

**PREFACTIBILIDAD DE UN PROYECTO PILOTO PARA LA GENERACIÓN DE
BIOCOMBUSTIBLE A PARTIR DE LA PLANTA SALICORNIA BIGELOVII EN EL
DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA**

**DAVID ESTEBAN CANO PÉREZ
JESIKA CAROLINA MONTOYA VÉLEZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ESUMER
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
MEDELLÍN**

2015

**PREFACTIBILIDAD DE UN PROYECTO PILOTO PARA LA GENERACIÓN DE
BIOCOMBUSTIBLE A PARTIR DE LA PLANTA SALICORNIA BIGELOVII EN EL
DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA**

**DAVID ESTEBAN CANO PÉREZ
JESIKA CAROLINA MONTOYA VÉLEZ**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Especialista en Gerencia de Proyectos**

Asesor:

VICTOR HUGO HERNANDEZ

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ESUMER
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
MEDELLÍN**

2015

CONTENIDO

	Pág.
1. FORMULACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	13
3. OBJETIVOS	14
3.1. General:.....	14
3.2. Específicos:.....	14
4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	15
5. MARCO DE REFERENCIA	16
5.1. Estado del arte:.....	16
5.2. Marco teórico:	17
5.2.1. Producción del aceite.	19
5.2.2. Transformación de materias primas en biodiésel: transesterificación.	20
5.3. Marco conceptual:.....	21
6. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	23
6.1. Tipo de investigación:	23
6.2. Diseño de la investigación:.....	23
6.3. Método y pasos de la investigación:.....	24

7. ENTREGA DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN DEL PROYECTO	26
8. USUARIOS POTENCIALES Y SECTORES BENEFICIADOS.....	27
9. ANÁLISIS SECTORIAL	28
9.1. Análisis del macroentorno para la elaboración de biodiésel:.....	28
9.2. Análisis del microentorno para la elaboración de biodiésel:.....	33
9.2.1. Con los clientes	33
9.2.2. Con los sustitutos.....	34
9.2.3. Con la competencia.	35
9.2.4. Con los proveedores.....	37
9.2.5. Amenazas del proyecto	38
10. DESCRIPCIÓN DEL MERCADO.....	40
10.1. Mercado objetivo:	40
10.2. Mercado potencial:.....	40
10.3. Tipo de bien y elasticidad de la demanda:	41
10.4. Tipo de mercado:.....	42
10.5. Oferta y demanda:	42
10.6. Caracterización de los clientes:.....	45
10.7. Distribución y comercialización de combustibles líquidos:	46
10.8. Análisis de la competencia:.....	47
10.9. Plan de mercado:	49
10.9.1. Precio	49

10.9.2. Producto	52
10.9.3. Plaza.....	52
10.9.4. Promoción	53
10.10. Proyección de ventas:.....	53
10.11. Conclusión general del análisis de mercados:.....	55
11. ANÁLISIS TÉCNICO	56
11.1. Macroactividades:	56
11.1.1. Selección y arrendamiento de los terrenos.....	56
11.1.2. Producción del aceite	56
11.1.3. Transformación de materias primas en biodiésel: transesterificación	58
11.1.4. Distribución y comercialización.	59
11.2. Actividades detalladas a desarrollar:	60
11.3. Necesidades y requerimientos:	63
11.4. Equipos e infraestructura:.....	64
11.5. Plan de producción:	66
11.5.1. Cálculos de producción de biodiésel y requerimiento de metanol.....	67
11.6. Abastecimiento:	68
11.7. Localización:	71
11.8. Macrolocalización:	72
11.8.1. Microlocalización	73
11.9. Distribución de áreas y espacios (layout):.....	74
12. ANÁLISIS LEGAL AMBIENTAL	75

12.1. Costos indirectos de fabricación (CIF):	77
12.2. Costos de mano de obra:.....	78
13. EVALUACIÓN FINANCIERA	79
13.1. Supuestos macroeconómicos:	79
13.2. Resumen de los estados financieros:.....	79
13.2.1. Flujo de caja.....	79
13.2.2. Estado de resultados y Balance general	82
14. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	86
15. ANÁLISIS DE DEBILIDADES, OPORTUNIDADES, FORTALEZAS Y AMENAZAS (DOFA).....	91
15.1. Debilidades:.....	91
15.2. Oportunidades:.....	91
15.3. Fortalezas:.....	92
15.4. Amenazas:	93
16. CONCLUSIONES.....	94
REFERENCIAS	98

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Balance oferta – demanda de combustibles para el año 2009.....	45
Tabla 2. Precios de los combustibles en Colombia a diciembre de 2012.....	50
Tabla 3. Histórico precio galón de gasolina en pesos colombianos.....	51
Tabla 4. Estrategia de promoción.....	53
Tabla 5. Plan de ventas mensual de biodiésel (galones).....	54
Tabla 6. Plan de ventas anual de biodiésel (galones).	55
Tabla 7. Tabla de materias primas e insumos requeridos en la elaboración de un galón de biodiésel.	63
Tabla 8. Equipos principales para la elaboración del biodiésel.....	64
Tabla 9. Tabla de costos de los equipos.....	65
Tabla 10. Tiempos de producción por actividad.....	67
Tabla 11. Plan de producción mensual de biodiésel (galones).	68
Tabla 12. Plan de producción anual de biodiésel (galones).	68
Tabla 13. Proveedores de materias primas e insumos.	69
Tabla 14. Plan de abastecimiento.....	69
Tabla 15. IPC 2003 a 2020.....	70
Tabla 16. Precio de las materias primas proyectado a 5 años.....	70
Tabla 17. Costo de las materias primas proyectado a 5 años.....	71
Tabla 18. Costo del personal necesario para el trámite de la licencia ambiental.....	77
Tabla 19. Costos indirectos de fabricación (CIF).....	77
Tabla 20. Costo de la mano de obra.	78
Tabla 21. Supuestos macroeconómicos.	79

Tabla 22. Flujo de caja del proyecto.....80

Tabla 23. Balance general.....83

Tabla 24. Criterios de decisión.....85

Tabla 25. Flujo de caja proyecto escalado 35 veces.88

Tabla 26. Criterios de decisión proyecto escalado 35 veces.....90

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. PIB de Explotación de minas y canteras.....	31
Gráfica 2. Exportaciones en millones de dólares FOB 2003-2012.....	32
Gráfica 3. Reservas de petróleo en Colombia.....	33
Gráfica 4. Consumo de biocombustibles en Colombia.....	41
Gráfica 5. Reservas de petróleo en Colombia.....	43
Gráfica 6. Reservas de petróleo en Colombia.....	47
Gráfica 7. Demanda de derivados de petróleo en Colombia, año 2009.....	54
Gráfica 8. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del biodiésel.....	62
Gráfica 9. Distribución de espacios de la planta de procesamiento.....	74
Gráfica 10. Flujo de caja del proyecto.....	82
Gráfica 11. Balance general.....	82

RESUMEN

El proyecto pretende realizar los estudios para la generación de biocombustible a partir de plantas halófitas (plantas capacitadas para asimilar agua salada). En especial se estudiará la planta *Salicornia Bigelovii*, la cual posee unas propiedades de adaptación para poder cultivarse en tierras áridas.

Las semillas de la planta *Salicornia* tienen unas propiedades especiales para la producción de biodiésel. La *Salicornia* silvestre se encuentra en Colombia creciendo libremente junto a los arrecifes coralinos, pero la especie de mayor potencial *Bigelovii*, la cual es cultivable en zonas tropicales, por ahora solo se encuentra en Estados Unidos, México y Belice.

El proyecto como tal es un piloto, que no pretende ser lucrativo, sino que el valor que aportaría sería en generación de conocimiento acerca del desarrollo de planta en el territorio colombiano, especialmente en La Guajira. Los datos de producción y comercialización del biodiésel generado son a una baja escala industrial.

ABSTRACT

The project aims to conduct studies for generating biofuel from halophytes (plants that are feed through salt water). The studies are focused mainly in Bigelovii specie plant, which has some properties of adaptation to be grown in arid lands.

The seeds of the plant Salicornia have special properties for the production of biodiesel. The wild Salicornia is in Colombia freely growing with coral reefs, but the specie of greatest potential Bigelovii, which is cultivated in tropical areas, for now only found in the United States, Mexico and Belize.

The project itself is a pilot, is not intended to be lucrative, but the value that would contribute, would be to generation of knowledge about the development of plant in Colombia, especially in La Guajira. Production and marketing the pilot would be generated at a low industrial scale.

Términos clave: biocombustibles, biodiésel, Salicornia Bigelovii, transesterificación, investigación.

1. FORMULACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El petróleo es una fuente de energía no renovable, y por tanto se encuentra en cantidades limitadas en la naturaleza, desde este punto de vista se hace necesario encontrar fuentes sustitutas que lo puedan reemplazar. Pero para poder hacer viable este reemplazo, se necesitan buscar fuentes que económicamente puedan competir en precio, es por eso que los biocombustibles se han empezado a impulsar y a llenar la gran problemática que tiene el petróleo, que entre otras cosas, también tiene problemas desde el punto de vista ambiental, los cuales se podrían mejorar con el biodiésel, al ser un combustible que genera menos contaminación.

Se pretende con el proyecto piloto, generar el conocimiento necesario para adoptar como proceso industrial la generación de biodiésel a partir de la planta *Salicornia Bigelovii* en Colombia. La etapa piloto es requerida, ya que hasta ahora nunca se ha probado el potencial de esta planta en nuestro país, y para poder asegurar técnicamente el éxito de un proyecto a escala industrial de generación de biodiésel, primero se deberán hacer los análisis experimentales correspondientes a los datos obtenidos a través del proyecto piloto.

La siembra y desarrollo de esta planta todavía no está probada en países tropicales como Colombia, e inclusive no son muchos los estudios realizados en los países de donde es nativa la planta. Los pocos estudios de la *Salicornia* hechos en esos países han arrojado datos optimistas, ya que se ha encontrado que la generación de aceite (componente principal del biodiésel) es muy alta, y otro dato muy prometedor es que requiere muy poca cantidad de insumos para su cultivo.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Actualmente se desconocen los datos de producción de aceite de la *Salicornia Bigelovii* y su desempeño y siembra en países tropicales. Este piloto, la investigación y sus resultados, llenarían muchos de los vacíos e incertidumbres que actualmente se generan con esta planta, sobre todo con respecto a la determinación de los costos reales. Los biocombustibles son renovables, por lo cual tienen una expectativa de permanencia al largo plazo mucho más alta que la de los combustibles fósiles.

El proyecto es de carácter innovador y sería un piloto para recoger datos con los cuales se haría una investigación más profunda acerca del cultivo de la *Salicornia* en Colombia; de dar resultados se podría pensar en una producción a escala industrial luego de realizar este primer proyecto. Durante esta etapa experimental se empezaría por cultivar unas 10 hectáreas aproximadamente.

El proyecto se justifica hacerlo, para poder presentar datos reales a inversionistas que busquen aportar y ver un crecimiento económico. Si a través del piloto, se establece que el VPN (valor presente neto) de la inversión es atractivo, se podrá llamar la atención para que un “sponsor” se interese en financiar un proyecto a gran escala de biodiésel de *Salicornia*.

3. OBJETIVOS

3.1. General:

Determinar la pre-factibilidad de un sistema para la generación de biocombustible a partir de la planta “Salicornia Bigelovii”, en la costa atlántica.

3.2. Específicos:

- Determinar la tendencia del sector de los combustibles.
- Identificar los clientes potenciales que podrían implementar el biodiésel como un complemento en su oferta de ACPM, a partir de una investigación de mercados.
- Evaluar los procedimientos y equipos tecnológicos requeridos para optimizar la obtención de biodiésel a partir de la Salicornia, evaluando también su costo variable, también se requiere definir los cargos y la mano de obra, sus necesidades para la operación del proyecto.
- Determinar la viabilidad financiera a partir de indicadores como el valor actual presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).
- Determinar la viabilidad legal del proyecto.

4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Al ser un proyecto de carácter innovador, no se encuentra mucha bibliografía acerca de la “*Salicornia Bigelovii*”.

La formación académica de los investigadores no está muy relacionada con la línea del conocimiento que requiere el proyecto.

La financiación de los estudios se limita a los recursos propios de los investigadores.

Para desarrollar la prefactibilidad del proyecto se cuenta con poco tiempo, ya que debe estar lista para julio de 2015.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1. Estado del arte:

El principal punto de inflexión para la reaparición del biodiésel fue la crisis del Golfo Pérsico, ya que hubo mucha escasez de petróleo y el precio se disparó, y con este precio, el biodiésel volvió a ser factible económicamente.

En Colombia se le empezó a dar un verdadero impulso al biodiésel a partir del año 2004, con la aparición de la Federación Nacional de Biocombustibles – FEDEBIOCOMBUSTIBLES (FedeBiocombustibles, s/f).

El biodiésel actualmente en Colombia se concentra principalmente en la costa pacífica, el cual se genera a partir de la palma *Elaeis* (africana), y su mercado de consumo también se encuentra en esta zona. Hay que agregar que existen grandes cultivos de palma principalmente en el valle del Cauca, pero que no tendrán mucha influencia sobre cultivos para generación de biodiésel en la costa atlántica.

Respecto a su estacionalidad, se podría decir que no tiene, puesto que siempre y en cualquier época, los combustibles serán demandados por los automotores.

La ley 1205 de 2008 por parte del ministerio de minas y energías, ha promovido el biodiésel para usarse como complemento en la mezcla con el diésel convencional, ya que hasta ahora no se ha estado cumpliendo con los parámetros de calidad exigidos a nivel internacional.

En la medida en que se empiece a hacer cumplir esta ley, más se fomentará el uso de biodiésel como un mecanismo para lograr que el diésel convencional cumpla con los estándares internacionales. Por otro lado el biodiésel al no ser un derivado del petróleo, y al tener una combustión más libre de emisiones contaminantes, mezclándose con el diésel convencional, le daría a la mezcla la consistencia necesaria para cumplir con todos los estándares exigidos.

Los biocombustibles no contienen azufre porque provienen de biomásas. Por lo tanto, las emisiones de óxidos de azufre se verán disminuidas en la misma proporción en que se mezclen. La mezcla del biodiésel con ACPM, reduce, proporcionalmente, las emisiones de material particulado, que tanto afectan la salud humana, principalmente en las ciudades.

La ley 1205 de 2008 sancionará a las empresas refinadoras, a las importadoras, las almacenadoras, distribuidoras, transportadoras y grandes consumidoras que no cumplan con ella, con altas multas de dinero (Luna, 2009). Inclusive les podrán cancelar la autorización para desempeñar labores con el uso y manejo de este combustible.

De esta manera, la ley 1205 juega un factor primordial en el fomento y uso de los biocombustibles, siendo muy conveniente para este y cualquier proyecto de biodiésel.

5.2. Marco teórico:

El biódiesel se obtiene a partir de una reacción química, la cual se logra al combinar aceites con un alcohol, más específicamente, intercambiando la cadena del grupo alcoxi. Estas reacciones químicas se deben catalizar mediante la adición de un ácido o una base.

El biodiésel es un biocombustible sintético líquido obtenido a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales, ya sean nuevos o usados. El prefijo bio se refiere a que procede de seres vivos, por lo tanto quiere decir que es renovable, a diferencia del diésel tradicional que es derivado del petróleo; y la palabra diésel hace referencia a su utilización en motores de este tipo (Fredrickson & Gordon, 1958).

El biodiésel usa como materia prima principal biomasa vegetal, la cual es una energía renovable. Su empleo genera una menor contaminación ambiental y en parte son una alternativa viable al problema del agotamiento de los combustibles fósiles.

El principal uso que tiene el biodiésel es el de ser un complemento para el diésel convencional o ACPM como se le conoce en Colombia. El biodiésel se utiliza en diferentes grados de concentración, de acuerdo al porcentaje por volumen en la mezcla, normalmente va desde un 2% hasta un 25%. Por ejemplo una mezcla del tipo B25 es biodiésel al 25% y el 75% restante es diésel tradicional y otra que se denomine B100 será biodiésel en estado puro.

Los desechos producidos por el biodiésel son mucho menos nocivos para el medio ambiente que los de los derivados del carbón y del petróleo. Por lo tanto al complementar la mezcla con ACPM se disminuirán las emisiones de CO₂ emitidas al medio ambiente, y también se disminuirá el nivel de azufre del diésel convencional que se consume en Colombia, el cual normalmente no cumple con los estándares internacionales.

Ambientalmente se pretende que durante el crecimiento y desarrollo de la planta, se genere más oxígeno al medio ambiente, que el CO₂ que se produce durante la combustión del

biodiésel. Por lo que se puede concluir, que el balance del proyecto es totalmente positivo, tanto para la comunidad como al medio ambiente.

5.2.1. Producción del aceite. La producción de aceite a partir del alga “*Salicornia Bigelovii*”, consta básicamente de tres etapas: el cultivo de la planta, la recolección y la posterior extracción del aceite de ellas.

El cultivo inicialmente se realizará de manera manual, a bajo costo, posteriormente de dar resultado, se podría pensar en un proceso más industrializado, con maquinarias que agilicen el proceso, pero esta última parte no es del alcance de este proyecto como se mencionó anteriormente.

La irrigación depende en gran medida de la tasa de infiltración del terreno. El terreno será irrigado una vez cada 5 días con agua de mar, hasta formar pequeñas lagunas. La captación del agua de mar se puede realizar mediante pozos en sectores costeros, o directamente mediante bombeo desde mar adentro, en el caso del proyecto, resulta más práctico realizar el bombeo y así evitar la contratación de carrotanques para el riego de los cultivos.

La planta al ser halofita está en capacidad de absorber y procesar este tipo de agua salada. Al ser irrigada con agua de mar tiene grandes beneficios, pues prácticamente no se requieren pesticidas.

Para abonar y nutrir el terreno se deben utilizar fertilizantes, el amoníaco (NH_3) por ejemplo podría cumplir perfectamente con esta función. Cada 5 días deben aplicarse alrededor de 200 kg de amoníaco por hectárea.

La recolección se haría también manualmente, tratando de conseguir mano de obra barata presente en la región.

5.2.2. Transformación de materias primas en biodiésel: transesterificación. Para la transformación del aceite en biodiésel, es necesario una reacción química, la cual se llama transesterificación, ésta consiste en adicionar un alcohol, ya sea metanol o etanol y un catalizador, el cual puede ser una base. En este proyecto se usará metanol y como base se ha escogido el hidróxido de potasio (KOH, potasa cáustica). Los productos resultantes de la transesterificación son biodiésel y glicerina. La glicerina resultante se podría vender a productoras de productos cosméticos y jabones, pero no se hará estudio de este proceso.

Se ha escogido el metanol, siendo más difícil su manipulación y teniendo que tener más precauciones que con el etanol, tiene muchas más ventajas en cuanto a su facilidad y rapidez para lograr la reacción química.

Se ha escogido el KOH por encima del NaOH, a pesar de no ser tan barato, puesto que tiene una solubilidad muy buena con el metanol y facilita la reacción química.

5.3. Marco conceptual:

Biocombustible: “un biocarburante o biocombustible es una mezcla de sustancias orgánicas que se utiliza como combustible en los motores de combustión interna. Deriva de la biomasa, materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía” (Wikipedia, s/fa, párrafo. 1).

Biodiésel: el biodiésel (biocombustible) es un líquido que se obtiene a partir de lípidos naturales como aceites vegetales o grasas animales, con o sin uso previo, mediante procesos industriales de esterificación y transesterificación, y que se aplica en la preparación de sustitutos totales o parciales del petrodiesel o gasóleo obtenido del petróleo. El biodiésel puede mezclarse con gasóleo procedente del refinado del petróleo en diferentes cantidades. Se utilizan notaciones abreviadas según el porcentaje por volumen de biodiésel en la mezcla: B100 en caso de utilizar sólo biodiésel, u otras notaciones como B5, B15, B30 o B50, donde la numeración indica el porcentaje por volumen de biodiésel en la mezcla. (Wikipedia, s/fb, párrafo. 1).

Esterificación: “se denomina esterificación al proceso por el cual se sintetiza un éster. Un éster es un compuesto derivado formalmente de la reacción química entre un ácido carboxílico y un alcohol” (Wikipedia, s/fc, párrafo. 1).

Transesterificación: “es el proceso de intercambiar el grupo alcoxi de un alcohol. Estas reacciones son frecuentemente catalizadas mediante la adición de un ácido o una base” (Wikipedia, s/fd, párrafo. 1).

Durante la transesterificación los ácidos grasos se separan de la glicerina, y el metanol se une a ellos formando metilésteres ó etilésteres (si se utiliza etanol). El hidróxido de sodio estabiliza la glicerina.

Catalizador: la catálisis es el proceso por el cual se aumenta la velocidad de una reacción química, debido a la participación de una sustancia llamada catalizador y las que

desactivan la catálisis son denominados inhibidores. Un concepto importante es que el catalizador no se modifica durante la reacción química, lo que lo diferencia de un reactivo. (Wikipedia, s/fe, párrafo. 1).

Salicornia Bigelovii: la *Salicornia Bigelovii* es una especie de alga halofita, la cual está habilitada para crecer en saladares (terrenos ricos en sales), en playas o en manglares. Es originaria de las zonas costeras del este y sur de Estados Unidos, BÉlice y la costa de México (tanto la este como la oeste). Es una planta de marismas, una halófila que crece en agua salada.

La planta ha ganado relevancia a nivel mundial por la gran generación de aceite aprovechable y además por su facilidad para cultivarse en ambientes desérticos y se nutre con agua que contiene altos niveles de sales. La planta se compone hasta de un 33% de aceite, el cual se puede utilizar como un aceite común de cocina y en la alimentación de animales agropecuarios (potencial uso como forraje). La planta también puede ser una fuente de biocombustible.

6. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

6.1. Tipo de investigación:

La investigación será del tipo descriptiva en su mayoría, con una parte exploratoria, y con modalidad de proyecto factible. Esta investigación es un proyecto que busca establecer una prefactibilidad que se apoyará en un estudio del tipo descriptivo y tendrá algunos estudios que se realizarán de manera experimental; los datos de la investigación se van adquirir a través de fuentes secundarias principalmente, y se apoyará eventualmente en una investigación de campo a través de consultas a expertos.

La investigación busca tener un efecto positivo tanto para los usuarios directos del producto, como de los indirectos. Los usuarios directos serían las mayoristas de combustible y los indirectos serían las distribuidoras finales (gasolineras) y los usuarios que hacen uso del producto.

Se analizarán y explicarán las ventajas de conllevan los biocombustibles, respecto a los combustibles fósiles, con base en los datos adquiridos se obtendrá una conclusión acerca de la posible factibilidad del proyecto.

6.2. Diseño de la investigación:

La investigación descriptiva de campo recolectará, analizará e interpretará datos; tendrá un análisis metódico de problemas para así describirlos y definir sus causas y efectos.

La investigación será del tipo descriptiva principalmente y también contará con una pequeña investigación exploratoria. La recolección de información se realizará con base en investigaciones previas y se complementará con entrevistas a expertos.

6.3. Método y pasos de la investigación:

A pesar de ser un piloto para evaluación técnica, se debe determinar también el sector donde más podría aplicar el proyecto, teniendo en cuenta que un factor determinante es que el cultivo requiere agua de mar.

El estudio del sector se dividirá en dos, el macro y el micro. Para el sector macro se deberán determinar las tendencias del mercado en cuanto a la implementación del biodiésel. Para el sector micro se identificarán los proveedores de materias primas, los usuarios, la competencia y los posibles sustitutos.

Se deberá determinar su público objetivo y cuál sería su mercado, para establecer cuánto podría ser la producción y la generación de biodiésel.

El biodiésel es un producto relativamente reciente e innovador en nuestra sociedad colombiana, y no muchos usuarios finales están al tanto de su existencia. La principal herramienta que se utilizará será la investigación de fuentes secundarias.

Para el estudio técnico y tecnológico, se requiere investigar el diseño de la planta de generación, teniendo en cuenta su sitio de localización, las materias primas, la mano de obra y los

equipos y maquinaria requerida, además de imprevistos, entre otros. Con este estudio también se determinarán los costos de implementación.

Se deberá realizar un estudio ambiental de la zona donde se quiera instalar el proyecto, teniendo en cuenta que se deben cumplir las leyes colombianas y además conocer el entorno social que rodearía al proyecto, para evitar cualquier conflicto de carácter social.

Por último, para asegurar el éxito económico del proyecto, se deberá realizar un análisis financiero, teniendo en cuenta que los valores y dineros generados podrán ser mucho menores a los que se pudieran obtener a partir de un proyecto a gran escala.

7. ENTREGA DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN DEL PROYECTO

La prefactibilidad del proyecto se entregará y expondrá al comité de especializaciones de la universidad ESUMER.

8. USUARIOS POTENCIALES Y SECTORES BENEFICIADOS

Como posibles interesados e inversionistas del proyecto, están las empresas existentes de biodiésel, las cuales son normalmente empresas con un gran apetito por la ampliación de su participación en el mercado.

Bajo este panorama, el desarrollo del proyecto piloto y unos resultados positivos, podrían generar interés económico en empresas de mayor tamaño, para alcanzar acuerdos de financiación y una futura implementación.

El sector académico también se beneficiaría con la investigación, ya que al haber tan poca información en cuanto al desarrollo de un proyecto basado en el cultivo de la Salicornia, permitiría ampliar el interés por estas nuevas fuentes de combustibles renovables.

9. ANÁLISIS SECTORIAL

9.1. Análisis del macroentorno para la elaboración de biodiésel:

El biodiésel hace parte del sector de minas e hidrocarburos, más exactamente se ubica como un sustituto de algunos de los derivados del petróleo (hidrocarburo).

A nivel mundial, el principal punto de inflexión para la reaparición del biodiésel en las últimas décadas fue la crisis del Golfo Pérsico, ya que hubo mucha escasez de petróleo y el precio se disparó, y con este precio, el biodiésel volvió a ser competitivo y factible económicamente (Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL, 1990).

A nivel local, en Colombia se le empezó a dar un verdadero impulso al biodiésel a partir del año 2004, con la aparición de la Federación Nacional de Biocombustibles – FEDEBIOCOMBUSTIBLES (FedeBiocombustibles, s/f).

El biodiésel actualmente en Colombia se concentra principalmente en la costa pacífica, el cual se genera a partir de la palma *Elaeis* (africana), y su mercado de consumo también se encuentra en esta zona. Hay que agregar que existen grandes cultivos de palma principalmente en el Valle del Cauca, pero que no tendrán mucha influencia sobre cultivos para generación de biodiésel en la costa atlántica.

Respecto a su estacionalidad, en general se podría decir que no tiene, puesto que siempre y en cualquier época, los combustibles serán demandados por los automotores. La llegada de

fuentes alternativas de energía hasta ahora ha hecho una aparición lenta y el período de agotamiento del petróleo todavía es a muy largo plazo (Wikipedia, s/ff).

La ley 1205 de 2008 por parte del ministerio de minas y energías, ha promovido el biodiésel para usarse como complemento en la mezcla con el diésel convencional, ya que hasta ahora no se ha estado cumpliendo con los parámetros de calidad exigidos a nivel internacional.

En la medida en que se empiece a hacer cumplir esta ley, más se fomentará el uso de biodiésel como un mecanismo para lograr que el diésel convencional cumpla con los estándares internacionales. Por otro lado el biodiésel al no ser un derivado del petróleo, y al tener una combustión más libre de emisiones contaminantes, mezclándose con el diésel convencional, le daría a la mezcla la consistencia necesaria para cumplir con todos los estándares exigidos.

La ley 1205 de 2008 sancionará a las empresas refinadoras, a las importadoras, las almacenadoras, distribuidoras, transportadoras y grandes consumidoras que no cumplan con ella, con altas multas de dinero (Luna, 2009). Inclusive les podrán cancelar la autorización para desempeñar labores con el uso y manejo de este combustible.

De esta manera, la ley 1205 juega un factor primordial en el fomento y uso de los biocombustibles, siendo muy conveniente para este y cualquier proyecto de biodiesel.

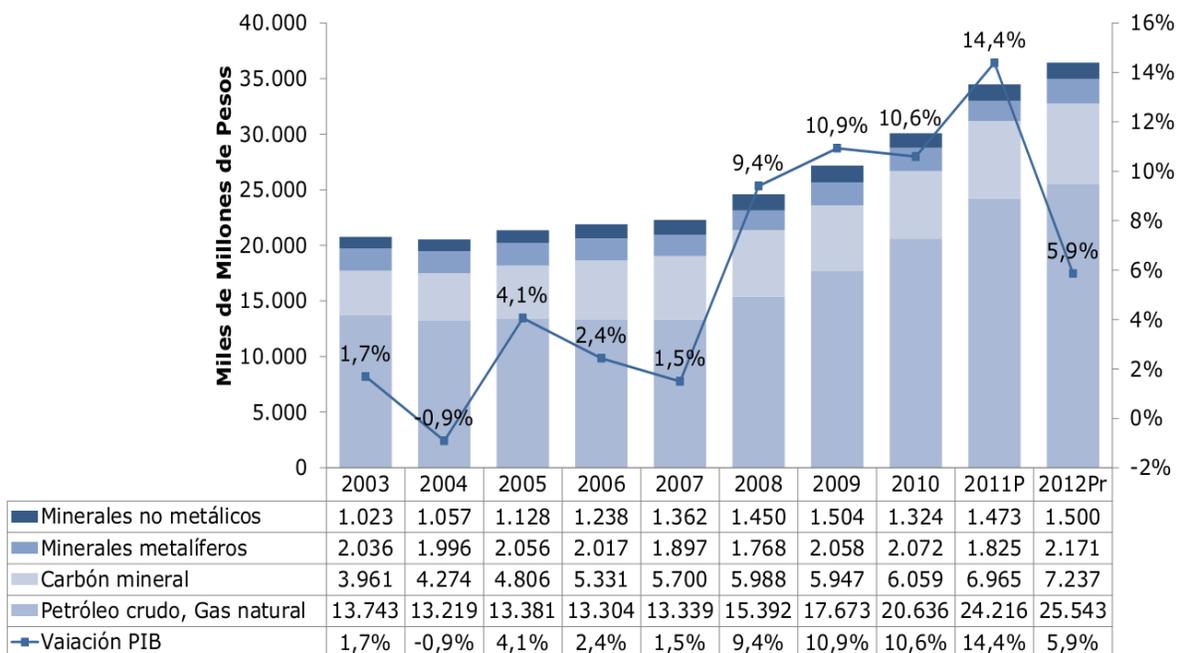
Los biocombustibles no contienen azufre porque provienen de biomásas. Por lo tanto, las emisiones de óxidos de azufre se verán disminuidas en la misma proporción en que se mezclen. La mezcla del biodiésel con ACPM, reduce, proporcionalmente, las emisiones de material particulado, que tanto afectan la salud humana, principalmente en las ciudades.

Los combustibles en el país son por decirlo de alguna manera, unos “consentidos” por la política interna, ya que por más productor de petróleo que es Colombia, el precio interno es muy alto con respecto al costo que tiene en otros países el combustible. En Colombia el negocio del combustible automotor deja grandes ganancias y es muy rentable.

Uno de los principales factores que hace que los combustibles sigan al alza, es la cotización internacional del petróleo, donde la empresa Ecopetrol siendo productor interno, reclama al estado que la gasolina se debe pagar con referencia a este precio, así sea que no la vaya a exportar, pues se alega que si ellos la vendieran al exterior le ganarían mucho más, y por tanto habría escasez interna, lo cual generaría un aumento en el precio. Por lo tanto es un círculo vicioso, donde por ambos lados las empresas del petróleo se ven beneficiadas y máxime cuando manejan un oligopolio con tendencias a ser monopolio, puesto que la gente no tiene opciones y le toca transportarse, ya sea en su vehículo propio o en transporte público, pero por ambos lados el negocio del petróleo seguirá siendo rentable (Semana, 2012).

La tendencia económica para el sector de la minería y los hidrocarburos en Colombia ha sido creciente durante la última década, tanto en precios como en la producción, convirtiéndose en uno de los principales sectores que jalonan la economía del país. El crecimiento del sector ha pasado de \$20,73 a \$36,11 billones de pesos entre el año 2003 y el año 2012.

Gráfica 1. PIB de Explotación de minas y canteras.

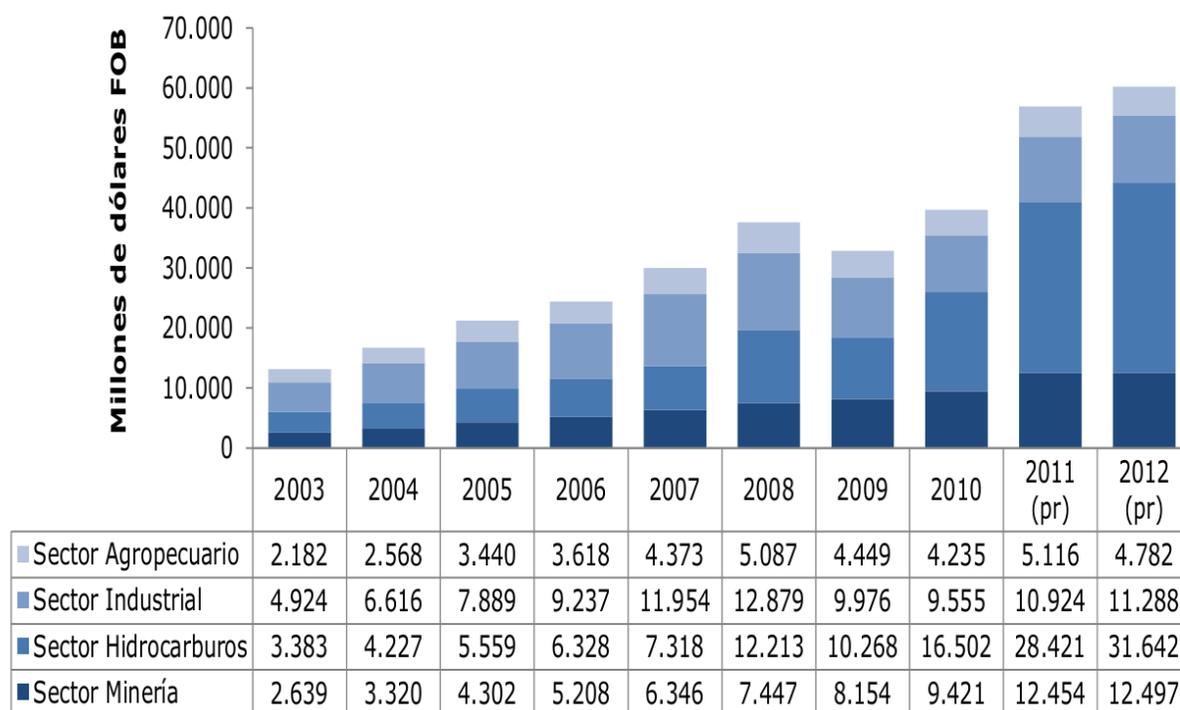


Fuente: Súper Intendencia de Sociedades. (2013). *Informe. Desempeño del sector de minería e hidrocarburos años 2008-2012.* Recuperado de: <http://www.supersociedades.gov.co/asuntos-economicos-y-contables/estudios-y-supervision-por-riesgos/estudios-economicos-y-financieros/Documents/Sectores%20Economicos/desempeno-sector-mineria-hidrocarburos-2008-2012.pdf>

El crecimiento en explotación está dado por la siguiente regresión lineal establecida mediante el software Excel de Microsoft Office:

$$y=1821x + 15950, R^2 = 0,881.$$

En la siguiente gráfica se puede observar como el sector de los hidrocarburos es la más dinámica y de mayor crecimiento en las exportaciones a lo largo de la última década:

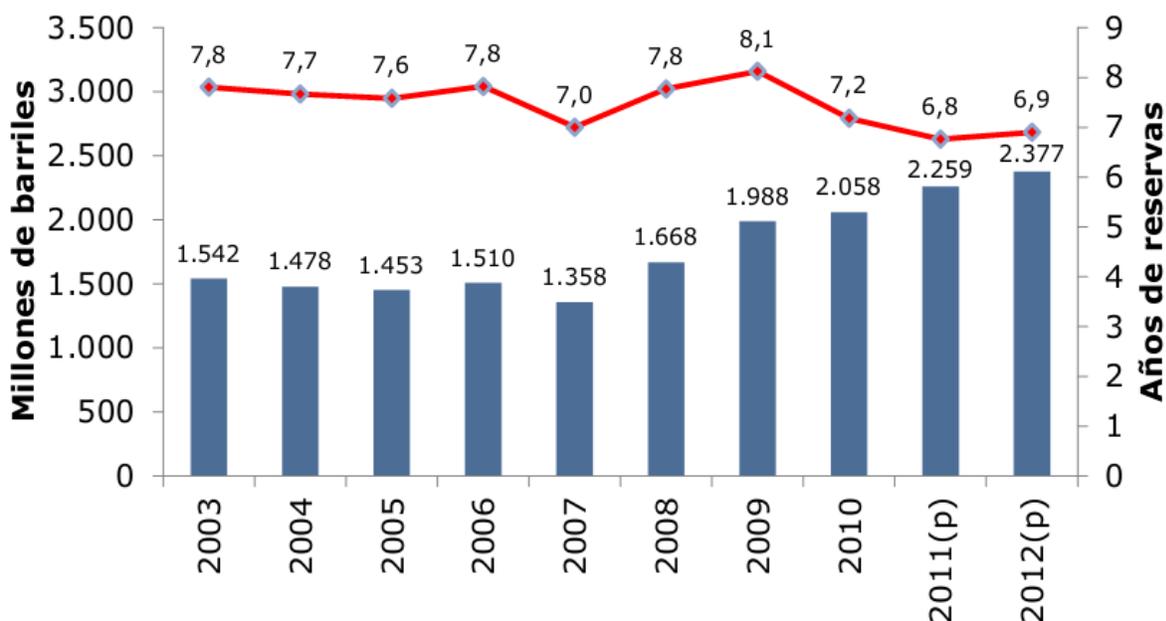
Gráfica 2. Exportaciones en millones de dólares FOB 2003-2012.

Fuente: Súper Intendencia de Sociedades. (2013). *Informe. Desempeño del sector de minería e hidrocarburos años 2008-2012.* Recuperado de: <http://www.supersociedades.gov.co/asuntos-economicos-y-contables/estudios-y-supervision-por-riesgos/estudios-economicos-y-financieros/Documents/Sectores%20Economicos/desempeno-sector-mineria-hidrocarburos-2008-2012.pdf>

El crecimiento en exportaciones está dado por la siguiente regresión lineal establecida mediante el software Excel de Microsoft Office:

$$y = 5034x + 5586, R^2 = 0,925.$$

A diciembre 31 de 2012 las reservas remanentes de petróleo del país ascendían a 2.377 millones de barriles; lo cual representa un crecimiento del 5,22% frente a lo alcanzado durante el 2011. Además la relación de Reservas/Producción (R/P) se ha incrementado hasta niveles que podrían darle a Colombia una autosuficiencia de crudo hasta para 6,9 años, manteniendo el mismo nivel de producción. A continuación se observa la gráfica para las reservas de petróleo durante la última década:

Gráfica 3. Reservas de petróleo en Colombia.

Fuente: Súper Intendencia de Sociedades. (2013). *Informe. Desempeño del sector de minería e hidrocarburos años 2008-2012*. Recuperado de: <http://www.supersociedades.gov.co/asuntos-economicos-y-contables/estudios-y-supervision-por-riesgos/estudios-economicos-y-financieros/Documents/Sectores%20Economicos/desempeno-sector-mineria-hidrocarburos-2008-2012.pdf>

Actualmente el mercado internacional de combustibles está sufriendo una situación crítica, debida a la caída reciente (a finales del año 2014) de los precios internacionales del petróleo (Celedón, 2014); bajo ese concepto, se partirá desde escenarios pesimistas para la prefactibilidad del proyecto piloto, pero se espera que como a lo largo de la historia ha sido una constante y un hecho, el precio del petróleo retome al alza.

9.2. Análisis del microentorno para la elaboración de biodiésel:

9.2.1. Con los clientes. Respecto a la negociación directa con los clientes que comprarían el biodiésel, se puede decir que el proyecto tendría una fuerza en este aspecto, ya que el combustible que se generaría estaría en la costa atlántica, donde no existe tanta competencia

directa y se podría alcanzar una buena negociación con los clientes. Por otro lado, las nuevas normas colombianas exigen que el combustible tenga bajas emisiones de azufre, por lo cual, el proyecto tiene otro aspecto a favor que inclinaría la balanza hacia el consumo del biodiésel por parte de los clientes.

Actualmente la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha venido promocionando al biodiésel a nivel nacional y han venido emitiendo leyes para la exclusión del biodiésel del pago de impuestos a las ventas e impuestos a nivel global, además de estar generando incentivos para la financiación de proyectos de cultivos para la producción de biodiésel (Ministerio de Minas y Energía, s/f).

9.2.2. Con los sustitutos. Hoy en día se han empezado a producir los carros a base de hidrógeno, los cuales genera como desecho de la combustión agua (H_2O), y también se están desarrollando los carros eléctricos, cuya fuente de energía son unas baterías y no producen emisiones de gases. De todas maneras, estos sustitutos todavía no están perfeccionados, ni en el tema de costos, los cuales siguen siendo muy altos, ni mucho menos en la técnica para lograr su obtención. Las baterías tienen un gran problema para lograr su reciclaje una vez han agotado su vida útil, y la generación de hidrógeno a partir de hidrólisis, es altamente costosa y necesita mucha más energía para su producción, que la que finalmente entrega luego de su combustión.

La producción en masa de los carros eléctricos se ha ido retrasando con el pasar de los años, ya que las soluciones tecnológicas todavía no han alcanzado un grado óptimo de desarrollo, los costos de producción siguen siendo muy altos, y en el caso de los carros de hidrógeno, las

instalaciones para distribuir el hidrógeno ni siquiera se ha empezado a desarrollar (La historia del coche eléctrico: un largo proceso de desarrollo, s/f).

Finalmente hay que decir que el mercado automotriz todavía no está preparado para un cambio de tecnología del combustible para su locomoción, esto se puede afirmar por los problemas de tiempo de carga de la batería (Wikipedia, s/fg) y del problema que existe asociado a la generación y el almacenamiento del hidrógeno, donde generarlo incluye el gasto de más energía que la que se producirá con su combustión, y por otro lado, además de ser altamente explosivo, es un gas de mucha expansión, donde se necesitaría un compresor que gaste mucha potencia para lograr un almacenamiento óptimo, y se vuelve al mismo problema, se gasta bastante energía en el proceso de compresión (Wikipedia, s/fh).

Así pues, se observa un alto poder de negociación frente a los sustitutos del petróleo y sus derivados.

9.2.3. Con la competencia. El mercado del biodiésel a nivel de Colombia ha venido creciendo paulatinamente (Flórez, 2011) y cada vez son más los productores de este combustible. Como tal, no se manejan marcas de producto, sino que se identifica al biodiésel por ser producido en alguna hacienda o sitio de cultivo, más que por alguna referencia o sello empresarial.

Dentro del análisis que hay que hacer para este factor, cabe decir que la competencia no es un factor primordial, si bien hay que ponerle atención, en el mercado de los combustibles prácticamente la competencia es con respecto al precio, pero el mercado es tan amplio y tan demandante, que siempre habrá clientes.

De todas maneras, la mayor competencia directa de biodiésel para el proyecto de la *Salicornia*, estaría bastante alejada, puesto que el principal foco de producción se encuentra ubicado en el Valle Geográfico del Rio Cauca, y al haber dificultades de transporte hasta sitios tan alejados como la Guajira, no entraría mucho en conflicto con el mercado al que se quiere abastecer.

Esta variable del transporte del biocombustible podría ser también algo que complicaría el proyecto si fuera a ser de gran escala, pero inicialmente se ha proyectado como una investigación de innovación y para el cultivo de alrededor 10 hectáreas. Si el proyecto resultara factible, se podrían buscar inversionistas para implementar un nuevo proyecto de mayor escala, tomando como fuente de investigación este primer proyecto piloto de *Salicornia*.

Esta variable mientras se mantenga, hará mucho más rentable el proyecto, al contar con menos competencia y ampliar los márgenes de ganancia, ya que no hay mucha oferta de biodiésel. También le dará un carácter de importancia y relevancia a nivel local, ya que el biodiésel generado a partir de *Salicornia Bigelovii* sería totalmente innovador.

Esta variable se debe tomar como un efecto positivo, ya que el cultivo de la palma *Elaeis* (africana) para la producción de biocombustible a una escala industrial se está extendiendo masivamente en Colombia, con los problemas asociados que esto conlleva, donde muchos campos de cultivos fértiles de alimentos se están reemplazando con cultivos de palma, lo que finalmente tendrá un efecto en el abastecimiento de vegetales en el país, volviéndolos más escasos y por lo tanto, incrementando su costo. Este reemplazo se ha venido dando por los altos precios de los combustibles, donde anteriormente el biodiésel no era competitivo en precio con

respecto a los cultivos de alimentos. Además la palma se está gastando los mismos recursos en cuanto abono y agua potable que los cultivos de alimentos, algo grave considerando que hay varios departamentos de Colombia sufriendo de sequías. Este factor negativo de la palma no lo traería la Salicornia, ya que se sembraría en terrenos que han sido desechados, por lo tanto no se estaría reemplazando ningún cultivo de alimentos, y por otro lado, al ser esta planta del tipo halófito (Rueda, s/f), no consumiría agua potable, sino agua de mar, lo único es que si habría que abonar la tierra, pero no es un elemento que afecte la economía del resto de colombianos, cosa que si sucede con la palma africana.

El poder de negociación en la costa Atlántica donde se comercializaría el biodiésel de la Salicornia tendría un gran poder de negociación frente a sus competidores.

9.2.4. Con los proveedores. Actualmente el proyecto requeriría como insumos fertilizantes y agua de mar para la producción de la Salicornia. Los fertilizantes y abonos no tienen problema alguno y no son productos que escasean, por lo tanto no habría muchos inconvenientes con estos. El agua de mar podría ser bombeada, o si la ubicación final no está tan cerca del mar, se podrían contratar carrotanques que existen en la región.

Finalmente el insumo más importante en la cadena para la producción final del biodiésel sería el alcohol para lograr el proceso químico de transformar el aceite de la Salicornia en un combustible. El biodiésel se puede obtener a partir del etanol y el metanol, y ambos están regidos por precios internacionales (Ministerio de Minas y Energía, s/f). Para la reacción química con el aceite solamente se necesita uno de los dos alcoholes, y la obtención de estos no es complicada, se pueden obtener a partir de la caña de azúcar entre otros, y son muchos los proveedores que

pueden suplir esta materia prima, ya que es uno de los grandes insumos de la industria química (Escobar, 2014).

El poder de negociación con los proveedores es alto, ya que existe gran oferta y la materia prima necesaria no es de difícil obtención.

9.2.5. Amenazas del proyecto. Las principales amenazas para el proyecto, y en general para cualquier proyecto que tenga que ver con hidrocarburos, son las variables macroeconómicas como el precio internacional del petróleo y el valor del dólar:

Precio internacional del barril del petróleo: Esta variable afecta al proyecto de manera muy significativa, puesto que el valor interno en el país del diésel se ve regido por el precio internacional del petróleo, así pues, el biodiésel al ser un complemento en la mezcla del diésel tradicional, se gobierna bajos estos precios.

Actualmente el precio del barril del petróleo WTI a mayo de 2015 se cotiza a \$58,99 USD (Precio del Petróleo, s/f), el cual sigue siendo bajo de acuerdo a los registros alcanzados durante los últimos 5 años.

Las principales reservas de petróleo a nivel mundial se encuentran en el medio oriente (Ghadimi, 2007), zona con una situación militar crítica, y que durante las últimas décadas se ha encontrado en guerra constantemente por los diferentes intereses de los países occidentales en la zona. Mientras estos factores se mantengan, y haya que pagar por tener que tener seguridad en la extracción, producción y transporte del crudo, y mientras que sea un bien de consumo primario,

un recurso no renovable (Asociación Española de Operadores de Productos Petroleros – AOP, 2002), y ayudado por otros factores como su dificultad para ser descubierto y el requerimiento de maquinaria y tecnología para su extracción, el precio del petróleo podrá recuperar el precio que tuvo a lo largo de los últimos años.

Tasa de cambio representativa del mercado (TRM) del peso frente al dólar: Tanto el petróleo, como el diésel se ven afectados por la macroeconomía, donde el dólar es un factor primordial que afecta el mercado interno del país, entre más alto esté el valor del dólar, más pesos se darán por el barril de petróleo (Finanzas Personales, s/f), o en este caso para ser más preciso, y aplicando este concepto al proyecto, más se pagará por un galón de biodiésel.

En general, el dólar es la moneda más utilizada a nivel mundial, siendo la principal moneda en el mercado de divisas (Mercado de divisas - cambio de divisas, s/f). Siendo el puente de intercambio en todas las transacciones internacionales, y como moneda dominante en todos los mercados, tiene una gran influencia en el establecimiento del valor del petróleo e influye en todas las economías del mundo, a nivel micro y macro económico.

Actualmente el euro a nivel mundial ha empezado a hacerle competencia al dólar como divisa cambiaria, pero en Colombia apenas ha hecho una aparición “tímida”, donde todavía no pesa mucho a nivel local y se sigue tomando como referencia al dólar como principal denominador del precio de todos los bienes de consumo de adquisición internacional (Gerencie, 2013).

10. DESCRIPCIÓN DEL MERCADO

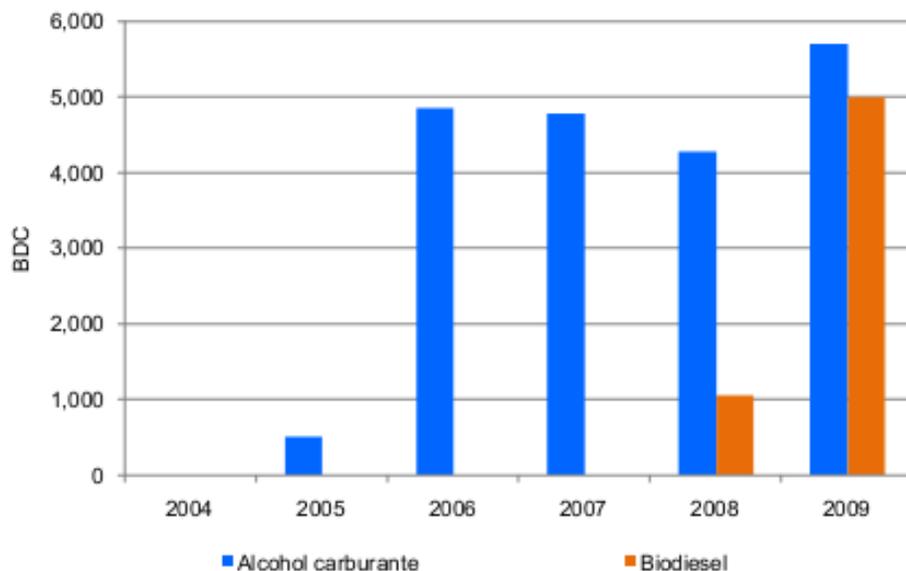
10.1. Mercado objetivo:

Para el proyecto el usuario con el que se negociaría directamente serían las mayoristas de combustible ubicadas en el departamento de la Guajira y del Magdalena, puesto que el biodiésel no tiene un uso directo para el usuario final y siempre debe ir como un complemento en la mezcla del ACPM.

10.2. Mercado potencial:

Uno de los principales problemas que poseen los departamentos colombianos cercanos a Venezuela, como La Guajira, El Cesar, y El Magdalena, es que existe mucho contrabando de gasolina, y por tanto los precios son muy bajos. Por otro lado, el departamento del Atlántico no se ve tan influenciado por este problema, y además tiene la principal capital de la costa Atlántica que es Barranquilla, con una mayor cantidad de vehículos que los otros departamentos citados y donde existe un gran mercado de clientes potenciales a desarrollar.

En la siguiente gráfica se puede observar cómo ha sido el crecimiento en el consumo de biocombustibles en Colombia, entre ellos el del biodiésel:

Gráfica 4. Consumo de biocombustibles en Colombia.

Fuente: Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. (2010a). *Proyección de demanda de energía en Colombia*. Recuperado de: http://www.upme.gov.co/Docs/Energia/PROYECC_DEMANDA_ENERGIA_OCTUBRE_2010.pdf

Se puede observar como los BDC (barriles diarios de combustible) en el caso del biodiésel se proyectan en crecimiento y expansión para la implementación de estos en la mezcla con el ACPM tradicional.

10.3. Tipo de bien y elasticidad de la demanda:

El biodiésel es un tipo de combustible orgánico, similar al combustible fósil, pero con un origen diferente, puesto que no se necesitan millones de años para su obtención. Su uso comercial es el de ser un complemento para el diésel convencional o ACPM, como se le conoce en Colombia.

El precio del petróleo como *commodity* es inelástico en su demanda y su oferta, su demanda no se verá afectada en gran medida por el cambio en su precio, ya que el petróleo es uno de los motores de la economía. A precios bajos o altos, los usuarios de automóviles a partir de combustibles fósiles, deberán seguir haciendo uso del producto.

Su oferta tampoco está afectada, ya que a pesar de que su precio aumente, siempre se deberá abastecer a la misma cantidad de mercado y la oferta no podrá disminuir por ende.

10.4. Tipo de mercado:

El mercado del producto respecto a la oferta, es oligopólico ya que existe un número muy reducido de competidores.

El mercado del biodiesel a nivel de Colombia ha venido creciendo paulatinamente (Flórez, 2011) y cada vez son más los productores de este combustible. Como tal, no se manejan marcas de producto, sino que se identifica al biodiesel por ser producido en alguna hacienda o sitio de cultivo, más que por alguna referencia o sello empresarial.

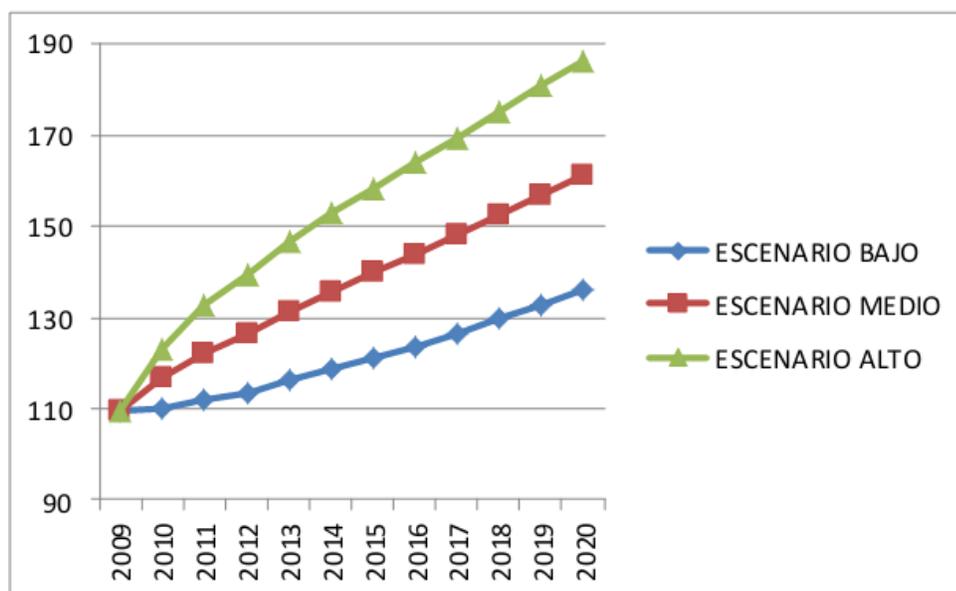
10.5. Oferta y demanda:

El petróleo crudo acarrea la mayoría de los costos de la gasolina y del diésel (Americam Petroleum Institute, s/f). quiere decir que la oferta y la demanda de petróleo crudo, afecta de manera directa los costos para las refinerías, y así también los precios de la gasolina y el diésel al usuario final. La OPEP (Países Productores y Exportadores de Petróleo), es una de las principales

organizaciones de petróleo a nivel mundial, la cual implementa estrategias de mercado para elevar o disminuir la producción de petróleo. La OPEP está en la capacidad de aumentar los precios de acuerdo a sus intereses, o también cuando la producción se ve reducida por algún motivo. Pero cuando la producción de petróleo crudo aumenta, los precios de los combustibles tenderán a bajar.

Los consumidores cuentan con un poder muy bajo para influenciar los precios de la gasolina, con el cual podría afectar en una pequeña proporción la demanda. Si la demanda es alta, los precios tienden a incrementarse; si la demanda disminuye porque por ejemplo, los consumidores no viajan o porque no hay expansión del mercado, los precios tenderían a bajar, pero normalmente, la OPEP actúa ante esta disminución de la demanda, disminuyendo los suministros de petróleo, manteniendo los precios estables, y así evitar que los precios del crudo disminuyan drásticamente.

Gráfica 5. Reservas de petróleo en Colombia.



Fuente: Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética –UPME. (2010a). *Proyección de demanda de energía en Colombia*. Recuperado de: http://www.upme.gov.co/Docs/Energia/PROYECC_DEMANDA_ENERGIA_OCTUBRE_2010.pdf

Para el mercado colombiano de biocombustibles, el mecanismo de control para la oferta y la demanda lo ejerce el Ministerio de Minas y Energía (MME),

Para la demanda, en la Resolución 180687 del 2003 en el artículo 18 del MME, se establece que los productores de biodiésel deben mantener un almacenamiento y un inventario, para al menos abastecer durante 10 días hábiles la demanda de los mayoristas que atiende, conforme a los acuerdos y contratos establecidos.

Igualmente, para la oferta, el MME ha desarrollado un programa de mezcla de biodiésel con ACPM que pueda suplir la demanda. Para casos de desabastecimiento, por motivos de fuerza mayor, el MME podrá autorizar a los mayoristas a despachar combustibles sin la mezcla de biodiésel.

En la siguiente gráfica se muestra la diferencia entre la oferta y la demanda de combustibles en Colombia para el año 2009. Esta diferencia se puede deber a factores como:

1. Errores de medición e información incompleta de las fuentes.
2. Errores estadísticos asociados a un muestreo limitado.
3. Ventas ilegales de combustibles.

Tabla 1. Balance oferta – demanda de combustibles para el año 2009.

[kBDC]	GM	DO
Ventas ECP a distribuidores mayoristas	69.1	96.8
+ Biocombustibles	5.7	5.0
Total oferta legal	74.8	101.7
Ventas en estaciones de servicio (sobretasa)	76.2	108.4
Demanda estimada UPME-Econometría	78.5	122.7

Fuente: Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética –UPME. (2010b). *Proyección de demanda de Combustibles Líquidos y GNV en Colombia*. Recuperado de: http://www.sipg.gov.co/sipg/documentos/Proyecciones/2010/PR_OYECC_DEM_DO_GM_GNV_SEPT_2010.pdf

10.6. Caracterización de los clientes:

Los clientes del biodiésel generado por la Salicornia serán los mayoristas de gasolina, quienes a través de actos administrativos se les han autorizado el derecho a ejercer su actividad a través de sus plantas de abastecimiento. Las principales mayoristas del país son ExxonMobil, Texaco, Terpel, Zeus, Biomax, PETROMIL, BR, BRÍO, entre otras que tienen participación en el mercado interno colombiano.

La generación de biodiésel hace parte de la cadena de distribución y comercialización de combustibles. Normalmente los mayoristas tienen poliductos para la distribución de los combustibles fósiles. Estas redes de tuberías para distribución van desde los grandes campos de extracción de crudo hasta los principales centros de abastecimiento, donde finalmente se llevan por carrotanques y en algunos casos en ferrotanques hasta las distribuidoras de abasto (minoristas). Hay que agregar que las centrales de abasto principalmente pertenecen a los mismos mayoristas de los combustibles.

Para el caso del biodiésel, la cadena de distribución no hace uso de los poliductos, sino que a través de carrotanques, se realiza el abastecimiento de las gasolineras (centrales de abasto) de los mayoristas.

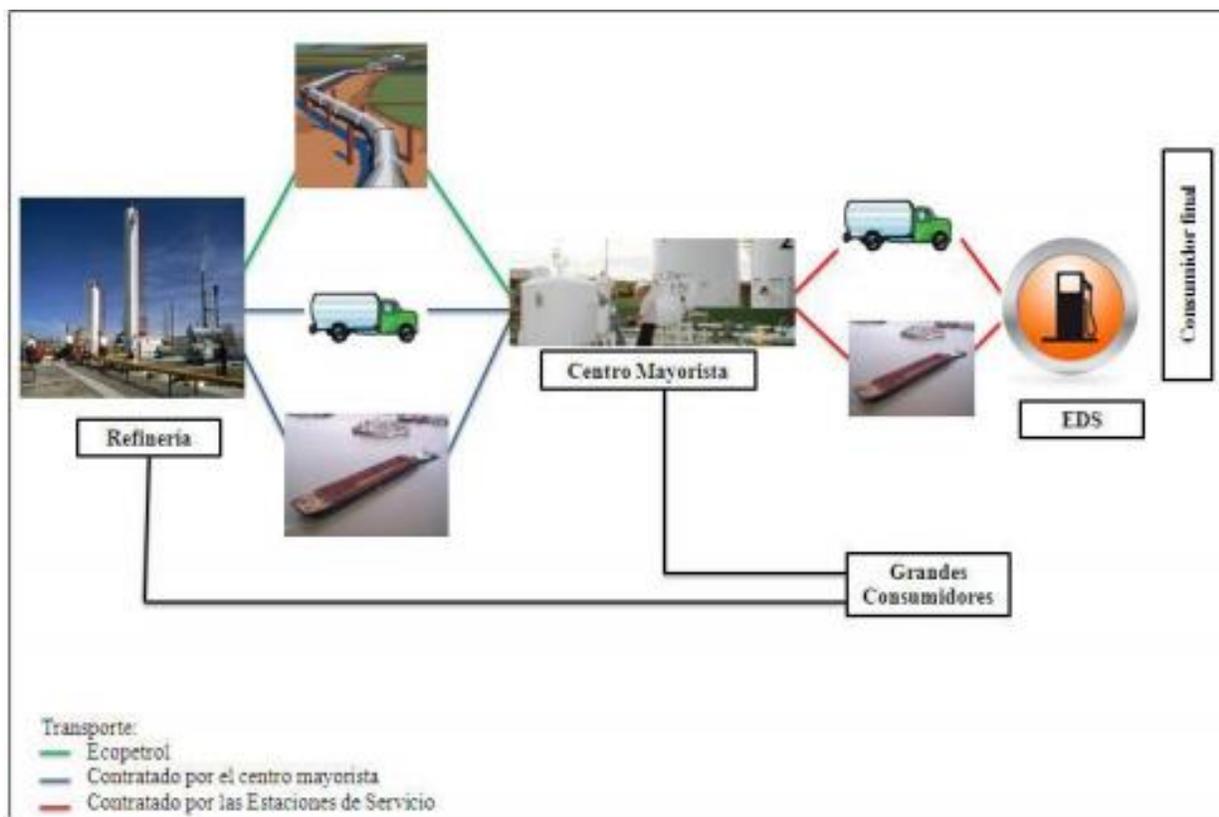
El proceso de compra es dependiente de las existencias de biodiésel en las gasolineras, y de acuerdo a la necesidad del mayorista, éste irá comprando el combustible. Conforme se vayan desocupando los tanques subterráneos de los clientes, se hará el nuevo suministro por parte de la planta de producción de biodiésel de Salicornia.

10.7. Distribución y comercialización de combustibles líquidos:

La cadena de distribución del biodiésel comienza desde su generación en las plantas de producción, donde se reaccionan los aceites de la Salicornia con los alcoholes de bajo peso molecular. Este primer proceso es desarrollado por el proveedor del biodiésel.

El siguiente paso es la comercialización del combustible a los distribuidores mayoristas, los cuales lo almacenan y lo dejan listo para distribuirlo a los minoristas de combustible (gasolineras). Finalmente, las gasolineras hacen la entrega del combustible al usuario final, quien será el que consuma el producto.

Gráfica 6. Reservas de petróleo en Colombia.



Fuente: Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética –UPME. (2010b). *Proyección de demanda de Combustibles Líquidos y GNV en Colombia*. Recuperado de: http://www.sipg.gov.co/sipg/documentos/Proyecciones/2010/PROYECC_DEM_DO_GM_GNV_SEPT_2010.pdf

10.8. Análisis de la competencia:

En la costa Atlántica existen algunas empresas que son competencia directa para el proyecto de biodiésel de Salicornia, como por ejemplo BIOSC S.A.¹ y Odin Energy² en Santa Marta, Oleoflores³ y Clean Energy⁴ en Barranquilla.

¹ Presentación informática de BIOSC, realizada por Biocombustibles Sostenibles del Caribe, disponible en: http://www.biosc.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=2

² Presentación informática de Odin Energía, disponible en: <http://www.odinenergia.com/es/quienes-somos.html>

³ Presentación informática de Oleoflores, disponible en: <http://www.oleoflores.com/about/oleoflores>

⁴ Presentación informática de los biocombustibles de Clean Energy, disponible en: <http://www.cleanenergy.com.co/biofuels.html>

Todas ellas procesan biodiésel de palma africana, tienen canales directos de distribución a los mayoristas de combustible. Como estrategia publicitaria principalmente utilizan ferias empresariales y congresos. Se caracterizan por usar carrotanques para la distribución de sus combustibles (ninguna usa oleoductos). La catálisis de la transesterificación se realiza en un medio alcalino, ya sea con potasa o soda cáustica (Chaverra & Mercado, 2011).

Se puede afirmar que de todas maneras, como se planteará en el análisis de mercado, existe mucha demanda a satisfacer y se puede decir que la cantidad de empresas como competencia en la zona se puede quedar corta. Este hecho se puede mirar desde un punto de vista más positivo que de uno negativo, puesto que estas empresas que han sido pioneras ya han empezado a conquistar mercado y a llamarles la atención a las mayoristas de gasolina. Por lo cual no se partiría desde cero en cuanto a las negociaciones con las mayoristas para la incorporación del biodiésel de Salicornia en su portafolio de productos, ya que por lo menos ya habría un conocimiento previo y la apertura del mercado ya estaría lista.

Como competencias indirectas se podría afirmar que es muy poca, ya que como única competencia indirecta se podría relacionar los sustitutos de los combustibles fósiles, pero por ahora, los usuarios finales del sector no tienen este tipo de vehículos. A nivel internacional, estos sustitutos apenas están en periodo de adaptación y su llegada al mercado es muy lenta, como se estableció en el estudio del sector.

La otra competencia indirecta sería el diésel tradicional, el cual ya está muy establecido en el mercado, pero de acuerdo a las nuevas normativas no cumple con los estándares ambientales de combustión libre de sulfuros. El biodiésel más que una competencia, juega un

papel como complemento para el diésel, ya que mejora su combustión y permite que cumpla con las leyes ambientales (ley del diésel 1205).

10.9. Plan de mercado:

10.9.1. Precio. El valor interno en el país del diésel se ve regido por el precio internacional del petróleo, así pues, el biodiésel al ser un complemento en la mezcla del diésel tradicional, se gobierna bajos estos precios.

Como se dijo anteriormente, las principales reservas de petróleo a nivel mundial se encuentran en el medio oriente donde existe un conflicto bélico a lo largo de la historia, situación que ayuda a aumentar los precios de los combustibles fósiles.

A continuación se enumeran las principales variantes que determinan el precio del petróleo:

- El auge económico, aumentando el consumo en los automóviles. Si el consumismo aumenta, el precio también, y si es al contrario, si se bajan las compras, el precio tenderá a bajar.
- Los conflictos bélicos, dificultando su producción, hacen que se encarezca.
- La especulación financiera, los inversionistas tratando de comprar a un precio bajo para luego vender a precios más altos, hacen que su demanda crezca y por tanto su precio (CNN Expasión, 2013).

En la siguiente tabla se referencian los precios de la gasolina para las diferentes ciudades del país en el año 2012. Los precios de referencia que se deben tomar para el proyecto deben ser los de la ciudad de Barranquilla.

Tabla 2. Precios de los combustibles en Colombia a diciembre de 2012.

CIUDAD	PRECIOS DE REFERENCIA (\$/Galón)			
	GASOLINA		ACPM	
	NOV 2012	DIC 2012	NOV 2012	DIC 2012
BOGOTÁ	8.802,57	8.701,40	8.184,98	8.179,13
CARTAGENA	8.607,68	8.506,61	7.948,41	7.941,06
BARRANQUILLA	8.644,89	8.543,71	7.975,41	7.968,06
SANTA MARTA	8.744,89	8.643,71	8.075,41	8.068,06
MONTERÍA	8.857,68	8.756,51	8.198,41	8.191,06
SINCELEJO	8.807,68	8.706,51	8.148,41	8.141,06
VILLAVICENCIO	8.902,57	8.801,40	8.284,98	8.279,13
PASTO	5.869,50	5.768,18	5.800,89	5.793,55
TUNJA	8.936,57	8.835,40	8.318,98	8.313,13
BUCARAMANGA	8.638,02	8.536,84	8.023,07	8.015,72
MEDELLÍN	8.754,22	8.653,04	8.208,37	8.201,02
CALI	8.802,86	8.701,69	8.294,28	8.286,93
PEREIRA	8.778,75	8.677,59	8.251,76	8.244,41
MANIZALES	8.779,75	8.678,58	8.244,45	8.237,10
ARMENIA	8.838,77	8.737,59	8.351,76	8.344,41
IBAGUÉ	8.743,74	8.642,56	8.199,67	8.192,32
NEIVA	8.827,20	8.726,03	8.266,67	8.259,32

Fuente: Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética –UPME. (2010b). *Proyección de demanda de Combustibles Líquidos y GNV en Colombia*. Recuperado de: http://www.sipg.gov.co/sipg/documentos/Proyecciones/2010/PROYECC_DEM_DO_GM_GNV_SEPT_2010.pdf

El precio del ACPM o diésel, es totalmente dependiente del precio del petróleo y se puede hacer una relación directa con el de la gasolina (Ahumada, 2014). De acuerdo a la siguiente tabla de precios, se puede decir que la relación del precio del galón de diésel con respecto al de la gasolina, está afectada por un factor multiplicador de 0,90 en el peor de los casos, y llegando a veces a 0,95. Para el proyecto se trabajará con el factor más pesimista de 0,9.

En la siguiente tabla de precios, se referencian los precios históricos desde 2010 hasta 2012, para toda la cadena de producción y comercialización de la gasolina. Para el proyecto, se deben utilizar los precios máximos al distribuidor mayorista.

Tabla 3. Histórico precio galón de gasolina en pesos colombianos.

CONFORMACIÓN PRECIO POR GALÓN DE GASOLINA	ENERO DE 2010	JUNIO DE 2010	ENERO DE 2011	JUNIO DE 2011	ENERO DE 2012	JUNIO DE 2012	OCTUBRE DE 2012
A. INGRESO AL PRODUCTOR	3.715,31	4.074,39	4.383,11	4.987,51	4.987,59	5.200,20	5.262,40
B. IVA	482,92	482,92	562,44	482,92	482,92	372,35	372,35
C. IMPUESTO GLOBAL	681,19	701,63	762,64	722,68	722,68	744,36	744,36
D. TARIFA MARCACIÓN	5,1	6,15	5,56	6,15	6,15	6,15	6,15
E. TARIFA DE TRANSPORTE	318,97	327,51	318,64	337,33	338,59	347,65	347,65
F. MARGEN PLAN DE CONTINUIDAD	86,42	86,42	86,42	86,42	86,42	86,42	86,42
G. PRECIO MAX AL DISTRIBUIDOR MAYORISTA	5.289,92	5.679,02	6.118,81	6.623,02	6.624,35	6.757,13	6.819,32
H. MARGEN AL DISTRIBUIDOR MAYORISTA	267,6	264,11	254,39	238,79	265	265	265
I. PRECIO MÁXIMO EN PLANTA DE ABASTO	5.557,51	5.943,13	6.373,20	6.861,80	6.889,35	7.022,13	7.084,33
J. MARGEN DEL DISTRIBUIDOR MINORISTA	404,04	416,16	416,16	428,65	578	578	578
K. PÉRDIDA POR EVAPORACIÓN	26,9	28,45	30,57	32,12	32,23	32,76	33,01
L. TRANSPORTE PLANTA ABASTO MAYORISTA A E/S.	10,06	9,93	9,56	8,98	45	46,68	46,68
M. PRECIO MÁXIMO DE VENTA AL PÚBLICO	5.998,51	6.397,66	6.829,50	7.331,55	7.544,58	7.679,57	7.742,01
N. SOBRETASA	1.168,12	1.168,12	1.269,69	1.168,12	1.168,12	1.168,12	1.168,12
PRECIO MÁXIMO DE VENTA AL PÚBLICO CON SOBRETASA	7.166,63	7.565,78	8.099,19	8.499,66	8.712,70	8.847,69	8.910,13

Fuente: Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética –UPME. (2010b). *Proyección de demanda de Combustibles Líquidos y GNV en Colombia*. Recuperado de: http://www.sipg.gov.co/sipg/documentos/Proyecciones/2010/PROYECC_DEM_DO_GM_GNV_SEPT_2010.pdf

De acuerdo al precio de referencia de enero de 2011, el cual corresponde al valor con la referencia más parecida al valor actual de la gasolina para julio de 2015 (Portafolio, 2015), y teniendo en cuenta el factor multiplicador para el precio del diésel, se puede establecer que un precio de venta de \$5.506 por galón de diésel, es un valor conservativo y tiene en cuenta las crisis

actuales que está sufriendo el valor del barril del petróleo a nivel local y mundial (Noticias Caracol, 2015).

Para la proyección del precio de venta, se tomará como referencia este precio de \$5.506 para los 5 años de la evaluación financiera, ya que en el panorama cercano, el crecimiento del sector petrolero es bajo y con muchas incertidumbres (Chávez, 2015).

10.9.2. Producto. Los combustibles a nivel mundial se emplean para la producción de energía, para el biodiésel en particular, se satisfacen las necesidades de generación de energía en vehículos de transporte. El biodiésel tiene como valor agregado que su combustión es libre de azufre y por tanto menos contaminante que el diésel tradicional, por tanto, ambientalmente se satisface una de las preocupaciones que son los gases con alto contenido de sulfuros, los cuales contaminan y repercuten en fenómenos como la lluvia ácida (Wikipedia, s/fi).

El producto es tangible y se debe considerar como de primera necesidad, ya que es vital para el desarrollo diario de la sociedad. Influye en todo lo que tenga que ver con el desplazamiento de personas y transporte de mercancías.

10.9.3. Plaza. Los canales de comercialización y distribución del biodiésel a los mayoristas será a través de contactos directos y realizando reuniones comerciales.

10.9.4. Promoción. Normalmente, las fincas productoras de biodiésel no destinan recursos a la publicidad, a entrega de muestras o de mercadeo. La entrada a los clientes se realizará a través de contactos directos, a través de correos empresariales y llamadas telefónicas.

El mercadeo del proyecto será del tipo relacional, con el fin de establecer y mantener relaciones duraderas y rentables con los mayoristas de combustible.

Tabla 4. Estrategia de promoción.

ESTRATEGIA	ACTIVIDAD	CANTIDAD POR AÑO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Promoción y contacto cliente a cliente (B”B)	Visitas comerciales a las mayoristas de combustible, con el fin de hacer alianzas y presentarles nuestros productos	100	12’000.000	Se adjuntan los gastos de los viajes y viáticos en representación de la empresa ante los clientes

10.10. Proyección de ventas:

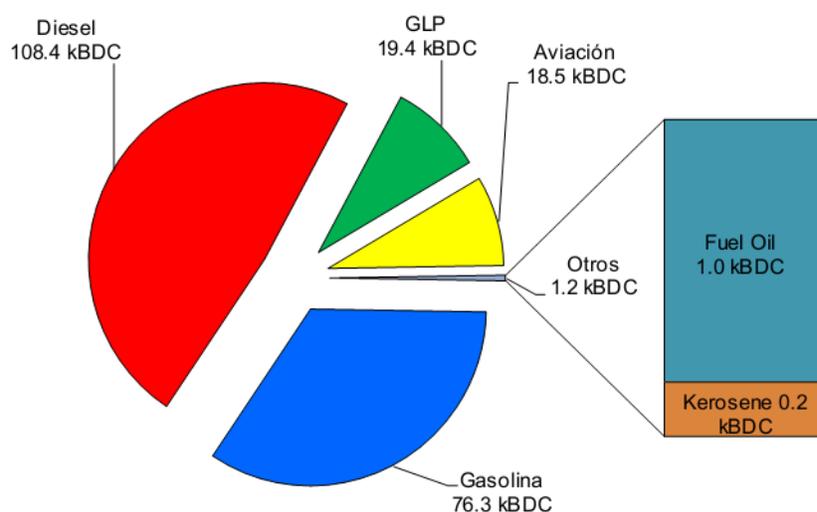
El plan de ventas para el proyecto piloto se espera que sea muy similar al plan de producción, ya que la escala de obtención de biodiésel va a ser muy baja, y que todo lo producido se va a vender al distribuidor mayorista. El proyecto sembrará 10 Ha de Salicornia, las cuales tienen un período de cultivo de 9 meses y una producción aproximada de 4000 galones. El plan de producción se encuentra detallado en el análisis técnico.

De acuerdo al mercado del diésel en Colombia, la demanda de diésel está en 108.400,00 BDC (Barriles diarios de combustible) (Ministerio de Minas y Energía, UPME, 2010a). Los 5500 galones de biodiésel al año que se esperan producir, equivalen a una producción promedio de

11,11 galones diarios, dichos 11,11 galones corresponden a 0,26 barriles diarios de combustible. Esta cuota de mercado de $2,4 \times 10^{-4}$ % del total de la demanda de diésel en el mercado colombiano es factible de conseguir.

El plan de ventas mensual se ha estimado de una manera uniforme durante los meses del año, ya que la cuota de mercado que abastecería sería muy baja. El plan de ventas anual será de 5500 galones por los 5 años de la evaluación financiera, ya que esto es lo que se espera producir anualmente.

Gráfica 7. Demanda de derivados de petróleo en Colombia, año 2009.



Fuente: Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética –UPME. (2010a). *Proyección de demanda de energía en Colombia.* Recuperado de: http://www.upme.gov.co/Docs/Energia/PROYECC_DEMANDA_ENERGIA_OCTUBRE_2010.pdf

Plan de ventas para el primer año:

Tabla 5. Plan de ventas mensual de biodiésel (galones).

													Producción Anual
Período (mes)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Año 1
Galones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	458	458

Tabla 6. Plan de ventas anual de biodiésel (galones).

Proyección				
	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Galones	5500	5500	5500	5500

10.11. Conclusión general del análisis de mercados:

El mercado del biodiésel a partir de la Salicornia está apenas por desarrollarse y abrirse campo, en la costa atlántica, y porque no, en el resto de Colombia.

Finalmente hay que decir que el proyecto es viable desde el punto de vista de mercado, pues la demanda y la oferta de su producto ha sido creciente, que como *commodity*, es un bien de primera necesidad y uno de los principales motores de la economía mundial.

De todas maneras durante la implementación del proyecto piloto se evaluará si la crisis momentánea que tiene el petróleo por estos días, es un fenómeno transitorio, o que por el contrario, es un punto de inflexión en el comportamiento económico que ha tenido a lo largo de la historia.

11. ANÁLISIS TÉCNICO

11.1. Macroactividades:

11.1.1. Selección y arrendamiento de los terrenos. Se buscará que el proyecto no utilice tierra fértil en el proceso de generación del biodiésel. Uno de los mejores sitios para cultivar la Salicornia en Colombia que cumpla esta condición es la tierra árida existente en el departamento de la Guajira, puesto que se presentan ventajas como zonas desérticas, con terrenos baratos y se encuentra al lado del mar, teniendo en cuenta que la Salicornia se nutre a través de este tipo de agua salada.

La mayor competencia de biodiésel para el proyecto de la Salicornia, estaría bastante alejada, puesto que el principal foco de producción se encuentra ubicado en el Valle geográfico del río Cauca, y al haber dificultades de transporte hasta sitios tan alejados como la Guajira, no entraría mucho en conflicto con el mercado al que se quiere abastecer.

Los terrenos de la Guajira no se pueden comprar, puesto que pertenecen a las comunidades indígenas, pero si se pueden arrendar a precios baratos, y más cuando serán terrenos áridos que prácticamente están en desuso.

11.1.2. Producción del aceite. La producción de aceite a partir del alga Salicornia Bigelovii, consta básicamente de tres etapas: el cultivo de la planta, la recolección y la posterior extracción del aceite de ellas.

El cultivo inicialmente se realizará de manera manual, a bajo costo, posteriormente de dar resultado, se podría pensar en un proceso más industrializado, con maquinarias que agilicen el proceso, pero esta última parte no es del alcance de este proyecto como se mencionó anteriormente.

La irrigación depende en gran medida de la tasa de infiltración del terreno. El terreno será irrigado una vez cada 5 días con agua de mar, hasta formar pequeñas lagunas. La captación del agua de mar se puede realizar mediante pozos en sectores costeros, o directamente mediante bombeo desde mar adentro, en el caso del proyecto, resulta más práctico realizar el bombeo y así evitar la contratación de carrotanques para el riego de los cultivos.

La planta al ser halofita está en capacidad de absorber y procesar este tipo de agua salada. Al ser irrigada con agua de mar tiene grandes beneficios, pues prácticamente no se requieren pesticidas.

Para abonar y nutrir el terreno se deben utilizar fertilizantes, el amoníaco (NH_3) por ejemplo podría cumplir perfectamente con esta función. Cada 5 días deben aplicarse alrededor de 200 kg de amoníaco por hectárea.

La recolección se haría también manualmente, tratando de conseguir mano de obra barata presente en la región.

Con el proyecto se busca integrar a la comunidad Wayúu, a los cuales no se les regalaría absolutamente nada, sino que su paga sería por trabajo realizado. De esta manera se asocia que el beneficio de la comunidad sea proporcional al beneficio bruto del proyecto. Si se produce hay

pago para el trabajador y ganancias para la empresa, si no hay producción se disminuye el número de trabajadores y por tanto los costos de producción de la empresa.

Para la extracción del aceite de las semillas de la planta, se necesitará una centrifuga. Los subproductos resultantes luego del centrifugado son: aceite, agua y biomasa.

El aceite resultante debe ser filtrado y limpiado, procurando no dejar residuos de agua, puesto que dificultaría todos los procesos posteriores. Hay que recordar que los combustibles (los cuales normalmente no son miscibles con el agua), si contienen niveles de humedad, perderán su poder calorífico y la combustión no dará la potencia esperada.

La biomasa se puede procesar para sacar una harina, la cual puede tener otros usos como forraje para animales; en este proyecto no se hará énfasis en este proceso alternativo.

11.1.3. Transformación de materias primas en biodiésel: transesterificación. Para la transformación del aceite en biodiésel, es necesario una reacción química, la cual se llama transesterificación, ésta consiste en adicionar un alcohol, ya sea metanol o etanol y un catalizador, el cual puede ser una base. En este proyecto se usará metanol y como base se ha escogido el hidróxido de potasio (KOH, potasa cáustica). Los productos resultantes de la transesterificación son biodiésel y glicerina. La glicerina resultante se podría vender a productoras de productos cosméticos y jabones, pero no se hará estudio de este proceso. Se ha escogido el metanol, siendo más difícil su manipulación y teniendo que tener más precauciones que con el etanol, tiene muchas más ventajas en cuanto a su facilidad y rapidez para lograr la reacción química.

Se ha escogido el KOH por encima del NaOH, a pesar de no ser tan barato, puesto que tiene una solubilidad muy buena con el metanol y facilita la reacción química.

La cantidad de catalizador que se necesita para la reacción química es el 1% del total de materia prima entre aceite y metanol. El catalizador simplemente funciona como acelerante de la reacción, pero no interviene en el intercambio molecular (no reacciona químicamente). El catalizador se podría recuperar para un posterior uso, pero normalmente se humedece durante la reacción, y prácticamente hay que desecharlo.

La selección de estas materias primas para el proceso de la transesterificación ha sido teniendo en cuenta el proyecto piloto de 10 hectáreas, en el cual se basan estos estudios. Para un proyecto a escala, se podría reevaluar esta selección y hacer de nuevo un análisis técnico-económico de las materias primas usadas.

Como equipos para realizar el proceso de transesterificación se usarían reactores artesanales, de pequeño tamaño.

Una vez obtenido el biodiésel y la glicerina, se debe hacer un nuevo filtrado para obtener biodiésel puro.

11.1.4. Distribución y comercialización. Dentro de la cadena de consumo del biodiésel, desde la producción hasta el usuario final, aparecen como intermediarias en primera instancia, las empresas mayoristas de combustibles, como por ejemplo ExxonMobil, Texaco, Terpel, Zeus, Biomax, entre otras que tienen participación en el mercado interno colombiano.

Para el proyecto el usuario con el que se negociaría directamente serían las mayoristas de combustible, puesto que el biodiésel no tiene un uso directo para el usuario final y siempre debe ir como un complemento mezclándose con ACPM, dependiendo así, totalmente de las distribuidoras para poder negociarlo en el mercado.

Luego del almacenamiento interno en la planta, la cual se haría en tanques, se debe continuar con el transporte y distribución del biodiésel hacia los mayoristas de combustible. El transporte se ha planeado inicialmente que va a ser contratado, pues para un piloto no se justifica la adquisición de carrotanques de distribución.

11.2. Actividades detalladas a desarrollar:

Después de enunciar los principales procesos que se requieren, a continuación se detallan todas las actividades a desarrollar en el proyecto:

- Selección y arrendamiento de los terrenos:

1. Preparación del terreno: se conforman espacios para pequeñas lagunas donde se verterá el agua de mar.

2. Sembrar semillas: se siembran las semillas de la planta *Salicornia Bigelovii*.

3. Fertilización del terreno: Se añade amoníaco al terreno periódicamente una vez a la semana durante 9 meses.

4. Irrigación del terreno Se lleva el agua de mar hasta las lagunas a través de bombas, una vez a la semana durante 9 meses.

5. Recolección de semillas: se recolectan las plantas y se separan sus semillas.

- Producción del aceite:

6. Extracción del aceite: mediante una centrífuga se realizará el proceso de separación del aceite de las semillas de la planta.

7. Filtraje del aceite: Mediante filtros se purifica el aceite y se libra de impurezas. Los filtros deben ser cambiados una vez cumplan con su vida útil.

- Transformación de materias primas en biodiésel:

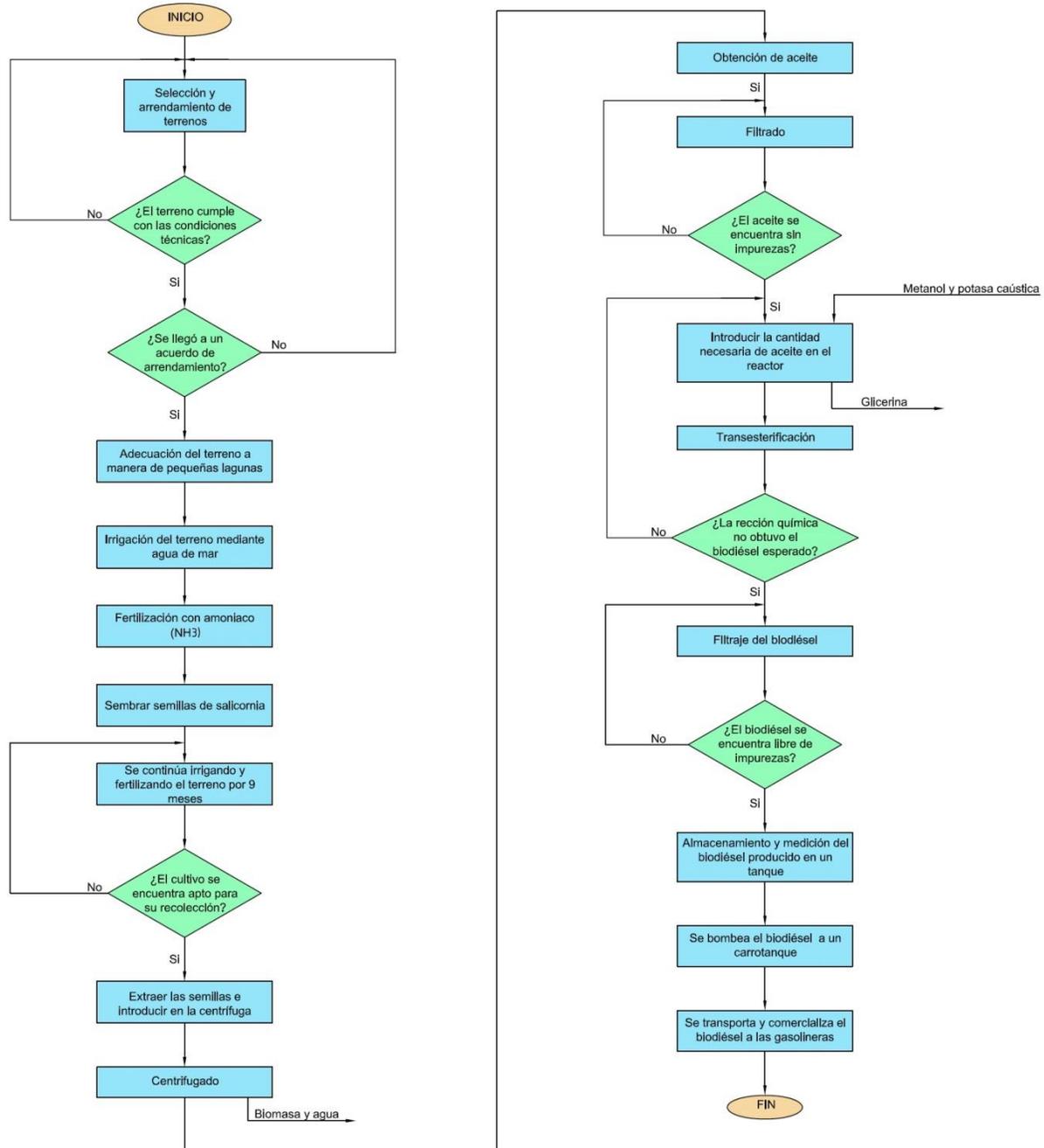
8. Transesterificación: se añaden los reactivos y los catalizadores, a la reacción química que producirá el biodiésel. La reacción requiere un pequeño calentamiento a 55°C (reacción endotérmica).

9. Filtraje del biodiésel: mediante filtros se purifica el biodiésel y se libra de impurezas. Los filtros deben ser cambiados una vez cumplan con su vida útil.

- Distribución y comercialización:

10. Transporte del biodiésel: a través de carrotaques contratados se llevará el combustible hasta las mayoristas de combustible.

Gráfica 8. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del biodiésel.



11.3. Necesidades y requerimientos:

En la tabla a continuación, se relacionan las materias primas e insumos requeridos en la elaboración de un galón de biodiésel:

Tabla 7. Tabla de materias primas e insumos requeridos en la elaboración de un galón de biodiésel.

N°	Actividad	Necesidades y equipos	Materia Prima (MP)	Costo MP (\$)	Mano de Obra (MO)	Costo MO (\$)	Costo directo
1	Preparación del terreno	Terreno, pico, pala, carretilla y bomba de agua de mar	Terreno	\$ 0	Agricultor	\$ 150	\$ 150
2	Sembrar semillas	Terreno, pico y pala	Semillas	\$ 10	Agricultor	\$ 50	\$ 350
3	Fertilización del terreno	Terreno y pala	Tapabocas NH ₃	\$ 30	Agricultor	\$ 225	\$ 425
4	Irrigación del terreno	Bomba agua de mar e infraestructura de "piping"	Agua de mar Energía	\$ 20	Agricultor	\$ 30	\$ 255
5	Recolección de semillas	Pala, balanza electrónica portátil y costales	Costales	\$10	Agricultor	\$100	\$600
6	Extracción del aceite	Centrífuga y contenedor	Semillas Energía	\$ 35	Tecnólogo químico	\$ 5	\$ 320
7	Filtraje del aceite	Filtros, medidor de volumen	Filtros	\$ 8	Tecnólogo químico	\$ 4	\$ 9
8	Transesterificación	Reactor artesanal, medidor de volumen, balanza electrónica portátil, interruptor de nivel, manómetro, tanque de almacenamiento, bomba de combustible y calentador	Metanol KOH Energía	\$ 1.054 \$ 94 \$50	Tecnólogo químico	\$ 375	\$ 1.573
9	Filtraje del biodiésel	Filtros, medidor de volumen	Filtros	\$ 8	Tecnólogo químico	\$ 6	\$ 14
10	Transporte del biodiésel	Arrendamiento de irrotanque			Conductor	\$ 725	\$ 725
TOTALES				1319		\$ 1.670	\$ 2.989

11.4. Equipos e infraestructura:

Los equipos principales para la elaboración del producto son los siguientes y se describen a continuación:

Tabla 8. Equipos principales para la elaboración del biodiésel.

Equipo	Descripción
Pico	Para ablandar el terreno
Pala	Para excavar y preparar el terreno
Carretilla	Para transporte de tierra y materiales de abono
Bomba agua de mar	Para el riego de los cultivos con agua de mar
Costales	Para la recolección de las semillas
Centrifuga	Para la separación del aceite de las semillas
Contenedor	Para almacenar el aceite que se produce después del centrifugado, el metanol y la potasa cáustica
Reactor artesanal	Para realizar el proceso de la transesterificación entre el aceite y el alcohol de bajo peso molecular (metanol) y la adición del catalizador (KOH)
Calentador	Para lograr los 55°C que requiere la transesterificación del aceite de Salicornia
Balanza electrónica portátil	Se necesitarán equipos de pesaje
Medidor de volumen	Contenedores calibrados para establecer volúmenes producidos
Interruptor de nivel	Interruptor de nivel tipo horquilla vibrante para alarma de nivel alto en el tanque de almacenamiento.
Manómetro	Para monitorear la presión en reactor
Filtros	Para la limpieza de impurezas del aceite y del biodiésel
Tanque de almacenamiento	Después de producido el biodiésel, se necesitará un tanque en fibra de vidrio, con mirilla para establecer cuanto es el volumen que se está generando de combustible
Bomba de combustible	Para lograr el vaciado del tanque de biodiésel al carrotanque
Infraestructura de tuberías y válvulas	Se necesitarán tuberías y válvulas para la irrigación de los cultivos con agua de mar. Además para el transporte y control de los suministros de materias primas.
Montaje de los equipos	Se necesitará mano de obra especializada en montajes mecánicos para la adecuación del “ <i>piping</i> ” y en general de toda la infraestructura de la planta
Obras civiles	Se requiere la adecuación del recinto industrial para el funcionamiento de la planta
Terreno	Se debe seleccionar y arrendar el terreno que se requerirá para los cultivos y el montaje de la planta

En la tabla a continuación se muestran los costos de los equipos necesarios para el proceso antes descrito:

Tabla 9. Tabla de costos de los equipos.

N°	Equipo	Cantidad	Precio	Proveedor	Requerimiento especial	Fecha de Entrega	Inversión
1	Pico	1	\$ 50.000	Truper		15 días	\$ 50.000
2	Pala	1	\$ 40.000	Truper		15 días	\$ 40.000
3	Carretilla	1	\$ 100.000	Truper		15 días	\$ 100.000
4	Bomba agua de mar	1	\$ 3.000.000	Trasegar S.A.		2 meses	\$ 3.000.000
5	Costales	10	\$ 250	Belén Costales		15 días	\$ 2.500
6	Centrifugadora	1	\$ 4.000.000	Sulzer		4 meses	\$ 4.000.000
7	Contenedor	3	\$ 400.000	Portinox		1 mes	\$ 800.000
8	Reactor artesanal	1	\$ 800.000	Contratista Particular		2 meses	\$ 800.000
9	Calentador	1	\$ 200.000	Oster		1 mes	\$ 200.000
10	Balanza electrónica portátil	1	\$ 150.000	Ohaus		1 mes	\$ 150.000
11	Medidor de volumen	1	\$ 30.000	Portinox		1 mes	\$ 30.000
12	Interruptor de nivel	1	\$ 600.000	Endress +Hauser		1 mes	\$ 600.000
13	Manómetro	1	\$ 300.000	Endress +Hauser		1 mes	\$ 300.000
14	Filtros para aceite y biodiésel	10	\$ 30.000	Biodieselc asero		1 mes	\$ 300.000
14	Tanque de almacenamiento en fibra de	1	\$ 1.200.000	AFT industrial		2 meses	\$ 1.200.000

	vidrio						
15	Bomba de biodiésel	1	\$ 4.000.000	Trasegar S.A.		2 meses	\$ 4.000.000
16	Infraestructura de tuberías y válvulas (<i>piping</i>)	1	\$ 1.000.000	Contratista Particular		4 meses	\$ 1.000.000
17	Montaje de los equipos	1	\$ 2.500.000	Contratista Particular		4 meses	\$ 2.500.000
18	Obras civiles	1	\$ 20.000.000	Contratista Particular		6 meses	\$ 20.000.000
TOTAL							\$ 39.072.500

11.5. Plan de producción:

El plan de producción está limitado a los tiempos de cosecha de la *Salicornia Bigelovii*.

El cultivo tiene un tiempo estimado de 9 meses que es el ciclo de cultivo en los países donde se encuentra la planta, los cuales son países con estaciones. En estos países la producción de la planta hasta su crecimiento dura 9 meses y luego hay 3 meses de tiempo muerto durante el invierno. Ambiciosamente se pretenderá que luego de los primeros 9 meses de producción no haya ese tiempo muerto y se siga cultivando continuamente. A continuación se presentan los tiempos de producción por actividad:

Tabla 10. Tiempos de producción por actividad.

Actividad	Tiempo
Selección y arrendamiento de terrenos	15 días
Preparación del terreno	30 días
Sembrar semillas	7 días
Fertilización del terreno	7 días
Irrigación del terreno	1 día
Crecimiento del cultivo	270 días
Extracción del aceite	2 horas (0,083 días)
Filtraje del aceite	1 hora (0,041 días)
Transesterificación	2 horas (0,083 días)
Filtraje del biodiésel	1 hora (0,041 días)
Transporte del biodiésel	2 horas (0,083 días)
TOTAL TIEMPO	330,33 días (aproximadamente 11 meses y medio)

11.5.1. Cálculos de producción de biodiésel y requerimiento de metanol. Como se indicó en el análisis de mercado, el plan de mercado y el de producción, están limitados a la cantidad de biodiésel que se pueda extraer a partir de las 10 hectáreas de cultivo. Se ha hecho una planeación para que las ventas del proyecto piloto sean acordes a la demanda, donde los periodos previos al aumento de precios y también durante las vacaciones, son donde más se consumen combustibles (Herrera, 2009).

De acuerdo a estudios que se han realizado previamente por parte del Departamento de Agricultura de la Universidad de Sonora (México) (Rueda, s/f), la producción promedio de aceite para una hectárea de terreno cultivada con *Salicornia Bigelovii*, es de 1.500 Kg/ha.

Teniendo en cuenta que un kilogramo de aceite son aproximadamente 1,18 litros, que un galón son 3,78 litros y que el metanol representa un 17% adicional para el producto final que es el biodiésel. La ecuación sería así:

$$[1500 \times 1,18 \div 3,78] \times 1,17 \cong 550$$

La cantidad de biodiésel por hectárea será de 550 galones aproximadamente.

La cantidad total de biodiésel que producirían las 10 hectáreas del proyecto sería aproximadamente de 5500 galones, para los cuales se necesitarían 935 galones de metanol.

Plan de producción primer año:

Tabla 11. Plan de producción mensual de biodiésel (galones).

													Producción Anual
Período (mes)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Año 1
Galones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	458	458

Tabla 12. Plan de producción anual de biodiésel (galones).

Proyección				
	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Galones	5500	5500	5500	5500

11.6. Abastecimiento:

Los requerimientos de materia prima son obtenidos de acuerdo a la fórmula del biodiésel.

Adicionalmente hay que agregar los productos consumibles por la planta mes a mes.

En la siguiente tabla se muestran los principales proveedores de materias primas e insumos, su presentación y ubicación:

Tabla 13. Proveedores de materias primas e insumos.

Materia Prima (MP)	Proveedor	Crédito (días)	Presentación de MP	Precio	Ciudad
Agua de mar	Carrotanques y Agua Potable José Miguel Cepeda	60	Alquiler de carrotanque de 2000 galones	\$300.000	Riohacha
Energía eléctrica.	Electricaribe	60	Kw/h	\$ 420	Riohacha
Fertilizante de lenta liberación	Tierragro	30	Kg	\$ 1.200	Riohacha
Metanol de 16 MJ/L	Agencia Metanol SAS	30	Galón	\$ 5.315	Riohacha
Potasa Caústica (KOH)	Quimicosjm	30	Kg	\$ 3.800	Riohacha

A continuación se presenta el consumo esperado de materias primas e insumos de acuerdo al plan de producción estimado, contemplando un stock del 5% en la producción a partir del segundo año de iniciar actividades.

El consumo eléctrico para producir un galón de biodiesel es de 0,014 KW/h.

Tabla 14. Plan de abastecimiento.

		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Materia Prima (MP)	Presentación de MP	Unidades de Presentación año 1	Unidades de Presentación año 2	Unidades de Presentación año 3	Unidades de Presentación año 4	Unidades de Presentación año 5
Energía eléctrica	Kw/h	6,4	77	77	77	77
Fertilizante	Kg	220	3000	3000	3000	3000
Metanol	Galón	58	820	820	820	820
Potasa Caústica	Kg	2	24	24	24	24

A continuación se presenta el costo esperado de fabricación de acuerdo al precio proyectado de cada una de las materias primas e insumos según al plan de producción estimado.

La proyección de los costos de algunas de las materias primas se realizará proyectando el IPC con base a los últimos cinco años. Por otro lado, el metanol aunque no es un derivado del petróleo, si es un sustituto, y su precio en Colombia varía de acuerdo al precio del “commodity” Petróleo WTI (Chacón & Gutiérrez, 2008).

Tabla 15. IPC 2003 a 2020.

Año	IPC %	Proyección del IPC		Proyección del IPC con base en el promedio de los últimos 5 años		
2003	6,49	Año	IPC %	Año	Índice Barchart	Variación
2004	5,50	2016	3,10%	2016	75,33	0
2005	4,85	2017	2,90%	2017	76,66	1,77%
2006	4,48	2018	3,10%	2018	78,01	1,76%
2007	5,69	2019	3,00%	2019	77,97	-0,05%
2008	7,67	2020	3,00%	2020	79,15	1,51%
2009	2,00					
2010	3,17					
2011	3,73					
2012	2,44					
2013	1,94					
2014	3,10					
2015	2,82					

Fuente: Grupo Bancolombia (s/f). *Supuestos macroeconómicos*. Recuperado de: <http://investigaciones.bancolombia.com/InvEconomicas/home/homeinfo.aspx>

De acuerdo a esto, el precio de cada una de las materias primas por unidad se estima que se proyecte de la siguiente manera:

Tabla 16. Precio de las materias primas proyectado a 5 años.

Materia Prima (MP)	Presentación de MP	Precio año 1	Precio año 2	Precio año 3	Precio año 4	Precio año 5
Energía eléctrica.	Kw/h	\$ 420	\$ 429	\$ 438	\$ 447	\$ 457
Fertilizante	Kg	\$ 1.200	\$ 1.224	\$ 1.250	\$ 1.277	\$ 1.305
Metanol	Galón	\$ 5.315	\$ 5.409	\$ 5.406	\$ 5.488	\$ 5.548
Potasa Caústica	Kg	\$ 3.800	\$ 3.878	\$ 3.959	\$ 4.044	\$ 4.133

El costo de cada una de las materias primas, de acuerdo al plan de abastecimiento será:

Tabla 17. Costo de las materias primas proyectado a 5 años.

Materia Prima (MP)	Presentación de MP	Costo de MP el Primer Año (\$)	Costo de MP el Segundo Año (\$)	Costo de MP el Tercer Año (\$)	Costo de MP el Cuarto Año (\$)	Costo de MP el Quinto Año (\$)
Energía eléctrica	Kw/h	\$ 2.688	\$ 33.033	\$ 33.726	\$ 34.419	\$ 35189
Fertilizante	Kg	\$ 264.000	\$ 3.673.440	\$ 3.750.582	\$ 3.831.220	\$ 3.915.890
Metanol	Galón	\$ 308.270	\$ 4.435.051	\$ 4.432.777	\$ 4.499.862	\$ 4.549.324
Potasa Caústica	Kg	\$ 7.600	\$ 93.060	\$ 95.015	\$ 97.058	\$ 99.203
TOTAL		\$ 1.041.870	\$ 14.959.211	\$ 15.177.945	\$ 15.476.052	\$ 15.768.087

11.7. Localización:

El proyecto tiene considerado usar terrenos que actualmente no se están aprovechando para nada, y en muchos casos hasta desérticos, por lo cual su producción se ha concentrado en el área de la Guajira, donde se podría dar muy buen uso de tierras actualmente desechadas. Pero su mercado y distribución no se concentraría en esta zona, sino que se transportaría a las mayoristas de combustible de las ciudades de Santa Marta y Barranquilla, las cuales se encuentran relativamente cerca y presentan una serie de ventajas sobre la distribución que se hiciera del biocombustible en la misma zona donde se cultivaría.

Por un lado a la Guajira entra mucho combustible de contrabando desde Venezuela, donde el petróleo es producido a muy bajos costos, por lo cual, es imposible competir en precio en dicha región. Por otro lado, el departamento del Atlántico tiene la principal capital de la costa Atlántica que es Barranquilla, y donde existe un gran mercado potencial a desarrollar. En Santa Marta ya existen productoras de biodiésel, por lo cual ya hay un pequeño mercado que se podría satisfacer.

11.8. Macrolocalización:

Sé ubicará el establecimiento en Colombia, ya que es un país con confianza inversionista, donde existen garantías para realizar negocios. A pesar del riesgo social existente, es un país donde se respetan los derechos de la empresa privada.

La planta de procesamiento se encontrará cercana al municipio costero de la Uribia, el cual presenta las siguientes facilidades para el proyecto:

- Disponibilidad y bajos costos del transporte, se encuentra en la ruta hacia el cabo de la vela y tiene acceso vía terrestre en carro.

- Disponibilidad de mano de obra e insumos, se encuentra la comunidad Wayúu.

- Disponibilidad de materias primas, la principal sería la del agua de mar, la cual estaría a unos cuantos metros.

- Disponibilidad de energía eléctrica, al ser la ruta de interconexión de los parques eólicos, cuenta con infraestructura eléctrica aprovechable.

- Disponibilidad de combustibles.

- Disponibilidad de agua, aunque es muy escasa en este departamento, está dentro de los municipios con un acceso a este recurso relativamente menos complejo.

- Localización de un amplio mercado a desarrollar, el cual consistiría en gran parte la costa Atlántica.

11.8.1. Microlocalización. La etapa de microlocalización dependerá de un criterio técnico de escogencia del terreno y de una negociación de arrendamiento con los dueños de las tierras.

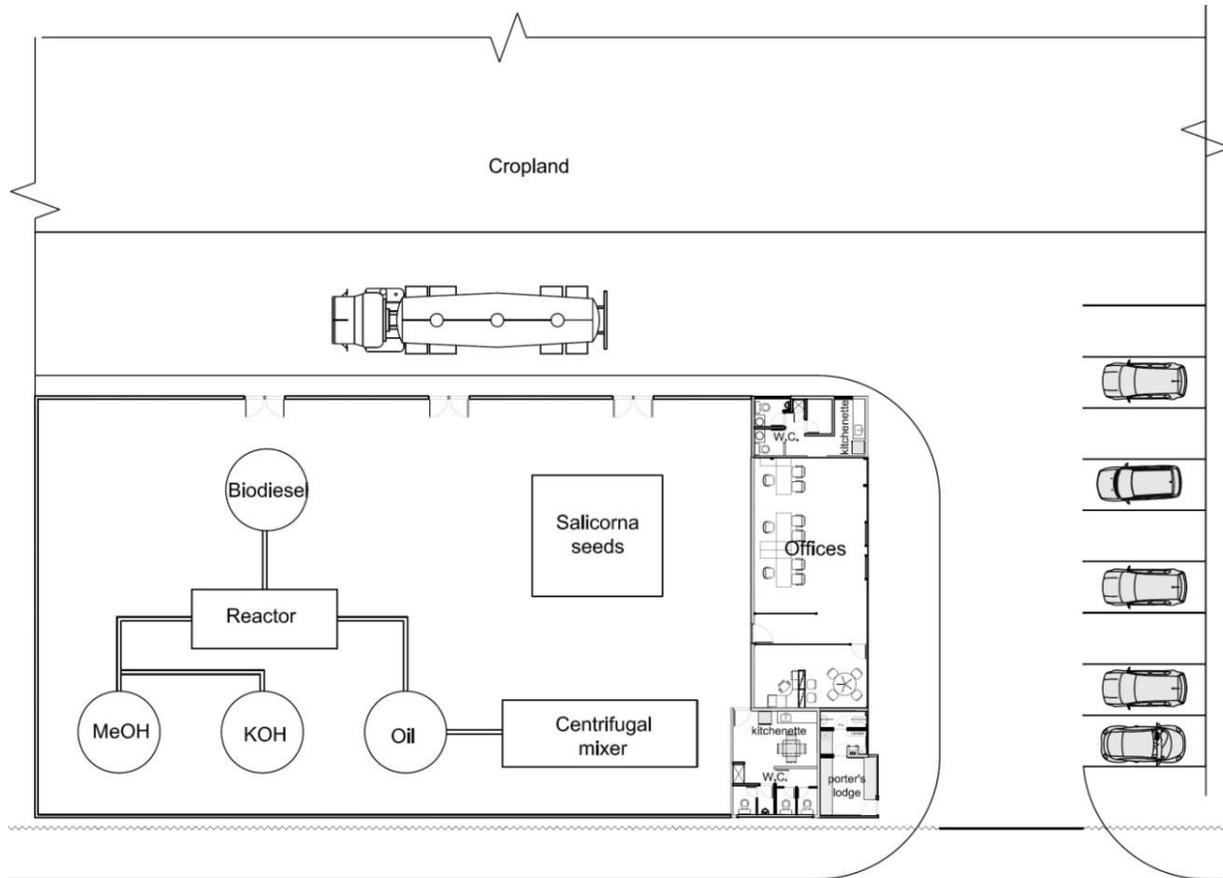
Como se dijo anteriormente durante la etapa de selección de terrenos en el departamento de la Guajira, los terrenos no se pueden comprar, ya que legislativamente esto no está permitido y por patrimonio pertenecen a las comunidades indígenas; lo que sí se puede hacer es arrendarles los terrenos para el montaje y localización de la planta y los cultivos.

Se buscarán zonas desérticas con terrenos baratos y que se encuentren al lado del mar cerca al municipio de Uribia, en la zona conocida como Amaiquiro.

La localización exacta del proyecto será: latitud: 12.0833, longitud: -72.1167.

11.9. Distribución de áreas y espacios (layout):

Gráfica 9. Distribución de espacios de la planta de procesamiento.



12. ANÁLISIS LEGAL AMBIENTAL

La ley 1205 de 2008 por parte del Ministerio de Minas y Energía, ha promovido el biodiésel para usarse como complemento en la mezcla con el diésel convencional, para lograr disminución del contenido de azufre en la combustión, cumpliendo con los parámetros de calidad exigidos a nivel internacional.

Procedimiento para la aprobación de la licencia ambiental para plantas de abastecimiento:

1. Se debe presentar una solicitud escrita para aprobar el lote donde se construirá la planta. En la solicitud se deben anexar los siguientes documentos:

- Planos de ubicación del proyecto.
- Permisos ambientales y territoriales otorgados por el Municipio de Uribia.
- Estatutos de conformación de la empresa.
- Certificado de carencia de informes por narcotráfico.

2. Se deben responder las revisiones hechas por el Ministerio de Minas y Energía.

3. Recibir resolución de aprobación o negación del lote, para construir la planta de abastecimiento de combustibles líquidos derivados del petróleo.

4. Presentar al Ministerio de Minas y Energía el proyecto de construcción de la planta en donde se anexan los siguientes documentos:

- Memoria técnica del Proyecto.
- Planos del proyecto.
- Permiso de las autoridades Municipales (Una vez se aprueba el Lote para el proyecto de construcción, el interesado cuenta con seis (6) meses para la presentación del proyecto).

5. Recibir resolución de aprobación del proyecto por parte del Ministerio de Minas y Energía.

6. Solicitar la visita del Ministerio de Minas y Energía, para verificar la culminación del proyecto.

7. Responder las solicitudes de aclaración y ajustes a la planta realizadas por el Ministerio de Minas y Energía; Presentar la Póliza de seguros que cubra los riesgos de responsabilidad civil extracontractual.

8. Recibir la Resolución que aprueba la entrada en operación de la planta (Gobierno en línea).

Para realizar todo esto ante el Ministerio Ambiental y ante todos los entes relacionados en el procedimiento anterior, se requiere de los siguientes profesionales, los cuales adelantaran todo

lo que son los trámites, los estudios y las capacitaciones a la comunidad del proyecto, además se incluyen los gastos relacionados con el trámite de la licencia:

Tabla 18. Costo del personal necesario para el trámite de la licencia ambiental.

Profesional	Tiempo (meses)	Costo (\$)	Costo Total (\$)
Ingeniero ambiental	4	3'000.000	12'000.000
Sociólogo	2	2'000.000	4'000.000
Antropólogo	2	2'000.000	4'000.000
Auxiliar de ingeniería	4	1'200.000	4'800.000
Biólogo	4	2'000.000	8'000.000
Ingeniero forestal	4	3'000.000	12'000.000
Ingeniero especializado en sistemas de informacion geográfica (SIG)	2	3'000.000	6'000.000
Planos, información, bases de datos, papelería	1	4'000.000	4'000.000
Logística y medios audiovisuales	1	4'000.000	4'000.000
TOTAL			58'800.000

12.1. Costos indirectos de fabricación (CIF):

En la tabla a continuación, se relaciona los costos indirectos de fabricación, para los siguientes años, se deben incrementar los salarios de acuerdo al IPC:

Tabla 19. Costos indirectos de fabricación (CIF).

Descripción	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Agua	150.000	1.800.000,00
Energía Eléctrica	200.000	2.400.000,00
Papelería	120.000	1.440.000,00
Artículos e insumos de aseo	220.000	2.640.000,00
Mantenimiento	400.000	4.800.000,00
Alquiler del terreno (10 ha)	800.000	9'600.000
TOTAL	1'890.000	22.680.000,00

12.2. Costos de mano de obra:

En la tabla a continuación, se relaciona los costos de la mano de obra necesaria para la operación del proyecto, para los siguientes años, se deben incrementar los salarios de acuerdo al IPC:

Tabla 20. Costo de la mano de obra.

Empleado	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)	Factor prestacional (45%)
Administrador	4'000.000	48'000.000	69'600.000
Tecnólogo químico	2'000.000	24'000.000	35'520.000
Agricultor	700.000	8'400.000	10'150.000
TOTAL	6'700.000	80'400.000	115'270.000

13. EVALUACIÓN FINANCIERA

El proyecto es una prueba piloto, y como tal no busca fines lucrativos, pero si enriquecimiento técnico e investigativo. Financieramente no va a tener retorno de inversión por la baja escala industrial y lo que sucede es que con el paso de los años, los flujos de retorno de dinero se incrementarán negativamente, por lo tanto la deuda crecerá cada vez más.

13.1. Supuestos macroeconómicos:

Los supuestos macroeconómicos son utilizados en todas las proyecciones para la evaluación financiera de los proyectos. La fuente de esta información son entidades como Bancolombia (Grupo Bancolombia, s/f) y Bloomberg.

Tabla 21. Supuestos macroeconómicos.

Variables Macroeconómicas	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inflación	3,10%	2,90%	3,10%	3,00%	3,00%
IPP	3,90%	3,10%	2,90%	3,10%	3,00%
Crecimiento PIB	3,40%	3,70%	4,10%	4,30%	4,30%
DTF T.A.	4,50%	4,70%	4,40%	4,40%	4,40%

13.2. Resumen de los estados financieros:

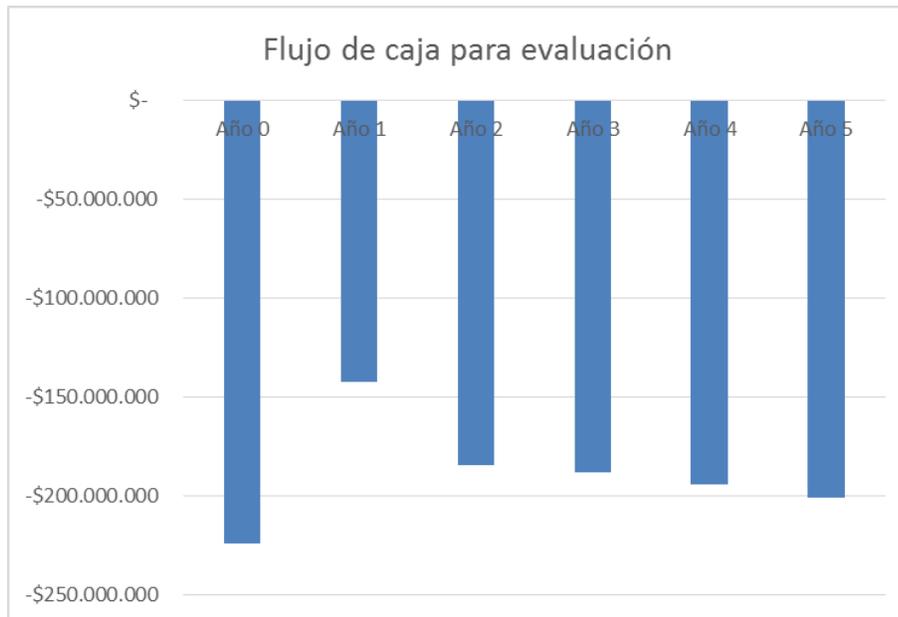
13.2.1. Flujo de caja. El flujo de caja operativo para el piloto da negativo, esto principalmente por la baja escala industrial del proyecto.

Tabla 22. Flujo de caja del proyecto.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
FLUJO DE CAJA						
Flujo de Caja Operativo						
Utilidad Operacional		-159.016.859	-174.709.966	-180.409.208	-186.293.585	-180.859.718
Depreciaciones		7.814.500	7.814.500	7.814.500	7.814.500	7.814.500
Amortización Gastos		11.760.000	11.760.000	11.760.000	11.760.000	0
Agotamiento		0	0	0	0	0
Provisiones		4.203	46.269	0	0	0
Impuestos		0	-2.222.278	-626.010	0	0
Neto Flujo de Caja Operativo		-139.438.156	-157.311.475	-161.460.718	-166.719.085	-173.045.218
Flujo de Caja Inversión						
Variación Cuentas por Cobrar		-210.146	-2.313.438	0	0	0
Variación Inv. Materias Primas e insumos ³		-24.274	-275.705	-8.708	-10.083	-11.458
Variación Inv. Prod. En Proceso		-349.878	349.878	0	0	0
Variación Inv. Prod. Terminados		-349.878	-275.705	-8.708	-10.083	-11.458
Var. Anticipos y Otros Cuentas por Cobrar		0	0	0	0	0
Otros Activos		0	0	0	0	0
Variación Cuentas por Pagar		48.548	551.410	17.417	20.167	22.917
Variación Acreedores Varios		0	0	0	0	0
Variación Otros Pasivos		0	0	0	0	0
Variación del Capital de Trabajo	0	-885.628	-1.963.560	0	0	0
Inversión en Terrenos	0	0	0	0	0	0
Inversión en Construcciones	0	0	0	0	0	0
Inversión en Maquinaria y Equipo	0	0	0	0	0	0
Inversión en Muebles	-39.072.500	0	0	0	0	0
Inversión en Equipo de Transporte	0	0	0	0	0	0
Inversión en Equipos de Oficina	0	0	0	0	0	0
Inversión en Semovientes	0	0	0	0	0	0
Inversión Cultivos Permanentes	0	0	0	0	0	0
Inversión Otros Activos	0	0	0	0	0	0
Inversión Activos Fijos	-39.072.500	0	0	0	0	0
Neto Flujo de Caja Inversión	-39.072.500	-885.628	-1.963.560	0	0	0
Flujo de Caja Financiamiento						
Desembolsos Fondo Emprender	0					
Desembolsos Pasivo Largo Plazo	0	0	0	0	0	0
Amortizaciones Pasivos Largo Plazo		0	0	0	0	0
Intereses Pagados		0	0	0	0	0

Dividendos Pagados		0	80.619.568	87.667.988	90.204.604	93.146.792
Capital	224.472.500	0	0	0	0	0
Neto Flujo de Caja Financiamiento	224.472.500	0	80.619.568	87.667.988	90.204.604	93.146.792
Neto Periodo	185.400.000	-140.323.784	-78.655.467	-73.792.730	-76.514.481	-79.898.425
Saldo anterior		138.360.000	-1.963.784	-80.619.251	-154.411.980	-230.926.461
Saldo siguiente	185.400.000	-1.963.784	-80.619.251	-154.411.980	-230.926.461	-310.824.886

Gráfica 10. Flujo de caja del proyecto.



13.2.2. Estado de resultados y Balance general. Las proyecciones financieras del proyecto tienen un comportamiento totalmente negativo en las utilidades brutas. Cada vez el proyecto piloto aumentaría las pérdidas con el paso del tiempo.

Gráfica 11. Balance general.

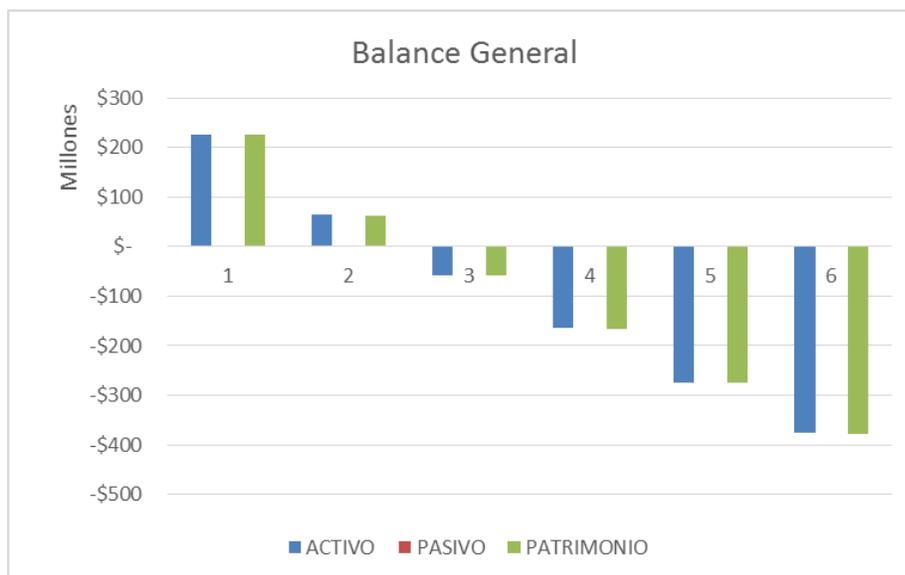


Tabla 23. Balance general.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
BALANCE GENERAL						
Activo						
Efectivo	138.360.000	-1.963.784	-80.619.251	-154.411.980	-230.926.461	-310.824.886
Cuentas X Cobrar	0	210.146	2.523.583	2.523.583	2.523.583	2.523.583
Provisión Cuentas por Cobrar		-4.203	-50.472	-50.472	-50.472	-50.472
Inventarios Materias Primas e Insumos	0	24.274	299.979	308.688	318.771	330.229
Inventarios de Producto en Proceso	0	349.878	0	0	0	0
Inventarios Producto Terminado	0	349.878	625.583	634.292	644.375	655.833
Anticipos y Otras Cuentas por Cobrar	0	0	0	0	0	0
Gastos Anticipados	58.800.000	58.800.000	58.800.000	58.800.000	58.800.000	58.800.000
Amortización Acumulada	-11.760.000	-23.520.000	-35.280.000	-47.040.000	-58.800.000	-58.800.000
Gastos Anticipados	47.040.000	35.280.000	23.520.000	11.760.000	0	0
Total Activo Corriente:	185.400.000	34.246.189	-53.700.576	-139.235.889	-227.490.204	-307.365.712
Terrenos	0	0	0	0	0	0
Construcciones y Edificios	0	0	0	0	0	0
Depreciación Acumulada Planta		0	0	0	0	0
Construcciones y Edificios	0	0	0	0	0	0
Maquinaria y Equipo de Operación	0	0	0	0	0	0
Depreciación Acumulada		0	0	0	0	0
Maquinaria y Equipo de Operación	0	0	0	0	0	0
Muebles y Enseres	39.072.500	39.072.500	39.072.500	39.072.500	39.072.500	39.072.500
Depreciación Acumulada		-7.814.500	-15.629.000	-23.443.500	-31.258.000	-39.072.500
Total Activos Fijos:	39.072.500	31.258.000	23.443.500	15.629.000	7.814.500	0
Total Otros Activos Fijos	0	0	0	0	0	0
ACTIVO	224.472.500	65.504.189	-30.257.076	-123.606.889	-219.675.704	-307.365.712
Pasivo						
Cuentas X Pagar Proveedores	0	48.548	599.958	617.375	637.542	660.458
Impuestos X Pagar	0	2.222.278	626.010	0	0	0
Acreedores Varios		0	0	0	0	0
Obligaciones Financieras	0	0	0	0	0	0
Otros pasivos a LP		0	0	0	0	0
Obligacion Fondo Emprender (Contingente)	0	0	0	0	0	0
PASIVO	0	2.270.826	1.225.969	617.375	637.542	660.458
Patrimonio						
Capital Social	224.472.500	224.472.500	224.472.500	224.472.500	224.472.500	224.472.500
Reserva Legal Acumulada	0	0	0	0	0	0

Utilidades Retenidas	0	0	-80.619.568	-168.287.557	-258.492.161	-351.638.953
Utilidades del Ejercicio	0	-161.239.137	-175.335.977	-180.409.208	-186.293.585	-180.859.718
Revalorizacion patrimonio	0	0	0	0	0	0
PATRIMONIO	224.472.500	63.233.363	-31.483.045	-124.224.264	-220.313.246	-308.026.171
PASIVO + PATRIMONIO	224.472.500	65.504.189	-30.257.076	-123.606.889	-219.675.704	-307.365.712

Tabla 24. Criterios de decisión.

Criterios de Decisión	
Tasa mínima de rendimiento a la que aspira el emprendedor	26%
TIR (Tasa Interna de Retorno)	N.A.
VAN (Valor actual neto)	-637.514.864
PRI (Periodo de recuperación de la inversión)	-1,40

14. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

La evaluación financiera por la baja escala industrial del proyecto da un VAN con unas pérdidas de 637 millones de pesos aproximadamente. Este resultado era esperado desde el planteamiento inicial del proyecto piloto. No se realiza ninguna tasa interna de retorno, ya que nunca los balances contables darán positivos, los rendimientos darán negativos y comparándola con cualquier tasa de oportunidad, siempre estará por debajo.

Como ejercicio financiero, no es factible la evaluación técnica del proyecto piloto para 5 años, pues las pérdidas se incrementan con el paso de los años. Después de un tiempo suficiente de análisis, como podrían ser dos años, se podrían obtener datos confiables de la producción de la Salicornia, y a partir de allí tomar una decisión acerca de escalar el proyecto.

Un ejercicio productivo y factible sería escalar 50 veces el proyecto, y ya tomar la producción de las 500 hectáreas cultivadas en vez de las 10 hectáreas iniciales. Para el proyecto piloto ha dispuesto una tasa mínima de rendimiento de 26%, esta es una tasa alta esperada, y se le exige así al proyecto piloto que se desarrollaría durante la primera etapa, porque actualmente el sector de hidrocarburos está en una crisis internacional con bajos precios del petróleo, y los riesgos que se afrontan son muchos, por tanto, la ganancia esperada debe ser mayor. Para el proyecto a escala industrial, el cual se desarrollaría años después luego de que el proyecto piloto diera una factibilidad técnica, se tiene la expectativa de que en algunos años se pueda retornar a los precios habituales del petróleo, y por lo tanto, la tasa mínima de rendimiento para el proyecto escalado no tendría que ser tan alta como la que se le exige al proyecto piloto.

Reajustando estos valores en los cálculos financieros, da que el proyecto sería factible suponiendo ya no una tasa mínima de rendimiento de 26%, con la que se calculó el piloto, sino con una TMR de 18%, equivalente a la DTF más 12%. A partir de esta escala y con estos supuestos el valor presente neto del proyecto da 0, y en escalas más grandes el proyecto sería factible.

Hay que agregar que uno de los objetivos técnicos que comprobaría el piloto es que la Salicornia en La Guajira podría acortar sus tiempos de sembrado, y además al no tener estaciones, ya no se tendría que esperar 9 meses para la siguiente producción. Lo presupuestado inicialmente es un 25% de acortamiento en el tiempo de cultivo; Colombia al no tener una estación invernal de 3 meses como los países donde se cultiva la Salicornia, podría aprovechar este tiempo para iniciar una nueva producción. Si esto llegará a ser cierto, financieramente se ha calculado que el proyecto piloto solamente se tendría que escalar 37 veces y no 50, para que diera viable contablemente.

Se adjunta el escalamiento del proyecto 35 veces, o sea sembrando 350 hectáreas y no 10 como en el piloto.

Tabla 25. Flujo de caja proyecto escalado 35 veces.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
FLUJO DE CAJA						
Flujo de Caja Operativo						
Utilidad Operacional		-544.106.627	377.500.550	350.964.923	320.228.693	298.738.984
Depreciaciones		15.629.000	15.629.000	15.629.000	15.629.000	15.629.000
Amortización Gastos		11.760.000	11.760.000	11.760.000	11.760.000	0
Agotamiento		0	0	0	0	0
Provisiones		191.233	2.105.228	0	0	0
Impuestos		0	-1.292.381	-124.575.181	-115.818.424	-105.675.469
Neto Flujo de Caja Operativo		-516.526.394	405.702.397	253.778.741	231.799.269	208.692.515
Flujo de Caja Inversión						
Variación Cuentas por Cobrar		-9.561.628	-105.261.414	0	0	0
Variación Inv. Materias Primas e insumos ³		-1.104.467	-12.544.585	-396.229	-458.792	-521.354
Variación Inv. Prod. En Proceso		-1.755.675	1.755.675	0	0	0
Variación Inv. Prod. Terminados		-1.755.675	-12.544.585	-396.229	-458.792	-521.354
Var. Anticipos y Otros Cuentas por Cobrar		0	0	0	0	0
Otros Activos		0	0	0	0	0
Variación Cuentas por Pagar		2.208.934	25.089.170	792.458	917.583	1.042.708
Variación Acreedores Varios		0	0	0	0	0
Variación Otros Pasivos		0	0	0	0	0
Variación del Capital de Trabajo	0	-11.968.512	-103.505.739	0	0	0
Inversión en Terrenos	0	0	0	0	0	0
Inversión en Construcciones	0	0	0	0	0	0
Inversión en Maquinaria y Equipo	0	0	0	0	0	0
Inversión en Muebles	-78.145.000	0	0	0	0	0
Inversión en Equipo de Transporte	0	0	0	0	0	0
Inversión en Equipos de Oficina	0	0	0	0	0	0
Inversión en Semovientes	0	0	0	0	0	0
Inversión Cultivos Permanentes	0	0	0	0	0	0
Inversión Otros Activos	0	0	0	0	0	0
Inversión Activos Fijos	-78.145.000	0	0	0	0	0
Neto Flujo de Caja Inversión	-78.145.000	-11.968.512	-103.505.739	0	0	0
Flujo de Caja Financiamiento						
Desembolsos Fondo Emprender	0					
Desembolsos Pasivo Largo Plazo	0	0	0	0	0	0
Amortizaciones Pasivos Largo Plazo		0	0	0	0	0
Intereses Pagados		0	0	0	0	0

Dividendos Pagados		0	272.699.504	-126.462.684	-117.573.249	-107.276.612
Capital	130.543.500	0	0	0	0	0
Neto Flujo de Caja Financiamiento	130.543.500	0	272.699.504	-126.462.684	-117.573.249	-107.276.612
Neto Periodo	52.398.500	-528.494.906	574.896.162	127.316.057	114.226.020	101.415.903
Saldo anterior		5.358.500	-523.136.406	51.759.757	179.075.814	293.301.834
Saldo siguiente	52.398.500	-523.136.406	51.759.757	179.075.814	293.301.834	394.717.737

Tabla 26. Criterios de decisión proyecto escalado 35 veces.

Criterios de Decisión	
Tasa mínima de rendimiento a la que aspira el emprendedor	18%
TIR (Tasa Interna de Retorno)	18,33%
VAN (Valor actual neto)	3.850.879
PRI (Periodo de recuperación de la inversión)	1,39
Duración de la etapa improductiva del negocio (fase de implementación).en meses	3 mes
Nivel de endeudamiento inicial del negocio, teniendo en cuenta los recursos del fondo emprender. (AFE/AT)	0,00%
Periodo en el cual se plantea la primera expansión del negocio (Indique el mes)	3 mes
Periodo en el cual se plantea la segunda expansión del negocio (Indique el mes)	0 mes

Con estos nuevos valores, el VAN da \$3'850.879, con una tasa interna de retorno de 18,33%. A partir de las 350 hectáreas en adelante, mejor será el VAN del proyecto.

Hay que decir que para el proyecto escalado, se podría buscar una financiación por parte de Finagro, entidad que apoya el desarrollo agrario de Colombia. No solamente se podría acceder a una buena tasa para préstamos, sino que hay incentivos como el ICR (Incentivo a la Capitalización Rural) (Finagro, s/f), el cual es un beneficio económico otorgado a personas que realicen inversiones nuevas, buscando modernización, competitividad y sostenibilidad del campo.

Finalmente, se podría recomendar otro análisis cambiando el proyecto de lugar geográfico, para otro de la costa Atlántica, como podrían ser los departamentos de Sucre o Córdoba. De esta manera se ahorrarían los costos tan altos de transporte, y se podría hacer una distribución del biocombustible más localizada cerca a la zona de producción, ya que el problema para el piloto era que en La Guajira se competía con la gasolina de Venezuela y había que transportar el biocombustible largas distancias para su consumo final. En otro territorio se podrían manejar distintas opciones en cuanto a la compra de terrenos, además no habría tantas complicaciones sociales como las que podrían existir con la comunidad Wayúu, y de esta manera se disminuirían en parte los riesgos del proyecto.

15. ANÁLISIS DE DEBILIDADES, OPORTUNIDADES, FORTALEZAS Y AMENAZAS (DOFA)

15.1. Debilidades:

- La baja escala del proyecto no permite una recuperación de la inversión.
- La *Salicornia Bigelovii* no es una planta nativa de Colombia, y para poderla traer desde el exterior, hay que realizar trámites y legalizar su nacionalización y cultivo interno.
- Las vías del proyecto son prácticamente caminos sobre el terreno, pero no hay vías pavimentadas.

15.2. Oportunidades:

- Alquiler de terrenos a bajo precio en la zona, ya que son terrenos desérticos y muy áridos, que normalmente no se utilizan para sembrar ninguna plantación.
- Mano de obra a precios bajos.
- Materias primas disponibles actualmente para elaboración del biodiesel de mediano a bajo costo.
- Posibilidad de desarrollo de proyectos de biodiesel con sectores socialmente marginados.

- Planes de desarrollo en la región para las comunidades indígenas.
- Interés de los principales mayoristas de combustibles por establecer políticas y organizar el sector de los biocombustibles.
- Conciencia creciente por parte del gobierno y las autoridades ambientales acerca de los problemas de contaminación del diésel tradicional.

15.3. Fortalezas:

- La planta Salicornia se nutre a través de agua salada y la disponibilidad del agua de mar es cercana.
- La Salicornia encaja perfectamente en los terrenos áridos donde se cultivará, muy pocas plantas oleaginosa se pueden aprovechar en terrenos áridos.
- Apertura del Gobierno para dialogar con las diferentes comunidades.
- El Gobierno está trabajando en políticas ambientales, lo que puede ayudar estratégicamente a los biocombustibles.
- El carácter innovador del proyecto presenta muchas ventajas con respecto al biodiésel tradicional, como el mejor aprovechamiento de los recursos, ciclos de cultivo más cortos.

- La Salicornia tiene también posible uso comestible para ganado y otros animales. Al ser una planta rica en sales minerales y aceites, es una fuente con muchos nutrientes, y si por alguna razón el mercado de los combustibles dejara de ser rentable, se podría dar este uso alternativo a los cultivos de Salicornia.

15.4. Amenazas:

- Bajo precio del petróleo en la actualidad y en el futuro cercano.
- La tasa representativa del dólar está muy alta, lo cual representa un riesgo para la industria del petróleo, y por tanto inestabilidad en sus precios.
- Continuidad de políticas públicas inadecuadas que distorsionan el mercado de biocombustibles.
- Intereses económicos del sector de combustibles fósiles y algunos de organizaciones sociales contrarias al desarrollo de los biocombustibles.
- La aceptación por parte de la comunidad Wayúu es incierta, y representa un riesgo y una inestabilidad para el desarrollo del proyecto.
- La aceptación de la licencia ambiental es vital para el desarrollo del proyecto.

16. CONCLUSIONES

El proyecto piloto como tal es inviable financieramente. Técnicamente y a manera de investigación puede tener un valor que aporta a la sociedad.

Se determinó la tendencia del sector de los combustibles, hallando que sigue siendo creciente en el país desde el punto de vista macroeconómico. Desde el punto de vista microeconómico, se puede ver que el proyecto de biodiésel tiene fortalezas frente a los clientes, las amenazas, la competencia, los sustitutos y los proveedores.

A partir de la investigación de mercados, se lograron identificar los clientes potenciales que podrían implementar el biodiésel como un complemento en su oferta de ACPM, los cuales son los mayoristas de combustibles. Entre estos clientes están empresas como ExxonMobil, Texaco, Terpel, Zeus, Biomax, PETROMIL, BR, BRÍO, entre otras que participan en el mercado de combustibles colombiano.

Se investigaron los procedimientos y equipos tecnológicos requeridos para optimizar la obtención de biodiésel a partir de la Salicornia, evaluando también sus costos variables, y además definiendo los cargos, la mano de obra y requerimientos técnicos para la operación del proyecto. Se encontró que para realizar el proceso de elaboración del biodiésel son necesarios los siguientes equipos: una centrífuga para extracción de aceite, un contenedor de aceite, un reactor artesanal para realizar la transesterificación, un calentador para lograr la reacción química del aceite y el alcohol, una balanza electrónica y otros instrumentos, para medir y controlar las cantidades de cada uno de los componentes que se requieren para la fabricación del biodiésel.

En la evaluación financiera se determinó que el valor actual presente neto (VPN) dio negativo y que la tasa interna de retorno (TIR) no existe, ya que el proyecto nunca retornará las inversiones.

El proyecto es viable legalmente y se deben hacer los trámites necesarios ante el Ministerio del Interior, por un lado adelantando los estudios ambientales, y la importación de la especie foránea *Salicornia Bigelovii*, y por otro lado, deberá adelantar capacitaciones a la comunidad Wayúu, donde se expliquen los beneficios y su interacción con el proyecto. Se determinó que la licencia ambiental y todos sus trámites asociados, puede estar costando alrededor de \$58'800.000 y que mínimamente se gastaría un tiempo de 4 meses durante su trámite.

Las pretensiones del proyecto desde su formulación como piloto de innovación, es la de disminuir riesgos y comprobar la factibilidad que podría llegar a tener otro proyecto de mayor escala industrial a partir del biodiésel generado de la *Salicornia*.

El proyecto piloto como era de esperarse, no genera ganancias monetarias para los inversionistas, pero sí un valor agregado hacia una posible implementación de esta técnica innovadora para la generación de biodiésel, haciendo un aprovechamiento óptimo de los recursos.

El proyecto tendría inclusión social y generación de empleo, donde la población del departamento de la Guajira, está padeciendo una gran etapa de sequía y de hambre. Un proyecto como el del cultivo de la *Salicornia* tendría gran impacto, proyectando no solamente una reforestación de las tierras áridas, sino también ahorrando el principal recurso que es el agua potable. Por otro lado, también se le daría oportunidad de trabajo a la población local.

Se recomienda que el proyecto busque integrar a la comunidad Wayúu como capital de trabajo. A esta comunidad no se le regalaría absolutamente nada, sino que su recompensa sería por el trabajo realizado. De esta manera la comunidad asociaría que el beneficio fuera mutuo, haciéndolo proporcional al beneficio neto del proyecto. Por un lado, cuando se produce habría recompensas monetarias para los trabajadores, y así también ganancias para la empresa, pero si no hay producción se disminuiría el número de trabajadores y por tanto los costos de producción.

Se recomienda que para disminuir riesgos, se tenga en cuenta que la Salicornia no solamente puede utilizarse para la generación de biodiésel, sino que tiene potencial como alimento. Esta alternativa hace que los riesgos asociados al cultivo de la Salicornia bajen, sobre todo los macroeconómicos, donde un precio bajo del petróleo, podría hacer inviable la generación del biodiésel, pero se tendría esta alternativa para los cultivos de aprovecharse como alimento para el ganado. La planta como tal es rica en sales minerales, aceites y nutrientes y permitiría manejar esta opción.

Para deducciones de renta, hasta de un 125 por ciento de la inversión para proyectos de investigación o de desarrollo científico, se recomienda que durante el mismo año gravable en que se haga la inversión, se deberá garantizar que se cumpla con los requisitos establecidos en el Estatuto Tributario Nacional.

El biodiesel se usa como un complemento en la mezcla del gasoil, los desechos producidos por el biodiesel son mucho menos nocivos para el medio ambiente que los de los derivados del carbón y del petróleo.

Se recomienda que se busquen negociar bonos de CO₂, ya que, por un lado no se gastará tierra fértil en el proceso de generación del biodiesel, y por otro, durante el crecimiento y desarrollo de la planta, se genera más oxígeno al medio ambiente, que el CO₂ que se produce durante la combustión del biodiésel. Por lo que se puede concluir, que el balance del proyecto es totalmente positivo, tanto para la comunidad como al medio ambiente.

REFERENCIAS

- Acosta, A. (2009). *Biocombustibles: Oportunidad o Amenaza*. Seminario internacional de biocombustibles 2009 Corpodib, Bogotá, Colombia.
- Ahumada, O. (2014). Caída del petróleo prende las alarmas en Colombia. *El Tiempo*. Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/caida-del-precio-del-petroleo-en-colombia/14907675>
- American Petroleum Institute. (s/f). Recuperado de: <http://www.api.org/>
- Asociación Española de Operadores de Productos Petroleros – AOP. (2002). *La importancia del petróleo en la economía mundial*. Recuperado de: http://elpetroleo.aop.es/GetFile.aspx?File=Capitulo_10.pdf
- Brennan, L. & Owende, P. (2010). Biofuels from microalgae - A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and coproducts. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, pp. 557-577. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032109002408>
- Celedón, N. (2014). Caída del precio del petróleo afecta metas del 2015. *Portafolio*. Recuperado de: <http://www.portafolio.co/economia/caida-del-precio-del-petroleo-afecta-metas-del-2015>

Chacón, J. & Gutiérrez, R. (2008). Controversia por precio de etanol. *El Espectador*. Recuperado de: <http://www.elespectador.com/impreso/negocios/articuloimpreso100690-controversia-precio-de-etanol>

Chaverra, D. & Mercado J. (2011). *Evaluación financiera de una planta productora de biodiesel a partir de aceites usados de cocina*. (Tesis inédita de especialización), Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia. Recuperado de: <http://190.25.234.130:8080/jspui/bitstream/11227/502/1/EVALUACION%20DE%20UNA%20PLANTA%20PRODUCTORA%20DE%20BIODIESEL.pdf>

Chávez, V. (2015). Incertidumbre sobre precios del petróleo durará años: Carstens. *El financiero*. Recuperado de: <http://www.elfinanciero.com.mx/nacional/incertidumbre-sobre-precios-del-petroleo-durara-anos-carstens.html>

CNN Expansión. (2013). *¿Qué determina el precio del petróleo?* Recuperado de: <http://www.cnnexpansion.com/especiales/2013/08/19/por-que-sube-y-baja-el-precio-del-petro>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL. (1990). *El impacto de la crisis del golfo pérsico sobre los países de América Latina y el Caribe*. Recuperado de: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/33584/S9000656_es.pdf?sequence=1

Congreso de la República de Colombia. (Julio 14, 2008). Ley 1205. Por medio de la cual se mejora la calidad de vida a través de la calidad del diésel y se dictan otras disposiciones.

Diario Oficial N° 47050. Recuperado de:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=31441>

Escobar, A. M. (2014). Optimizan obtención de metanol para la industria. *UN Periódico*.
Recuperado de: <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/optimizan-obtencion-de-metanol-para-la-industria.html>

FedeBiocombustibles. (s/f). Recuperado de: http://www.fedebiocombustibles.com/v3/main-pagina-id-1-titulo-quienes_somos.htm

Finagro. (s/f). *ICR - Incentivo a la Capitalización Rural*. Recuperado de:
<https://www.finagro.com.co/productos-y-servicios/ICR>

Finanzas Personales. (s/f). *Por qué baja el peso colombiano frente al dólar*. Recuperado de:
<http://www.finanzaspersonales.com.co/invierta-a-la-fija/articulo/por-que-baja-el-peso-colombiano-frente-al-dolar/36273>

Flórez, A. M. (2011). *Modelo regional de producción y transporte de biocombustibles en Colombia*. (Tesis inédita de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
Recuperado de:
http://www.bdigital.unal.edu.co/4862/1/1037573712._2011_1.pdf

Fredrickson, D. & Gordon, R. (1958). Transport of fatty acid. *Physiological reviews*, 38(4), pp. 585-630. Recuperado de: <http://physrev.physiology.org/content/physrev/38/4/585.full.pdf>

Gerencie. (2013). *Impacto del dólar en el precio de los productos*. Recuperado de:
<http://www.gerencie.com/impacto-del-dolar-en-el-precio-de-los-productos.html>

Ghadimi, B. (2007). *Petróleo y conflicto militar en el medio oriente*. Recuperado de:
http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Energias/Petroleo_y_conflicto_militar_en_el_medio_oriente

Grupo Bancolombia (s/f). *Supuestos macroeconómicos*. Recuperado de:
<http://investigaciones.bancolombia.com/InvEconomicas/home/homeinfo.aspx>

Herrera, C. (2009). *El consumo de combustible en Bogotá, una aproximación macroeconómica*.
Recuperado de: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/co/09/chm.htm>

La historia del coche eléctrico: un largo proceso de desarrollo. (s/f). Recuperado de:
<http://www.diariomotor.com/tecmovvia/2011/07/19/la-historia-del-coche-electrico-un-largo-proceso-de-desarrollo/>

Luna, D. (2009). *Ley del diesel” N° 1205 del 2008*. II Congreso colombiano y conferencia internacional de calidad del aire y salud pública. Cartagena de Indias, Colombia, 14-17 Julio. Recuperado de:
<https://ingenieria.uniandes.edu.co/grupos/sur/images/Presentaciones/2congresoaire/davidluna.pdf>

Mercado de divisas - cambio de divisas. (s/f). Recuperado de:
<http://dolar.wilkinsonpc.com.co/mercado-de-divisas-cambio.php>

Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética –UPME. (2010a).

Proyección de demanda de energía en Colombia. Recuperado de:
http://www.upme.gov.co/Docs/Energia/PROYECC_DEMANDA_ENERGIA_OCTUBRE_2010.pdf

Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero Energética –UPME. (2010b).

Proyección de demanda de Combustibles Líquidos y GNV en Colombia. Recuperado de:
http://www.sipg.gov.co/sipg/documentos/Proyecciones/2010/PROYECC_DEM_DO_GM_GNV_SEPT_2010.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (s/f). *Biocombustibles.* Recuperado de:

http://www.upme.gov.co/Docs/Biocombustibles_Colombia.pdf

Noticias Caracol. (2015). Crisis del petróleo ha causado pérdida de 15.000 empleos este año en

Colombia. *El espectador.* Recuperado de:
<http://www.elespectador.com/noticias/economia/crisis-del-petroleo-ha-causado-perdida-de-15000-empleos-video-550513>

Portafolio. (2015). *La gasolina sube \$135: el galón queda en \$8.189.* Recuperado de:

<http://www.portafolio.co/especiales/gasolina-colombia-2015-precios-de-la-gasolina/precio-la-gasolina-subio-julio-2015>

Precio del Petróleo. (s/f). Recuperado de: <http://www.preciopetroleo.net/>

Rueda, E. O. (s/f). *Salicornia bigelovii as an Example With the Association of Nitrogen Fixers Bacterium (Plant Growth Promoting Bacterium- PGPB)*. Recuperado de: <http://www.edgarrueda.uson.mx/OUR%20JUSTIFICATION%20TO%20WORK%20WITH%20HALOPHYTES.pdf>

Semana. (2012). *La cruda realidad del precio de la gasolina*. Recuperado de: <http://www.semana.com/economia/articulo/la-cruda-realidad-del-precio-gasolina/255979-3>

Súper Intendencia de Sociedades. (2013). *Informe. Desempeño del sector de minería e hidrocarburos años 2008-2012*. Recuperado de: <http://www.supersociedades.gov.co/asuntos-economicos-y-contables/estudios-y-supervision-por-riesgos/estudios-economicos-y-financieros/Documents/Sectores%20Economicos/desempeno-sector-mineria-hidrocarburos-2008-2012.pdf>

The International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development – IAASTD. (s/f). *Bioenergía y Biocombustible: Oportunidades y limitaciones*. Recuperado de: <http://www.unep.org/dewa/agassessment/docs/bioenergyESlowres.pdf>

Wikipedia. (s/fa). *Biocarburante*. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Biocarburante>

Wikipedia. (s/fb). *Biodiésel*. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Biodi%C3%A9sel>

Wikipedia. (s/fc). *Esterificación*. Recuperado de:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Esterificaci%C3%B3n>

Wikipedia. (s/fd). *Transesterificación*. Recuperado de:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Transesterificaci%C3%B3n>

Wikipedia. (s/fe). *Catálisis*. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Cat%C3%A1lisis>

Wikipedia. (s/ff). *Teoría del pico de Hubbert*. Recuperado de:

https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_del_pico_de_Hubbert

Wikipedia. (s/fg). *Vehículo eléctrico de batería*. Recuperado de:

https://es.wikipedia.org/wiki/Veh%C3%ADculo_el%C3%A9ctrico_de_bater%C3%ADa

Wikipedia. (s/fh). *Almacenamiento de hidrógeno*. Recuperado de:

https://es.wikipedia.org/wiki/Almacenamiento_de_hidr%C3%B3geno

Wikipedia. (s/fi). *Lluvia ácida*. Recuperado de:

https://es.wikipedia.org/wiki/Lluvia_%C3%A1cida