



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO ECONÓMICA PARA LA INSTALACIÓN
DE UNA PLANTA PROCESADORA DE ACEITE USADO DE COCINA OBTENIDO DE
LAS LOCALIDADES DE USAQUÉN Y CHAPINERO EN BOGOTÁ**

**JORGE WEIMAR CASTRO CAMARGO
LEIDY VANESSA PIRACOCA VARGAS**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
BOGOTÁ D.C.
2014**

Estudio de prefactibilidad técnico económica para la instalación de una planta procesadora de aceite usado de cocina obtenido de las localidades de Usaquén y chapinero en Bogotá

**Jorge Weimar Castro Camargo
Leidy Vanessa Piracoca Vargas**

**Tesis presentada como requisito para optar al título de:
Ingeniero mecánico**

**Director (a):
Dionisio Humberto Malagón R, Ing. Qco, Ph.D.**

**Línea de Investigación:
Área de Termo fluidos y Energía**

**Universidad Santo Tomás
Facultad De Ingeniería Mecánica
División De Ingenierías
Bogotá D.C.
2014**

A nuestros padres por el apoyo incondicional en la culminación de esta investigación.

Leidy y Jorge

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar la tesis es imposible decir que su culminación ha sido únicamente por mérito propio, es inocultable que la magnitud de los aportes es el producto de la participación de personas y diferentes instituciones que permitieron que este proyecto terminara de la mejor manera, por eso resulta de mucha satisfacción para el grupo de trabajo tener un espacio para recalcar la importancia de cada uno de los actores involucrados.

De manera especial agradecemos al Ingeniero Dionisio Humberto Malagón quien aceptó acompañarnos en el desarrollo de la tesis brindándonos su total apoyo, confianza y asesoría durante las diferentes etapas, sus ideas y aportes para enfocar y encaminar el proyecto resultaron fundamentales.

Deseamos expresar también un agradecimiento al ingeniero Jair Alexander Ladino quien siempre estuvo dispuesto a sacar de su tiempo para colaborar con ideas, con la única finalidad de mejorar y profundizar cada uno de los aspectos involucrados en la tesis.

Agradezco a la Universidad Santo Tomás el permitirnos formarnos en sus aulas, brindarnos el conocimiento y los espacios necesarios de estudio e investigación. Un agradecimiento muy especial a nuestros padres por apoyarnos en todo momento, por los diferentes valores inculcados y por habernos permitido tener la mejor educación en esta etapa de nuestra vida.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	5
1. MARCO TEÓRICO	10
1.1. ACEITE USADO DE COCINA.....	10
1.2. PRODUCCIÓN DEL ACEITE VEGETAL	11
1.2.1. Aplicaciones del aceite de cocina usado	11
1.2.2. Producción de jabones con aceite de cocina usado	12
1.2.3. Producción de concentrados	12
1.2.4. Producción de biodiesel.....	12
1.2.5. Marco legal	13
1.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACEITE PROCESADO	14
1.3.1. Esterificación	14
1.3.2. Desodorización.....	15
2. ESTUDIO DE MERCADO	16
2.1. ANÁLISIS DE DEMANDA.....	16
2.2. ANÁLISIS DE OFERTA.....	19
2.2.1. Competidores de la industria	19
2.2.2. Matriz del perfil competitivo.....	20
2.2.3. Matriz de la evaluación de los factores externos (MEFE)	21
2.2.4. Matriz DOFA.....	23
2.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE LA OFERTA	25
2.3.1. Análisis de la población	25
2.3.2. Métodos para la recolección de información.....	26
2.3.3. Selección de la muestra	26
2.3.4. Rutas de recolección de información.....	27
2.4. TRABAJO DE CAMPO.....	28
2.4.1. Disponibilidad y costo de compra del aceite de cocina usado	28
2.4.1.1. Cantidad de aceite generado al mes	29

2.4.1.2.	Accesibilidad a la venta.....	29
2.4.1.3.	Certificado de uso final del aceite.....	29
2.4.1.4.	Costo de compra del aceite de cocina usado.....	30
2.4.1.5.	Capacidad de recolección y costo del aceite de cocina usado.....	31
2.5.	Conclusión del estudio de mercado	31
3.	ESTUDIO TÉCNICO	32
3.1.	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO TÉCNICO	33
3.1.1.	Selección de materias primas.....	33
3.1.2.	Sistema de almacenamiento.....	33
3.1.3.	Sistema de bombeo.....	33
3.1.4.	Sistema de filtración	34
3.1.5.	Sistema de esterificación.....	34
3.1.6.	Sistema de recolección.....	34
3.1.7.	Metodología de distribución de planta.....	35
3.1.8.	Metodología de ubicación de las instalaciones.....	36
3.2.	INGENIERÍA DEL PROYECTO	37
3.2.1.	Procesamiento del aceite de cocina usado	37
3.2.2.	Materias primas necesarias en el proceso	39
3.2.3.	Selección de equipos en proceso	40
3.2.3.1.	Canecas de recolección.....	40
3.2.3.1.1.	Filtro tipo tamiz	41
3.2.3.2.	Tanque de almacenamiento inicial.....	41
3.2.3.3.	Bombas.....	42
3.2.3.4.	Caldera	44
3.2.3.5.	Longitud del serpentín	47
3.2.3.6.	Filtro.....	47
3.2.3.7.	Reactor	48
3.2.3.8.	Condensador para metanol	48
3.2.3.9.	Tanque de almacenamiento de metanol	50
3.2.3.10.	Caneca de almacenamiento de hidróxido de sodio.....	50
3.2.3.11.	Tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico.....	51
3.2.3.12.	Tanque de almacenamiento Final	51

3.2.4.	Tamaño del proyecto.....	51
3.2.5.	Ubicación de las instalaciones.....	52
3.2.6.	Distribución de la planta	53
4.	ESTUDIO ECONÓMICO	57
4.1.	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA	57
4.2.	INFRAESTRUCTURA	58
4.3.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	59
4.3.1.	Costos fijos	59
4.3.1.1.	Mano de obra.....	60
4.3.1.2.	Depreciación	60
4.3.1.3.	Reparación y mantenimiento.....	61
4.3.2.	Costos variables.....	61
4.3.2.1.	Insumos y materias primas.....	61
4.3.3.	Costos de producción	62
4.3.4.	Determinación del precio de venta.....	62
4.3.5.	Punto de equilibrio	63
4.3.6.	Utilidad bruta.....	64
4.3.7.	Gastos operacionales	64
4.3.8.	Gastos financieros para el escenario con financiamiento 50%.....	65
4.4.	EVALUACIÓN FINANCIERA.....	65
4.4.1.	Tasa costo/oportunidad	66
4.4.2.	Tasa verdadera de retorno TVR.....	66
	CONCLUSIONES.....	67
	RECOMENDACIONES	68
	BIBLIOGRAFÍA.....	69
	ANEXO 1	82
	ANEXO 2	83
	ANEXO 3	85
	ANEXO 4	88

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1 Evolución de la producción anual de aceite de palma en Colombia.....	11
Figura 2 Mezclas y ubicación de plantas de biodiesel en Colombia.....	17
Figura 3 Localidades de Usaquén y Chapinero identificadas en el mapa de Bogotá	25
Figura 4 Principales vías en las localidades de Usaquén y Chapinero.....	28
Figura 5 Esquema Diagrama de hilos.....	36
Figura 6 Diagrama de proceso.....	38
Figura 7 Cantidad total de materias primas por cada reacción.....	40
Figura 8 Canecas de recolección.....	40
Figura 9 Filtro tipo prensa.....	47
Figura 10 Esquema de condensador de Metanol.....	49
Figura 11 Matriz diagonal (diagrama de correlación) de la planta.....	53
Figura 12 Diagrama de hilos según SLP.....	54
Figura 13 Distribución de la planta por departamentos.....	54
Figura 14 Descripción detallada de la distribución de la planta vista isométrica.....	55
Figura 15 Distribución en planta.....	56
Figura 16 Organigrama.....	57
Figura 17 Maquinaria y equipos.....	58
Figura 18 Adecuaciones de obra civil.....	59
Figura 19 Muebles y enseres.....	59
Figura 21 Densidades de la muestra.....	87

INDICE DE TABLAS

Pág

Tabla 1 características físicas y químicas del aceite de cocina usado y aceite de palma.	10
Tabla 2 Plantas productoras de biodiesel en funcionamiento en Colombia.....	18
Tabla 3 matriz del perfil competitivo Biogras sas	20
Tabla 4 Matriz de la evaluación de los factores externos	21
Tabla 5 Matriz DOFA	23
Tabla 6 Capacidad de recolección y costo de aceite de cocina usado.....	31
Tabla 7Matriz diagonal.....	35
Tabla 8 Método cualitativo por puntos	37
Tabla 9 Canecas de recolección, cantidades y costos	41
Tabla 10 caudales selección de bomba	42
Tabla 11 calculo parámetros de selección	44
Tabla 12 Evaluación localización del proyecto	52
Tabla 13 Costos de mano de obra para generar 1 litro de aceite procesado	60
Tabla 14 Depreciación de la infraestructura.....	60
<i>Tabla 15 Costo de reparación y mantenimiento proyectado mensual</i>	61
Tabla 16 Costo de materias primas	61
Tabla 17 Costos de producción	62
Tabla 18 Determinación de precio de venta.....	63
Tabla 19 Punto de equilibrio de cantidad por producir	63
Tabla 20 Ingreso por venta y utilidad bruta anual.....	64
Tabla 21 Gastos administrativos mensuales.....	64
Tabla 22 Gastos financieros	65
Tabla 23Indicadores financieros	66
Tabla 24 cifras informativas de habitantes en las localidades de Usaquén y Chapinero ..	83
Tabla 25 aceite de cocina usado disponible en Usaquén.....	84
Tabla 26 aceite de cocina usado disponible en chapinero	84
Tabla 27 Disponibilidad del aceite de cocina usado.....	85

Tabla 28 Accesibilidad de venta por parte de los establecimientos proveedores del aceite de cocina usado	86
Tabla 29 Estadísticas resumen de la muestra generada (costo de aceite).....	87
Tabla 30 Estado de resultado sin financiamiento	88
Tabla 31 Plan de financiamiento.....	95

RESUMEN

Este proyecto está desarrollado con el fin de determinar la Prefactibilidad técnico-económica para el montaje de una planta procesadora de aceite de cocina usado, recolectado en las localidades de Usaquén y Chapinero, que permita reutilizar en un proceso industrial dicha materia prima. Para lograr lo anterior se realizaron tres estudios: de mercado, técnico y económico. El primero de ellos permitió determinar la disponibilidad de 22,4 Ton de aceite de cocina usado / mes en las localidades, con un costo de compra \$365 COP/litro; adicionalmente se realizó el análisis de la oferta y la demanda con el fin de examinar la competencia y los posibles precios de venta del producto. El segundo estudio permitió determinar la infraestructura, equipos, mano de obra y los recursos necesarios para llevar a cabo el proceso técnico así como la distribución y ubicación de la planta. El último estudio involucró el análisis de los costos asociados a las variables económicas que afectan directamente la constitución de la empresa. En cuanto al financiamiento se analizaron dos escenarios, el primero si la inversión es financiada el 50% y el segundo sin ningún tipo de financiamiento, sobre un horizonte de 5 años. Al realizar el análisis anterior se obtuvo que el proyecto es viable en ambos escenarios propuestos.

Palabras clave: Aceite usado de cocina, biodiesel, materia prima, pre-factibilidad.

INTRODUCCIÓN

El aceite de cocina usado se ha convertido en un tema relevante para el medio ambiente, debido a que no todo el aceite de fritura se consume, es decir no todo el aceite que se emplea en la preparación de alimentos se gasta en su totalidad, lo cual conlleva a la generación de residuos que pueden causar daños ambientales, lo que se convierte en un conflicto internacional debido a los impactos del uso final [1]. La Organización Mundial de la Salud (OMS) advierte que un litro de aceite de cocina usado es capaz de contaminar el consumo de agua de una persona durante 18 meses [2]; esto sucede debido a que la densidad del aceite es menor a la del agua, por lo cual forma una capa que impide la oxigenación, aumentando el crecimiento de microorganismos y la muerte de animales acuáticos [3].

Actualmente la falta de control por parte del Estado sobre el correcto manejo de residuos de aceite de cocina usado ha permitido que se generen problemas ambientales y de salud pública, ya que existen empresas que operan en la informalidad al reutilizar y vender aceite que no es apto para el consumo humano [4]. Ahora bien, con el fin de utilizar dichos residuos como materia prima para el sector industrial colombiano, a través de este trabajo se analiza la prefactibilidad de instalar una planta que procese aceite de cocina usado obtenido de las localidades de Usaquén y Chapinero en Bogotá, con el fin de adecuarlo como materia prima para otro tipo de aplicaciones como plantas productoras de biodiesel y jaboneras, entre otras.

El análisis de prefactibilidad técnico- económica estudia la disponibilidad de los conocimientos, habilidades, historia del arte, los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar los procesos involucrados [5]. Por lo tanto, se hace necesario cuantificar y determinar todas aquellas características que tienen influencia directa en el flujo de ingresos y egresos del proyecto; para ello es necesario recopilar información y procesarla a través de una serie de estudios [6] [7]: el estudio de mercado; estudio técnico para posteriormente sintetizar la información en un estudio económico que permita determinar la viabilidad del proyecto [8].

En el estudio de mercado se cuantificó y se determinó la demanda y la oferta, al igual que el posible precio de venta del aceite de cocina usado ya tratado, la cuantificación de la oferta se obtuvo a través de fuentes de información primarias es decir por medio de entrevistas aplicadas directamente a los puntos de interés.

En la segunda parte se lleva a cabo el estudio técnico del proyecto que se encuentra dividido a su vez en varias etapas; en la primera de ellas se lleva a cabo la ingeniería del proyecto en donde se seleccionan los equipos necesarios, teniendo en cuenta los requerimientos de tecnología y de proceso; de igual manera se tiene en cuenta la distribución física de los equipos en la planta. La segunda etapa consiste en el análisis de la localización basada en parámetros como el costo de transporte, acceso a la materia prima, acceso a servicios industriales, entre otros. Por último, en la tercera etapa se realiza el análisis del personal administrativo y técnico a cargo del manejo de la planta.

La última parte involucra un estudio económico en donde el principal objetivo es el de ordenar la información recolectada en las etapas anteriores para determinar costos totales, inversión inicial, TIR, VPN.

La inversión inicial es \$172'000.000 COP, para obtener resultados acertados se consideraron dos escenarios, el primero en el cual se estima sin financiamiento y el segundo con financiamiento del 50%, de lo anterior se determinan los indicadores financieros donde en el primer escenario la tasa de rentabilidad fue de 45% y el segundo escenario fue de 30%, recuperando el dinero aproximadamente en el segundo año.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la prefactibilidad técnica y económica de la instalación de una planta procesadora de aceite de cocina usado obtenido de las localidades de Usaquén y Chapinero.

Objetivos específicos

- Realizar el estudio de mercado a nivel de proveedores de materia prima y consumidores de aceite reciclado en las localidades mencionadas.
- Realizar el estudio técnico-económico para una instalación de acopio y procesamiento de aceites vegetales usados.
- Realizar el diseño de la distribución de planta, selección de equipos y sistemas de la planta.
- Determinar la viabilidad económica y financiera de la planta de procesamiento y su proceso.

GLOSARIO

Inflación: es la pérdida de poder adquisitivo frente a servicios y productos ya que se necesita más dinero para adquirirlos [9].

Aportes fiscales: es un aporte de que realizan las empresas que van dirigidos a distintas instituciones el aporte es de 9% de la nómina que se distribuye en este orden 4% para Cajas de Compensación Familiar, 3% para el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y 2% para el SENA. [10]

Cargas prestacionales: es un aporte que realiza el empleador que se compone de prima de servicios, auxilio de cesantías, intereses sobre cesantías y dotación. [11]

Insumos: es cualquier recurso utilizado para producir o crear un bien o servicios, puede constituir desde la mano de obra hasta las computadoras. [12]

Inversión: es destinar fondos para mantener o ampliar el capital y adquirir bienes que no son de consuno final pero los cuales producirán otros bienes [13]

Depreciación: es la pérdida de valor de unos activos a lo del largo tiempo debido al desgaste o por obsolescencia tecnológica. [14]

Impuesto de renta: es un impuesto que se cobra dependiendo de los ingresos de una empresa o persona natural se realiza cada año. [15]

Utilidad neta: son los ingresos logrados luego de pagar todas sus obligaciones. [13]

Utilidad retenida: es una parte de las ganancias obtenida por la compañía que no es distribuida entre los accionistas de la compañía y será utilizada para otros fines. [16]

Costo de producción: el costo de producción del aceite procesado es igual a la suma del costo de materias primas y la depreciación de los equipos.

Balance general: el balance general es el estado financiero de los activos fijos y corrientes al igual que de los pasivos y el patrimonio, de modo que:

$$\text{Activos} = \text{Patrimonio} + \text{Pasivo}$$

Viabilidad Económica: es la evaluación del proyecto mediante el establecimiento de la relación de la renta generada y el capital utilizado, esta relación se conoce como rentabilidad. Para lograr este análisis se deben calcular indicadores como: valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR) y razón costo-beneficio (B/C) [17].

En esta evaluación se analizan las alternativas posibles, y se escoge la mejor opción, de este modo construir los flujos netos de ingresos futuros [18].

Flujo de caja: el flujo de caja es el total neto de activos en un periodo determinado, se compone de 4 elementos: Los egresos iniciales de fondos; los ingresos y egresos de la operación; el momento en que se reciben los ingresos y egresos; y el valor de depreciación [19].

Tasa interna de retorno (TIR): la tasa interna de retorno es el promedio geométrico de los rendimientos esperados en la inversión. En términos económicos es la tasa en la cual el VPN es igual a 0 [20].

Valor presente neto (VPN): es el valor medido en dinero hoy; equivalente a los valores actuales de todos los ingresos y egresos, presentes y futuros, que constituyen el proyecto [21].

COP: según estándar internacional ISO 4217 corresponde a la abreviatura del peso colombiano.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. ACEITE USADO DE COCINA

El aceite de cocina usado es un triglicérido que ya ha pasado por un proceso de calentamiento mezclándose con alimentos lo cual afecta su color y olor [22], en una comparación de las propiedades físico-químicas del aceite vegetal de palma NTC431 [23] y el aceite de cocina usado consultado por literatura, cuyos valores se presentan en la tabla 1.

Tabla 1 características físicas y químicas del aceite de cocina usado y aceite de palma

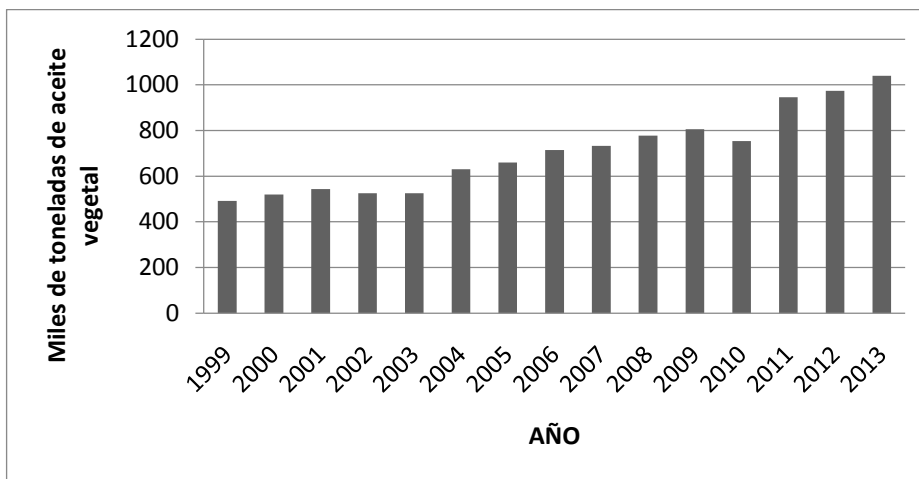
Parámetros	Aceite usado de cocina	Palma
Densidad [g/ml]	0,9115-0,9156	0,8703 ±0,011
Viscosidad [Poise]	0,0198	0,01884
Índice de acidez	0,2 -0,824	0,328 ± 0,013
Índice de yodo [g/100 g de sustancia]	60-70	57,918 ± 0,212
Índice de saponificación [mg de KOH/g]	196,98	197,169 ± 0,934

Fuente: [24, 25, 26]

El bombeo de fluidos viscosos ocasiona diversos efectos en una bomba debido al tipo de flujo que se maneja; el primero de ellos es que se incrementa la potencia requerida para impulsar el fluido, el segundo efecto es que se disminuye el flujo entregado contra una carga dada y por último se ve reducida la eficiencia en la bomba [27]. De igual manera la viscosidad influye directamente en la selección del tipo de bomba a utilizar. En cuanto al índice de acidez, puede producir reacciones de saponificación debido al alto porcentaje de ácidos grasos libres, por lo cual se hace necesario el disminuir este índice mediante una reacción de esterificación.

1.2. PRODUCCIÓN DEL ACEITE VEGETAL

Figura 1 Evolución de la producción anual de aceite de palma en Colombia



Fuente: [28]

Según el último informe de gestión del 2013 de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma) la producción de aceite vegetal comestible superó el millón de toneladas [28] [29], además el incremento con relación al año 2012 fue del 10%. En la *Figura 1* se muestra la producción de aceites comestibles y de uso industrial producido desde el 2009 al 2012, donde se percibe considerablemente el incremento que ha tenido [30].

1.2.1. Aplicaciones del aceite de cocina usado

Con la reutilización de los aceites vegetales de fritura como materia prima se pueden obtener los siguientes productos [31, 32]:

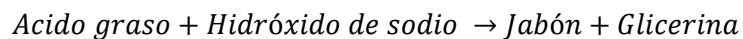
- Jabones de tocador, lavado y de uso industrial.
- Aceites para procesos siderúrgicos.
- Concentrados.
- Resinas.
- Combustible para motor diésel.

- Biodiesel
- Tintas para artes gráficas.
- Espumas de poliuretano.

De los anteriores solo se analizaron las aplicaciones de jabones, biodiesel y concentrados debido a la alta demanda del aceite de cocina usado que ha tomado en el mercado.

1.2.2. Producción de jabones con aceite de cocina usado

El jabón es una mezcla de sales de sodio o potasio de ácidos grasos de cadena larga producida por hidrólisis de ésteres en disolución básica conocido como saponificación: En la siguiente ecuación se puede ver la reacción química para la obtención del jabón [33]:



La mayoría de los jabones sólidos fabricados son de sales de sodio o potasio y como materiales principales para su fabricación se utilizan grasas o aceites y una solución concentrada de hidróxido de sodio o potasio. Se suele adicionar etanol en el proceso de elaboración como disolvente [34].

1.2.3. Producción de concentrados

El aceite de cocina usado también puede ser utilizado en la elaboración de concentrados para animales, por la alta energía metabolizable que puede generar debido al valor calórico, superior al valor de carbohidratos como fuente de energía. Además mejoran la adición de vitaminas A, D, E, y K; por ultimo debido a los residuos de alimentos que contiene, tiene buen sabor para la mayoría de los animales [35].

Este tema es participe de estudios, ya que las dioxinas que produce el aceite pueden perjudicar la salud de los animales convirtiéndose así en alimentos cancerígenos, [31].

1.2.4. Producción de biodiesel

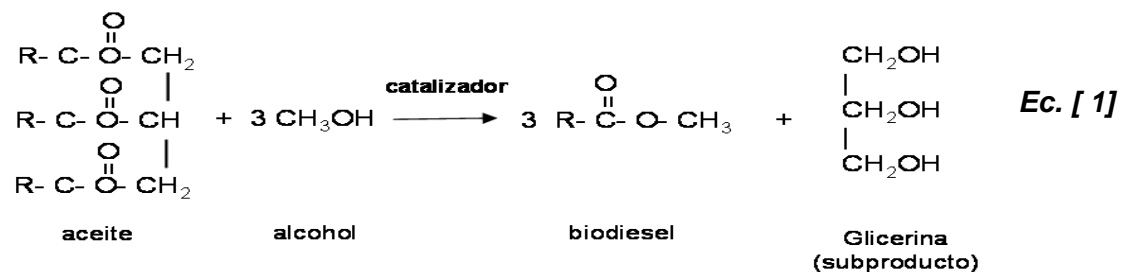
La Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia (Fedebiocombustibles) encargada de la regulación y orientación de empresas productoras de biocombustible como etanol y biodiesel determinó que la venta y la producción de biodiesel aún no es suficiente para el país [30], las productoras actualmente no tienen suficiente aceite de

palma para producir biodiesel porque las mezclas a nivel nacional no superan el 8%, es decir no alcanzan la mezcla dispuesta a nivel mundial del 20%.

La producción de biodiesel es la oportunidad más clara en el mercado de los aceites reciclados, debido a la alta demanda del biocombustible como alternativa energética a nivel mundial [36, 37]. El mundo entero solo podría producir el 5% de combustibles con biodiesel lo que demuestra la falta de aceite para suplir la necesidad de biodiesel [38].

1.2.4.1. Proceso de transesterificación

La reacción de transesterificación es el proceso donde los triglicéridos se convierten paso a paso en diglicéridos, monoglicéridos, y, por último en glicerol liberando en cada paso un éster de alquilo conocido como biodiesel [39].



Varios aspectos, incluyendo el tipo de catalizador (ácido o alcalino), la relación molar alcohol/aceite vegetal, la temperatura, la pureza de los reactivos (principalmente el contenido de agua) y el contenido de ácidos grasos libres influyen en la reacción de transesterificación. Si un triglicérido contiene alto grado de ácidos grasos libres y agua, la transesterificación catalizada por ácidos es conveniente, ya que la catálisis alcalina puede conllevar a la formación de productos indeseables como jabones (reacción de saponificación), [40, 41, 42].

1.2.5. Marco legal

La recolección y re-utilización de aceite usado de cocina existe un marco legal en el país, dentro del cual se pueden mencionar *la resolución 2154 del 2012* del Ministerio de Salud y Protección Social, *que prohíbe la comercialización de aceites usados para consumo humano* y *la ley 1220 de 2008* artículo 374 que manifiesta que la pena por fabricación y

comercialización de sustancias nocivas para la salud es de 5 a 12 años de prisión y multa de 200 a 1500 s.m.m.l.v [43]

A pesar de la regulación existente, la disposición final del aceite usado en Colombia está siendo manipulada por personas que re-ensacan este líquido y lo venden ilegalmente como apto para el consumo humano, causando problemas de salud pública y comercialización ilegal. En un estudio realizado por City noticias, se revela que el 25% del aceite usado en Bogotá es nuevamente vendido [4] [44] para consumo humano, lo cual es sumamente grave ya que la Organización Mundial de la Salud (OMS) identificó que la venta de esta sustancia ocasiona problemas graves de salud como: enfermedades gastrointestinales, cáncer de estómago, cáncer de colon, enfermedad diarreica aguda, entre otras [45].

1.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACEITE PROCESADO

El aceite de cocina usado para la obtención del biodiesel debe cumplir con algunos estándares cuyas propiedades están definidas en la Norma NTC 431 [23] en el cual establece que el aceite puede tener un máximo de 0,1% de impurezas insolubles lo cual conlleva a que la planta procesadora debe tener sistema de filtración, al igual que exige un porcentaje máximo de ácidos grasos de 2,4%; sin embargo el porcentaje de ácidos grasos puede ser más alto que este valor por lo cual se requiere realizar la reacción de esterificación, y por último no debe tener malos olores lo que implica un proceso de desodorización [46].

Cumpliendo con lo anterior el aceite de cocina usado procesado podrá ser comercializado a los clientes de manera segura, garantizando completa hermeticidad en el almacenamiento final y transporte [47].

1.3.1. Esterificación

La esterificación es una reacción reversible entre un ácido carboxílico y un alcohol, para producir un éster y agua, este proceso se conoce como "*Síntesis de Fisher*". Como se menciona la reacción es reversible y necesita de un catalizador, que comúnmente es un

ácido fuerte concentrado, como el sulfúrico o el clorhídrico, entre otros, para llegar al equilibrio más rápidamente.

Estos procesos que emplean ácidos fuertes como catalizadores (ácido sulfúrico, ácido para-toluen sulfónico) tienen el inconveniente de la formación de productos indeseables, alta corrosión en los materiales de construcción de los equipos, peligro de su manejo y transporte y contaminación ambiental. En este tipo de procesos se trabaja a temperaturas de 60°C y 70°C para aumentar su rendimiento.

1.3.2. Desodorización

Es el proceso de extracción bajo vacío en la que el aceite se trata para eliminar los compuestos que generan malos olores y así, obtener aceite totalmente refinado, actualmente se emplean tres tipos de desodorizadores, batch, semi-continuo y continuo, principalmente en el procesado de aceite de oliva, el cual ha sido introducido en la industria alimentaria desde finales del siglo Las técnicas de desodorización son ampliamente utilizadas en la industria de aceites [48]

La técnica que ha tenido mayor auge, tanto comercial como con fines de investigación, ha sido la pre evaporación al vacío. El propósito de este proceso es remover compuestos volátiles que contribuyen de manera negativa en el aroma del producto final y que pueden generar rechazo por parte del consumidor. Estos compuestos se pueden formar durante el proceso de obtención del aceite vegetal, compuestos off-flavor, o también pueden ser propios de la matriz, tales como aldehídos, cetonas, carbohidratos y ácidos grasos libres [49].

2. ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado se realiza para determinar el entorno en que se va a realizar el proyecto, cuantificando la demanda, la oferta y observando la estrategia comercial, con el fin de estudiar el proyecto, los precios, los canales de distribución y la publicidad. De este modo permite realizar un análisis de costo beneficio de cada variable que interfiera en la rentabilidad del proyecto [50]. El principal objetivo del estudio de mercado es determinar la disponibilidad del aceite en el tiempo. También es importante para seleccionar los precios adecuados y en definitiva percibir si existe mercado viable para el producto, ya que de no existir el estudio definitivamente concluiría que no es factible el proyecto, por lo tanto sería necesario reestructurar la propuesta e investigar otras opciones donde haya mayor incidencia [51].

Adicionalmente el estudio de mercado permite determinar el comportamiento del mercado al introducir el aceite de cocina usado procesado con fines de reciclaje, evaluando la oferta y la demanda [52]; implícito a ello es necesario determinar el comportamiento de la materia prima como fuente principal para el funcionamiento de la planta, verificando la disponibilidad y ubicación del aceite a recolectar y de este modo dimensionar la planta.

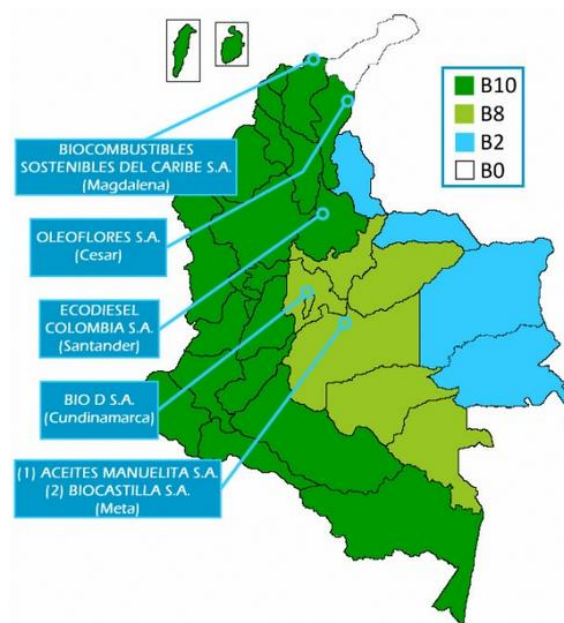
2.1. ANÁLISIS DE DEMANDA

La demanda es la cantidad de un bien que el mercado requiere y está dispuesto a comprar, se define como la suma de las cantidades demandadas por los individuos que lo integran a un precio determinado [41]. El objetivo del análisis de demanda es cualificar los requerimientos del mercado e identificar si se pueden satisfacer oportunamente con el precio adecuado, es decir determina la oportunidad de introducir el producto al mercado [8].

Si bien la industria de los biocombustible es uno de los principales clientes, no es la única oportunidad de incursión directa, debido a que el proceso con el que se cuenta garantiza un producto final que se puede vender para otras empresas dedicadas a aplicaciones del aceite de cocina usado: Jabones, concentrados y biodiesel, de los anteriores es claro que los concentrados a base de aceite de cocina usado son ilegales [31], por lo tanto el foco del proyecto se dirige a dos industrias, la industria jabonera y la industria del biodiesel.

Colombia es capaz de producir 591.000Ton/año de aceite de palma que a consideración del consumo nacional no es una cifra relevante ya que aún en distintos departamentos del país no se superan mezclas del 8%, lo anterior conlleva a la notable escases del aceite de palma [30]. La distribución por regiones de las mezclas a nivel nacional se puede apreciar en la Figura 2.

Figura 2 Mezclas y ubicación de plantas de biodiesel en Colombia



Fuente: Fedebiocombustibles

Actualmente el precio del aceite vegetal, según el informe de gestión por Fedepalma, por tonelada es de \$1.387.924COP lo cual equivale en litros a (Densidad=0,8703 g/ml) \$1.595 COP [53, 54].

Tabla 2 Plantas productoras de biodiesel en funcionamiento en Colombia

Plantas productoras de biodiesel en funcionamiento		
Región	Empresa	Capacidad (T/año)
Norte, Santa Marta	Biocombustibles Sostenibles del Caribe	100.000
Norte, Codazzi	Oleoflores	60.000
Norte, Barranquilla	Romil de Costa	10.000
Norte, Galapa	Biodiesel de la Costa	10.000
Norte, Santa Marta	Odín Energy	36.000
Oriental, Facatativá	BioD	120.000
Central, Barrancabermeja	Ecodiesel de Colombia	120.000
Oriental, San Carlos de Guaroa	Aceites Manuelita	120.000
Oriente, Castilla la grande	Bocastilla	15.000

Fuente: Fedebiocombustibles

En la Tabla 2 se puede observar la producción anual de las empresas productoras de biodiesel en Colombia, de las cuales por logística para el proyecto propuesto, BioD será el cliente potencial ya que se encuentra en Facatativá cerca a las localidades Usaquén y Chapinero como se puede apreciar en la *Figura 2*, además se observa que BioD es una de las empresas cuya producción es mayor a las demás con 120.000 Ton/año lo que significa el gran uso del aceite vegetal y la oportunidad de reducir costos mediante el uso del aceite de cocina.

Por otra parte la industria jabonera implicaría realizar procesos de refinación en cuanto al olor y color del aceite, por lo cual implicaría mayores costos en la producción, además la industria del biodiesel según los datos mencionados, cubre toda la oferta que la planta procesadora de aceite es capaz de generar.

2.2. ANÁLISIS DE OFERTA

La oferta es la cantidad de bienes que cierto número de productores introduce a un mercado determinado, la finalidad de este análisis es cuantificar la cantidad y las condiciones en que se introduce el aceite de cocina usado procesado en el mercado en función de los precios y debe tener en cuenta los factores previamente discutidos en el análisis del entorno [8].

2.2.1. Competidores de la industria

Para este análisis se tendrán en cuenta únicamente aquellas empresas que cuenten con un registro ante la Cámara de Comercio de Bogotá excluyendo de esta manera las empresas que operan en la informalidad, por tal razón aplica la siguiente empresa:

Biogras S.A.S: Industria con más de cinco años en Colombia en recolección y reciclado de aceite de cocina usado se encuentra ubicada cra 24 d # 18 – 24 sur en la ciudad de Bogotá a continuación se procede a analizar sus objetivos y actividades.

Portafolio de productivos y servicios:

- Generador de aceite de cocina usado domiciliario: Participación en el proceso de reciclado
- Corporativos y franquicias: Provee servicio especializado para franquicias y cadenas, asegurando requerimientos de calidad alimentaria, limpieza y correcta disposición en cada uno de los establecimiento de cadena
Trazabilidad: Entrega de certificado de disposición del aceite de cocina usado garantizando que el mismo no será utilizado para el consumo humano.
- Tratamiento: El aceite recolectado se lleva a una planta de tratamiento de aceites vegetales, con el fin de limpiar de impurezas a los aceites.
- Contenedores: ofrece contenedores sin costos y adaptados a la producción total de los establecimientos.
- La capacidad de la planta es de 500 toneladas mensuales, la capacidad de almacenamiento de 150 toneladas y su capacidad de tratamiento es de 20 toneladas diarias.

2.2.2. Matriz del perfil competitivo

La matriz del perfil competitivo identifica los principales competidores de la empresa, así como sus fuerzas o debilidades particulares, en relación con una muestra de la posición estratégica de la empresa [55].

Tabla 3 matriz del perfil competitivo Biogras sas

Factores claves de éxito	Ponderación	Biogras sas		Emprendimientos empresariales	
		Calificación	Resultado ponderado	Calificación	Resultado ponderado
1. Gama de productos	0,1	3	0,3	2	0,2
2. Logísticas de recolección	0,3	4	1,2	2	0,6
3. Tecnología	0,3	2	0,6	2	0,6
4. Experiencia	0,1	3	0,3	1	0,1
5. Competitividad	0,2	1	0,2	2	0,2
Total	1		2,6		1,7

Fuente: autores

Los valores de las calificaciones observadas en la tabla de la matriz del perfil competitivo de Biogras S.A.S hacen referencia a la fortaleza de la empresa frente a los factores claves de éxito siendo 5 los propuestos en aras de la sencillez. Para una calificación de 1 se entenderá como debilidad, 3 una debilidad aceptable y 4 una fortaleza. Analizando la tabla anterior se tiene una ponderación para la logística de 1,2 vs 0,6 lo que deja claro la superioridad de Biogras S.A.S al tener rutas de recolección y clientes ya establecidos. En cuanto a la tecnología se obtienen calificaciones de 0,6 vs 0,6 debido a que se tiene igual facilidad de acceso a los equipos, ya que no se cuenta con alguna restricción para su uso o compra. Adicionalmente en cuanto a la experiencia se obtiene una calificación de 0,3 vs 0,1 debido a la trayectoria ya establecida con la que cuenta la empresa. Finalmente al realizar la ponderación se obtienen notas de 2,6 vs 1,7, lo que refleja que el aspecto más

importante a la hora de realizar el establecimiento de la planta recolectora y procesadora de aceite usado es la logística de recolección.

Por lo anterior se proponen estrategias en busca de reducir las debilidades observadas; la primera ella es la de diseñar rutas de recolección con miras a minimizar costos y tiempos, de igual manera es necesario seleccionar equipos, materia prima, instalaciones etc.

2.2.3. Matriz de la evaluación de los factores externos (MEFE)

La matriz de evaluación de los factores externos (EFE) permite resumir y evaluar información económica, social, cultural, demográfica, ambiental, política, gubernamental, jurídica, tecnológica y competitiva [56]. El objetivo de esta matriz es evaluar el sector en el cual se encuentra ubicada la empresa.

Tabla 4 Matriz de la evaluación de los factores externos

Factor externo	Variable	Ponderación	Clasificación	Resultado
Disponibilidad de materia prima	Amenaza	0,2	4	0,8
Disponibilidad para permitir reciclar por parte de los dueños de restaurantes	Oportunidad	0,2	4	0,8
Temas ambientales	Oportunidad	0,1	3	0,3
Normatividad sobre el manejo de aceite usado de cocina	Oportunidad	0,1	3	0,3
Cobros por la recolección	Oportunidad	0,2	3	0,6
Perdida de proveedores	Amenaza	0,2	3	0,6
Total		1		3,4

Fuente: autores

Para el análisis de la tabla 4 se asignaron pesos relativos a cada factor externo propuesto, siendo 0.0 considerado como sin importancia y 1.0 muy importante este valor indica la importancia que tiene ese factor para alcanzar el éxito, de igual manera se da una calificación de 1 a 4 con el objetivo de indicar si las estrategias empleadas están

respondiendo con eficacia al factor, 4 indica una respuesta satisfactoria, y 3 una respuesta superior.

Se pueden observar que las calificaciones más bajas 0,3 se encuentran asignadas para temas ambientales, y la normatividad sobre el manejo del aceite usado de cocina debido a la falta de regulación por el estado para que estas se cumplan, para una calificación de 0,6 se tiene cobros por recolección y pérdida de proveedores, y se tiene una calificación de 0,8 en disponibilidad de materia prima y disponibilidad para permitir reciclar por parte de los dueños de restaurantes ya que actualmente se encuentra en aumento los puntos de comida rápida, fritura y otros

Por lo anterior se puede apreciar que el sector al que se desea ingresar es atractivo y cuenta con más oportunidades que amenazas; la amenaza detectada implica un análisis detallado debido a su relevancia en el proyecto.

2.2.4. Matriz DOFA

El análisis DOFA es una herramienta de diagnóstico y análisis para la generación de estrategias de la organización. Se identifican las áreas y actividades que tienen el mayor potencial para un mayor desarrollo y mejora y que permiten minimizar los impactos negativos del contexto [57]. La siguiente matriz DOFA aplicada en la tabla 5 corresponde a un análisis que se le hizo a la empresa que se encuentra en proyección.

Tabla 5 Matriz DOFA

Matriz DOFA	
Fortalezas	Debilidades
<p>Disponibilidad de materia prima</p> <p>Normatividad estructurada sobre el reciclaje del aceite de cocina usado</p> <p>Tecnologías de procesamiento y recolección adecuadas</p> <p>Apoyo de entidades estatales a iniciativas ambientales</p> <p>Fuente de empleos</p> <p>Regula las cantidades de desechos de aceite de cocina usado</p> <p>ayuda a mejorar la calidad de vida (impacto directo en el medio ambiente)</p>	<p>Falta de experiencia</p> <p>Falta de reconocimiento por parte de las unidades económicas de estudio</p> <p>Trámites legales para financiación</p> <p>Falta de contacto con empresas de gran tamaño (centros comerciales, hoteles, puntos de comida de cadena)</p>
Oportunidades	Amenazas
<p>Mercado poco explorado</p> <p>Creación de puntos de acopio cerca a la población</p> <p>Tecnología de fácil acceso</p> <p>Número creciente de puntos de comida rápida, restaurantes hoteles etc.</p> <p>Normatividad que obliga que generadores de aceite de cocina usado den manejo debido de sus recursos</p> <p>Fácil capacitación en las actividades de manejo y control de los equipos</p>	<p>Empresas informales</p> <p>Perdida de proveedores debido a competencia informal</p> <p>Falta de regulación sobre la disposición del aceite de cocina usado por parte de los entes de control</p> <p>falta de apoyo financiero a empresas con esta actividad económica por parte del gobierno</p>

Fuente: Autores

2.2.4.1. Análisis DOFA

Al analizar la matriz DOFA *Tabla 5*, queda claro que es un sector atractivo por su crecimiento rápido en cuanto a que permite disponer de una cantidad mayor de materia prima (aceite de cocina usado) debido al incremento en los puntos de comida rápida, restaurantes, puestos de fritura etc., artículos publicados por la revista semana afirman que con respecto al año inmediatamente anterior los bogotanos gastaron un 17% más en puntos de comida rápida, de acuerdo con la firma de consultoría de mercados Raddar; un 56% de la población en Bogotá acude a comer en puntos informales de comida rápida, de igual manera el diario Portafolio proporciona cifras en donde se deja por sentado el hecho de que los restaurante han crecido un 15% en Bogotá [58] [59]. La cultura ambiental juega un papel importante ya que se regula y se proponen decretos que impulsan el manejo adecuado de estos desechos altamente contaminantes lo que abre las puertas a la recolección y venta del aceite de cocina usado.

Con el fin de garantizar la recolección del aceite de cocina usado se proponen las siguientes estrategias

- Crear campañas de sensibilización ambiental donde se presenten de manera clara y concisa los riesgos que contraen un mal manejo de los residuos de aceite de cocina usado, y de forma paralela las bondades que trae el reciclaje con la finalidad de incentivar a la población a reciclar
- Implementar diversos puntos de acopio con la finalidad de facilitar la recolección de aceite de cocina usado
- Proveer de recipientes aptos para la recolección de aceite de cocina usado además de hacer una recolección puerta a puerta si las entidades no tienen puntos de acopio cerca
- Trámites directos con las entidades gubernamentales encargadas del control de la disposición del aceite de cocina usado, para garantizar transparencia en cuanto a la disposición final y el cumplimiento con estándares de calidad.
- La selección de tecnología, el diseño de estrategias y el estudio de rutas son los principales parámetros que afectan directamente en la reducción de costos y tiempos

2.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE LA OFERTA

La principal materia prima de la planta es el aceite de cocina usado por lo cual la capacidad de la planta se limita a la capacidad de recolección del mismo, proveniente solo de las localidades de Usaquén y Chapinero. Determinando lo anterior se obtiene la capacidad real a ofertar y la demanda del mercado.

2.3.1. Análisis de la población

Este análisis contempla el estudio de los distintos establecimientos que tienen por actividad económica la elaboración de productos a partir de aceite vegetal en las localidades representado en la Figura 3 Localidades de Usaquén y Chapinero identificadas en el mapa de Bogotá; éstas representan puntos de reunión para universidades bares, restaurantes, supermercados, centros comerciales, zonas verdes o clubes privados etc. [60]. La selección de estos puntos de estudio es la oportunidad perfecta de simplificar y sentar las bases para posteriores investigaciones con el mismo fin pero profundizando a una escala mayor que involucre toda la ciudad de Bogotá.

Figura 3 Localidades de Usaquén y Chapinero identificadas en el mapa de Bogotá



Fuente: [61]

Según censos realizados por la Cámara de Comercio de Bogotá en la clase del CIU establece por actividad económica establecimientos de interés en este proyecto [62]:

- 5612: expendio por autoservicio de comidas preparadas.
- 5613: expendio de comidas preparadas en cafeterías.

De lo anterior la Cámara de Comercio reporta que existen 628 establecimientos en Chapinero [63] y 756 en Usaquén, cuya suma es de 1384. La mayor limitación con estos datos se basa en que no todos estos establecimientos utilizan aceite vegetal es decir tiene en cuenta pizzerías, panaderías, etc. y por lo tanto el total de establecimientos real de interés es mucho menor.

2.3.2. Métodos para la recolección de información.

Se realizaron 2 encuestas: la primera (Anexo 1), acerca de las cantidades, el costo y el uso final del aceite de cocina usado. Esta encuesta proporcionó información que permitió estimar la disposición de materia prima y determinar así el máximo alcance que podría tener la planta procesadora de aceite, es decir la capacidad máxima que se podría ofertar. Y la segunda encuesta (Anexo 2) se realizó con el fin de conocer el uso final del aceite de cocina usado en propiedad horizontal, cabe resaltar que la información de propiedad horizontal solo fue de carácter informativo ya que no representa un impacto directo en el proyecto según el alcance del mismo.

2.3.3. Selección de la muestra

La población considerada como proveedor de materia prima hace referencia al conjunto de restaurantes, puestos de comida rápida, puestos de frituras etc. ubicados en las localidades de chapinero y Usaquén los cuales hacen uso del aceite de cocina para la elaboración de sus productos.

El tamaño de la muestra se determina por medio de la función estadística clásica EC. 1:

$$T = \frac{Z^2 * (p) * (1 - p)}{C^2} \quad \text{Ec. [2]}$$

Dónde:

Z=Nivel de confianza: 95%

P= Distribución de las respuestas: 50%

C= Porcentaje de error: 5%

El nivel de confianza y el porcentaje de error se han seleccionado con el fin de tomar la mínima cantidad de locales sin llegar a alejarse de la exactitud requerida para que los datos obtenidos apliquen dentro de un rango tolerable de confiabilidad [64]. El tamaño de la muestra aplicando la fórmula anterior a una población de 1.384 establecimientos fue de 301 encuestas.

Sin embargo debido a la dificultad presentada por la falta de colaboración de algunos de los productores de aceite, la muestra real obtenida fue de solo 81 encuestas ocasionando un margen de error de 10.64% que sobrepasa valores permitidos (5%), de acuerdo a lo anterior se usaron métodos bayesianos y se analizan las tres variables más importantes e influyentes en el proyecto de la base de datos: la cantidad de litros recolectados (litros), el precio por litro (Precio) y accesibilidad de recolección del aceite dicha información se encuentra en el ANEXO 3.

2.3.4. Rutas de recolección de información

Se realiza la encuesta en las rutas principales de las dos localidades con el fin de acaparar la mayor cantidad de establecimientos que se consideran parte de la población de estudio. Calles y carreras secundarias no se tendrán presentes lo que deja posibles puntos de acopio por fuera por lo que el margen de confiabilidad se disminuye para cubrir esta situación

En la *Figura 4* se presentan los recorridos trazados y para la formulación de las encuestas con el fin de acaparar la mayor cantidad de restaurantes, puntos de fritura, puntos de comida rápida etc.

- Sobre la carrera 13 desde la calle 39 hasta la calle 100
- Calles y carreras cerca universidades y centros educativos
- Sobre la carrera 15 y carrera 11 desde la calle 100 hasta la 134
- Calles y carreras cercanos a universidades, y centros educativos, además franquicias en las calles y centros comerciales.

Figura 4 Principales vías en las localidades de Usaquén y Chapinero



Fuente: [65]

2.4. TRABAJO DE CAMPO

2.4.1. Disponibilidad y costo de compra del aceite de cocina usado

Después de realizar los recorridos anteriormente nombrados la recopilación de la información fue escasa debido a la poca participación por parte de los establecimientos, las razones de ello pudo ser debido a poca colaboración y desinterés, establecimientos cuyas respuestas les ocasionen problemas legales o información que no se puede dar por motivos de confidencialidad. El análisis estadístico detallado por medio de los métodos bayesianos se encuentra en el Anexo 3.

2.4.1.1. Cantidad de aceite generado al mes

Las cantidades en función del tiempo podrán determinar posibles rutas de recolección, capacidad de la planta y tamaño de equipos [66]

La cantidad de aceite producido según las encuestas realizadas es de 73,5 litros/mensuales recolectados en cada establecimiento con un rango de 60,4 litros y 89,4 litros y una confiabilidad del 5%. De lo anterior el total de aceite usado de cocina disponible en 400 establecimientos es de 29.400 Litros.

2.4.1.2. Accesibilidad a la venta

Para las personas que no permiten la recolección o no hacen un correcto manejo de los residuos cabe la pena destacar que la ley 1259 del 2008 establece un comparendo ambiental (Ver Marco legal), como instrumento de cultura ambiental para un adecuado manejo de los residuos. La mayoría de la población encuestada está dispuesta a colaborar y permitir que se lleve a cabo la recolección de aceite de cocina usado de manera adecuada, lo que permite contribuir directamente con la preservación del medio ambiente y la utilización de materiales recuperados, como fuente de energía o materias primas en la elaboración de distintos productos.

Los resultados a la accesibilidad a la venta fueron de 76,3% con un rango de 66,3% y 84,9%, con una confiabilidad del 5%. Lo cual significa que de los 400 establecimientos, solo 305 estarían dispuestos a vender el aceite.

2.4.1.3. Certificado de uso final del aceite

Los establecimientos con el fin de acceder a una certificación tienen que cumplir ciertos requisitos [67]:

- Registrarse ante la autoridad ambiental competente.

- Entregar los residuos de aceites vegetales de fritura a gestores de residuos que cumplan con los requerimientos de la autoridad.
- Garantizar un proceso idóneo en la reutilización de los residuos de aceites vegetales de fritura.
- Presentar un informe semestral a la dirección de control ambiental de la Secretaría Distrital del Medio Ambiente con la cantidad exacta de aceites vegetales de fritura usados.
- Las demás que establezca la legislación y normatividad nacional en materia ambiental

El **84%** del total de las personas encuestadas no reciben un certificado por parte de las empresas o personas recolectoras de aceite de cocina usado, lo que permite inferir que la mayoría de quienes recogen el aceite operan en la informalidad y muy seguramente no cumplen con todos los requisitos mínimos para poder transportar y almacenar dichos residuos por lo que se incurre en faltas contra la ley y se pone en riesgo la salud pública y ambiental al permitir que entes no reglamentados manipulen dichos residuos.

Frente a lo anterior se resalta la gran oportunidad de entrar en el mercado brindando el respectivo certificado para ganar proveedores, y eliminando la competencia por parte de compradores ilegales.

2.4.1.4. Costo de compra del aceite de cocina usado

Obtener esta información fue el dato más complicado de determinar ya que de cerca de 400 establecimientos encuestados solo 7 contestaron a cuanto correspondía este valor. Por lo cual se obtuvo información auxiliar de otros informes relacionados a la compra de aceite usado de cocina a establecimientos [68].

Las estadísticas de la muestra obtenida, demuestra que el precio oscila entre (\$ 253.1; \$ 531.1) y cuyo promedio fue de \$ 368,6 por litro. Por lo cual se decidió tomar el valor medio debido a que en el ANEXO 3 el grafico se encuentra sesgada hacia el valor mínimo.

2.4.1.5. Capacidad de recolección y costo del aceite de cocina usado

Con los datos anteriores obtenidos se determina que la capacidad total de recolección y el costo mensual del aceite de cocina usado se muestran en la Tabla 6

Tabla 6 Capacidad de recolección y costo de aceite de cocina usado

Cantidad litros de aceite generado/mes	73,5
Accesibilidad a la venta	76%
# total establecimientos	400
Costo litro de aceite	\$ 368,6
Capacidad de recolección	22.420
Costo mensual estimado de compra de aceite	\$8'264.012

Fuente: Autores

2.5. Conclusión del estudio de mercado

Mediante el análisis del estudio de mercado en la demanda se determinó que la necesidad del aceite vegetal es extensa en el mercado del biodiesel, por logística el cliente objetivo de la planta es BioD debido a que se encuentra cerca a las localidades en cuestión. En cuanto a la oferta se determinó la competencia por parte de Biogras sas en la recolección del aceite, y los demás como competencia ilegal. La cantidad total de aceite disponible en las localidades de Usaquén y Chapinero según las encuestas realizadas es de 22.420 litros mensuales con un costo de compra por litro es de \$368,6 COP.

3. ESTUDIO TÉCNICO

Un estudio técnico analiza las opciones tecnológicas para producir un bien que se requiera, lo que además admite verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas. Este análisis identifica los equipos, la maquinaria, las materias primas y las instalaciones necesarias para el proyecto y, por tanto, los costos de inversión y de operación requeridos, así como el capital de trabajo que se necesita.

Una de las conclusiones más importantes derivada en este estudio, es que se deberá definir la función de producción que optimice el empleo de los recursos disponibles en la producción del bien o servicio del proyecto. De aquí podrá obtenerse la información de las necesidades de capital, mano de obra y recursos materiales, tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto [51].

En esta parte del proyecto se busca relacionar las cifras obtenidas durante el estudio de mercado con el fin de desarrollar un diagrama de proceso que permita la selección de equipos y materia prima necesaria para garantizar la calidad del producto final.

De esta manera, con el estudio técnico se podrán obtener los requerimientos de equipos de fábrica para la operación y el monto de la inversión correspondiente. Del análisis de las características y especificaciones técnicas de las máquinas se precisará su disposición en planta, lo que a su vez permitirá dimensionar las necesidades de espacio físico para que el desarrollo de las operaciones se efectúe de manera normal, en consideración a las normas y principios de la administración de la producción [69].

3.1. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO TÉCNICO

3.1.1. Selección de materias primas

Las materias primas necesarias en el procesamiento del aceite de cocina usado son:

Metanol: es un elemento usado para la fabricación de pinturas, plásticos, muebles, etc. Su fórmula química es CH_3OH , es un líquido incoloro e inflamable. Se produce naturalmente y también se usa como combustible [70]

Ácido sulfúrico: es un líquido viscoso, transparente e incoloro en estado puro y café con impurezas con temperaturas mayores a 30C emite vapores, es altamente corrosivo, extrae el agua de materias orgánicas, carbonizándolas [71].

Hidróxido de sodio: es un sólido blanco soluble en agua. Adsorbe humedad y dióxido de carbono del aire. Es utilizado en la industria de polímeros, jabones, entre otros.

Arcilla pure floB80: es un producto solido adsorbente y blanqueante naturalmente activo, utilizado en la refinación de aceites.

3.1.2. Sistema de almacenamiento

En esta parte se analizan los diferentes parámetros que se tienen a la hora de seleccionar los tanques de almacenamiento, para tal fin se tienen presente las propiedades químicas del aceite usado de cocina y los reactivos, a partir de estas características se selecciona los materiales que deben estar hechos los recipientes de almacenamiento. La posición y la forma de los tanques va influir directamente en los cimientos en los que se ubiquen ya que su presión al estar de manera vertical y horizontal varía.

3.1.3. Sistema de bombeo

En esta parte se analizan y se interpreta la distribución con la que se dispusieron los tanques de almacenamiento y la tubería ya que los requerimientos en cuanto a diámetro, o potencia varía según la distribución [72]. Existen una gran cantidad de bombas que se clasifican en cuanto al tipo de admisión del líquido, al número de etapas, al tipo de impulsor etc., lo que genera múltiples opciones de las cuales se van a descartar aquellas que representan un mayor costo ofreciendo las mismas características. En este punto es importante resaltar que las características que ofrece el fluido a transportar (aceite usado

de cocina) representa un parámetro de selección fundamental ya que la viscosidad de este facilita el uso de una bomba en comparación a otra [73]. En cuanto a la selección de la tubería los materiales estarán supeditados a las características químicas del fluido y los requerimientos de diseño [74].

3.1.4. Sistema de filtración

El mejor tipo de filtro para la aplicación es el tipo prensa, debido a que es un separador de líquidos y sólidos a través de filtración por presión. El funcionamiento consiste en bombear el aceite para forzarlo a pasar a través de cámaras cubiertas por telas filtrantes de 10 μ m; las partículas sólidas se acumulan en las placas formando una pasta seca [75].

3.1.5. Sistema de esterificación

El método seleccionado de esterificación es la acidólisis, en la cual como catalizador se usó el ácido sulfúrico debido a la actividad catálitica alta, bajo precio y es de fácil remoción luego de la reacción, debido a la alta corrosión que presenta el catalizador, el reactor debe ser fabricado en acero inoxidable [76].

3.1.6. Sistema de recolección








La recolección como se mencionó en apartados anteriores, se debe realizar sobre las principales rutas de las localidades seleccionadas debido al alto comercio que estas presentan. Cada uno de los establecimientos debe contar con bidones de 5 galones de capacidad, que serán empleados para el almacenamiento del aceite de cocina usado. La frecuencia de recolección es de 4 veces en el mes lo que significa que realizar la compra del vehículo no se justifica, por lo cual se decidió contratar el servicio por terceros para la recolección.

3.1.6.1. Sistema de transporte de producto terminado

La frecuencia de entrega del aceite usado procesado se realizará una vez al mes lo cual se asumirá como un valor agregado al producto a la entrega del aceite al cliente. Por lo anterior la mejor forma de transportarlo es contratar el servicio de carga y transporte que tenga por capacidad mínima 23Ton.

3.1.7. Metodología de distribución de planta

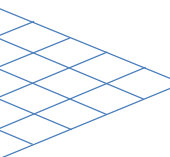
Por medio del método SLP (*systematic layout planning*), se realiza la distribución de acuerdo a la conveniencia de proximidad entre departamentos, calificando entre áreas según los siguientes criterios [77]:

Letra	Orden de proximidad	Valor en línea
A	Absolutamente necesaria	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Ordinaria o normal	
U	Unimportant (sin importancia)	
X	Indeseable	
XX	Muy indeseable	

En una matriz diagonal se evalúan los departamentos entre sí con las letras respectivas, según orden de proximidad [78]:

Tabla 7 Matriz diagonal

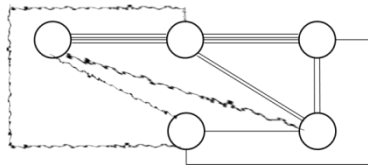
Departamento	Área (m2)
1 Parqueadero	
2 Almacén de MP	
3 Fabricación	
4 Oficinas	
5 Sanitario	



Fuente: Autor

Lo anterior esquemáticamente se califica con el valor en líneas y según el número asignado en cada departamento.

Figura 5 Esquema Diagrama de hilos



Fuente: Autores

3.1.8. Metodología de ubicación de las instalaciones

La elección de un lugar determinado dependerá de diversos factores como disponibilidad de insumos, cercanía del mercado, cercanía a los proveedores, accesibilidad al lugar, seguridad pública, facilidad de acceso y costos de servicios públicos (luz, agua, alcantarillado etc.). Con el fin de lograr una posición de competencia que está basada en menores costos de transporte y producción, en este punto es importante resaltar que la ubicación dependerá en gran medida a los requerimientos legales por parte del estado, ya que es una empresa que se encarga de procesar y almacenar un elemento que es considerado contaminante [79].

La metodología seleccionada para determinar la ubicación de las instalaciones es el método cualitativo por puntos, que relaciona factores relevantes en la selección de la planta e indica la importancia relativa mediante datos subjetivos, luego se califica a los sitios a evaluar para obtener una calificación ponderada, y la selección depende del mayor valor al sumar las calificaciones ponderadas de cada sitio [80]

Tabla 8 Método cualitativo por puntos

Factor relevante	Peso asignado	Sitio A		Sitio B		Sitio C	
		Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
Cercanía del cliente							
Cercanía de las localidades							
Costo servicios industriales							
Costo arrendamiento							
Seguridad pública							
Accesibilidad vial							
Suma							

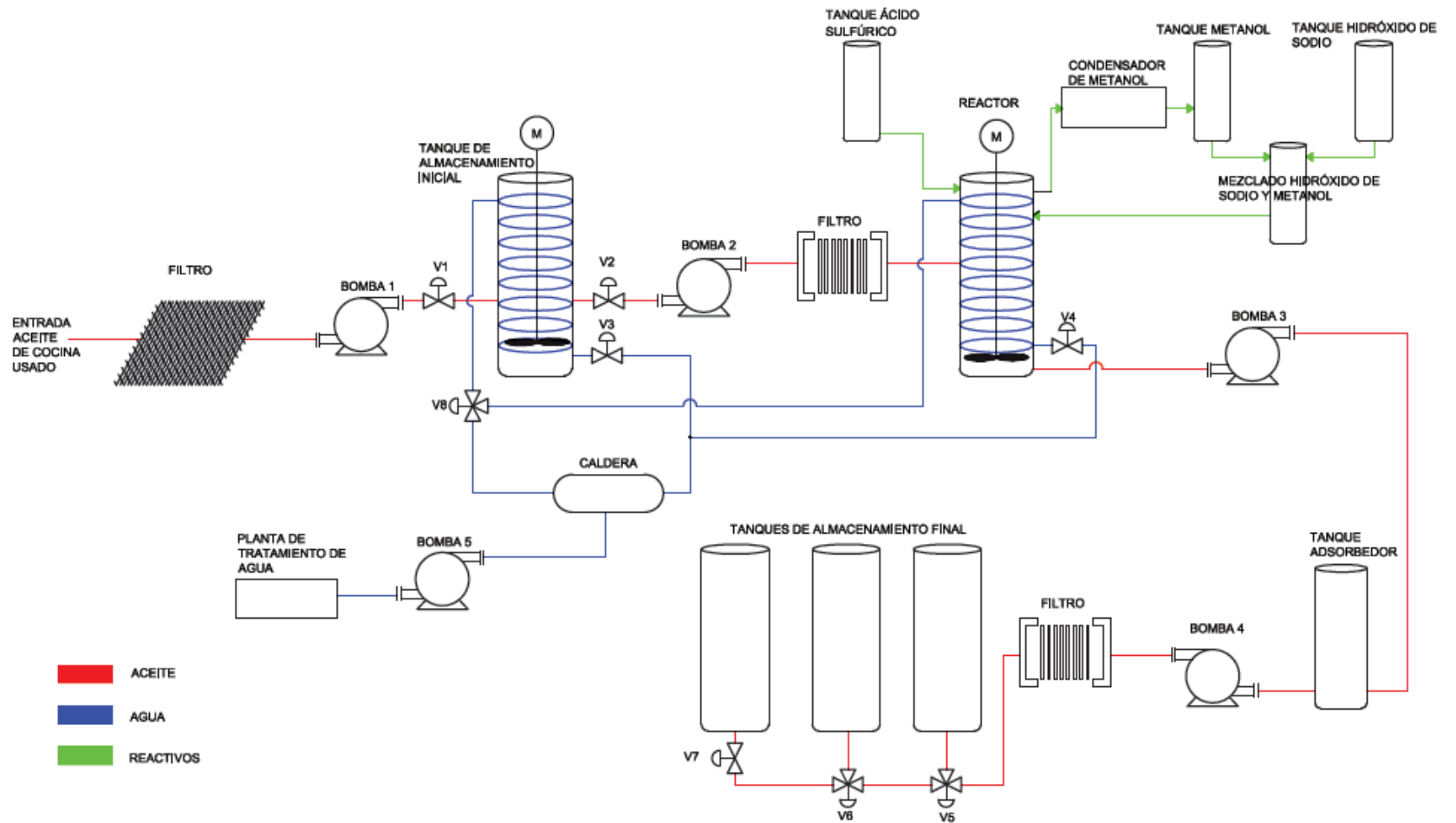
Fuente: Autores

3.2. INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.2.1. Procesamiento del aceite de cocina usado

El proceso en planta inicia por la descarga del aceite de cocina usado del camión a un tamiz que actúa como filtro, con el objetivo de eliminar residuos grandes que puedan dañar las bombas o la tubería. Mediante una bomba el aceite es conducido al tanque de almacenamiento inicial, el cual debe contar con un sistema de calentamiento por medio de serpentín antes de llevar el aceite al filtro con el fin de mejorar la viscosidad, luego del filtrado debe ir al reactor. El reactor es calentado por medio de un serpentín por el cual fluye vapor procedente de una caldera. Adicionalmente deben existir reservorios para las materias primas que se emplean en la esterificación. Una vez terminada la esterificación se hace necesario retirar la humedad resultante de la reacción, para lo cual se utilizan arcillas que se mezclan con el aceite en un tanque adsorbedor, y las mismas deben ser retiradas por medio de un filtro que por último conduce a los tanques finales de almacenamiento. El anterior proceso se encuentra detallado en la *Figura 6 Diagrama de proceso*.

Figura 6 Diagrama de proceso



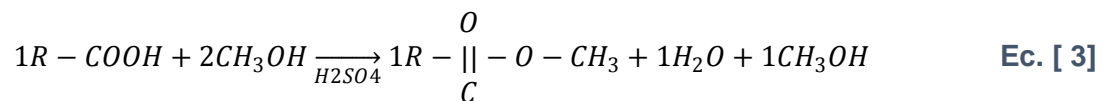
Fuente: Autor

3.2.2. Materias primas necesarias en el proceso

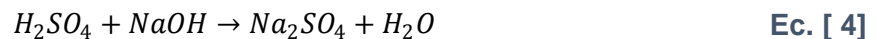
Las materias primas requeridas en el proceso de esterificación del aceite de cocina usado se describen a continuación:

- Metanol (CH₃OH): es el alcohol utilizado en la esterificación para la reacción con los ácidos grasos. Debe tener un exceso del 100% para que ocurra la reacción y el exceso mismo debe ser retirado por medio de un condensador [76].
- Ácido sulfúrico (H₂SO₄): este ácido se utiliza como catalizador debido a su alto poder catalítico [81], la cantidad de ácido sulfúrico debe ser el 10% del porcentaje de ácidos grasos. Se va a asumir un 10% de ácidos grasos libres en el aceite y por lo tanto el porcentaje de ácido sulfúrico es del 1% de la cantidad total del aceite.

Reacción:



- Hidróxido de sodio (NaOH): para la neutralización del ácido sulfúrico después de la reacción anterior, se utiliza el hidróxido de sodio como base.



- Arcilla: debido al agua (H₂O) producida como resultado de las dos reacciones anteriores, existen arcillas que adsorben la humedad y tienen la función de blanquear el aceite, mejorando su apariencia [82]. Por lo cual serán la adición final del proceso en el reactor. La dosificación de la arcilla es 0,5% del aceite de cocina de cocina.

La cantidad necesaria de cada producto nombrado anteriormente se determinó para 1 mol de aceite de cocina usado según el peso molecular de cada elemento:

Figura 7 Cantidad total de materias primas por cada reacción

Materia prima	Cantidad gr	Costo \$
Aceite de cocina usado	1.000	403
Metanol	15	1,089
Ácido sulfúrico	10	0,334
Hidróxido de sodio	4	0,135
Arcilla	5	8

Fuente: Autores

3.2.3. Selección de equipos en proceso

3.2.3.1. Canecas de recolección

Figura 8 Canecas de recolección



Fuente: Empaques y Canecas SA

Las canecas de recolección se seleccionaron a partir de los datos obtenidos en las encuestas aplicadas sobre las cantidades de aceite disponibles para recolección y almacenamiento en cada uno de los establecimientos; se seleccionan canecas con una capacidad de 5 galones, hechos en plástico con una altura y un ancho de 38 x 23 cm [83]. De lo anterior se determina que para una cantidad total de 23.000 litros de aceite, se necesitan un total de 1.211 canecas y su respectivo repuesto, es decir para atender la

totalidad de aceite de cocina usado disponible para transporte y recolección. Lo anterior se resume en la Tabla 9

Tabla 9 Canecas de recolección, cantidades y costos

Capacidad de diseño [L]	23.000
Canecas necesarios en bodega	1.211
Canecas necesarios para recambio	1.211
Valor unidad \$	\$ 6.000
Valor total \$	\$14.526.316

Fuente: Autor

3.1.1.1. Filtro tipo tamiz

Se utiliza en la primera etapa del proceso con el fin de retirar la mayor cantidad de partículas sólidas presentes en el aceite de cocina usado para no saturar la bomba 1; El pre-filtro se encuentra ubicado sobre un depósito cuyas dimensiones son 2m x 3m y consta de un Tamiz con malla metálica según Norma ASTM E - 11/95 número 30, que permite filtrar hasta 0,8mm de diámetro, y cuyas medidas son de 3x2m (ancho x largo).

Valor: \$ 21.000 COP [84]

3.2.3.2. Tanque de almacenamiento inicial

Se selecciona un tipo de montaje vertical para el tanque de almacenamiento con fondo plano con el fin de aprovechar la cabeza de presión que se genera y facilitar mover el aceite de un lugar a otro; de igual manera este montaje ahorra espacio y permite el almacenamiento de grandes cantidades volumétricas en comparación a un montaje horizontal [85]. El tanque se encuentra fabricado en acero inoxidable con el fin de garantizar que el proceso y las características del fluido no se vean alterados; cuenta con una capacidad de 8.000 litros tiene por diámetro 2 m y una altura de 2,5 m; con dos perforaciones de ½ in para entrada y salida de tubería.

Valor: \$ 27.000.000 COP [86, 87]

3.2.3.3. Bombas

Se tienen en cuenta las características físicas y químicas del fluido a transportar para la selección del tipo de bomba, en especial la viscosidad del aceite de cocina usado a una temperatura promedio de 25°C, con este parámetro se decide utilizar una bomba de desplazamiento positivo de engranajes tipo piñones ya que sus características de operación hacen que sean útiles para manejar fluidos como aceites lubricantes, grasas animales y vegetales, jarabes, pinturas, resinas etc. En general para fluidos densos y viscosos [88], se comparan precios. Se comparan tres caudales con el fin de determinar las pérdidas respectivas para el cálculo de potencia más adecuado para la bomba.

Tabla 10 caudales selección de bomba

Caudal 1		Caudal 2		Caudal 3	
GPM	6	GPM	10	GPM	20
LPM	22,68	LPM	37,8	LPM	75,6
Cap. total /tanque	5.600	Cap. total /tanque	5.600	Cap. total /tanque	5.600
Segundos llenado	14.815	Segundos llenado	8.889	Segundos llenado	4.444
Caudal L/s	0,4	Caudal L/s	0,6	Caudal L/s	1,3

Fuente: autores

Luego se calculan las perdidas en la primera etapa de la tubería:

$$\Delta p = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2} (N/m^2)$$

Ec. [5]

Dónde:

Δp : diferencia de presiones.

f: coeficiente de fricción

L: longitud tubería

D: diámetro tubería

V: velocidad

De lo anterior se tiene que calcular el coeficiente de fricción ya que no se conoce por lo que se determina el número de Reynolds

$$Re = \frac{V * D}{\mu}$$

Ec. [6]

Donde

Re= número de Reynolds

V= velocidad

D: diámetro

μ : viscosidad

Con el cálculo del número de Reynolds se determina el coeficiente de fricción de Darcy el cual se utiliza para determinar el coeficiente de fricción y determinar la diferencia de presiones. Aplicando las formulas mencionadas se obtiene:

Tabla 11 calculo parámetros de selección

caudal 1		caudal 2		caudal 3	
Q (m3/s)	0,000378	Q (m3/s)	0,00063	Q (m3/s)	0,00126
viscosidad cinemática	0,000133	viscosidad cinemática	0,000133	viscosidad cinemática	0,000133
ΔP N/m ²	10,477	ΔP N/m ²	17,462	ΔP N/m ²	34, 92
potencia watt	0	potencia watt	0,01	potencia watt	0,04
F	0,45	F	0,27	F	0,135

Fuente: autores

En la tabla anterior se puede observar que las potencias requeridas es mínima para superar los coeficientes de fricción generados, teniendo en cuenta lo anterior se selecciona una bomba de desplazamiento positivo de engranajes tipo piñones internos con conexiones de 1 in con una presión de trabajo hasta 100 Psi. Caudal de 6GPM, potencia requerida de 0,5kW con válvula de alivio en hierro.

Valor: \$ 4.568.400 COP Marca Tuthill [89]

3.2.3.4. Caldera

Para la selección de la caldera a gas, se debe determinar la capacidad de vapor necesaria para cumplir con los requerimientos del proceso;

Se plantean las siguientes condiciones iniciales

Ti= 20°C

Tf= 60°C

Tvapor= 120°C

Tiempo de calentamiento de la caldera: 30 min

$$\dot{Q} = m * c_p * \frac{\Delta T}{\Delta t}$$

Ec. [7]

Dónde:

\dot{Q} = Razón de transferencia de calor

m= Masa

ΔT = Diferencial de temperatura

Δt = diferencial de tiempo

Para el cálculo de la masa del aceite de cocina usado se aplica la siguiente ecuación

$$m = v * \rho \quad \text{Ec. [8]}$$

Dónde:

V= volumen aceite usado de cocina

ρ = densidad del aceite de cocina

Reemplazando en la ecuación anterior se obtiene:

$$m = 5,605 \text{ m}^3 * 0,915 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m = 5.128,57 \text{ kg}$$

Con el cálculo de la masa, la ecuación para determinar la razón de transferencia de calor reemplazando se obtiene.

$$\dot{Q} = 5.128,57 \text{ kg} * 2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * \text{k}} * \frac{293,15 \text{ k} - 333,15}{1.800 \text{ s}}$$

$$\dot{Q} = 227,936 \text{ kw}$$

Ahora bien, producto del cambio de fase del vapor que ocurre la razón de transferencia de calor se calcula a partir de:

$$\dot{Q} = \dot{m} * h_{fg} \quad \text{Ec. [9]}$$

Dónde:

\dot{Q} = razón de transferencia de calor

\dot{m} = rapidez de la evaporación

h_{fg} = entalpía de evaporación

Ahora bien sustituyendo en la ecuación anterior la rapidez de evaporación, el h_{fg} es tomado de la tabla A-9 del libro de calor y masa [90]

$$\dot{m} = \frac{227,936 \text{ kw}}{2.202,6}$$

$$\dot{m} = 0.103 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Debido a la perdida de calor se hace necesario el análisis por convección natural para lo cual se va a hacer uso de la siguiente ecuación:

$$\dot{Q} = h * A_s * (T_s - T_{\infty})$$

Ec. [10]

Dónde:

\dot{Q} = velocidad de transferencia de calor

h=convección natural

As= Área externa del tanque

Ts= temperatura

T_{∞} = temperatura ambiente

Para el cálculo del h de convección es necesario determinar el número de Nusselt a partir de la ecuación 9-25 del libro de transferencia de calor y masa de Cengel [90]; este valor es reemplazado en la ecuación 9-27 del libro ya mencionado; obteniendo como resultado un h de $5.127 \frac{\text{w}}{\text{m} * \text{c}}$,

Se sustituye en la ecuación de velocidad de transferencia de calor por convección

$$\dot{Q} = 5.127 \frac{\text{w}}{\text{m} * \text{c}} * 15,7\text{m} * (343,15\text{k} - 333,15\text{k})$$

$$\dot{Q} = 804,934 \text{ W}$$

Para cumplir con las condiciones de proceso se selecciona una caldera con una capacidad de 20 BHP, las pérdidas no superan los 805 Watts.

Valor: \$ 19'000.000 COP

3.2.3.5. Longitud del serpentín

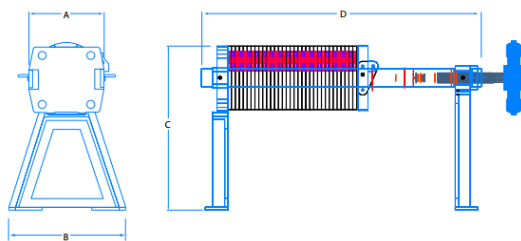
El tanque tiene por dimensiones una altura y un diámetro de 2,5 * 2m con un espesor de 4,76mm según recomendaciones del código API 650 [91], se utiliza para almacenamiento las $\frac{3}{4}$ partes del total de la altura del recipiente de almacenamiento [76]; lo que significa un total de 1.875m de altura disponibles para almacenar y calentar.

Se selecciona un diámetro de 1 in y acero inoxidable para el serpentín y se calcula el total de espiras necesarias al dividir la altura por el diámetro de la tubería, obteniendo como resultado que son necesarias 37 espiras para una longitud de 230m; se tiene un área total de transferencia de 18,35m².

3.2.3.6. Filtro

Modelo Filtro Prensa, potencia Motor 1.0 HP Trifásico 220 V, bomba de Engranaje, bajo ruido de funcionamiento, placas filtrantes de Aluminio/duraplast, placas filtrantes hidrosópicas. Además bultos placas filtrantes para operación durante el primer año bulto de 5 kilos de placas filtrantes

Figura 9 Filtro tipo prensa



Valor equipo + placas+ bomba: \$13.070.000 COP

3.2.3.7. Reactor

El reactor se debe fabricar con las siguientes especificaciones:

- Material: acero inoxidable
- Capacidad: 8.000 Litros
- Fluido: Aceite vegetal usado para ser calentado por medio de un serpentín con vapor de agua, con abertura para salida de vapor y con entrada para sistema de mezclado con aspas.
- Tipo cilíndrico vertical de altura: 2,5 m y diámetro: 2 m
- Temperatura máxima 60°C
- Aislamiento superficial por manipulación de operarios
- Agitador de 2 aspas
- Motor de 1hp

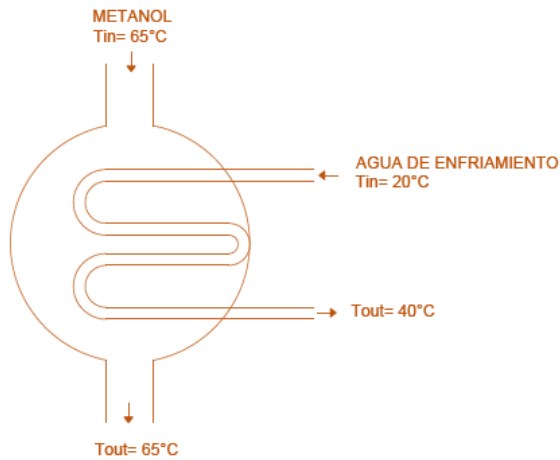
Valor: \$ 27.000.000 COP

3.2.3.8. Condensador para metanol

Para la selección del condensador se debe calcular el área de transferencia de calor, la cual depende de la cantidad de calor a transferir. El reactor trabaja a una temperatura de 60 °C por lo cual se considera que esta es la temperatura de diseño de entrada y se empleará como fluido de enfriamiento agua. El caudal del metanol depende de diversos factores por lo cual se realizó calculando el exceso de metanol en la reacción y estimando el tiempo de condensación en 30 minutos. Con el dato anterior se determina el caudal necesario de la entrada del agua de enfriamiento.

Para 22.420 litros, el exceso de metanol es de 154kg, que condensado en 30 minutos el flujo másico es igual a 0,0855kg/s.

Figura 10 Esquema de condensador de Metanol



Fuente: Autor

Dónde:

$$A = \frac{U}{\dot{Q} \cdot \Delta T_m} \quad \text{Ec. [11]}$$

A= área de transferencia de calor m²

U= Coeficiente de transferencia W/m² °C

\dot{Q} = Flujo de calor KJ/s

ΔT_m = Temperatura media logarítmica °C

Para determinar el flujo de calor necesario \dot{Q} , entre los dos fluidos se obtiene que:

$$\dot{Q} = [\dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T]_{\text{Agua de enfriamiento}} = [\dot{m} \cdot h_{fg}]_{\text{metanol}} \quad \text{Ec. [12]}$$

Dónde:

\dot{m} : Flujo másico

Cp: calor específico

ΔT : cambio de temperatura

h_{fg} : entalpía de evaporización

La entalpía de vaporización del metanol es 1.168 KJ/kg obtenida de tablas termodinámicas, despejando se obtuvo que el flujo de calor es igual a 100 KW. Teniendo en cuenta que el calor específico del agua a temperatura ambiente es 4,18 KJ/kg. K, el cambio de temperatura del agua fue de 20°C determinado como parámetro de diseño para asegurar la condensación del metanol; despejando de la Ec. [12] el flujo másico del agua necesario para garantizar el flujo de calor es de 1.19kg/s.

El coeficiente de transferencia de calor se obtuvo de tablas para condensadores de alcohol con agua enfriada de 250-700W/m² °C [90], de lo cual se determinó el valor mínimo por ser el valor crítico. En cuanto a la obtención de la temperatura media logarítmica se determina por medio de la siguiente ecuación:

$$\Delta T_m = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)} \quad \text{Ec. [13]}$$

Dónde:

$$\Delta T_1: T_{in \text{ metanol}} - T_{out \text{ agua}}$$

$$\Delta T_2: T_{out \text{ metanol}} - T_{in \text{ agua}}$$

Aplicando los datos anteriores se obtiene que la temperatura media logarítmica es igual a 34°C, por último el área de transferencia de calor necesaria es 0,1m², el tipo de intercambiador seleccionado es de acero al carbono de carcaza y tubos. Diámetro del tubo ½ in y longitud de tubería 2,5m.

Valor: \$ 13'276.613 COP

3.2.3.9. Tanque de almacenamiento de metanol

La cantidad de metanol mensual es 1.136 Kg dividido entre la densidad del metanol de 791,80 kg/m³, se determina la capacidad del tanque de 1.435 litros. En tanques cilíndricos comerciales la capacidad más aproximada es de 2.000L.

Valor: \$789.728 COP

3.2.3.10. Caneca de almacenamiento de hidróxido de sodio

La cantidad de hidróxido de sodio mensual es 84 Kg dividido entre la densidad 2.130 kg/m³, se determina la capacidad de la caneca de 50 litros.

Valor: \$ 93.728COP

3.2.3.11. Tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico

La cantidad de metanol mensual es 412 Kg dividido entre la densidad del metanol de 1.840 kg/m³, se determina la capacidad del tanque de 225 litros. En tanques cilíndricos comerciales la capacidad más aproximada es de 250 litros.

Valor: \$111.360 COP

3.2.3.12. Tanque de almacenamiento Final

Debido a la capacidad de diseño de 23 Ton se distribuye este volumen en 3 tanques; 2 tanques de 10.000 L de Diámetro 2,52m y altura 2,73m y un tanque de 5.000L de 2,18m de diámetro y 2,15 de altura. Con dos perforaciones de 2in para entrada y salida a tubería,

Valor: \$ 12.125.596 COP

3.2.4. Tamaño del proyecto

Para la determinación del tamaño del proyecto se tuvo presente las relaciones que existen entre el mercado disponible para la venta del producto, el capital disponible para inversión, disponibilidad de insumos, accesibilidad a la tecnología de producción y por último la disponibilidad de la materia prima [21].

En relación con el mercado disponible no se tiene ninguna restricción debido a que se determinó en la demanda que la totalidad del aceite usado de cocina que se trate será vendido a la industria de biodiesel; el proyecto asume que la inversión requerida va a ser soportada por inversionistas que financiaran el 100% del capital.

Los insumos requeridos para el tratamiento del aceite usado de cocina son de fácil consecución, su venta no representa problema alguno ya que no existen restricción de venta por parte del estado siempre y cuando se demuestre la aplicación en la que se va a dar uso el insumo, los volúmenes que se requieren no superan los 1500L mensuales aproximadamente, actualmente existe empresas como AGENCIA METANOL, PETROQUIMICOS DE ANTIOQUIA S.A, AGENCIA DE ALCOHOL EL AS LTDA, SILQUIN

LTDA, bioquigen, Abaquim S.A entre otras que garantizan la cotización de precios razonables y un abastecimiento fijo.

Con lo referente a la tecnología, todos los equipos empleados son de fácil consecución y no se tiene restricción alguna para su manejo y compra; por último la relación que existe entre tamaño y disponibilidad de materia prima, representa la mayor limitante ya que no se puede considerar seleccionar equipos, personal, insumos, instalaciones etc. Para procesar cifras superiores a las obtenidos en el estudio de mercado en donde se estableció que se encuentra disponible un aproximado de 23 Ton/mes de aceite usado de cocina

3.2.5. Ubicación de las instalaciones

La ubicación de la planta depende de distintos factores a los cuales se les debe dar un peso porcentual según criterios subjetivos, luego se seleccionan 3 ubicaciones distintas para instalar la planta (Usaquén, Chapinero y Teusaquillo); de lo anterior se realizaron las calificaciones de cada lugar donde 1 es no cumple y 10 cumple.

Tabla 12 Evaluación localización del proyecto

Factor relevante	Peso asignado	Teusaquillo (San Bernardo)		Chapinero (Siete de Agosto)		Usaquén (San Cristóbal Norte)	
		Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
Cercanía del cliente	10%	5	0,5	1	0,1	8	0,8
Cercanía de las localidades	30%	8	2,4	2	0,6	9	2,7
Costo servicios industriales	5%	8	0,4	4	0,2	1	0,05
Costo arrendamiento	5%	8	0,4	2	0,1	1	0,05
Seguridad pública	20%	5	1	5	1	5	1
Accesibilidad vial	30%	7	2,1	8	2,4	7	2,1
			6,8		4,4		6,7

Fuente: Autores

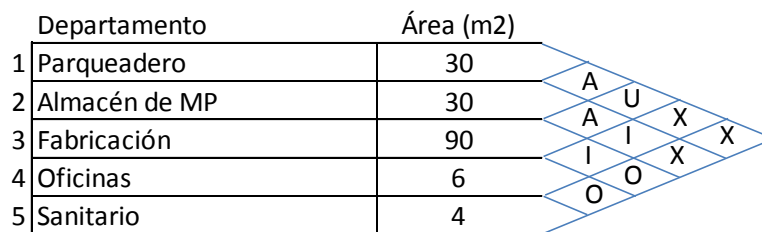
En la Tabla 12 Evaluación localización del proyecto, cuyo factor más importante es la accesibilidad vial, debido a que tanto la recolección de la materia prima como la entrega del producto terminado requieren los servicios de transporte. Adicionalmente se evaluaron tres ubicaciones distintas frente a otros factores que involucran directamente el buen funcionamiento de la planta. De lo anterior se determinó que la calificación ponderada mayor obtuvo un puntaje de 6,8 por la localidad de Teusaquillo, y cuyo arriendo y área es de aproximadamente un millón quinientos mil \$1'500.000 y 165m² respectivamente [92].

3.2.6. Distribución de la planta

La bodega debe adecuarse considerando un área de 160 m2 en la cual deben adaptarse distintos componentes, entre ellos un pre filtro, una oficina general para el administrador de la planta, además de lo anterior se deben realizar las acometidas eléctricas para los equipos, las bodegas ya vienen con baño, por lo cual será omitido.

Mediante el método SLP (*systematic layout planning*), que determina la distribución con base a la conveniencia de la cercanía entre departamentos.

Figura 11 Matriz diagonal (diagrama de correlación) de la planta

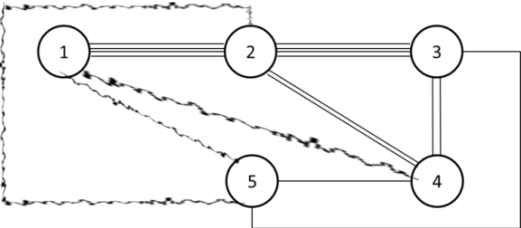


Fuente: Autores

De la Figura 11 Matriz diagonal (diagrama de correlación) de la planta, se determinó la alta importancia de cercanía entre departamentos donde entre el parqueadero y el almacén de materias primas, y la no conveniencia entre las oficinas y el parqueadero de

vehículos de recolección. De acuerdo a lo anterior se realiza la distribución más cercana a los resultados anteriores de forma gráfica en la Figura 12 Diagrama de hilos según SLP.

Figura 12 Diagrama de hilos según SLP



Fuente: Autores

Por último se realizó un esquema del layout en vista de planta *Figura 13*, y un modelo 3D en la

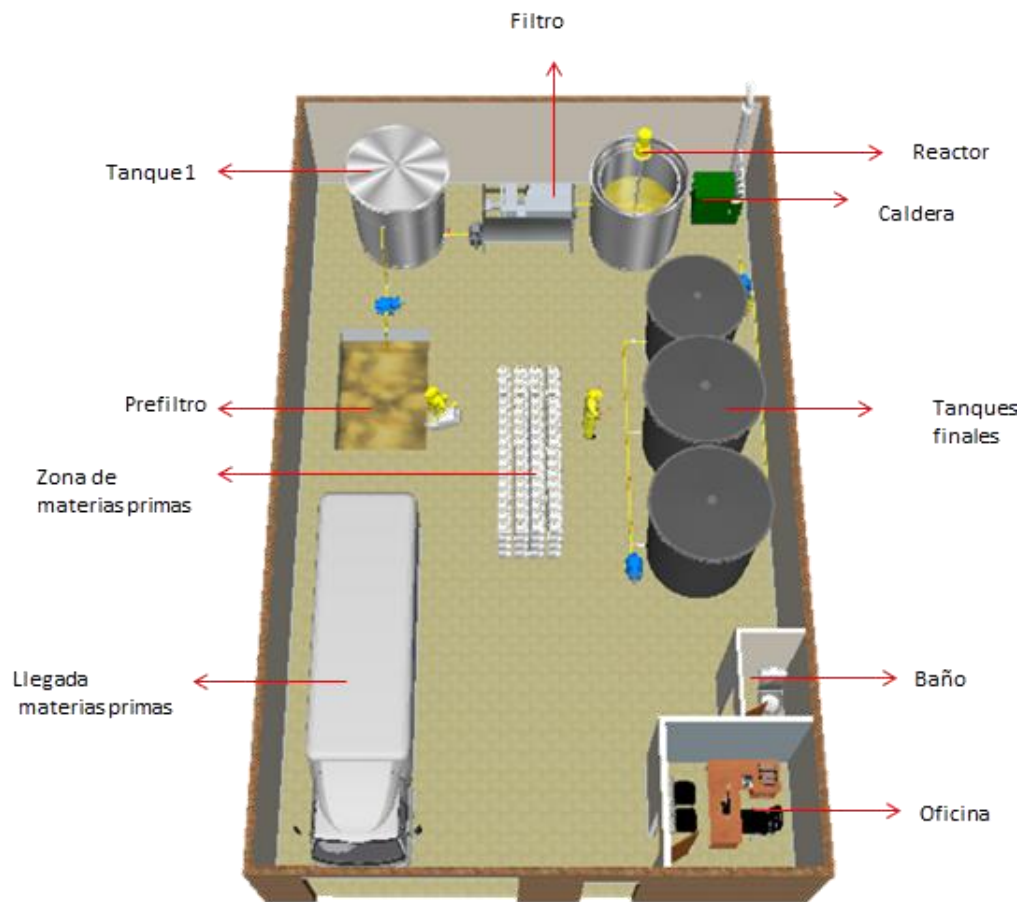
Figura 14, en las cuales se puede observar la distribución propuesta para los distintos departamentos y componentes de la planta.

Figura 13 Distribución de la planta por departamentos



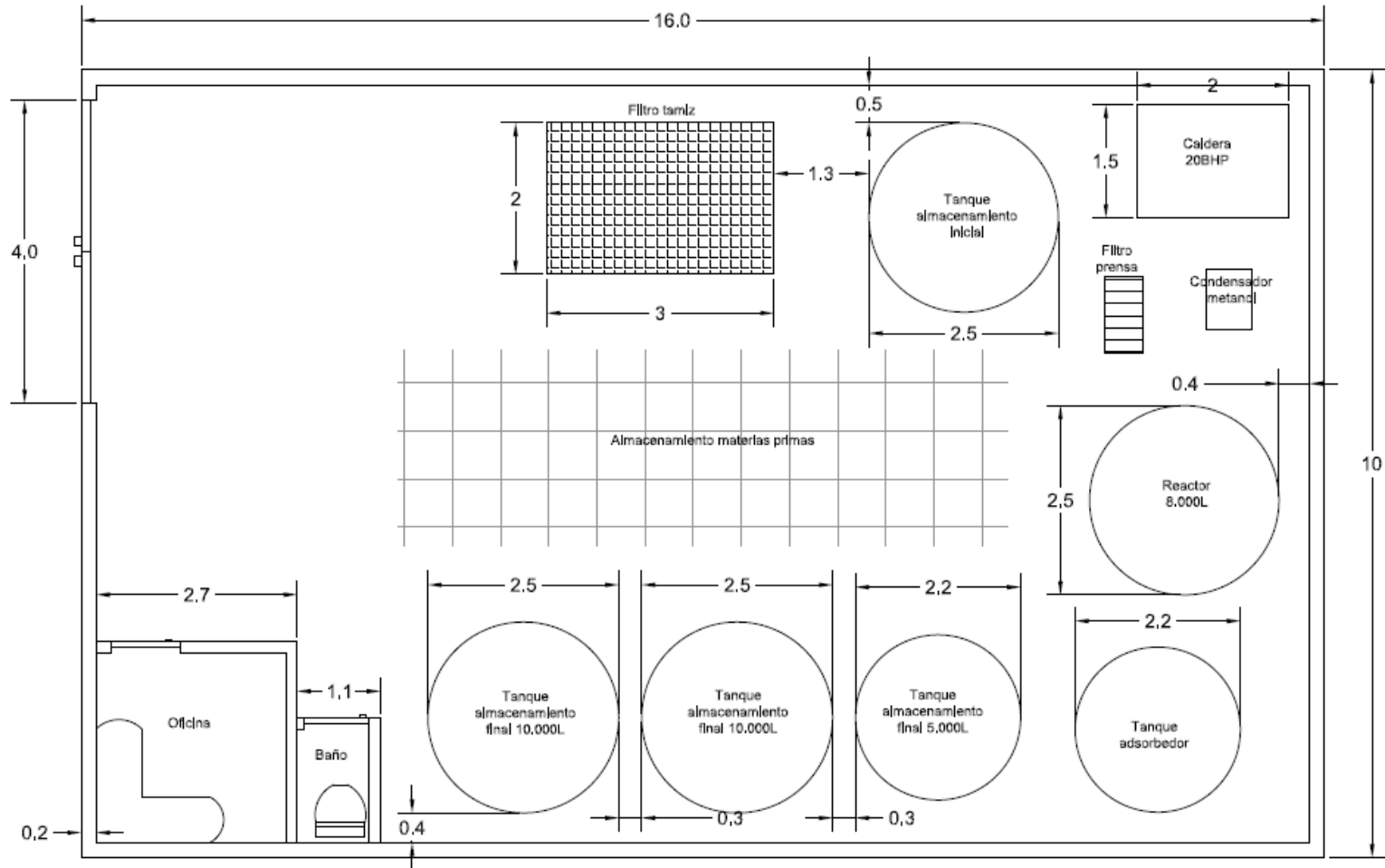
Fuente: Autor

Figura 14 Descripción detallada de la distribución de la planta vista isométrica



Fuente: Autor

Figura 15 Distribución en planta



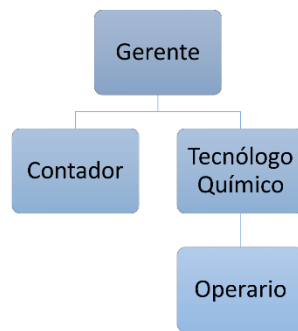
Fuente: Autor

4. ESTUDIO ECONÓMICO

El objetivo del estudio económico es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporciona los estudios de mercado y técnico para determinar los costos totales y la inversión inicial. Luego se determina la depreciación y amortización de la primera inversión.

4.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA

Figura 16 Organigrama



Fuente: Autores

En la

Figura 16 Organigrama, se observa la organización propuesta para el manejo y operación de la empresa; la planta debe contar con el gerente encargado de realizar la logística y la administración de la planta, el tecnólogo químico es el responsable de realizar las mezclas de la reacción de esterificación solo una vez a la semana, lo que obliga a que la contratación se realice por orden de prestación de servicios, el operario es el encargado del manejo y la supervisión de equipos, al igual que contribuye en la recolección del aceite de cocina. Por último la ley obliga a disponer de un contador, por lo tanto se realizará la contratación de este servicio una vez al mes por contrato de prestación de servicios.

Otras actividades como el servicio de recolección y transporte final del aceite de cocina, se contrataran por terceros, ya que los periodos de transporte no superan una frecuencia de una vez por semana, lo que no justifica la compra de un vehículo y la contratación de personal para esta actividad. El mantenimiento será contrato una vez por mes para inspección y control de la caldera, bombas, etc.

4.2. INFRAESTRUCTURA

La infraestructura es el conjunto de elementos o servicios que son necesarios para el funcionamiento de una organización o actividad.

Figura 17 Maquinaria y equipos

Maquinaria y Equipo			
Descripción	Cantidad	Valor Unit.	Total
Canecas de recolección	2.422	\$ 6.000	\$ 14.532.000
Filtro	1	\$ 21.000	\$ 21.000
Tanque almacenamiento inicial	1	\$ 27.000.000	\$ 27.000.000
Bombas	5	1.522.800	\$ 7.614.000
Caldera	1	\$ 19.000.000	\$ 19.000.000
Filtro	1	\$ 13.070.000	\$ 13.070.000
Reactor	1	\$ 27.000.000	\$ 27.000.000
Condensador para Metanol	1	\$ 13.276.613	\$ 13.276.613
Tanque metanol	1	\$ 789.728	\$ 789.728
Tanque hidróxido de sodio	1	\$ 93.728	\$ 93.728
Tanque ácido sulfúrico	1	\$ 111.360	\$ 111.360
Tanque almacenamiento final 10.000L	2	\$ 4.864.112	\$ 9.728.224
Tanque almacenamiento final 5.000L	1	\$ 2.397.372	\$ 2.397.372
Total			\$ 134.634.025

Fuente: Autor

Figura 18 Adecuaciones de obra civil

Adecuaciones de obra civil	
Descripción	Total
Abertura para filtro tipo tamiz	\$ 2.500.000
Instalaciones hidráulicas	\$ 2.000.000
Instalaciones eléctricas	\$ 3.000.000
Total	\$ 7.500.000

Fuente: Autor

Figura 19 Muebles y enseres

Muebles y Enseres	
Descripción	Total
Oficina	\$ 300.000
Equipo de computo	\$ 1.500.000
Total	\$ 1.800.000

Fuente: Autor

4.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA

El objetivo de la evaluación económica es de lucro empresarial y su fin es medir la eficiencia de la inversión involucrada, es decir determinar el capital social, como los recursos obtenidos de créditos. Para determinar la viabilidad económica se debe analizar si es posible vender el producto a un precio mayor al costo total de producción.

4.3.1. Costos fijos

Son aquellos que no dependen de las unidades producidas:

- Mano de obra
- Depreciación
- Reparación y mantenimiento
- Amortización

- Recolección del aceite
- Distribución final

4.3.1.1. Mano de obra

En la Tabla 13 se encuentran las personas involucradas en el área de producción y el costo de mano de obra mensual.

Tabla 13 Costos de mano de obra para generar 1 litro de aceite procesado

Costos de mano de obra			
<i>Concepto</i>	<i>Salario</i>	<i>Prestaciones</i>	<i>Total mensual</i>
Tecnólogo químico	800.000,00		\$ 800.000
Operario	1.000.000,00	\$ 513.300	\$ 1.513.300
Costo mano de obra unitario			\$ 2.313.300

Fuente: Autor

4.3.1.2. Depreciación

Reducción anual del valor de una propiedad, planta o equipo por factores como la edad y la obsolescencia.

$$\text{Depreciación} = (\text{valor del activo} - \text{valor del salvamento}) / (\text{vida útil del activo})$$

Tabla 14 Depreciación de la infraestructura

Infraestructura		Depreciación	
Concepto	Valor	Vida Útil	Año n
Adecuaciones	\$ 7.500.000,0	5	\$ 1.200.000
Muebles y Enseres	\$ 1.800.000,0	5	\$ 288.000
Maquinaria y Equipo	\$ 134.634.025,0	5	\$ 21.541.444
Total	\$ 143.934.025,0	Total	\$ 23.031.459

Fuente: Autor

4.3.1.3. Reparación y mantenimiento

En la *Tabla 15* se aprecian los costos al conjunto de operaciones necesarias para mantener o reparar una unidad funcional.

Tabla 15 Costo de reparación y mantenimiento proyectado mensual

Reparación y mantenimiento	
Descripción	Total
Mantenimiento general equipos	\$ 1.000.000,0

Fuente: Autor

4.3.2. Costos variables

Son aquellos que dependen del número de unidades producidas.

- Insumos y materias primas
- Servicios públicos
- Telefonía

4.3.2.1. Insumos y materias primas

En la *Tabla 16* se analizaron todos los elementos que se transforman y se incorporan en un producto final, este es uno de los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de costear el producto.

Tabla 16 Costo de materias primas

<i>Materia Prima e Insumos</i>	<i>Costo x gr</i>	<i>Cantidad gr</i>	<i>Valor 1 litro</i>
Aceite usado de cocina	0,40	915	\$ 368,6
Metanol	0,07	13,8	\$ 1,0
Ácido sulfúrico	0,03	9,2	\$ 0,3
Hidróxido de sodio	0,03	3,7	\$ 0,1
Arcilla	1,50	4,6	\$ 6,9

Total	\$ 376,9
--------------	----------

Fuente: Autores

De lo anterior se determina que el costo total mensual de materias primas es \$8.449.826 COP.

4.3.3. Costos de producción

Los costos de producción se definen como la suma de los costos fijos y costos variables en los que se han incurrido en el periodo que se cubre el estado de resultados.

Tabla 17 Costos de producción

Costos fijos	
Escenario	Año Base
Mano de obra	\$ 2.313.300
Depreciación	\$ 1.919.288
Reparación y mantenimiento	\$ 1.000.000
Recolección del aceite	\$ 5.000.000
Distribución final	\$ 500.000
Total	\$ 10.732.588
Costos variables	
Insumos y materias primas	\$ 377
Servicios públicos	\$ 36
Telefonía	\$ 1
Total	\$ 413
Costo Variable de producción	\$ 9.269.826
Costo de producción	\$ 20.002.415

Fuente: Autor

4.3.4. Determinación del precio de venta

para la determinación del precio se tienen en cuenta varios objetivos a cumplir , el primero de ellos es el penetrar el mercado ofreciendo precios competitivos en cuanto a que sean menores al de la competencia, en este punto es importante decir que el segundo de ellos es el máxima las ganancias ya que se tiene que manejar un precio en donde el volumen de ventas no afecte en gran medida los ingresos, porque si bien se puede vender mucho se puede ganar poco y por ultimo existen factores que impactan directamente el precio

como cliente, costos y competidores, para este caso se tiene en cuenta el precio de venta que maneja la competencia y un margen de ganancia que permita el funcionamiento de la planta con una ganancia importante

Tabla 18 Determinación de precio de venta

Determinación de precio de venta	
	Año base
Costo total unitario	\$ 892
Competencia	\$ 1.595
Precio de venta	\$ 1.400
Margen operacional	\$ 508
Margen operacional %	57%

Fuente: Autor

De lo anterior se puede determinar que hay viabilidad económica puesto que el precio de venta es competitivo frente al precio actual del aceite de palma, además el margen operacional frente al costo total unitario supera el 50%.

4.3.5. Punto de equilibrio

La determinación del punto de equilibrio tiene por objetivo el buscar, según la estructura de costos fijos y variables, las cantidades mínimas de unidades por vender para no ganar ni perder.

$$\text{Punto de equilibrio} = \text{costos fijos} / (\text{precio unitario de venta} - \text{costo unitario variable})$$

Tabla 19 Punto de equilibrio de cantidad por producir

Punto de equilibrio		
Escenario	Escenario 1	Escenario 2
Cantidad por producir	10.879	10.879

Fuente: Autor

4.3.6. Utilidad bruta

Es una diferencia que hay entre las ventas de sus productos o servicios y lo que le cuesta a la empresa crearlos. [93]

Tabla 20 Ingreso por venta y utilidad bruta anual

	Escenario 1	Escenario 2
Ingreso por venta	\$ 376.656.000	\$ 376.656.000
Utilidad bruta	\$ 356.653.585	\$ 356.653.585

Fuente: Autor

4.3.7. Gastos operacionales

Es el dinero usado en la ejecución general de la empresa, pero no directamente relacionados con la producción.

Tabla 21 Gastos administrativos mensuales

Gastos administrativos			
Cargo	Salario	Prestaciones	Total
Gerente	1.500.000,00	\$ 769.950	\$ 2.269.950
Contador	1.000.000,00		\$ 1.000.000
Total			\$ 3.269.950

Fuente: autor

4.3.8. Gastos financieros para el escenario con financiamiento 50%

Son aquellos en los que se incurre un sujeto para la obtención uso o devolución de capitales financieros puestos a disposición por terceras personas, estos incluyen el valor de los estudios del crédito, sobregiros bancarios y pago de interés en general.

Tabla 22 Gastos financieros

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Intereses	\$ 10.097.216	\$ 8.335.870	\$6.339.715	\$4.077.446	\$1.513.587
Capital	\$ 13.212.110	\$ 14.973.455	\$16.969.611	\$19.231.880	\$21.795.739

Fuente: Autor

4.4. EVALUACIÓN FINANCIERA

Este estudio es responsable de determinar la tasa de rendimiento mínima aceptable y el cálculo de flujos netos de efectivo con y sin financiamiento. Lo anterior proyectado en el horizonte de tiempo de 5 años que es el mínimo permitido debido a que este modelo técnico y de negocio podría ser copiado rápidamente y si ello ocurre, entonces todo el escenario cambiaría por lo cual la recuperación de la inversión se debe realizar de forma rápida. Por último se debe incluir el cálculo de la cantidad mínima económica, es decir el punto de equilibrio (costos=ingresos), que es conveniente para analizar el nivel de producción en que los costos totales igualan a los ingresos totales [51]. Se plantearon 2 escenarios distintos, el primero donde la inversión fue financiada el 50% y el segundo escenario en el cual la inversión no sea financiada sino que sea pagado por los socios el 100%. Lo anterior debido a tener en cuenta distintos valores de rentabilidad. La inflación utilizada en el estudio financiero fue de 3,66% tomada del departamento administrativo nacional de estadística DANE, el interés efectivo anual tomado con el fin de realizar el análisis del escenario con financiamiento con una tasa de 13,33%EA; cuya valoración se realizó a precios corrientes [94].

4.4.1. Tasa costo/oportunidad

Con el fin de comparar los beneficios que se dejan de recibir si se decide aceptar o no una o más alternativas de inversión se selecciona un porcentaje de tasa costo de oportunidad que se compara con el máximo porcentaje que le proporciona a un inversionista guardar su dinero a una tasa del 5,02 % por lo que se decide confrontar esta cifra utilizando un 6% para la TCO.

4.4.2. Tasa verdadera de retorno TVR

Corresponde a los rendimientos que arrojan los dineros liberados por un proyecto y colocados a la tasa de oportunidad correspondiente.

4.4.3. Análisis y comparación de resultados de indicadores financieros en los escenarios propuestos

Al determinar los flujos de caja neta del proyecto en una proyección de 5 años se determinaron los indicadores económicos para evaluar el proyecto:

Tabla 23 Indicadores financieros

Indicador financiero	Sin financiamiento	Con financiamiento
TIR	45%	30%
TCO	6%	6%
TVR	27%	40%
VPN	\$ 206.736.584	\$ 126.356.668

Fuente: Autor

En las tabla anterior los indicadores financieros obtenidos en cada uno de los escenarios analizados, el primero de ellos uno sin financiamiento y el segundo con financiamiento del 50% del total de la inversión, arrojan resultados positivos siendo de mayor beneficio el escenario sin financiamiento, se alcanza una TIR del 45% comparada frente un porcentaje de TCO de 6%, lo que indica que el proyecto es financieramente atractivo, de igual manera la tasa verdadera de retorno alcanza cifras del indicador que también permite observar debido a que es mayor a la tasa de descuento que el proyecto sigue siendo rentable el VPN maneja cifras de \$ 206.736.584 indicador financiero que permite entender que el proyecto es viable en cada uno de los escenarios

CONCLUSIONES

- Se realizó el estudio de mercado a nivel de proveedores de materia prima y consumidores de aceite reciclado en las localidades mencionadas, de lo cual se obtuvo que la capacidad de aceite que podrá ser recolectado en las localidades de Usaquén y Chapinero es de 22.420L. En cuanto al cliente potencial se determinó que la industria del biodiesel generaba la mayor demanda del aceite.
- En la realización del estudio técnico-económico para una instalación de acopio y procesamiento de aceites vegetales usados. Se determinaron los equipos necesarios y los costos asociados a las materias primas. Además se determinó que la ubicación más apropiada para la instalación de la planta es Teusaquillo y se realizó el diseño del layout de planta.
- Se determinó que existe viabilidad económica en el análisis del costo de producción total unitario y el precio de venta generando un margen operacional de 85%.
- Los escenarios propuestos arrojan valores de VPN y TIR positivos lo que indica que son atractivos para futuras inversiones; siendo el escenario sin financiamiento el que proporciona mejores resultados para el inversionista.

RECOMENDACIONES

En futuros estudios de mercado se podría contemplar demás localidades además de considerar la propiedad horizontal y los vendedores ambulantes ya que el uso del aceite puede ser considerable.

La instalación de puntos de acopio es una estrategia excelente que contribuye a la logística del proceso y el modo en el cual los vendedores ambulantes podrían llevar su aceite, por lo tanto se pueden instalar en lugares de mayor comercio.

El proceso de desodorización fue omitido debido a que la cantidad de aceite producida no es considerable, pero podría ser un valor agregado para ingresar al mercado de las jaboneras, si las cantidades son extenuantes.

La planta establecida queda sobredimensionada y podría eventualmente pensarse en la recolección de aceite de otras localidades de Bogotá o la Sabana, así como la compra de aceite usado de ciudades intermedias.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. D. Colgan, «Oil, Domestic Politics, and International Conflict,» *ELSEVIER*, vol. 1, pp. 198-205, 2014.
- [2] BANCADA POLO DEMOCRATICO ALTERNATIVO, *PROYECTO DE ACUERDO 078. DE 2013*, Bogotá D.C., 2013.
- [3] Mónica de la Oliva y Irene Malonda, *MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS en GESTIÓN DE RESIDUOS*, Madrid, 2012.
- [4] YouTube, «ACEITE VEGETAL ILEGAL,» City Noticias, 5 Mayo 2014. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=AVUx-BkOiCw>. [Último acceso: Agosto 2014].
- [5] Proyectos Aragua, «Estudio de factibilidad técnico - económica,» [En línea]. Available: <http://proyectos.aragua.gob.ve/descargas/ESTUDIOFACTIBILIDADECON%C3%93MICA.pdf>.
- [6] E. Umma, «Prueba de factibilidad del proyecto,» [En línea]. Available: <http://eduardoumma.galeon.com/cvitae1770694.html>.
- [7] Universidad de Buenos aires, *Estudios de factibilidad tecnico economica de proyectos de ingenieria*, Fiuba.
- [8] S. Cordoba y p. Sandoval Medina , «GUIA DEL ESTUDIO DE MERCADO PARA LA EVALUACION DE PROYECTOS,» SANTIAGO, 2002.
- [9] C. Sabino, *DICCIONARIO DE ECONOMIA Y FINANZAS*, Caracas: Panapo, 1991.
- [10] gerencie, «gerencie.com,» 27 Marzo 2014. [En línea]. Available: <http://www.gerencie.com/aportes-parafiscales.html>. [Último acceso: 27 Noviembre 2014].
- [11] gerencie, «gerencie.com,» 20 Diciembre 2010. [En línea]. Available: <http://www.gerencie.com/%C2%BFcuales-son-la-cargas-prestaciones-en-la-contratacion-de-personal.html>. [Último acceso: 27 Noviembre 2014].
- [12] Economía Nivel Usuario, «Economía Nivel Usuario,» 10 Abril 2013. [En línea]. Available: <http://economianivelusuario.com/2013/04/10/que-es-un-insumo/>. [Último acceso: 27 Noviembre 2014].
- [13] Banco Central de Reserva de Peru, «bcrp.gob.pe,» Marzo 2011. [En línea]. Available: <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Glosario/Glosario-BCRP.pdf>. [Último acceso: 27 Noviembre 2014].

- [14] R. Pampillón, «International Excellence,» 16 Febrero 2007. [En línea]. Available: http://economy.blogs.ie.edu/files/2008/06/Nuevodiccionario_Econ.pdf. [Último acceso: 27 Noviembre 2014].
- [15] Dinero, «finanzas personales,» [En línea]. Available: <http://www.finanzaspersonales.com.co/impuestos/articulo/que-como-calcula-impuesto-sobre-renta/51864>. [Último acceso: 27 Diciembre 2014].
- [16] Universidad EAFIT, «<http://www.eafit.edu.co/>,» [En línea]. Available: <http://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/consultorio-contable/Documents/Nota%20de%20Clase%2012%20PATRIMONIO%20%20DE%20UNA%20SOCIEDAD%20AN%C3%93NIMA.pdf>. [Último acceso: 28 Noviembre 2014].
- [17] R. T. ÁLVAREZ RODRIGUEZ² y E. BARRIGA MANRIQUE³, «Evaluación financiera de un proyecto de emprendimiento,» 03 Febrero 2009. [En línea]. Available: <http://www.eafit.edu.co/revistas/revistamba/Documents/evaluacion-financiera-proyecto-emprendimiento-panaderia-pizzeria-medellin.pdf>. [Último acceso: 2014].
- [18] Departamento de cooperativas "Ministerio de economía, fomento y turismo", «Factibilidad del Proyecto Empresarial,» Ministerio de Economía de Chile, [En línea]. Available: <http://www.decoop.cl/>.
- [19] N. Sapag Chain y R. Sapag Chain, Preparación y evaluación de proyectos, México: Mc Graw Hill, 1991.
- [20] G. L. Dumrauf, Cálculo financiero aplicado, Buenos Aires: La Ley, 2006.
- [21] J. D. Murcia M., Proyectos "Formulación y criterios de evaluación", Bogotá: Alfaomega, 2009.
- [22] B. Murcia Ordoñez, L. C. Chavez, R. Rodriguez Perez, M. Andredy Murcia y E. R. Alvarado, «Caracterización de biodiesel obtenido de aceite residual de cocina,» *Revista Colombiana de Biotecnología*, vol. 15, nº 1909-8758 0123-3475, pp. 61-70, 2013.
- [23] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION, Grasas y aceites. aceite crudo de aceite de palma (*Elaeis quineensis* Jacq), Bogotá: ICONTEC, 2009.
- [24] J. Herrera y J. Velez, Caracterización y aprovechamiento del aceite residual de frituras para la obtención de un combustible, Pereira: Universidad tecnológica de Pereira, 2008.
- [25] L. LOPEZ, Obtención de biodiesel a partir de aceites usados de cocina del club de suboficiales de las fuerzas militares por transesterificación con catálisis ácida-básica, Bogotá: Universidad de América, 2012.
- [26] J. M. MORA LIZCANO, *Efecto de la temperatura en la variación de la viscosidad de un aceite*

degradado por fritura en inmersión de papas, Pamplona: Universidad de Pamplona, 2007.

- [27] R. L. Mott, *Mecánica De Fluidos*, Mexico: PEARSON EDUCACION , 2006.
- [28] Fedepalma, «Informe de gestión Fedepalma 2013,» 2013.
- [29] Fedepalma, «Informe de gestión,» Colombia, 2012.
- [30] Federación de Biocombustibles, «Estadísticas del biodiesel a nivel Nacional,» 1 Mayo 2014. [En línea]. Available: http://www.fedebiocombustibles.com/v3/estadistica-mostrar_info-titulo-Biodiesel.htm.
- [31] Alcaldía de Bogotá, «"Por el cual se promueve la implementación de sistemas de seguridad en procesos industriales que disminuyan la exposición a dioxinas por la no eliminación de residuos peligrosos en el D.C. y se dictan otras disposiciones",» Bogotá, PROYECTO DE ACUERDO 186 DE 2012.
- [32] S. Al-Zuhair, A. Almenhali, I. Hamad y M. Alshehhi, «Enzymatic production of biodiesel from used/waste vegetable oils: Design of,» *ELSEVIER*, p. 10, 2011.
- [33] J. McMurry, *Química orgánica*, México: Cengage Learning Editores, S.A., 2008.
- [34] Austin Peay State University Department of Chemistry , «PREPARATION AND PROPERTIES OF A SOAP,» *CHEM 1021*, pp. 1-7, 1996.
- [35] C. Michelangeli, «Usos y efectos de la incorporación de grasas y aceites en dietas para cerdos,» [En línea]. Available: <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/produccioncerdos/articulo6.htm>. [Último acceso: 2014].
- [36] A. M. A. M. ,. A. S. S. T. C. Carraretto, «Biodiesel as alternative fuel: Experimental analysis and energetic evaluations,» *ELSEVIER*, vol. 29, pp. 2195-2211, 2004.
- [37] K. Bozbas, «Biodiesel as an alternative motor fuel: Production and policies in the European Union,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 12, pp. 542-552, 2005.
- [38] x. ciencia, «Ranking de los países con mayor potencial de fabricar biodiesel,» Universidad de Wisconsin, [En línea]. Available: <http://www.xatakaciencia.com/medio-ambiente/ranking-de-los-paises-con-mayor-potencial-de-fabricar-biodiesel>. [Último acceso: 2014].
- [39] B. Uzun, M. Kılıç, N. Özbay, A. Pütün y E. Pütün, «Biodiesel production from waste frying oils: Optimization of reaction parameters and determination of fuel properties,» *Energy*, vol. 44, nº 1, pp. 347-351, August 2012.

- [40] M. A. H. Fangrui Ma, «Biodiesel production,» *BIORESOURCE TECHNOLOGY*, vol. 70, pp. 1-15, 1999.
- [41] A. K. D. Titipong Issariyakul, «Biodiesel from vegetable oils,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 41, pp. 446-471, 2013.
- [42] K. G. Georgogianni , M. G. Kontominas , E. Tegou, D. Avlonitis y V. Gergis, «Biodiesel Production: Reaction and Process Parameters of Alkali-Catalyzed Transesterification of Waste Frying Oils,» *Energy Fuels*, vol. 21, nº 5, pp. 3023-3027, August 2007.
- [43] Congreso De Colombia, 16 Julio 2008. [En línea]. Available: <http://web.presidencia.gov.co/leyes/2008/julio/ley122016072008.pdf>. [Último acceso: 4 Abril 2014].
- [44] YouTube, «Operativos para detectar venta de aceite ilegal,» CityNoticias, 2014. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=H5MPu6wdGcY>.
- [45] OMS, «Organizacion Mundial de la Sauld,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.who.int/es/>.
- [46] S. P. y. M. M. M. Pramparo, «Estudio de la purificación de ácidos grasos, tocoferoles y esteroides a partir del destilado de desodorización,» *Grasas y aceites*, vol. 56, nº 3, pp. 228-234, 2005.
- [47] Fedepalma, «Análisis de las propiedades del aceite de palma en el desarrollo de su industria,» *Palmas*, vol. 30, nº 2, 2009.
- [48] L. Bengochea, «SIMULACION DEL PROCESO DE DESODORIZACION DE ACEITE MAIZ,» CARACAS, 2004.
- [49] A. Peralta, «desodorizacion y despigmentacion de pulpa de guayaba,» Bogota, 2010.
- [50] P. Sandoval Median y S. Orjuela Córdova, «Guía del estudio de mercado para la evaluación de proyectos,» Santiago, 2002.
- [51] G. Baca Urbina , Evaluacion De Proyectos, Mexico: Mc Graw Hill, 2001.
- [52] Gabinete canario de estudios de mercado y opinion publica, «La importancia de realizar estudios de mercado antes de iniciar un negocio,» [En línea]. Available: http://www.gabinetecanario.com/index.php?option=com_content&view=article&id=36&Itemid=114.
- [53] Fedepalma, «Historico de precios de aceite de palma para Biodiesel,» [En línea]. Available: <http://web.fedepalma.org/precios-de-referencia-del-fondo-de-fomento-palmero>.

- [54] indez mundi, «Aceite de palma Precio Mensual - Peso colombiano por Tonelada,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=aceite-de-palma&moneda=cop>. [Último acceso: 2014].
- [55] K. Tobar Arias, «ELABORACION DE UN PLAN ESTRATEGICO PARA LA EMPRESA RHENANIA S.A UBICADA EN LA CIUDAD DE QUITO,» 2007.
- [56] Planeaciones Estrategicas, 02 Junio 2009. [En línea]. Available: <http://planeacionestrategica.blogspot.es/1243897868/>. [Último acceso: 25 Abril 2014].
- [57] H. Ponce Talancon , «LA Matriz Foda: Alternativa De Diagnosticos Y Determinacion De Estrategias De Intervencion En Diversas Organizaciones,» *Enseñan e Investigacion En Spcicologia* , pp. 113-130, 2007.
- [58] Revista Semana, «el mercado de comidas rapidas un negocio sabroso,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.semana.com/economia/articulo/el-mercado-comidas-rapidas-negocio-sabroso/265173-3>.
- [59] Portafolio, «La industria gastronomica en Colombia sigue creciendo,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.portafolio.co/economia/la-industria-gastronomica-colombia-sigue-creciendo>.
- [60] U. MENA LOZANO, «LOCALIDAD DE CHAPINERO,» BOGOTA, 2008.
- [61] BogotáMiCiudad, «Directorio de Bogotá,» [En línea]. Available: <http://www.bogotamiciudad.com/Directorio/Resultados.aspx?Cat=302&Tipo=1>.
- [62] DANE, «CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME DE TODAS LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS,» CIIU Rev. 4 A.C..
- [63] Camara de Comercio de Bogota, «3849_estadisticas_censo_empresarial_de_chapinero,» CCB, Bogota, 2014.
- [64] «El Diseño De Tamaño Muestral En Estudios De Mercado,» [En línea]. Available: <http://www.uv.es/iarribas/wikibase/Varios/esicart.pdf>.
- [65] Portal Bogotá, «Sitios distritales y comerciales,» [En línea]. Available: portel.bogota.gov.co/mad/buscador.php.
- [66] G. Rodriguez, Manual de diseño industrial, Mexico: G.Gill, S.A..
- [67] B100, «Certificado semestral de disposición final,» [En línea]. Available: www.b100.com.co/index.php/servicios/recoleccion-de-aceite-vegetal-usado. [Último acceso: 2014].

- [68] Quebarato, «compra aceite usado bogota,» Buscape company, [En línea]. Available: <http://www.quebarato.com.co/tag/compra+aceite+usado+bogota>. [Último acceso: 2014].
- [69] N. Sapag Chain y R. Sapag Chain , Preparacion Y Evaluacion De Proyectos, Colombia : MC Graw Hill, 2008.
- [70] Methanol institute, «Aspectos básicos del metanol,» Methanol Institute 2011, [En línea]. Available: <http://www.methanol.org/Methanol-Basics.aspx?lang=es-ES>. [Último acceso: 2015].
- [71] Indec, «Aspectos basicos de la elaboracion de acido sulfúrico,» Indec, [En línea]. Available: http://www.indec.cl/man_asp.html. [Último acceso: 2014].
- [72] d. W. J, «Sistemas De Bombeo,» 2004.
- [73] Organizacion Panamericana De La Salud, «Equipos De Bombeo Para Sistemas De Abastecimiento De Agua Y Saneamiento Para El Medio Rural,» Lima, 2007.
- [74] L. Perez, «Criterios De Diseño, Calculo Y Seleccion De Tuberias En Base Al Criterio De Las Prestaciones Equivalentes,» 2007.
- [75] IMPELMEX S.A., [En línea]. Available: <http://www.impel.com.mx/pdf/tratamiento/residual/deshidratacion/FiltrosPrensa.pdf>. [Último acceso: 30 12 2014].
- [76] P. C. Narvaez, Diseño conceptual de procesos quimicos, metodologia con aplicaciones en esterificacion, Bogotá: Unal, 2014.
- [77] Departamento De Organizacion De Empresas, E.F. y C, «Distribucion En Planta,» [En línea]. Available: <http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/4%20Distribucion%20en%20planta.pdf>. [Último acceso: 02 01 2015].
- [78] D. Fuente Garcia y I. Fernandez Quesada, Distribucion En Planta, Oviedo, 2005.
- [79] BIBLIOTECA CENTRAL DE LA UNMSM, «Tamaño Y Localizacion De Planta.,» [En línea]. Available: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/siguas_ss/cap3.pdf. [Último acceso: 23 AGOSTO 2014].
- [80] «Localizacion De Las Instalaciones,» [En línea]. Available: <http://davinci.ing.unlp.edu.ar/produccion/catingp/Capitulo%208%20LOCALIZACI%3N.pdf>. [Último acceso: 30 12 2014].
- [81] F. J. Sanchez C y G. Rodriguez N., «Esterificación,» *Ingeniería química 30 años*, pp. 87-94, 1995.

- [82] Pure Flo, «Bleaching earths "For Edible Oils",» [En línea]. Available: www.pure-flo.com/downloads/pureflo_brochure.pdf.
- [83] Empaques y canecas, «Caneca plástica sellada,» Publicar S.A., [En línea]. Available: <http://empaquesycanecas.com/canecas/>. [Último acceso: 2014].
- [84] Mallas Especiales Ltad, «Mallas metálicas,» [En línea]. Available: www.mallasespeciales-ltda.com. [Último acceso: 2014].
- [85] A. Castro Velasquez, «Diseño y Calculo De Tanques De Almacenamiento».
- [86] Coval, «Lista de precios Tanques,» [En línea]. Available: http://www.coval.com.co/pdfs/listasprecios/ult_colempaques.pdf.
- [87] Solotejas, «Tanques Colempaques,» [En línea]. Available: http://www.solotejas.com/files/Tanques/tanques_colempaques.pdf.
- [88] A. Duarte y R. Niño, Introducción A La Mecanica De Fluidos, Bogota.
- [89] Trasegar, [En línea]. Available: <http://www.trasegar.com/contenido/index.php/marcas/blacoh/tuthill>. [Último acceso: 2014].
- [90] Y. Cengel , Transferencia De Calor Y Masa, Mc Graw Hill.
- [91] ELITE TRAINING, «DISEÑO Y CONSTRUCCION DE TANQUES SOLDADOS DE ACERO,» [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/wioc78/api-650enespanol>. [Último acceso: 29 12 2014].
- [92] Fincaraiz, «Bodega en arriendo,» [En línea]. Available: http://www.fincaraiz.com.co/bodega-en-arriendo/bogota/san_bernardo-det-1341491.aspx.
- [93] mujeres de empresa, «mujeresdeempresa.com,» 31 Marzo 2009. [En línea]. Available: <http://www.mujeresdeempresa.com/glosario-de-terminos-de-contabilidad/5/>. [Último acceso: 27 Noviembre 2014].
- [94] Grupo Bancolombia, «Tabla macroeconómicos proyectados,» Marzo 2014. [En línea]. Available: <http://investigaciones.bancolombia.com/inveconomicas/sid/30708/2014030615250148.pdf>.
- [95] Med, «Calculadora tamaño de la muestra,» [En línea]. Available: <http://www.med.unne.edu.ar/biblioteca/calculos/calculadora.htm>.

- [96] Habitat Bogota, «DIAGNOSTICO LOCALIDAD DE USAQUÉN,» [En línea]. Available: http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=567&Itemid=76. [Último acceso: 20 Junio 2014].
- [97] Secretaria de planeación, «Conociendo la localidad de Usaquen,» 2009. [En línea]. Available: <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/ciudadania/Publicaciones%20SDP/PublicacionesSDP/01usaquen.pdf>. [Último acceso: 2014 05 21].
- [98] Alcaldia mayor de Bogota, «Conociendo la localidad de Cahpinero,» [En línea]. Available: <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/ciudadania/Publicaciones%20SDP/PublicacionesSDP/02chapinero.pdf>.
- [99] D. Lorenzana, «pymesyautonomos.com,» 8 Octubre 2013. [En línea]. Available: <http://www.pymesyautonomos.com/administracion-finanzas/que-es-el-ebitda-de-una-empresa-y-como-se-calcula>. [Último acceso: 27 Noviembre 2014].
- [100] P. M. Vallejo, 13 diciembre 2012. [En línea]. Available: <http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1omuestra.pdf>. [Último acceso: 15 enero 2014].
- [101] r. schittini del moral, «diseño de investigaciones II,» 2011.
- [102] C. Prado, «La Encuestas,» Bogota, 2005.
- [103] a. c. limitada, «legislacion relacionada con el manejo de los residuos solidos en colombia,» abril 2011. [En línea]. Available: <http://www.cempre.org.co/documentos/10.%20LESGILACION%20FINAL%20agosto%202011%20FINAL%202011.pdf>. [Último acceso: 31 enero 2014].
- [104] D. Freed R., Administracion Estrategica, Pearson, 2003.
- [105] s. g. d. l. a. m. d. B. DC, «Proyecto de Acuerdo 231 de 2011 Concejo de Bogotá D.C,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=43752>. [Último acceso: 17 03 2014].
- [106] A. A. A. R.-P. Jaime A. Gómez, «Condiciones Sociales y de Salud de los,» *revisasta salud publica*, pp. 706-715, 2008.
- [107] Testo, «Academia Online,» [En línea]. Available: <http://www.academiatesto.com.ar/cms/?q=acidos-grasos-al-freir>.
- [108] R. VARELA y O. L. BEDOYA ARTURO, *MODELO CONCEPTUAL DE DESARROLLO EMPRESARIAL BASADO EN COMPETENCIAS*, Universidad ICESI, 2006.

- [109] diputacion de cadiz , «estudio sobre las posibilidades de gestion, recogida y su posterior reciclado o valorizacion de los aceites vegetales usados de origen domestico, sector hoteleria y otros sectores de la comarca de janda,» 2009.
- [110] diputacion de cadiz , «AREA DE MEDIO AMBIENTE,» 12 3 2008. [En línea]. Available: http://www.dipucadiz.es/opencms/export/sites/default/dipucadiz/areas/medioAmb_dep_or/medio_amb/Servicios/asist_mun/residuos/docu_residuos/gestixn_de_aceites_usados_vegetales.pdf. [Último acceso: 23 3 2014].
- [111] CREACION Y DESARROLLO DE EMPRESAS, «guia para la elaboracion de un estudio de mercado,» *ceei ciudad real*, pp. 1-80.
- [112] A. Moreno Garzon y Y. Gallardo De Parada, «Recoleccion De La Informacion,» ARFO EDITORES LTDA, Bogota , 1999.
- [113] S. Orjuela Cordoba y P. Sandoval Medina, «Guia Del Estudio De Mercado Para La Evaluacion De Proyectos,» Santiago, 2002.
- [114] F. Alvira Martin, LA Encuesta: Una Perspectiva General Metodologica, Madrid: Caslon S.L, 2011.
- [115] J. Trespacios Gutierrez, . R. Vazquez Casielles y L. Bello Acebron , «Investigacion De Mercados,» International Thomson Editores, 2005, p. 96.
- [116] «Que Es Una Encuesta,» [En línea]. Available: <http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/queesunaencuesta.pdf>. [Último acceso: 19 Abril 2014].
- [117] Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible, «Guia Metodologica De Tramites Para El Control De Vertimientos En Los Cuerpos De Agua Superficiales, Al Suelo Asociado A Un Acuífero Y Al Medio Marino, En Funcion De Los Tramites Y Procedimientos Requeridos Para La Obtencion De Los Permisos De Vertimiento,» Bogota, 2011.
- [118] Alcaldia De Bogota, 29 Diciembre 2006. [En línea]. Available: <http://portel.bogota.gov.co/art/dc561.pdf>. [Último acceso: 2 Abril 2014].
- [119] Secretaria General De La Alcaldia Mayor De Bogota, 16 Julio 1983. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617>. [Último acceso: 4 Abril 2014].
- [120] IDEAM, «Principales Normas Ambientales Para El Diseño Del Registro Unico Ambiental _RUA_ Para El Sector Manufacturero,» [En línea]. Available: http://www.corpochivor.gov.co/sites/default/files/attach/anexo1_marco_juridicoRUA_0.pdf. [Último acceso: 4 Abril 2014].

- [121] Secretaria General De La Alcaldia Mayor De Bogota, 2012. [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=50180>. [Último acceso: 4 Abril 2014].
- [122] Real Academia Española, «Diccionario de la lengua española,» RAE, 2014. [En línea]. Available: <http://lema.rae.es/drae/?val=viabilidad>.
- [123] GOVERNMENT, ETHIOPIAN , «Animal and Vegetable fats and oils determination of content of polar compounds,» ETHIOPIA, 2002.
- [124] DANE, «Censo General,» Septiembre 2010. [En línea]. Available: http://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/11001T7T000.PDF. [Último acceso: Octubre 2013].
- [125] EL TIEMPO, «Mercado negro de aceite, un riesgo en su mesa,» 6 Febrero 2013. [En línea]. Available: http://www.eltiempo.com/Multimedia/especiales/responsabilidadsocial7/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_MULTIMEDIA-12581710.html.
- [126] H. Asli, E. Ahmadinia, M. Zargar y M. Rehan Karim, «Construction and building materials,» *ELSEVIER*, nº 37, pp. 398-405, 2012.
- [127] China Suppliers, «Used Cooking Oil Recycling Plant,» [En línea]. Available: <http://cn-oilpurifier.en.made-in-china.com/product/RbWJKsrThZkE/China-Used-Cooking-Oil-Recycling-Plant.html>. [Último acceso: 2013].
- [128] Alibaba, «Fason DTS utiliza aceite de cocina máquina de reciclaje / regeneración Cooking Equipment / Usado Cooking Oil Purificación Machine,» 2013. [En línea]. Available: http://www.alibaba.com/product-gs/706105905/Fason_DTS_Used_Cooking_Oil_Recycling.html?s=p.
- [129] Eko 3R, «Investigacion accion,» 2011. [En línea]. Available: http://www.investigacionaccion.com.ar/catedragalan/trabajos/c5f7660aa5ae3f206743df8fed364979_informe.pdf. [Último acceso: 2013].
- [130] Sanimax, «Grasas y aceites de Sanimax,» 2011. [En línea]. Available: http://www.sanimax.com/view.php?public/Nuestros_productos/Agricultura_y_nutrici%C3%B3n_animal/Grasas_y_aceites. [Último acceso: 2013].
- [131] T. Rodriguez, I. Gomes y A. Barbosa , «Planning waste cooking oil collection systems,» vol. 33, 2013.
- [132] BioCarburante, 16 agosto 2008. [En línea]. Available: <http://www.biocarburante.com/reutilizacion-de-aceite-usado-de-cocina-para-biodiesel/>.

[Último acceso: 11 octubre 2013].

- [133] J. Marchetti, «The effect of economic variables over a biodiesel production plant,» *Energy Conversion and Management* 52, pp. 3227-3233, 2011.
- [134] J. Marchetti, «Techno-economic study of different alternatives for Biodiesel Production,» *FUEL PROCESSING TECHNOLOGY* 89, pp. 740-748, 2008.
- [135] K. R. Jegannathan, «Economic assessment of biodiesel production - Comparison of alkali and biocatalyst processes 2011.,» *Elsevier*, pp. 745-751, 2010.
- [136] Eco Mark Product Category, «Recycled Soap Made of Cooking Oil,» *Japan Environment Association*, p. 5, July 1, 2004 .
- [137] EL TIEMPO, «ELTIEMPO.COM,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.eltiempo.com/Multimedia/infografia/localidadbogota/>.
- [138] P. Cayetano Gutiérrez y C. Cayetano Gutiérrez, «La Actuación Frente al Cambio Climático,» de *La Actuación Frente al Cambio Climático, guía para un consumo sostenible*, España, edit.um, 2009, pp. 223-224.
- [139] Alcaldía de Bogotá, «DECRETO 1594 DE 1984,» [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617>. [Último acceso: 2013].
- [140] Alcaldía de Bogotá, «DECRETO 3075 DE 1997,» [En línea]. Available: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=3337>. [Último acceso: 2013].
- [141] Ecourbano, [En línea]. Available: http://www.ecourbano.es/faq.asp?cat=16&cat2=&id_pro=112. [Último acceso: 01 06 2014].
- [142] E. A. M. Z. Hallizza Asli, «Investigation on physical properties of waste cooking oil – Rejuvenated bitumen binder,» *ELSEVIER*, vol. 37, pp. 398-405, 2012.
- [143] CEPAL, «Estudio regional sobre economía de los biocombustibles 2010: temas clave para los países de América Latina y el Caribe,» Santiago de Chile, 2010.
- [144] «Estrategias gerenciales: Gerencia de Emprendimiento,» Institución universitaria de Enigado. [En línea]. Available: <http://www.iue.edu.co/documents/emp/analentornoValidacionmercado.pdf>.
- [145] H. Mintzberg, *El proceso estratégico*, México: Pearson Education, 1997.

- [146] F. Mochón, La oferta, la Demanda y el Mercado, McGraw Hill.
- [147] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, «Ingeniería Económica aplicada a la industria pesquera,» [En línea]. Available: <http://www.fao.org/docrep/003/v8490s/v8490s06.htm>.
- [148] N. G. Mankin, Principios de economía, México: Cengage Learning, 2012.
- [149] N. S. Chain, Proyectos de inversión, Chile: Pearson, 2011.
- [150] j. Alfaro Gimenez, C. Gonzales Fernandez y M. Pina, «LA OFERTA, LA DEMANDA Y EL MERCADO,» de *ECONOMIA DE LA EMPRESA*, MC GRAW HILL, pp. 62-78.
- [151] THERMAL ENGINEERING LTDA, «CALDERAS Y SISTEMA DE AGUA CALIENTE,» [En línea]. Available: http://www.thermal.cl/prontus_thermal/site/artic/20110602/asocfile/20110602102250/arti_culo__calderas_y_sistemas_de_agua_caliente.pdf. [Último acceso: 22 AGOSTO 2014].
- [152] J. Garmon Puñal, J. Merlin Lopez y A. Moral Martinez, «Estructura, Planificacion Y Organizacion De La Empresa,» 2012.
- [153] S. Skarlis, E. Kondili y J. Kaldellis, «Design and Feasibility Analysis of a new Biodiesel Plant in Greece,» 2000-2005.
- [154] A. A. Apostolakou, I. K. Kookos, C. Marazioti y K. C. Angelopoulos, «Techno-economic analysis of a biodiesel production process from vegetable oils,» *ELSEVIER "Fuel Processing Technology"*, p. 9, 2009.
- [155] S. Skarlis, E. Kondili y J. K. Kaldellis, «Small-scale biodiesel production economics: a case study focus on Crete Island,» *ELSEVIER "Journal of Cleaner Production"*, p. 7, 2012.
- [156] J. M. Marchetti, V. U. Miguel y A. F. Errazu, «Techno-economic study of different alternatives for biodiesel production,» *ELSEVIER "Fuel processing technology"*, p. 9, 2008.
- [157] V. Wermelinger, S. Araujo, S. Hamacher y L. Scavarda, «Economic assessment of biodiesel production from waste frying oils,» *ELSEVIER*, p. 8, 2010.
- [158] R. ALARCON, «Obtención de biodiésel a partir de mezclas de aceite usado de cocina y aceite de palma,» Bogota, 2014.
- [159] UNIVERSIDAD DE CORDOBA, «DISEÑO DE ENCUESTAS,» ARGENTINA, 2011.
- [160] Biodsa, «BioD,» Copyright, 2013. [En línea]. Available: <http://biodsa.com.co/responsabilidad.htm>. [Último acceso: 2014].

- [161] H. Avila, «comparacion de las ventajas de desodorizacion en una refineria fisica,» Guatemala, 2006.
- [162] DANE, «CENSON GENERAL 2005,» BOGOTA, 2005.
- [163] Publicación digital en la página web de la Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República, «<http://www.banrepcultural.org/>,» [En línea]. Available: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/econo105.htm>. [Último acceso: 27 Noviembre 2014].
- [164] R. Pampillón, «International Excellence,» 16 Febrero 2007. [En línea]. Available: http://economy.blogs.ie.edu/files/2008/06/Nuevodiccionario_Econ.pdf. [Último acceso: 27 Noviembre 2014].
- [165] R. A. Rojas Medina, «Sistemas De Costos Un Proceso Para Su Implementacion,» Manizales , 2007.
- [166] Biblioteca de investigaciones, «Tabla periódica de los elementos,» [En línea]. Available: bibliotecadeinvestigaciones.files.wordpress.com/2013/01/tabla_periodica-color.png.
- [167] FOTON, [En línea]. Available: <http://www.foton.com.co/>.
- [168] R. Griffin JR, Química orgánica moderna, Paraguay: Reverté, 1981.
- [169] Cámara de Comercio de Bogotá, «Guía del registro mercantil "Constitución de SAS",» Bogotá, 2008.

ANEXO 1
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
SEMILLERO DE INVESTIGACION ENERGIA Y TERMOFLUIDOS
ENCUESTA ACERCA DEL CONSUMO DE ACEITE

La presente encuesta pretende identificar el volumen de aceite usado que se produce en las localidades de Chapinero y Usaquén. NO será usada por ninguna autoridad Ambiental. El uso de la información consignada es solamente con fines académicos.

1. ¿Cuántos litros de aceite usado genera al mes?
 - ✓ 0-30
 - ✓ 31-50
 - ✓ 51-70
 - ✓ 71-90
 - ✓ 91-100
 - ✓ 101-150
2. ¿practican separación de residuos en su establecimiento?(**si**____)(**no**____)
3. ¿qué hacen con el aceite después de usarlo en la cocina?
 - Verterlo por el lavaplatos (_____)
 - Arrojarlo en la basura con los otros residuos(_____)
 - Re envasarlo y llevarlo a un lugar de acopio (_____)
 - Re envasarlo y venderlo a alguien que lo recoja (_____); *Nombre de la empresa que lo recoge* _____; *Valor Litro \$* _____
4. ¿La entidad recolectora le expide certificado de uso final del aceite?
(**si**____)(**no**____)
- ✓ ¿Cada cuánto realizan la recolección del aceite? _____
5. ¿Tiene conocimiento sobre los productos que se pueden obtener a partir de aceite de cocina usado? (**si**____)(**no**____)
6. ¿Permitiría que se llevara a cabo la recolección del aceite de cocina usado, con fines de reciclaje en su establecimiento? (**si**____)(**no**____)

ANEXO 2
ENCUESTA EN PROPIEDAD HORIZONTAL

Se realizó una encuesta a propiedad horizontal donde la población a considerar son los habitantes de las localidades de Usaquéen y Chapinero, y cuyo número de habitantes según censos realizados por el Dane son:

Tabla 24 cifras informativas de habitantes en las localidades de Usaquéen y Chapinero

Localidad	# personas	# hogares	# personas por hogar
Usaquéen	473.352	157.445	3.03
Chapinero	133.361	54.850	2.45

Fuente Dane

Con lo anterior y aplicando los métodos clásicos estadísticos con una confiabilidad del 95% [95] el tamaño de la muestra fue de 384 por lo cual se decidió realizar una encuesta virtual a esta población en general.

La recopilación de información por parte de los habitantes de las localidades fue mucho más fácil de adquirir, pero los datos son variables y solo se recolectó información de estratos 2, 3 y 4. Para propiedad horizontal en Usaquéen de las 157.445 viviendas, el 75,8% son apartamentos [96] [97], es decir 119343 apartamentos, de los cuales:

Tabla 25 aceite de cocina usado disponible en Usaquén

Estrato	Aceite usado de cocina promedio por persona (gr/mes)	Total	Total aceite de cocina usado disponible (kg/mes)
2	86.9	4774	415
3	101.55	70054	7114
4	126.5	19691	2491

En Chapinero existen 54.850 viviendas de las cuales solo considerando los estratos 2, 3 y 4 [98] se obtuvo que:

Tabla 26 aceite de cocina usado disponible en chapinero

Estrato	Aceite usado de cocina promedio por persona (gr/mes)	Total	Total aceite de cocina usado disponible (kg/mes)
2	86.9	20276	1762
3	101.55	7552	767
4	126.5	38685	4893

Según los datos anteriores el total de aceite de cocina usado en Usaquén y Chapinero considerando solo estratos 2, 3 y 4; en propiedad horizontal recolectando a 94519 y 66513 apartamentos en las dos localidades respectivamente, se obtendrían aproximadamente 17.442 kg/mes es decir 17.4ton/mes.

ANEXO 3
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ENCUESTA POR MÉTODO BAYESIANO

Cantidad de aceite generado al mes

El modelo probabilístico más indicado a usar es la distribución Gamma que se utiliza para modelar variables durante un tiempo determinado, cuyo comportamiento está dado por la ecuación 2:

$$f_{Y|\alpha, \beta}(y) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} y^{\alpha-1} e^{-y\beta} \quad \text{Ec. [14]}$$

Donde alfa y beta definen la media del comportamiento de la cantidad de litros de aceite producida al mes dada por la relación $E(y) = \frac{\alpha}{\beta}$ para estos parámetros se les asocia una distribución exponencial debido a que solo pueden tomar valores positivos, comportándose como una distribución simple de trabajar, es decir:

$$\alpha \sim \exp(\lambda)$$

$$\beta \sim \exp(\tau)$$

Usando la regla de Bayes además del valor de la media, se puede mostrar la distribución usando el software winBUGS, con el fin de determinar la convergencia de la muestra. Con este software se puede determinar por medio de una confiabilidad del 95% el rango, la media y la desviación estándar.

Tabla 27 Disponibilidad del aceite de cocina usado

Parámetros	Desviación estándar	2,5%	Media	97,5%
Disponibilidad	7.404	60.36	73.5	89.56

Fuente: Autores

Accesibilidad a la venta

El análisis de esta variable muestra la proporción de establecimientos en los que se accede a vender el aceite usado, se clasificó como **1**:“accede” ó **0**:“no accede”, se

dispone de una muestra de 78 lugares donde respondió la pregunta. Por la naturaleza de la variable se decide asumir una distribución Bernoulli (esta distribución toma valor 1 para éxito y 0 para fracaso).

Las estadísticas resumen de este análisis se presentan en la tabla 3, donde se puede apreciar que la estimación bayesiana para Θ es de 0.76 lo que indica que en los lugares donde se genera un 76% de ellos permiten la recolección del mismo; además, la probabilidad de que menos del 66% de los lugares no permitan la recolección del aceite es de 0.025 %.

Tabla 28 Accesibilidad de venta por parte de los establecimientos proveedores del aceite de cocina usado

Parámetros	Desviación estándar	2,5%	Media	97,5%
θ	0.04767	0.06628	0.7626	0.8488

Fuente: Autores

Costo de aceite de cocina usado

Por lo tanto un gráfico de la densidad de estos datos sería impreciso, sin embargo debido a que esta variable siempre es positiva, una distribución Gamma es apropiada como mecanismo probabilístico del precio del litro de aceite.

A pesar de que no se tiene mucha información del precio se dispone de información auxiliar con la cual se construye una función de distribución a priori para los parámetros de la distribución del precio. Esta información auxiliar arrojó que:

$$E(yaux) = 710$$

$$Var(yaux) = 10300$$

Con lo cual, por el método de momentos, se obtiene que $\beta=0.0689$ luego estas estimaciones se usarán como hiper parámetros de las distribuciones exponenciales asociadas a los parámetros de interés; sintetizando estos resultados el modelo a ajustar a estos datos es:

$$y = \text{precio}$$

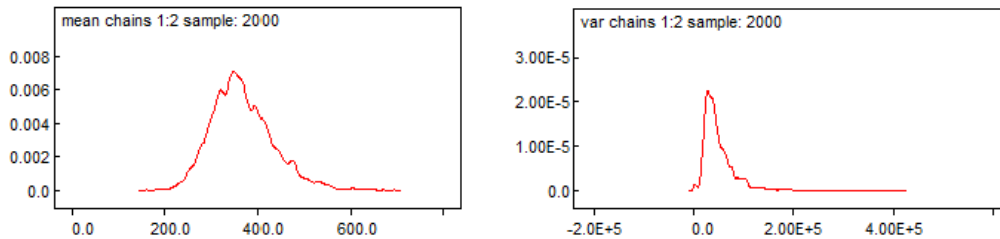
$$y \sim \text{Gamma}(\alpha, \beta)$$

$$\alpha \sim \exp(1/48.9418)$$

$$\beta \sim (1/0.0689)$$

Nuevamente usando winBUNGS se extrae una muestra de la distribución para determinar la convergencia. Los dos muestran la convergencia de la media y la varianza de la distribución de precio. En todos los casos las cadenas convergen a valores similares, dando pie a interpretaciones consistentes.

Figura 20 Densidades de la muestra



Fuente: Autores

Por último en la tabla 4 se puede apreciar las estadísticas de la muestra obtenida, donde se puede apreciar que la media del precio oscila entre (\$ 253.1; \$ 531.1) y estimaciones puntuales entre \$ 368.6 y \$ 541.1.

Tabla 29 Estadísticas resumen de la muestra generada (costo de aceite)

Parámetros	Desviación estándar	2,5%	Media	97,5%
media	70.55	253.1	368.6	531.1

Fuente: Autores

ANEXO 4
Análisis financiero
Sin financiamiento: Estado de resultado

Tabla 30 Estado de resultado sin financiamiento

ESTADO DE RESULTADO					
ESCENARIO 1	SIN FINANCIAMIENTO				
Conceptos	2015	2016	2017	2018	2019
Ingreso Ventas	\$ 376.656.000	\$ 390.441.610	\$ 404.731.773	\$ 419.544.955	\$ 434.900.301
Costo de Producción	\$ 240.028.976	\$ 248.814.036	\$ 257.920.630	\$ 267.360.525	\$ 277.145.920
Utilidad bruta	\$ 136.627.024	\$ 141.627.574	\$ 146.811.143	\$ 152.184.431	\$ 157.754.381
Gastos Administrativos	\$ 39.239.400	\$ 40.675.562	\$ 42.164.288	\$ 43.707.501	\$ 45.307.195
Utilidad operacional	\$ 97.387.624	\$ 100.952.012	\$ 104.646.855	\$ 108.476.930	\$ 112.447.186
Impuesto de Renta	\$ 32.137.916	\$ 33.314.164	\$ 34.533.462	\$ 35.797.387	\$ 37.107.571
Utilidad neta	\$ 65.249.708	\$ 67.637.848	\$ 70.113.393	\$ 72.679.543	\$ 75.339.614
Impuesto de Renta	33%				

Fuente: Autor

Análisis financiero
Sin financiamiento: Balance general

BALANCE GENERAL						
Conceptos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
ACTIVOS						
Activos Corrientes						
Caja y Bancos	28.431.565	148.850.648	217.664.745	223.747.729	230.053.350	236.589.756
Gastos Diferidos		-	-	-	-	-
Total Activos Corrientes	28.431.565	148.850.648	217.664.745	223.747.729	230.053.350	236.589.756
Activos Fijos						
Adecuaciones	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000
Muebles y Enseres	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000
Maquinaria y Equipo	134.634.025	134.634.025	134.634.025	134.634.025	134.634.025	134.634.025
Total Activos Fijos	143.934.025	143.934.025	143.934.025	143.934.025	143.934.025	143.934.025
Depreciación Acumulada		23.031.459	23.031.460	23.031.461	23.031.462	23.031.463
Total Activos Fijos Neto	143.934.025	120.902.566	120.902.565	120.902.564	120.902.563	120.902.562
TOTAL ACTIVOS	172.365.590	269.753.214	338.567.310	344.650.293	350.955.913	357.492.318
PASIVOS						
Pasivos Corriente						
Impuesto de renta por pagar	-	32.137.916	33.314.164	34.533.462	35.797.387	37.107.571
TOTAL PASIVOS	-	32.137.916	33.314.164	34.533.462	35.797.387	37.107.571
PATRIMONIO						
Patrimonio						
Capital	172.365.590	172.365.590	172.365.590	172.365.590	172.365.590	172.365.590
Utilidad en ejercicio		65.249.708	67.637.848	70.113.393	72.679.543	75.339.614
Utilidad Retenida Ejercicio Anterior		-	65.249.708	67.637.848	70.113.393	72.679.543
TOTAL PATRIMONIO	172.365.590	237.615.298	305.253.146	310.116.830	315.158.526	320.384.747
TOTAL ACTIVO	172.365.590	269.753.214	338.567.310	344.650.293	350.955.913	357.492.318
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	172.365.590	269.753.214	338.567.310	344.650.293	350.955.913	357.492.318

Fuente: Autores

Análisis financiero
Sin financiamiento: Estado de flujo de caja libre

ESTADO DE FLUJO DE CAJA LIBRE						
Conceptos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Total Ventas		376.656.000	390.441.610	404.731.773	419.544.955	434.900.301
Costo de Producción		240.028.976	248.814.036	257.920.630	267.360.525	277.145.920
Depreciación		23.031.459	23.031.460	23.031.461	23.031.462	23.031.463
Total Costos de Producción		263.060.435	271.845.496	280.952.091	290.391.987	300.177.383
Utilidad bruta		136.627.024	141.627.574	146.811.143	152.184.431	157.754.381
Gastos Administrativos		39.239.400	40.675.562	42.164.288	43.707.501	45.307.195
Gastos de Personal		-	-	-	-	-
Gastos constitucionales		-	-	-	-	-
Total Gastos Operacionales		39.239.400	40.675.562	42.164.288	43.707.501	45.307.195
Utilidad operacional		97.387.624	100.952.012	104.646.855	108.476.930	112.447.186
EBITDA		120.419.083	123.983.472	127.678.316	131.508.392	135.478.649
Impuesto de Renta		32.137.916	33.314.164	34.533.462	35.797.387	37.107.571
Inversión fija	172.365.590					
Total	172.365.590	32.137.916	33.314.164	34.533.462	35.797.387	37.107.571
Flujo de Caja Libre	-172.365.590	88.281.167	90.669.308	93.144.854	95.711.005	98.371.077

Fuente: Autores

Ebitda: Es un indicador que permite saber la utilidad de un proyecto sin tener en cuenta los gastos durante la ejecución. [99]

**Análisis financiero
Financiamiento 50%
Estado de resultado**

ESTADO DE RESULTADO					
ESCENARIO 1	FINANCIAMIENTO 50%				
Conceptos	2015	2016	2017	2018	2019
Ingreso Ventas	\$ 376.656.000	\$ 390.441.610	\$ 404.731.773	\$ 419.544.955	\$ 434.900.301
Costo de Producción	\$ 240.028.976	\$ 248.814.036	\$ 257.920.630	\$ 267.360.525	\$ 277.145.920
Depreciación	\$ 23.031.459	\$ 23.031.460	\$ 23.031.461	\$ 23.031.462	\$ 23.031.463
Total Costos de Producción	\$ 263.060.435	\$ 271.845.496	\$ 280.952.091	\$ 290.391.987	\$ 300.177.383
Utilidad bruta	\$ 113.595.565	\$ 118.596.114	\$ 123.779.682	\$ 129.152.969	\$ 134.722.918
Gastos Administrativos	\$ 40.020.000	\$ 41.484.732	\$ 43.003.073	\$ 44.576.986	\$ 46.208.503
Intereses de crédito	\$ 10.097.216	\$ 8.335.870	\$ 6.339.715	\$ 4.077.446	\$ 1.513.587
Total Gastos Operacionales	\$ 50.117.216	\$ 49.820.602	\$ 49.342.788	\$ 48.654.431	\$ 47.722.090
Utilidad operacional	\$ 63.478.350	\$ 68.775.511	\$ 74.436.894	\$ 80.498.537	\$ 87.000.828
Impuesto de Renta	\$ 20.947.855	\$ 22.695.919	\$ 24.564.175	\$ 26.564.517	\$ 28.710.273
Utilidad neta	\$ 42.530.494	\$ 46.079.592	\$ 49.872.719	\$ 53.934.020	\$ 58.290.555
Impuesto de Renta	33%				

Fuente: Autores

Análisis financiero
Financiamiento 50%: Balance general

BALANCE GENERAL						
Conceptos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
ACTIVOS						
Activos Corrientes						
Caja y Bancos	28.431.565	41.970.688	91.559.690	102.766.328	114.883.368	128.010.820
Total Activos Corrientes	28.431.565	41.970.688	91.559.690	102.766.328	114.883.368	128.010.820
Activos Fijos						
Adecuaciones	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000	7.500.000
Muebles y Enseres	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000
Maquinaria y Equipo	134.634.025	134.634.025	134.634.025	134.634.025	134.634.025	134.634.025
Total Activos Fijos	143.934.025	143.934.025	143.934.025	143.934.025	143.934.025	143.934.025
Depreciación Acumulada		23.031.459	23.031.460	23.031.461	23.031.462	23.031.463
Total Activos Fijos Neto	143.934.025	120.902.566	120.902.565	120.902.564	120.902.563	120.902.562
TOTAL ACTIVOS	172.365.590	162.873.254	212.462.255	223.668.892	235.785.931	248.913.382
PASIVOS						
Pasivos Corriente						
Impuesto de renta por pagar	-	20.947.855	22.695.919	24.564.175	26.564.517	28.710.273
Obligaciones de crédito	13.212.110	13.212.110				
Pasivos a largo plazo						
Obligaciones de crédito	72.970.685		14.973.455	16.969.611	19.231.880	21.795.739
TOTAL PASIVOS	86.182.795	34.159.965	37.669.374	41.533.786	45.796.397	50.506.012
PATRIMONIO						
Patrimonio						
Capital	86.182.795	86.182.795	86.182.795	86.182.795	86.182.795	86.182.795
Utilidad en ejercicio		42.530.494	46.079.592	49.872.719	53.934.020	58.290.555
Utilidad Retenida Ejercicio Anterior		-	42.530.494	46.079.592	49.872.719	53.934.020
TOTAL PATRIMONIO	86.182.795	128.713.289	174.792.881	182.135.106	189.989.534	198.407.369
TOTAL ACTIVO	172.365.590	162.873.254	212.462.255	223.668.892	235.785.931	248.913.382
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	172.365.590	162.873.254	212.462.255	223.668.892	235.785.931	248.913.382

Fuente: Autores

Análisis financiero
Financiamiento 50%: Estado de flujo de caja libre

ESTADO DE FLUJO DE CAJA LIBRE						
Conceptos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Total Ventas		376.656.000	390.441.610	404.731.773	419.544.955	434.900.301
Costo de Producción		240.028.976	248.814.036	257.920.630	267.360.525	277.145.920
Depreciación		23.031.459	23.031.460	23.031.461	23.031.462	23.031.463
Total Costos de Producción		263.060.435	271.845.496	280.952.091	290.391.987	300.177.383
Utilidad bruta		113.595.565	118.596.114	123.779.682	129.152.969	134.722.918
Gastos Administrativos		40.020.000	41.484.732	43.003.073	44.576.986	46.208.503
Intereses de crédito		10.097.216	8.335.870	6.339.715	4.077.446	1.513.587
Total Gastos Operacionales		50.117.216	49.820.602	49.342.788	48.654.431	47.722.090
Utilidad operacional		63.478.350	68.775.511	74.436.894	80.498.537	87.000.828
EBITDA		86.509.809	91.806.971	97.468.355	103.529.999	110.032.291
Impuesto de Renta		20.947.855	22.695.919	24.564.175	26.564.517	28.710.273
Inversión fija	172.365.590					
Total	172.365.590	20.947.855	22.695.919	24.564.175	26.564.517	28.710.273
Flujo de Caja Libre	-172.365.590	65.561.953	69.111.052	72.904.180	76.965.482	81.322.018

Fuente: Autores

Ebitda: Es un indicador que permite saber la utilidad de un proyecto sin tener en cuenta los gastos durante la ejecución. [99]

Análisis financiero
Financiamiento 50%
Amortización banco

Inversión	\$ 172.365.590
% de Financiación	50%
Solicitud de crédito	\$ 86.182.795
Interés Mensual	1,05%
Plazo	60
Tasa Efectiva	13,33%
Tasa Nominal	12,58%

%	8,50%
DTF	4,08%
Crédito	86.182.795
Plazo	60 meses
Tasa	1,04833% mensual
Tasa	12,58% Anual

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Intereses	\$ 10.097.216	\$ 8.335.870	\$ 6.339.715	\$ 4.077.446	\$ 1.513.587
Capital	\$ 13.212.110	\$ 14.973.455	\$ 16.969.611	\$ 19.231.880	\$ 21.795.739

Tabla 31 Plan de financiamiento

			Capital	Saldo
			\$ 1.038.961	\$ 85.143.834
Cuota	Vr. Cuota	Interés		
1	\$ 1.942.444	\$ 903.483	\$ 1.049.853	\$ 84.093.981
2	\$ 1.942.444	\$ 892.591	\$ 1.060.859	\$ 83.033.123
3	\$ 1.942.444	\$ 881.585	\$ 1.071.980	\$ 81.961.143
4	\$ 1.942.444	\$ 870.464	\$ 1.083.218	\$ 80.877.925
5	\$ 1.942.444	\$ 859.226	\$ 1.094.574	\$ 79.783.352
6	\$ 1.942.444	\$ 847.870	\$ 1.106.048	\$ 78.677.303
7	\$ 1.942.444	\$ 836.395	\$ 1.117.643	\$ 77.559.660
8	\$ 1.942.444	\$ 824.800	\$ 1.129.360	\$ 76.430.300
9	\$ 1.942.444	\$ 813.084	\$ 1.141.199	\$ 75.289.100
10	\$ 1.942.444	\$ 801.244	\$ 1.153.163	\$ 74.135.937
11	\$ 1.942.444	\$ 789.281	\$ 1.165.252	\$ 72.970.685
12	\$ 1.942.444	\$ 777.192	\$ 1.177.468	\$ 71.793.217
13	\$ 1.942.444	\$ 764.976	\$ 1.189.812	\$ 70.603.406
14	\$ 1.942.444	\$ 752.632	\$ 1.202.285	\$ 69.401.121
15	\$ 1.942.444	\$ 740.159	\$ 1.214.889	\$ 68.186.232
16	\$ 1.942.444	\$ 727.555	\$ 1.227.625	\$ 66.958.608
17	\$ 1.942.444	\$ 714.819	\$ 1.240.494	\$ 65.718.113
18	\$ 1.942.444	\$ 701.949	\$ 1.253.499	\$ 64.464.614
19	\$ 1.942.444	\$ 688.945	\$ 1.266.640	\$ 63.197.974
20	\$ 1.942.444	\$ 675.804	\$ 1.279.918	\$ 61.918.056
21	\$ 1.942.444	\$ 662.525	\$ 1.293.336	\$ 60.624.720
22	\$ 1.942.444	\$ 649.108	\$ 1.306.895	\$ 59.317.825
23	\$ 1.942.444	\$ 635.549	\$ 1.320.595	\$ 57.997.230
24	\$ 1.942.444	\$ 621.849	\$ 1.334.440	\$ 56.662.790
25	\$ 1.942.444	\$ 608.004	\$ 1.348.429	\$ 55.314.362
26	\$ 1.942.444	\$ 594.015	\$ 1.362.565	\$ 53.951.797
27	\$ 1.942.444	\$ 579.879	\$ 1.376.849	\$ 52.574.948
28	\$ 1.942.444	\$ 565.595	\$ 1.391.283	\$ 51.183.664
29	\$ 1.942.444	\$ 551.161	\$ 1.405.868	\$ 49.777.796
30	\$ 1.942.444	\$ 536.575	\$ 1.420.607	\$ 48.357.189
31	\$ 1.942.444	\$ 521.837	\$ 1.435.499	\$ 46.921.690
32	\$ 1.942.444	\$ 506.945	\$ 1.450.548	\$ 45.471.142
33	\$ 1.942.444	\$ 491.896	\$ 1.465.755	\$ 44.005.387
34	\$ 1.942.444	\$ 476.689	\$ 1.481.121	\$ 42.524.267

35	\$ 1.942.444	\$ 461.323	\$ 1.496.648	\$ 41.027.619
36	\$ 1.942.444	\$ 445.796	\$ 1.512.338	\$ 39.515.281
37	\$ 1.942.444	\$ 430.106	\$ 1.528.192	\$ 37.987.090
38	\$ 1.942.444	\$ 414.252	\$ 1.544.212	\$ 36.442.877
39	\$ 1.942.444	\$ 398.231	\$ 1.560.401	\$ 34.882.476
40	\$ 1.942.444	\$ 382.043	\$ 1.576.759	\$ 33.305.717
41	\$ 1.942.444	\$ 365.685	\$ 1.593.289	\$ 31.712.428
42	\$ 1.942.444	\$ 349.155	\$ 1.609.992	\$ 30.102.436
43	\$ 1.942.444	\$ 332.452	\$ 1.626.870	\$ 28.475.566
44	\$ 1.942.444	\$ 315.574	\$ 1.643.925	\$ 26.831.641
45	\$ 1.942.444	\$ 298.519	\$ 1.661.159	\$ 25.170.483
46	\$ 1.942.444	\$ 281.285	\$ 1.678.573	\$ 23.491.909
47	\$ 1.942.444	\$ 263.871	\$ 1.696.170	\$ 21.795.739
48	\$ 1.942.444	\$ 246.274	\$ 1.713.952	\$ 20.081.787
49	\$ 1.942.444	\$ 228.492	\$ 1.731.920	\$ 18.349.867
50	\$ 1.942.444	\$ 210.524	\$ 1.750.076	\$ 16.599.791
51	\$ 1.942.444	\$ 192.368	\$ 1.768.423	\$ 14.831.369
52	\$ 1.942.444	\$ 174.021	\$ 1.786.962	\$ 13.044.407
53	\$ 1.942.444	\$ 155.482	\$ 1.805.695	\$ 11.238.712
54	\$ 1.942.444	\$ 136.749	\$ 1.824.625	\$ 9.414.088
55	\$ 1.942.444	\$ 117.819	\$ 1.843.753	\$ 7.570.335
56	\$ 1.942.444	\$ 98.691	\$ 1.863.081	\$ 5.707.253
57	\$ 1.942.444	\$ 79.362	\$ 1.882.613	\$ 3.824.641
58	\$ 1.942.444	\$ 59.831	\$ 1.902.349	\$ 1.922.292
59	\$ 1.942.444	\$ 40.095	\$ 1.922.292	\$ 0
60	\$ 1.942.444	\$ 20.152	\$ -	\$ 0

Fuente: Autores