cuanto, si el caso lo amerita, se podría ampliar en una o dos horas el día laboral de producción con la misma cantidad de trabajadores.
- **Carga Fabril:** Nos indica los gastos indirectos en que se incurre para obtener la producción estimada, tales como servicios básicos, suministros, seguros, reparaciones, etc.
- **Gastos de administración y generales:** Comprende gastos de oficina, remuneraciones al personal y mantenimiento de la oficina
- **Gastos de Ventas:** Comprende los gastos de promoción estimados, como la creación de una página Web y promoción del producto en medios masivos de comunicación.

Unidades producidas	**7,925,161**
Costo por unidad	**$0.97**

Nuestro costo de producción total será de USD 0.97 por galón de biodiesel, incluyendo los costos de promoción.

3.3.2 Gastos de Administración y Venta

Existen otros costos, que a pesar de no estar ligados directamente a la producción, forman parte del proceso para la venta y comercialización del producto, tal como son los de administración y venta. Estos gastos incluso aparecen en el Estado de Resultados, como gastos fijos ajenos a la producción.

A continuación, se explica en que consiste cada rubro de los gastos administrativos:

- **Gastos de Personal:** Se ha considerado a 4 personas indispensables para el correcto funcionamiento de la empresa. Dentro de este rubro se incluye únicamente el sueldo y los beneficios de ley respectivos anuales de los distintos colaboradores.
- **Gastos de oficina:** Aquí se incluye los gastos de suministros de oficina, papelería, pago de Internet, teléfono, luz, agua, etc.
- **Cargas sociales:** Tendremos la amortización de la constitución de la sociedad y la depreciación de los muebles y enseres de la oficina administrativa.

Tabla # 3.9

Gastos Administrativos y Generales

Gatos de Personal	**No.**	**Sueldo mensual**	**Total mensual**	**Total anual**
Secretaria	1	350.00	350.00	4,200.00
Gerente General	1	800.00	800.00	9,600.00
Contador	1	450.00	450.00	5,400.00
SUMAN	**3**		**1,600.00**	**19,200.00**
Gastos de oficina (papeleria, tlf., internet)				**1,000.00**
CARGOS A ACTIVOS				
Depreciación de muebles y enseres (5 años)			5	1,000.00
Amortización de constitución de la sociedad (5 años)			5	160.00
SUMAN				**1,160.00**
TOTAL GENERAL				**21,360.00**

Elaborado por los Autores

En lo que respecta a los gastos de ventas y comercialización podemos mencionar los siguientes:

- **Gastos de Promoción:** De manera primordial será el mantenimiento de nuestra página Web, que será el medio principal para promocionar nuestro producto. En este rubro también se considera gastos de promoción en medios masivos de comunicación, especialmente en radios y periódicos
- **Gasto de oficina:** se incluye en este rubro los gastos de papelería y suministros básicos necesarios para el buen manejo de las ventas.
- **Imprevistos:** Se considera el 3% de imprevistos, del valor subtotal de los gastos de ventas.

Tabla # 3.10

Gastos de Ventas

Gastos de Promoción		**Total anual**
Publicación en la Web y publicidad		2,500.00
Gastos de Promoción		**2,500.00**
Gastos de oficina (papelería, tlf., internet)		**1,000.00**
Imprevistos	**3%**	**105.00**
TOTAL GASTOS DE VENTAS		**3,605.00**

Elaborado por los Autores

3.3.3 Depreciaciones, Mantenimiento y Seguros

3.3.3.1 Mantenimiento y Depreciación

La depreciación se refiere al cargo contable periódico que es necesario realizar con el propósito de establecer una reserva que permita reponer el valor del equipo. Entonces, la reserva se constituye de conformidad con la pérdida de valor del activo fijo a consecuencia de su desgaste, uso u obsolescencia. La depreciación se calcula conforme a criterios contables.

La Ley del Impuesto sobre la renta, determinan los porcentajes máximos para la depreciación de activos fijos autorizados, por tipo de bien:

- ✓ 10% para mobiliario y equipo de oficina, vida útil 10 años
- ✓ 33% para equipo de computo electrónico, vida útil 3 años
- ✓ 5% para edificaciones y construcciones, vida útil 20 años
- ✓ 10% para equipos de producción, vida útil 10 años

El mantenimiento preventivo consiste en programar para cada máquina una revisión y ajuste periódico de piezas. Se propone que se realice un mantenimiento industrial cada seis meses.

El mantenimiento correctivo consiste en cambiar piezas y ajustes mayores causados por accidentes mecánicos o eléctricos. A parte de lo anterior, se debe programar periódicamente una limpieza de drenajes, patios, almacenes, techos, estructuras, así como la pintura del equipo e instalaciones.

Siguiendo estas normas para la depreciación y el mantenimiento, consideramos la siguiente escala de depreciación:

Tabla # 3.11

Depreciaciones

Inversiones	Año 0 (2009)	Año 4 (2013)	Depreciación	Valor Depreciac.	
Terreno (650 m2)	39,000.00				
Oficinas administrativas (55 m2)	13,200.00		20 años	660.00	
Galpón de procesamiento (350 m2)	63,000.00		20 años	3,150.00	
Patio de tanques para depósito (185 m2)	33,300.00		20 años	1,665.00	
Bodega subterranea (85 m2)	38,850.00		20 años	1,942.50	
Galpón de Materia Prima (100 m2)	15,000.00		20 años	750.00	
Estacionamiento (50 m2)	4,500.00		20 años	225.00	
Comedor, baños (15 m2)	4,500.00		20 años	225.00	
Cerramiento	18,000.00		20 años	900.00	
Mezclador estático	30,000.00		10 años	3,000.00	
Contenedores de prealmacenamiento	15,000.00		10 años	1,500.00	
Catalizador (reactor estético)	25,000.00		10 años	2,500.00	
Reactor tubular	50,000.00		10 años	5,000.00	
Unidad de destilación	35,000.00		10 años	3,500.00	
Tanque de almacenamiento externo	60,000.00		10 años	6,000.00	
Decantador continuo	15,000.00		10 años	1,500.00	
Tanque de almacenaje interno	30,000.00		10 años	3,000.00	
Bombas de succión	13,000.00		10 años	1,300.00	
Sistema de ventilación central	3,000.00		10 años	300.00	
Aparatos de limpieza por aspersión	3,000.00		10 años	300.00	
Tubería central (metro lineal)	12,000.00		10 años	1,200.00	
Equipos Laboratorio	5,000.00	5,000.00	5 años	1,000.00	1000.00
Equipos de Computación	1,500.00	1,500.00	5 años	300.00	300.00
Muebles y Enseres	5,000.00	5,000.00	5 años	1,000.00	1000.00
Repuestos y accesorios	29,100.00	29,100.00	5 años	5,820.00	5820.00
Extintores	500.00	500.00	5 años	100.00	100.00
Gastos de puesta en marcha	14,550.00	14,550.00	5 años	2,910.00	2910.00
Gasto de Constitución	800.00	800.00	5 años	160.00	160.00
Registro Sanitario	200.00	200.00	5 años	40.00	40.00
Capital de Trabajo	699,223.94				
TOTAL INVERSIONES	**1,276,223.94**		**Total Depreciación:**	**49,947.50**	**46,547.50**

Elaborado por los Autores

Aquí también se considera una nueva compra al final del año 4 para el equipo de computación, los muebles y enseres, repuestos de maquinaria, que se los deberá renovar por desgaste en su vida útil.

Para el mantenimiento consideramos dentro del rubro de carga fabril USD 10,000 para un mantenimiento preventivo anual

Tabla # 3.12

C. REPARACIONES y MANTENIMIENTO		Valor total
Valor reparaciones y mantenimiento en general		10,000.00
Maquinaria y equipo	65%	6,500.00
Edificios y construcciones	35%	3,500.00
	SUMAN	**10,000.00**

Elaborado por los Autores

3.3.3.2 Seguros

Tanto la maquinaria, como las construcciones y los equipos de laboratorios deberán asegurarse, para lo cual hemos presupuestado los siguientes valores para la prima a pagar anualmente.

Tabla # 3.13

D. SEGUROS		**Total**
Maquinaria y equipo	5%	13,050.00
Edificio	2%	2,130.00
Laboratorio y equipos lab.	3%	150.00
	SUMAN	**$ 15,330.00**

Elaborado por los Autores

3.4 PRESUPUESTO DE VENTAS

3.4.1 Precio de Venta

El precio final de todo artículo está directamente relacionado con el costo de los insumos utilizados para producirlo. Todos estos factores de producción inciden en mayor o menor magnitud en el precio final del artículo.

Debido a la dificultad de conseguir información local sobre costos de producción de biodiésel, tal como se explicó en el capítulo 3, se procedió a recopilar información internacional que se ajuste a la realidad del Ecuador, sobretodo, de las refinerías de Colombia, Argentina y Brasil, obteniéndose un precio unitario por galón de biodiesel de USD 0.97.

El margen de utilidad sobre el costo de producción se lo ha considerado tomando en cuenta el mismo margen que las comercializadores y los operadores obtienen en la venta de combustibles, es decir, el 10%.

Una vez agregado el margen de utilidad al costo de producción, obtenemos nuestro precio de venta, que es lo que le paga la comercializadora a nuestra planta por cada galón de biodiesel que compra.

Sobre este precio, la comercializadora junto con el operador se lleva el 10% de margen. Entonces primero se le suma el margen de la comercializadora al precio de producción, y se obtiene el precio al operador, al cual se le suma el margen de este más el IVA del 12%. Sumando estos tres valores, se obtiene el precio de venta al público, como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla # 3.14

Obtención del precio de venta al público del biodiesel

Costo de Producción	$0.97
Margen de Utilidad (15%)	$0.15
Precio de producción	$1.12
Margen de Utilidad Comercializadora (10%)	$0.11
Precio a Operador	$1.23
Margen de Utilidad Operador (10%)	$0.12
IVA 12%	$0.16
Precio de venta al público	**$1.52**

Fuente: *Petrocomercial*

Elaborado por los Autores

Luego de obtener el precio de venta al público por galón de biodiesel, tenemos que realizar no sólo la mezcla entre ambos líquidos sino también de sus costos.

Si un galón de diesel se comercializa en USD 1.06, y un galón de biodiésel cuesta USD 1.52, tenemos el precio final de la mezcla biodiésel-diesel de US$ 1.109, calculado de la siguiente manera:

1.06 (0.70) + 1.52 (0.30) = **US$ 1.12**

3.4.2 Plan de Ventas

En el proyecto, se plantea el siguiente plan de ventas:

Ventas

Ventas de biodiesel	98%
Ventas de subproducto (glicerina)	10%

Reutilización

% reutilizado	10% de metanol

Precios

Biodiésel	US$ 1.12/galón
Glicerina	US$ 0.50/galón

Tasa de crecimiento ventas

4%, de acuerdo al crecimiento por demanda de vehículos que operan con diesel[7]

[7] AEADE, INEC – Anuario de Transportes 2009

3.5 IMPACTO ECONÓMICO Y SITUACIÓN FINANCIERA ESTIMADA

3.5.1 Estado de Pérdidas y Ganancias

A partir del primer año de operación de la planta, el proyecto presenta una ganancia del 8.28% sobre las ventas netas, ya restándole los impuestos a pagar, lo que demuestra que se obtendrá ganancias a partir del primer año de producción, siempre que se cumpla el horizonte establecido. El Estado de Pérdidas y Ganancias correspondiente al segundo año de funcionamiento de la planta, se puede observar en el ANEXO 7, en donde se podrá apreciar los siguientes puntos:

- El Costo de producción es medianamente alto (86%), lo cual se compensa con los gastos de ventas y administrativos que son bajos debido a que se utiliza el personal estrictamente indispensable.

- Existe utilidades para los trabajadores que corresponde al 1.95% del valor de ventas.

3.5.2 Flujo de Caja

En el ANEXO 8 se encuentra el flujo de caja detallado; en el podemos ver que se realizan dos inversiones, la primera al inicio del proyecto, y la segunda en el año cuatro por renovación del equipo de computación, muebles y enseres, equipo de laboratorio y repuestos y accesorios para la maquinaria.

También podemos observar que año a año el flujo va incrementándose; esto se debe, principalmente, a que el proyecto tiene la posibilidad de crear recursos propios para la renovación y crecimiento de la empresa.

A partir de la información obtenida en el flujo de caja se obtiene el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), de las cuales se habla en el siguiente acápite.

3.5.3 Rentabilidad Privada – TIR

Al realizar la evaluación financiera se requiere de una tasa de descuento que actualice los flujos estimados del proyecto; para lo cual, se ha realizado el cálculo del CAPM y del CCPP, donde se obtendrá una tasa de descuento (o costo de oportunidad del capital), acorde al mercado de biocombustibles, la cual es comparada con la TIR para ver si es mayor o menor.

Como señalan Bierman y Smidt[8], la TIR "representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo (principal e intereses) se pagara con las entradas en efectivo de la inversión a medida que se fuesen produciendo".

En el ANEXO 9, observamos el cálculo de la TIR para el proyecto, que resultó ser del 62.63%.

3.5.3.1 CAPM (Modelo de Valorización de Activos de Capital)

El CAPM tiene como fundamento central que la única fuente que afecta la rentabilidad de las inversiones es el riesgo de mercado, el cual es medido mediante β (beta), que relaciona el riesgo del proyecto con el riesgo del mercado.

[8] Bierman, H. y S. Smidt, *El presupuesto de bienes de capital*. México: Fondo de Cultura Económica

Para el cálculo del CAPM, se tomó como referencia los bonos del tesoro de EE.UU. a 10 años, lo cual se basó en información publicada por la Superintendencia de Bancos en su página Web el 15 de enero del 2008, el cual es de 5.20%.

El riesgo del mercado se lo estima en 12.5%, que es el promedio de rentabilidad de las agroindustrias en el país, según reportes de la Superintendencia de Compañías, y publicado en la revista "Gestión".

Según información reciente[9], se calcula con un beta del 1.10, que es el estimado para industrias en el ramo de los biocombustibles. El riesgo país[10] se considera del 7.50% debido a que el cálculo no se lo realiza con el valor de los bonos ecuatorianos:

$$\mathrm{Re} = r_f + (r_m - r_f)\beta + \textit{Riesgo país}$$

Re = 5.20% + (12.5% - 5.20%) * 1.1 = 13.23%

CAPM = 13.23% + 7.50% = **<u>20.73%</u>**

Una vez calculado el CAPM, se debe estimar el Costo Capital Promedio Ponderado (CCPP).

3.5.3.2 CCPP (Costo Capital Promedio Ponderado)

Una vez que se ha definido el costo del préstamo (Kd) y la rentabilidad exigida al capital propio (Kp), debe calcularse una tasa de descuento ponderada (CCPP), el mismo que implica los dos factores en la proporcionalidad adecuada.

[9] www.yahoo/finance.com
[10] Boletín del mes de enero del Banco Central del Ecuador

$$CCPP = (L)K_d(1-t) + (1-L)K_p$$

Donde:

Deuda / inversión:	L = 39%
% Deuda:	K_d = 9%
Impuestos:	t = 25%
% Patrimonio:	K_p = 20.73%

***CCPP =* 15.25%**

3.5.3.3 Valor Actual Neto (VAN)

Así se tienen que los flujos de inversión y reinversión sumados a los flujos operacionales que genera el proyecto, evaluados en un horizonte de 10 años, a una tasa del **15.25%** da como resultado un **VAN** positivo de **USD 3'163.341** ante lo cual se puede decir que es rentable implementar el Proyecto de Inversión de una planta productora de biodiesel obtenido a través del aceite de palma. (Ver Anexo 9)

3.5.4 Índices Financieros

3.5.4.1 Período de Recuperación del Capital

Este índice mide el número de años requeridos para recuperar el capital invertido en el proyecto, así se tiene que por la inversión propia de USD 790,623.76, se necesita 1 año 2 meses para que los accionistas recuperan la totalidad de su inversión en el proyecto.

3.5.4.2 Rentabilidades

Las rentabilidades obtenidas antes y después del impuesto (en el segundo año de operación, Ver Anexo 10), comparadas en variables diferentes, las podemos observar en el siguiente recuadro:

RENTABILIDAD ANTES DEL IMPUESTO A LA RENTA	
Sobre el Capital Propio	85,97%
Sobre la inversión total	51,26%
Sobre Ventas	7,49%

RENTABILIDAD SOBRE LA UTILIDAD NETA	
Sobre el Capital Propio	64,48%
Sobre la inversión total	38,45%
Sobre Ventas	5,62%

Rentabilidad del Inversionista

Aquí podemos definir una rentabilidad anual esperada sobre la inversión realizada; en los flujos del Estado de Resultados se puede ver una ganancia desde el primer año, y una rentabilidad del 50% antes de impuestos sobre la inversión inicial total en el primer año.

Rentabilidad sobre la inversión inicial total

Definimos una rentabilidad sobre el total de la inversión en el primer año, la cual nos proyecta el 50% antes de impuesto y un 37% después de impuesto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

1. El proyecto es rentable y viable desde un punto de vista financiero, por cuanto los principales indicadores de rentabilidad le son favorables; así, el VAN obtenido es mayor que cero (US$ 3'163,341), y la TIR es mayor que la TMAR calculada (62.63%).

2. Existe zonas de riego favorables al cultivo de palma en las provincias de Pichincha y Santo Domingo que pueden ser perfectamente aprovechadas para la instalación de una planta o fábrica productora exclusiva de biodiesel y subproductos, lo cual mejora la rentabilidad esperada de los pequeños y medianos productores de la palma africana.

3. La población quiteña, en general, se muestra favorable y receptiva a la comercialización del biocombustible siempre y cuando no haya que hacer mayores inversiones en sus automóviles, y les reporte un verdadero beneficio económico en cuanto a duración de su motor, menos contaminación al medio ambiente, potenciación y aceleración del automotor y ahorro en la compra del combustible.

4. Con las positivas experiencias en el uso del biodiésel por parte de otros países, el asesoramiento técnico y el conocimiento en la obtención del biocombustible en base al aceite de la palma africana, la producción continua y eficiente del biocombustible está garantizada para dar inicio al ambicioso proyecto del Gobierno e inversionistas privados en la ciudad de Quito.

RECOMENDACIONES:

1. El Gobierno Nacional debe impulsar una extensa campaña informativa sobre las ventajas en el uso del biodiesel como combustible, para que no sea necesario una “obligación” o “exigencia” en el uso del mismo, aunque en el corto plazo sea necesario hacerlo, con el fin de que las personas voluntariamente aprovechen un combustible menos contaminante en el mercado local.

2. Para abaratar costos, es mejor que las actuales empresas aceiteras amplíen su capacidad productiva, con poca inversión, y adquieran más máquinas necesarias para la producción de biodiesel, así los pequeños y medianos palmicultores se verán beneficiados, haciendo posible la extensión del cultivo de palma africana a otras regiones, mejorando los ingresos de los agricultores en estas zonas.

3. La producción de biodiesel debería impulsar el uso de combustibles alternativos para mitigar los efectos del calentamiento global en nuestro país, además que se reduciría la dependencia del petróleo en nuestra economía.

BIBLIOGRAFÍA

CARSLTEIN, R. “El Biodiesel como solución Energética”

GARCÍA, J.; GARCIA, J. “Biocarburantes líquidos: biodiesel y bioetanol”. Informe de Vigilancia Tecnológica.

SAPAG, N; SAPAG, R. Preparación, Formulación y Evaluación de Proyectos, Editorial McGraw Hill, 2004.

KOTLER, P. Dirección de Marketing – Edición del Milenio. Editorial Prentice Hall, 2001.

Revista GESTIÖN, Artículo: “Etanol, alternativa para el ambiente”. Febrero de 2008 #152, Ecuador

INTERNET 1, 2009. http://www.eco2site.com

INTERNET 2, 2009. http://www.sica.gov.ec

INTERNET 3, 2009. http://www.inec.gov.ec

INTERNET 4, 2009. http://www.fedepalma.com.col

INTERNET 5, 2009. http://www.biodiesel-uruguay.com/