



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y  
NATURALES

Escuela de Ingeniería Industrial



Formulación Y Evaluación De Un Proyecto Para La  
Instalación De Una Planta Productora De Biodiesel A  
Partir De Aceite De Cocina Usado



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y

NATURALES

Escuela de Ingeniería Industrial



# Formulación Y Evaluación De Un Proyecto Para La Instalación De Una Planta Productora De Biodiesel A Partir De Aceite De Cocina Usado

AUTOR: STEMPELET BERNAL, Laureano Joaquín

TUTOR: Ing. RUIZ, Eduardo

AÑO: 2014

## AGRADECIMIENTOS

*A mis padres, por el apoyo recibido y por iluminarme el camino hacia esta hermosa carrera.*

*A mis amigos, por ser mi familia escogida en Córdoba.*

*A todos aquellos que de una u otra forma hicieron este trabajo posible.*

## RESUMEN

El Proyecto Integrador (PI) consiste en el desarrollo de un proyecto para la implementación de una planta productora de biodiesel, que utiliza como materia prima el aceite de desecho de restaurantes y casas de comida de la ciudad de Córdoba.

Los restaurantes, rotiserías, casas de comida rápida, etc.; utilizan aceite vegetal (girasol, maíz, etc.) para realizar sus frituras y, luego de un cierto uso, este no puede ser reutilizado y debe ser desechado. Desechar estos productos de forma convencional origina serios problemas ambientales porque un litro de aceite de cocina quemado (usado) puede llegar a contaminar hasta mil litros de agua. Es aquí donde se genera una oportunidad, no solo por el simple hecho económico de generar un combustible y venderlo sino también por el hecho de que el proyecto tendría un impacto positivo para el ambiente. De esta forma el proyecto se encara desde la viabilidad económica y técnica de la producción de biodiesel y también desde el punto de vista ambiental, generando un sistema de gestión del aceite usado que permita reducir al mínimo el impacto del mismo.

Además de estos motivos, existen otros dados por el marco legal existente. Según la resolución 56/2012 de la Secretaría de Energía, se establece que todos los combustibles fósiles deberán contener un mínimo de un 7% y, según la resolución 1125/2013, a partir de 2014 el corte mínimo obligatorio será de un 10%. Pasar de un mínimo de 7% a un 10% implicaría aumentar en más de un 40% la demanda interna de biodiesel. Esta diferencia de demanda, deberá ser suplida y es ahí donde se genera una buena oportunidad de negocio.

Se comenzará con una introducción en forma de marco teórico, acerca de la Formulación de Proyectos. Luego se continuará con los diferentes estudios o etapas que forman parte del mismo. El desarrollo se llevará a cabo en dos etapas principales: por un lado, el relevamiento de datos y desarrollo de estudios y por el otro las distintas evaluaciones usando los métodos tradicionales.

La etapa de realización de estudios incluye un Estudio Legal donde se estudian aspectos de este tema que pueden influir en el desarrollo o implementación del proyecto (Impuestos, régimen laboral aplicable, promociones y subsidios del sector, barreras y restricciones actuales), un Estudio de Mercado que analizará lo relacionado a las características que tendrá el producto (Precio, cantidad demandada, Distribución, etc.) y un Estudio Económico-Financiero que establecerá los flujos de fondo del proyecto, determinará el grado de financiamiento con el que se afrontará, etc.

Finalizando con estos estudios, se procederá con la evaluación económica que determinará el grado de viabilidad del proyecto. Para esta evaluación se utilizarán los medios tradicionales como ser el método de la TIR, el VAN, el período de recupero de la inversión, etc.

## ABSTRACT

The thesis is based in the development of an Investment Project for the construction of a biodiesel production company which will use as raw material the oil that has already been used by restaurants and different cooking –related bussiness of the city of Córdoba.

The restaurants, delicatessen, fast-food shops, etc.; use vegetal oil (made out of corn, sunflower, etc.) to prepare the fried-foods and, after a certain period of time, it can not be reutilized and must be thrown away. Discard this products origins serious environmental issues because one liter of used oil may contaminate up to one thousand liters of wáter. An opportunity is generated here, not only because of the economic fact of producing fuel and selling it but also due to the posible positive impact of the Project in the environment. In this way, the project is constructed from the technical and economical viability of the biodiesel production and also from the environmental point of view, developing a management system for the used oil that allows to reduce the impact to its minimum.

Beside these reasons, there are others given by the existing legal scenario. According to the 56/2012 Energy Secretary resolution, is established that all the fossil fuels must contain a minimum of 7% of biodiesel and, according to the 1125/2013 resolution, from 2014 and on the minimum percentage of biodiesel must be of 10%. Raising the minimum from 7% to 10% will increase national market demand over 40%. This difference in the demand must be covered and that is another bussiness opportunity.

The project will begin with an introduction about the Project Management as a theoretical scenario. Then it will continue with the different studies or stages that take part of it.

The progress of the project itself will develop in two main stages: on one side it will consist on the data recovery and development of studies, and on the other side it will consist on the different evaluation techniques using traditional methods.

The first stage includes a Legal Investigation where different issues that may affect the development of the project are studied (taxes, laboral system, subsidies, barriers and restrictions), a Market Investigation that will analyze everything that is related to the different features of the product (Price, quantity demanded, distribution, etc.) and an Economical-Financial investigation that will establish the cash flows of the project and will determine the amount of financing required.

In the end, an Economical Evaluation will be developed. It will determine the viability of the project itself. In this stage will be used the traditional evaluation methods as IRR, NPV and investment recovery period.

## INDICE GENERAL

<b>1.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
1.1	OBJETIVOS GENERALES .....	2
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
<b>2.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
2.1	ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO .....	2
2.2	CONTEXTO HISTÓRICO Y ACTUAL DE ENERGÍA Y PRODUCCIÓN DE CRUDO .....	3
2.3	OPORTUNIDAD DE NEGOCIO .....	8
2.4	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DEL BIODIESEL FRENTE AL DIESEL CONVENCIONAL .....	10
<b>3.</b>	<b>ESTUDIO LEGAL .....</b>	<b>16</b>
3.1	MARCO LEGAL.....	16
3.2	TRATAMIENTO Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS .....	19
<b>4.</b>	<b>ESTUDIO DE MERCADO .....</b>	<b>23</b>
4.1	MERCADO INTERNO.....	23
4.2	MERCADO EXTERNO .....	35
4.3	ESTIMACIONES Y PRONÓSTICOS PARA 2014.....	46
4.4	ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA.....	48
4.5	GLICERINA.....	52
4.6	PROVEEDORES .....	55
4.7	PUNTOS CLAVE DEL CAPITULO .....	56
<b>5.</b>	<b>ESTUDIO TÉCNICO .....</b>	<b>58</b>
5.1	INTRODUCCIÓN AL PROCESO.....	58
5.2	CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL ACEITE .....	62
5.3	PROCESOS DE REFINACIÓN PRE-TRANESTERIFICACIÓN.....	66
5.4	PROCESO DE PRODUCCIÓN FINAL.....	68
5.5	DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA, CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN NECESARIA .....	74
5.6	MATERIAS PRIMAS E INSUMOS.....	75
5.7	MAQUINARIA NECESARIA .....	76
5.8	LOGÍSTICA DE RECOLECCIÓN .....	80
<b>6.</b>	<b>ESTUDIO ECONÓMICO .....</b>	<b>89</b>
6.1	INVERSIÓN .....	89
6.2	COSTOS .....	98
6.3	ESTIMACIÓN DEL PRECIO DE VENTA .....	107
6.4	INGRESOS.....	107
6.5	FLUJO DE CAJA .....	109
6.6	PUNTO DE EQUILIBRIO.....	110
6.7	FINANCIACIÓN .....	111

<b>7.</b>	<b>EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA .....</b>	<b>114</b>
7.1	DETERMINACIÓN DE LA TASA DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO .....	114
7.2	VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	115
7.3	TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	116
7.4	PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI) .....	116
7.5	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	119
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>124</b>
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>127</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>129</b>
10.1	ANEXO I: MATERIA PRIMA.....	129
10.2	ANEXO II: MAQUINARIA .....	129
10.3	ANEXO III: PRECIO ELECTRICIDAD.....	140
10.4	ANEXO IV: GLICERINA (REFINACION).....	140
10.5	ANEXO V: PROCESO ALTERNATIVO: CATÁLISIS ÁCIDA Y LUEGO BÁSICA.....	143
10.6	ANEXO VI: FORMAS DE CATÁLISIS .....	146
10.7	FLUJOS DE FONDO NETOS .....	148

## INDICE DE IMÁGENES

Imagen 2.1: Índice de Desarrollo Humano vs Consumo de energía per cápita .....	4
Imagen 2.2: Demanda mundial de energía expresado en Jules. Fuente: International Energy Outlook 2008.....	5
Imagen 2.3: Proporción del uso de cada tipo de recurso que se utilizaría en 2035 .....	6
Imagen 2.4: Reservas mundiales de crudo. Fuente: ASPO, Marzo 2004. ....	6
Imagen 3.1: Especificaciones de calidad del biodiesel. Fuente: Resolución 06/2010 de la Secretaría de Energía. .....	18
Imagen 4.1: Ubicación de la refinería de YPF.....	25
Imagen 4.2: Ubicación de las empresas de Santa Fe .....	30
Imagen 5.1: Esquematización del proceso de producción del biodiesel .....	59
Imagen 5.2: Refinación del aceite crudo.....	59
Imagen 5.3: Esquematización del proceso de transesterificación .....	60
Imagen 5.4: Esquematización de los procesos posteriores a la transesterificación .....	60
Imagen 5.5: Resumen de la transformación del aceite.....	62
Imagen 5.7: Proceso de producción completo.....	68
Imagen 5.7: Reacción química de transesterificación.....	69
Imagen 5.9: Efecto del tiempo de reacción en el proceso .....	70
Imagen 5.10: Esquematización de la etapa de separación .....	73
Imagen 5.11: Materias primas necesarias y porcentaje de productos y subproductos .....	76
Imagen 5.12: Logo del proveedor Central Biodiesel .....	77
Imagen 5.13: Logo de Bioenergy.....	78
Imagen 6.1: Tamaño estándar de los contenedores.....	105
Imagen 7.1: Período de Recupero de la Inversión para el escenario de "Precios Constantes" .....	117
Imagen 7.2: Período de Recupero de la Inversión para el escenario de "Inflación de 28% Constante" .....	117
Imagen 7.3: Período de Recupero de la Inversión para el escenario de "Inflación decreciente" .....	118
Imagen 7.4: Período de Recupero de la Inversión para el escenario de "Inflación creciente" .....	118
Imagen 7.5: Período de Recupero de la Inversión para el escenario de "Inversión inicial financiada" .....	119

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1: Destino final de la producción nacional. Fuente: Elaboración propia en base a datos de AFIP.....	26
Gráfico 4.2: Market Share en función del tamaño de las plantas.....	28
Gráfico 4.3: Participación en la producción nacional por provincia. Fuente: Cámara Argentina de Biocombustibles (CARBIO) .....	29
Gráfico 4.4: Variación del precio de venta interno .....	32
Gráfico 4.5: Variación del precio de exportación del biodiesel.....	36
Gráfico 4.6: Precio del biodiesel de exportación. Fuente: AFIP .....	37
Gráfico 4.7: Variación de los distintos destinos de exportación .....	38
Gráfico 4.8: Variación del precio del aceite de soja y del biodiesel .....	39
Gráfico 4.9: Variación del precio del aceite de soja y el poroto de soja. ....	40
Gráfico 4.10: Correlación lineal ente el precio del poroto de soja y el aceite de soja .....	41
Gráfico 4.11: Correlación lineal entre precio y tiempo .....	44
Gráfico 4.12: Devaluación anual promedio.....	46
Gráfico 4.13: Producción en función del pronóstico.....	48
Gráfico 4.14: Principales usos de la glicerina .....	53
Gráfico 4.15: Crecimiento estimado del mercado de la glicerina. Fuente: ICIS, Resumen de Biocombustibles, Entrevistas Primarias, Investigación de Mercado Transparente.....	54
Gráfico 4.16: Principales destinos de la glicerina argentina .....	55
Gráfico 7.1: Análisis de sensibilidad del VAN .....	120
Gráfico 7.2: Análisis de sensibilidad en contexto inflacionario.....	121

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Precios del mercado nacional. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación. ....	9
Tabla 4.1: Empresas mezcladoras inscriptas en la Secretaría de Energía de la Nación .....	24
Tabla 4.2: Competidores agrupados por tamaño de su planta productiva. Fuente: Cámara Argentina de Biocombustibles (CARBIO) .....	25
Tabla 4.3: Producción nacional por año. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación.....	26
Tabla 4.4: Capacidad productiva de empresas nacionales: Fuente: Cámara Argentina de Biocombustibles (CARBIO).....	27
Tabla 4.5: Precios de comercialización del mercado interno por tonelada. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación. ....	31
Tabla 4.6: Variación del precio interno desde 2010.....	32
Tabla 4.7: Variación interanual del precio de comercialización interna. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación. ....	35
Tabla 4.8: Ranking de países productores de biodiesel. Fuente:CADER.....	35
Tabla 4.9: Precios de venta del biodiesel de exportación. Fuente: Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP).....	36
Tabla 4.10: Análisis de sensibilidad de la pendiente.....	42
Tabla 4.11: Análisis de sensibilidad de la ordenada al origen.....	42
Tabla 4.12: Estimaciones del precio futuro del aceite de soja y del poroto .....	43
Tabla 4.13: Precios promedio futuros de biodiesel.....	44
Tabla 4.14: Precio de exportación futuro estimado.....	45
Tabla 4.15: Devaluación interanual promedio .....	45
Tabla 4.16: Producción y destino de ventas por año .....	49
Tabla 4.17: Ponderación de la producción por año .....	49
Tabla 4.18: Tasas de incremento estimadas a utilizar por año .....	50
Tabla 4.19: Producción en función de los incrementos estimados anuales .....	51
Tabla 4.20: Tasa de crecimiento poblacional de la ciudad de Córdoba .....	51
Tabla 4.21: Población estimada y aceite diario disponible para reciclar .....	52
Tabla 4.22: Descripción de los distintos tipos de glicerina.....	52
Tabla 4.23: Especificaciones y propiedades de cada tipo de glicerina.....	53
Tabla 5.1: Grado de acidez de la materia prima en función del origen .....	63
Tabla 5.2: Efectos de la proporción de reactivos .....	70

Tabla 5.3: Efectos del tiempo de reacción .....	71
Tabla 5.4: Efectos de la temperatura .....	71
Tabla 5.5: Temperatura de ebullición para cada tipo de alcohol.....	71
Tabla 5.6: Efectos de la concentración de catalizador .....	72
Tabla 5.7: Efecto de la agitación de la reacción .....	72
Tabla 5.8: Cantidad de litros disponibles por día .....	75
Tabla 5.9: Datos técnicos de la planta de Central Biodiesel.....	78
Tabla 5.10: Consumo mensual de energía en función de los turnos de producción .....	80
Tabla 5.11: Volumen de bidones y precios unitarios .....	81
Tabla 5.12: Días de llenado para cada tipo de bidón .....	83
Tabla 5.13: Cantidad de bidones necesarios para los locales grandes .....	83
Tabla 5.14: Cantidad de bidones necesarios para los locales medianos.....	84
Tabla 5.15: Cantidad de bidones necesarios para locales chicos.....	84
Tabla 5.16: Cantidad de vehículos necesarios para recoger los bidones de los locales grandes.....	85
Tabla 5.17: Cantidad de vehículos necesarios para recoger los bidones de los locales medianos.....	85
Tabla 5.18: Cantidad de vehículos necesarios para recoger los bidones de los locales chicos.....	85
Tabla 5.19: Cantidad de vehículos necesarios cuando se produce en un turno .....	86
Tabla 5.20: Cantidad de vehículos necesarios cuando se produce en dos turnos.....	87
Tabla 5.21: Cantidad total de bidones a utilizar.....	87
Tabla 6.1: Inversión necesaria en maquinarias .....	89
Tabla 6.2: Superficie necesaria en función del volumen de producción.....	90
Tabla 6.3: Superficie necesaria para cada sector de la planta .....	90
Tabla 6.4: Superficie de sectores administrativos.....	91
Tabla 6.5: Terreno total necesario para la planta .....	91
Tabla 6.6: Inversión necesaria por sector .....	92
Tabla 6.7: Costos unitarios de los bidones .....	92
Tabla 6.8: Inversión en bidones para la planta pequeña .....	93
Tabla 6.9: Inversión en bidones para la planta mediana .....	93
Tabla 6.10: Inversión en bidones para la planta grande .....	93
Tabla 6.11: Inversión en función de la cantidad de turnos productivos .....	94
Tabla 6.12: Inversión en bidones para los vehículos.....	94
Tabla 6.13: Inversiones totales en bidones.....	94
Tabla 6.14: Comparativa entre los distintos vehículos del mercado .....	96
Tabla 6.15: Comparativa de la capacidad de carga de los vehículos .....	96

Tabla 6.16: Puntuación de cada vehículo en función de la ponderación.....	97
Tabla 6.17: Inversión en vehículos a lo largo del proyecto .....	97
Tabla 6.18: Precio unitario de las materias primas .....	98
Tabla 6.19: Costo de materias primas de un litro de biodiesel.....	99
Tabla 6.20: Categorías del convenio colectivo de trabajo de la “Federación Argentina Sindical del Petróleo, Gas y Biocombustibles” .....	100
Tabla 6.21: Costos de mano de obra en función de las categorías.....	100
Tabla 6.22: Costos de mano de obra en función de los turnos de producción.....	101
Tabla 6.23: Costo anual de mano de obra de choferes.....	101
Tabla 6.24: Costo total anual de mano de obra .....	102
Tabla 6.25: Costos de consumo energético en función de los turnos de producción .....	102
Tabla 6.26: Precio del kWh de energía para cada rango de consumo .....	103
Tabla 6.27: Costos energéticos por turno productivo.....	103
Tabla 6.28: Costo energético unitario para la planta de tamaño grande .....	103
Tabla 6.29: Costos de transporte .....	105
Tabla 6.30: Descripción de los costos fijos .....	107
Tabla 6.31: Capacidad de producción mínima necesaria para mantener el Market Share .....	107
Tabla 6.32: Niveles de producción por año para la planta mediana.....	108
Tabla 6.33: Niveles de ventas por año produciendo en la planta mediana .....	108
Tabla 6.34: Niveles de producción por año para la planta grande .....	109
Tabla 6.35: Niveles de ventas por año produciendo en la planta grande.....	109
Tabla 6.36: Inflación mensual de 2014 hasta el mes de Mayo .....	110
Tabla 6.37: Punto de equilibrio para cada período del proyecto.....	111
Tabla 7.1: Valor Actual Neto (VAN) para cada escenario .....	115
Tabla 7.2: Tasa Interna de Retorno (TIR) para cada escenario .....	116
Tabla 7.3: Máxima variación de cada variable para hacer VAN=0 .....	120
Tabla 7.4: Análisis de sensibilidad bajo contexto inflacionario.....	121
Tabla 7.5: Máxima variación permitida para las variables bajo el escenario de inflación constante .....	122

---

# OBJETIVOS

---

## 1. OBJETIVOS

El proyecto surge con la intencionalidad de reutilizar un residuo tan convencional como el aceite de cocina para producir biodiesel, disminuyendo la contaminación y generando conciencia en el uso del mismo.

### 1.1 OBJETIVOS GENERALES

El proyecto que se desarrolla a continuación tiene como objetivo evaluar la viabilidad técnica, comercial, económica y financiera del desarrollo de biodiesel a partir de aceite de cocina usado en la ciudad de Córdoba.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Dentro de los objetivos específicos se pueden mencionar:

- Reducción del vertido de aceites en las cañerías de casas y restaurantes disminuyendo la contaminación.
- Generación de relaciones a largo plazo con los restaurantes y fuentes de generación masiva de aceite usado para que, mediante una relación de win-win, que permita reducir los desechos de aceite.
- Demostrar la viabilidad de la conversión del aceite usado y el biodiesel, permitiendo la producción de este a un muy bajo costo.

De esta forma, para el cumplimiento de estos objetivos, se deberá abarcar estos aspectos:

- Determinación de las leyes, normas y resoluciones que enmarcan legalmente este proyecto y que lo puedan afectar tanto positiva como negativamente.
- La realización de un estudio de mercado que permita determinar correctamente los competidores, el precio futuro de venta del biocombustible y la demanda actual y futura del mismo.
- Determinación del monto de la inversión, desglosando este en maquinarias, vehículos, inversiones edilicias, etc.
- Establecimiento de los niveles óptimos de producción período a período en función del market share que se desee tener.

PROYECTO INTEGRADOR

*“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”*

UNC - FCEFyN

---

- Establecer la viabilidad o no del proyecto utilizando los criterios de evaluación más tradicionales.

---

# INTRODUCCION

---

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1 ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto Integrador (PI) se desarrollará siguiendo la secuencia que se presenta a continuación:

1. Se comenzará con una breve descripción o reseña histórica acerca del contexto energético y de producción de crudo. Permitiendo que el proyecto sienta las bases para la justificación desde el punto de vista de la utilización actual y futura de las reservas de crudo para la producción de combustibles y de energía.
2. Explicado el contexto en el que se desarrollará el proyecto, se describe y se pone en evidencia el por qué existe una oportunidad de negocio que justifica la realización del mismo.
3. Luego se desarrollarán los estudios pertinentes propios del proyecto:
  - a. Estudio Legal

Acá se explicará qué leyes, decretos y resoluciones generan el marco legal del proyecto y lo regulan. Se abarcan aquellos que favorecen el desarrollo, como también aquellos aspectos legales que resultan en complicaciones para el mismo.
  - b. Estudio de mercado

Este estudio tiene como finalidad establecer la demanda aproximada del producto, las características del mismo, políticas de distribución, promoción, marketing, etc. La información aportada por este estudio, servirá para determinar ciertos aspectos del estudio técnico como ser tamaño de la planta, método de producción, localización, etc.
  - c. Estudio Técnico

Esta etapa abordará el cómo producir el biodiesel y con qué tecnologías hacerlo. Se desarrollarán y explicarán los distintos métodos de producción como así también las distintas tecnologías aplicables a los mismos. Finalmente se decidirá qué método de producción es el más adecuado de acuerdo a los volúmenes de producción que se deseen alcanzar y los costos operacionales de cada uno. Los datos que se adquieren de este estudio son de suma importancia para el estudio financiero posterior,

principalmente lo que se relaciona con todos los costos operacionales y de inversión en tecnología.

d. Estudio Financiero

Consiste en la elaboración de los flujos de fondos asociados al proyecto, basándose en toda la información aportada por los estudios realizados anteriormente. De acuerdo al resultado de este informe, se estudiará la posibilidad de incorporar alguna fuente de financiamiento al proyecto.

e. Evaluación

Finalizados los estudios se procede con la etapa de evaluación del proyecto, donde se decidirá acerca de la viabilidad o no del proyecto tanto desde el punto de vista tradicional (Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno, Período de Recuperación de la Inversión, etc.) como así también desde el punto de vista del impacto del proyecto en el entorno social en el que se desarrolle.

## 2.2 CONTEXTO HISTÓRICO Y ACTUAL DE ENERGÍA Y PRODUCCIÓN DE CRUDO

Como bien todos sabemos, la energía es un factor imprescindible para el progreso de la sociedad, ya sea económico, social, científico o productivo. Ha sido el elemento principal y determinante detrás de los grandes saltos de la evolución productiva humana. Tal es así que si dividimos la historia de los avances industriales en tres grandes revoluciones, podremos asociar cada una de ellas a un tipo particular de energía, que le dio características únicas y sin la cual hubiese sido difícil dicho salto.

La primera revolución industrial es la que surge en el Reino Unido durante el siglo XIX. Ésta se vio marcada por el incremento notable en la producción, liderada ampliamente por las factorías textiles. Este avance fue impulsado por la máquina de vapor. Este sistema utilizaba carbón vegetal como fuente de producción de energía, que permitía calentar una caldera y producir el preciado vapor que pondría en funcionamiento todas las maquinarias. La segunda revolución industrial puede situarse a principios del siglo XX con la aparición de la electricidad y del motor de combustión interna. Aquí comienzan a utilizarse masivamente los combustibles fósiles derivados del petróleo, que dan vida al motor de combustión interna y por consiguiente al automóvil. Finalmente, podríamos ubicar una tercera revolución industrial entre fines del siglo XX y principios del siglo XXI, donde se destaca principalmente la revolución de la información y de la comunicación. Esta etapa hubiese sido imposible sin un aumento en la producción energética, impulsado por energías antes desconocidas como la nuclear, eólica, solar y demás energías alternativas para el concepto tradicional.

Es tan importante la energía para una sociedad y para un país, que se sabe a partir de investigaciones y estudios que el nivel de desarrollo de una sociedad está directamente ligado al tipo y cantidad de energía que utiliza y consume. Esta relación se ve claramente cuando se realiza un gráfico que contraste, para cada país, su Índice de Desarrollo Humano (IDH) y su consumo energético per cápita (Imagen 2.1)<sup>1</sup>. El IDH es un índice desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) que representa el nivel de vida que se tiene en un país. De esta forma, al observar el gráfico, se ve claramente que los países más desarrollados y con un nivel de vida más elevado necesitan para sostener esa forma de vivir un consumo mucho más alto de energía que los países subdesarrollados. Tal es el caso de países como Canadá, Noruega, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Japón, etc. En el gráfico se puede observar que hasta alrededor de los 50 Giga Joules per cápita por año de consumo energético, el progreso en el IDH es relativamente rápido con respecto al nivel de uso de energía; entiéndase por esto que el IDH avanza más rápido que el consumo de energía para valores inferiores al mencionado. O sea que se necesita menos energía para aumentar el nivel de vida. Superado este valor, el aumento en el Índice de Desarrollo Humano es prácticamente lineal con el aumento en el consumo. Este análisis demuestra a las claras la estrecha relación existente entre la energía (y su consumo) y calidad de vida, principalmente cuando se superan ciertos estándares.

Como el progreso está necesariamente atado al consumo energético, resulta implícito que, si la humanidad busca progresos, indefectiblemente necesitará aumentar su producción energética para que estos se vean materializados. De esta forma, se ve en la imagen 2.2<sup>2</sup> que la demanda histórica de energía ha ido en

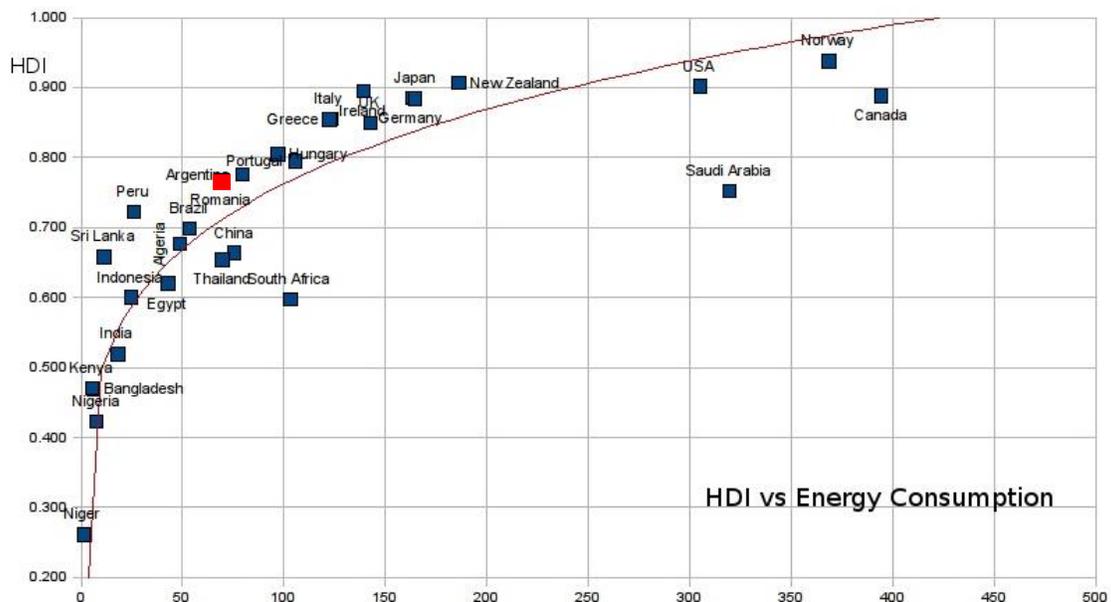


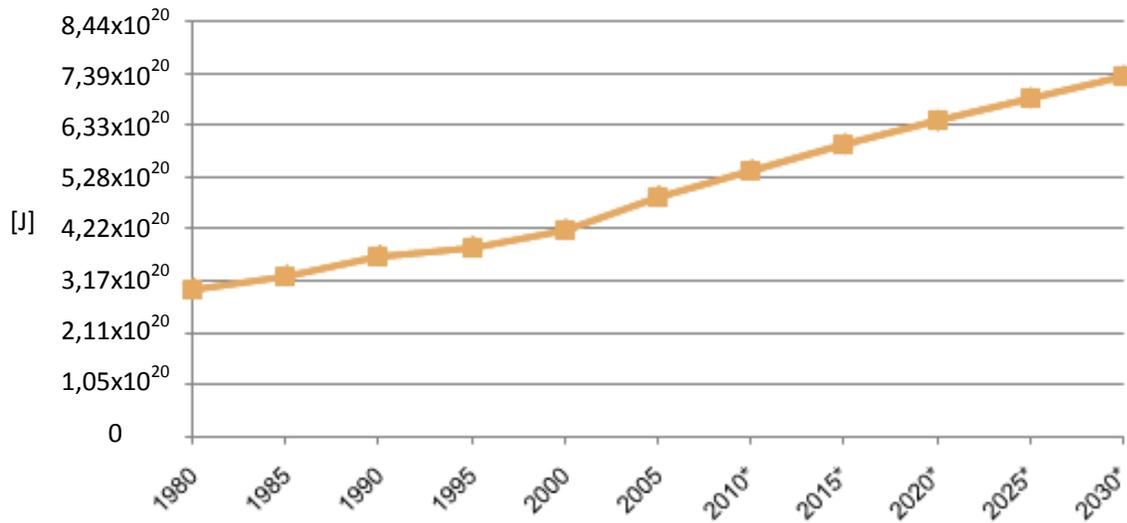
Imagen 2.1: Índice de Desarrollo Humano vs Consumo de energía per cápita

<sup>1</sup> <http://ef4india.wordpress.com/2012/01/04/estimating-the-energy-requirement-in-2030/> (Junio, 2013)

<sup>2</sup> <http://www.kids.esdb.bg/usesectors.html> (Junio, 2013)

notable aumento a lo largo de la historia, no sólo a raíz de los naturales aumentos poblacionales sino también debido a los progresos económicos y tecnológicos desarrollados.

## World energy demand



Note: Asterisks denote projected figure.

Source: "International Energy Outlook 2008," June 2008, Energy Information Administration

Imagen 2.2: Demanda mundial de energía expresado en Jules. Fuente: International Energy Outlook 2008.

Aunque la necesidad energética creciente constituye un serio problema para la humanidad, no es en sí mismo un problema si se lo acompaña con una producción de igual o mayor nivel. El inconveniente surge al tener en cuenta que la mayor parte de esta demanda energética se suple con productos derivados de combustibles fósiles, llegando esta cifra hasta alrededor del 80% como indica el gráfico de abajo, y más aún sabiendo que la producción global de petróleo y las reservas mundiales de crudo están disminuyendo año a año y eventualmente desaparecerán. En la Imagen 2.3 se representa la proporción de uso de cada tipo de recurso que se emplearía en la generación de energía para el año 2035<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Elaboración propia en base a datos del Annual Energy Outlook 2012 de la U.S. Energy Information Administration.

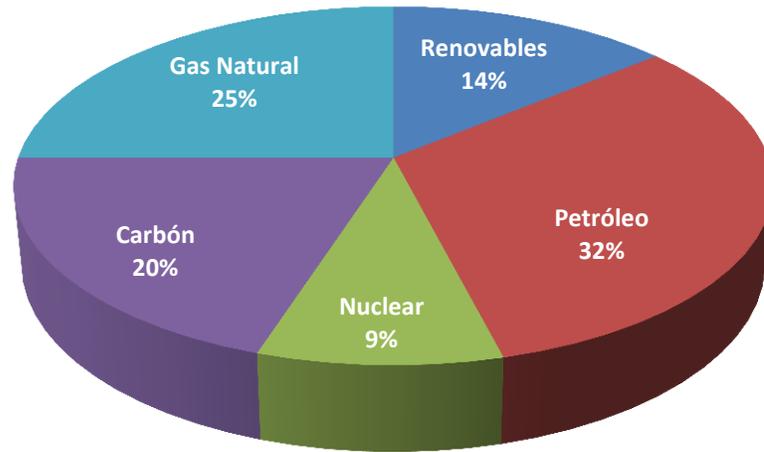


Imagen 2.3: Proporción del uso de cada tipo de recurso que se utilizaría en 2035

Al realizar un gráfico estimado de la producción mundial de crudo medida en miles de millones de barriles por año, se puede observar que el pico de producción del mismo se habría alcanzado recientemente o estaría por alcanzarse en el futuro próximo. Esto generará un déficit energético que deberá suplirse con energías alternativas. En la imagen 2.4 se muestran proyecciones acerca de al volumen de reservas mundiales.

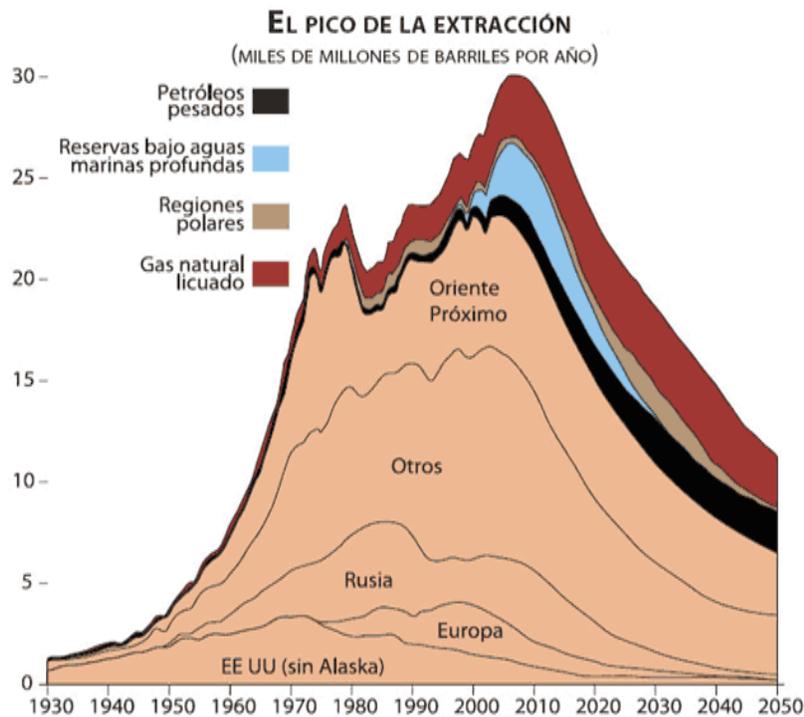


Imagen 2.4: Reservas mundiales de crudo. Fuente: ASPO, Marzo 2004.

Si se tiene en cuenta que los combustibles utilizados para el transporte son casi en su totalidad derivados del petróleo, de continuar esta situación actual de consumo, en el futuro se generará una insatisfacción de la demanda de crudo y por consiguiente un aumento del precio del barril. Además debe sumarse el hecho de que la producción mundial de automóviles es cada vez más grande por lo que el consumo de combustibles aumentará aún más. Debido a esta situación que se plantea entre aumento de demanda y merma en la producción, muchos países del mundo han optado por promover el uso de combustibles alternativos con el fin de que las reservas de crudo duren lo más posible. Es aquí donde surge el biodiesel como una alternativa sustentable ante los combustibles tradicionales como la nafta o el diésel común ya que diferentes países han ido aprobando leyes o resoluciones que instan a que se incorpore progresivamente un porcentaje cada vez mayor de biodiesel en la composición de los combustibles tradicionales. En nuestro país, el corte obligatorio de biodiesel pasó recientemente a ser del 10%, generando un aumento de la demanda y por lo tanto mejorando la oportunidad de negocio.

## 2.3 OPORTUNIDAD DE NEGOCIO

Bajo este contexto comentado anteriormente surge la oportunidad de la producción de biodiesel como combustible alternativo a los tradicionales. El biodiesel es comúnmente producido a partir de aceite de algún tipo de oleaginosa que puede utilizarse para consumo humano, tales como soja, colza, maíz, girasol y demás. Esto trae aparejado un dilema ético relacionado con el uso de alimentos para la producción de biocombustibles, cuando en muchas partes del mundo existe un déficit alimentario. Es por esto que el combustible derivado de este tipo de aceites tiene generalmente sus detractores. Bajo esta situación surge la idea de producir biodiesel a partir de aceites ya usados por restaurantes, hoteles y casas de comida y cuyo destino inevitable sea el de convertirse en desechos.

Con respecto a este tema, existe en la ciudad de Córdoba un antecedente relativamente reciente pero cuya implementación no fue llevada a cabo de forma completamente exitosa. La ex empresa estatal Crese, que se encargaba de la recolección de basura, iba a realizar un proyecto de este estilo recolectando el aceite usado de restaurantes y hoteles para producir biodiesel para abastecer al 25% de su flota de camiones. Lamentablemente, este proyecto nunca tuvo un impulso demasiado fuerte y no prosperó<sup>4</sup>.

Además, hay que tener en cuenta que al recolectar este aceite, el mismo no se desechará y por ende se eliminará cualquier posibilidad de contaminación de agua potable por parte del mismo. Se sabe que un litro de aceite usado puede llegar a contaminar hasta mil litros de agua potable, por lo que es otro beneficio indirecto de producir biodiesel a partir de aceites usados. En el tema medioambiental, también cabe destacar la creciente aceptación que tienen los biocombustibles en materia de emanaciones tóxicas ya que los gases producidos por automóviles son menos nocivos cuando el combustible utilizado está mezclado con biocombustible que cuando no lo está.

También se puede mencionar como un factor positivo el hecho de que el precio del Biodiesel para el mercado interno (para PyMEs) viene en ascenso desde Enero de 2013. La evolución de los precios se presenta en la siguiente tabla:

<sup>4</sup> <http://www.cadena3.com/contenido/2011/08/03/81822.asp> (Agosto, 2011)

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

Tabla 2.1: Precios del mercado nacional. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación.

MES	QUINCENA	PRECIO SEGÚN CATEGORÍA DE EMPRESA [\$/TN]		
		GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA
03-2014	1º	5.745,43	7.204,62	7.257
	2º	5.745,43	7.204,62	7.257
02-2014	1º	5.319,84	6.670,95	6.719,44
	2º	5.319,84	6.670,95	6.719,44
01-2014	1º	4.902,93	6.148	6.192
	2º	4.902,93	6.148	6.192
12-2013	1º	4.714,35	5.911,68	5.954,66
	2º	4.714,35	5.911,68	5.954,66
11-2013	1º	4.533,04	5.684,31	5.725,64
	2º	4.533,04	5.684,31	5.725,64
10-2013	1º	4.312,03	5.367	5.404,87
	2º	4.312,03	5.367	5.404,87
09-2013	1º	4.323,96	5.249,04	5.336
	2º	4.323,96	5.249,04	5.336
08-2013	1º	4.484,82	5.296,19	5.403,07
	2º	4.484,82	5.296,19	5.403,07
07-2013	1º	4.508,98	5.376,02	5.506,94
	2º	4.508,98	5.376,02	5.506,94
06-2013	1º	4.397,10	5.331,04	5.393,02
	2º	4.397,10	5.331,04	5.393,02
05-2013	1º	4.650,09	5.472,02	5.477,28
	2º	4.650,09	5.472,02	5.477,28
04-2013	1º	4.653,59	5.497,25	5.506,37
	2º	4.653,59	5.497,25	5.506,37
03-2013	1º	4.653,59	5.497,25	5.506,37
	2º	4.653,59	5.497,25	5.506,37
02-2013	1º	4.660,13	5.425,89	5.484,28
	2º	4.660,13	5.425,89	5.484,28
01-2013	1º	4.516,90	5.276,44	5.334,87
	2º	4.516,90	5.276,44	5.334,87
12-2012	1º	4.401	5.014	5.222
	2º	4.387,22	4.763,06	5.108,07
11-2012	1º	4.661	4.661	4.661
	2º	4.565,34	5.182,53	5.333,29

Para catalogar a cada compañía, se tiene en cuenta la producción anual de cada firma en toneladas de biodiesel. El criterio es el siguiente:

- Pequeña: Hasta 20 mil toneladas.
- Mediana: Entre 20 mil y 100 mil.
- Grande: Más de 100 mil toneladas.

---

## 2.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DEL BIODIESEL FRENTE AL DIESEL CONVENCIONAL

A continuación se presentan las diversas ventajas y desventajas que se surgen de la utilización del biodiesel en comparación con el diesel común. En general estas características se presentan cuando el biodiesel se utiliza en estado puro, sin embargo se presentan, aunque no tan acentuadas, en el biodiesel que se utiliza de forma convencional (B5, B7 o la que corresponda).

### 2.4.1 VENTAJAS

- **Ahorro de combustibles provenientes del petróleo**

En la medida en la que se sustituye el empleo de derivados del petróleo por biocombustibles de origen renovable.

- **Se produce a partir de materias primas renovables**

El Biodiesel se produce a partir de aceites vegetales, tanto vírgenes como reciclados. Los aceites reciclados proceden de la recogida de sectores como la hostelería, alimentarios, cocinas domésticas, etc. Con su reciclaje evitamos su vertido, salvaguardando la contaminación de las aguas subterráneas, fluviales y marinas.

Con la utilización de los aceites vegetales se contribuye de manera significativa al suministro energético sostenible, lo que permite reducir la dependencia del petróleo, incrementando la seguridad y diversidad en los suministros, así como el desarrollo socioeconómico del área rural (producción de oleaginosas con fines energéticos), y la conservación de nuestro medio ambiente.

- **No contiene ni benceno, ni otras sustancias aromáticas cancerígenas (Hidrocarburos aromáticos policíclicos).**

El Biodiesel, como combustible vegetal, no contiene ninguna sustancia nociva ni perjudicial para la salud a diferencia de los hidrocarburos, que tienen componentes aromáticos y bencenos (cancerígenos). La no-emisión de estas sustancias contaminantes disminuye el riesgo de enfermedades respiratorias y alergias. De hecho, la mala calidad del combustible diesel posee más cantidades de bencenos y una exposición prolongada ante gases con altas concentraciones de este tipo de sustancias aromáticas produce efectos sobre la médula de los huesos y puede causar anemia e incluso leucemia.

- **Es el único combustible no contaminante alternativo al diesel convencional.**

El Biodiesel, es el único combustible renovable alternativo en los motores diesel. Por su composición vegetal, es relativamente inocuo con el medio, neutro con el efecto invernadero, y es totalmente compatible para ser usado en cualquier motor diésel, sea cual sea su antigüedad y estado.

- **Diversificación energética**

La producción de biodiesel favorece la diversificación de la matriz energética de un país y es un paso adelante en la búsqueda de una dependencia menor de los combustibles derivados de fósiles.

- **Aprovechamiento de los residuos**

La manipulación, tratamiento y evacuación de residuos supone un coste energético y económico a las empresas que los producen y a la sociedad. Los aceites vegetales usados no escapan a estos costos.

Cuando son empleados en la elaboración de biodiesel, se consiguen dos objetivos:

- Reducción de los costes por el tratamiento, almacenamiento y evacuación del residuo.
- Minimizar los costos relacionados con la contaminación ambiental derivada del desecho de aceites.

- **Biodegradable**

El biodiesel en estado puro (B100) es un combustible capaz de ser asimilado (descompuesto y metabolizado) por el ambiente gracias a su naturaleza química, puede ser descompuesto por microorganismos (principalmente bacterias aerobias) en un período de tiempo relativamente corto y se degrada de 4 a 5 veces más rápido que el diésel fósil, lo cual ayuda a minimizar el impacto en caso de derrame accidental.

Ciertos estudios compararon la degradación del biodiesel en contraste con otras sustancias. Cuando se compara con el azúcar, las muestras de Biodiesel se degradan más rápidamente, y quedaron degradadas al 95 por ciento en 28 días. El combustible diesel basado en petróleo normal fue degradado solamente a cerca del 40 por ciento después del mismo período de prueba de 28 días.

El biodiesel que se utiliza masivamente, se lo usa mezclado con diesel común. Mezclando biodiesel con combustible diesel basado en petróleo regular también acelera la biodegradabilidad total del combustible mezclado. Por ejemplo, mezclas de 20 por ciento de biodiesel y de 80 por ciento de

combustible diesel (B20) se degradan dos veces más rápido que el diesel de petróleo. Sin embargo, las mezclas habituales son del 7% de biodiesel.

- **Reducción del CO**

Se ha comprobado que al emplear biodiesel se produce una reducción en la formación de monóxido de carbono, hidrocarburos sin quemar o parcialmente quemados y núcleos de hollín. La justificación a este hecho radica en la presencia de oxígeno en la molécula de biodiesel, que aumenta la disponibilidad de comburente en el cilindro, favoreciendo una combustión más completa y por ende reduciendo las emisiones de monóxido de carbono.

Un estudio realizado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial afirma que las reducciones en las emisiones de monóxido de carbono llegan hasta un 44% al utilizar biodiesel en comparación con el uso del diesel convencional.

- **Mayor número de cetano**

El número de cetano es un indicador de la habilidad de los combustibles para autoencenderse después de que han sido inyectados al motor diesel. El diesel que se utiliza convencionalmente en las rutas, requiere tener un número de cetano de 40 o mayor; pero debido a que un número de cetano mayor se traduce también en costos mayores del combustible normalmente se mantiene entre 40 y 45.

En investigaciones recientes se ha demostrado que el ligeramente mayor número de cetano del biodiesel (generalmente entre 46 y 60, dependiendo de la materia prima utilizada) puede reducir el retraso a la ignición. Este factor junto con la menor volatilidad del biodiesel, contribuyen a mejorar las características de la combustión (comienzo más gradual de la combustión), con relación al diesel del petróleo. Además permite aumentar la relación de compresión del motor y produce menos ruido.

- **Es más seguro de transportar y almacenar**

El biodiesel tiene un punto de inflamación mayor que el diésel fósil. El biodiesel podría explotar a una temperatura de 150° C.

- **No contiene azufre**

Prácticamente no contiene azufre, por lo que no genera dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), un gas que contribuye a la contaminación ambiental y uno de los principales originantes de la lluvia ácida.

Actualmente en todas partes las legislaciones están exigiendo disminuir el contenido de azufre del diésel, de manera que este sea Low Sulpher Diesel o LSD (diésel de bajo contenido de azufre). El diésel LSD tiene un menor grado de lubricidad que el diésel, provocando un aumento en las emisiones de ruido y también en el desgaste de los motores por lo que es más necesario adicionarle biodiesel para incrementar su lubricidad. De hecho en Francia se le agrega, a modo de lubricante, un 2% de biodiesel al diésel común.

#### 2.4.2 DESVENTAJAS

- **Punto de congelación alto**

El biodiesel tiene un punto de congelación relativamente alto, entre 0º C y -5º C, por lo que podría acarrear problemas si se usa al 100% en regiones con bajas temperaturas. De cualquier forma, su uso convencional es mezclado en bajas proporciones con diésel común.

- **Menor contenido energético**

El biodiesel presenta una ligera pérdida de potencia, como consecuencia del poder calorífico ligeramente inferior que el del diésel (12% menor en peso y 8% en volumen), por lo que su consumo es ligeramente mayor para obtener igual rendimiento.

- **Emisión de otros compuestos dañinos**

Algunos estudios han observado una mayor emisión de aldehídos (compuestos orgánicos que contienen un grupo carbonilo unido a un átomo de hidrógeno y a un radical alquilo, arilo o derivados de ellos) al emplear biodiesel. Estos compuestos a pesar de no estar regulados por normativa, son considerados altamente reactivos en la atmósfera, contribuyendo al smog fotoquímico que es la contaminación del aire, principalmente en áreas urbanas, por ozono originado por reacciones fotoquímicas, y otros compuestos. Como resultado se observa una atmósfera de un color marrón rojiza. El ozono es un compuesto oxidante y tóxico que puede provocar en el ser humano problemas respiratorios.

- **Costos de producción**

Si bien los costos de producción del biodiesel pueden disminuirse al producirlo a partir de aceites vegetales usados, sus costos productivos pueden elevarse en mayor o menor medida en función del

grado de pureza de la materia prima, constituyéndose la pureza de esta en un factor determinante del proceso y de la calidad del combustible.

- **Almacenaje del biodiesel**

Por su alto poder solvente, se recomienda almacenar el biodiesel en tanques limpios; si esto no se hace, los motores podrían ser contaminados con impurezas provenientes de los tanques. Muchas estaciones de combustible carecen de la infraestructura necesaria.

---

# ESTUDIO LEGAL

---

### 3. ESTUDIO LEGAL

#### 3.1 MARCO LEGAL

La producción de biodiesel está enmarcada en nuestro país por la Ley Nº 26.093, sancionada el 19 de Abril de 2006 y promulgada el 12 de Mayo del mismo año; y por la resolución Nº 56/2012 de la Secretaría de Energía de la Nación. La mencionada ley establece un régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentables de biocombustibles, define la autoridad de aplicación y sus funciones, trata sobre la habilitación de plantas productoras, mezclado de biocombustibles con combustibles fósiles (popularmente conocido como corte obligatorio de biodiesel), define los sujetos beneficiarios del régimen promocional y también establece infracciones y sanciones aplicables.

Esta ley, define el término biocombustible como:

*“Bioetanol, biodiesel y biogás, que se produzcan a partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos, que cumplan los requisitos de calidad que establezca la autoridad de aplicación.”*

Para el caso de este proyecto, se dilucida a partir del artículo extraído anteriormente de la ley, que el biodiesel que se producirá a partir de la implementación de este proyecto entra perfectamente en la categoría de biocombustible según la definición de esta legislación y, por ende, el marco de regulación será el brindado por esta.

Dicha ley establece un porcentaje mínimo de mezclado de biocombustibles con todo combustible líquido caracterizado como gasoil o diésel oil. Esta cantidad deberá ser de un mínimo de 5% sobre la cantidad final de producto comercializada. Además, esta proporción se va modificando mediante las diferentes resoluciones que apruebe la autoridad de aplicación (Secretaría de Energía). La última resolución aprobada por dicha secretaría que hace referencia al corte obligatorio de biodiesel establece que el mismo no podrá ser inferior al 7% sobre el volumen final de producto comercializado. Esto lo establece el artículo 4º:

**“Art. 4º** — Las empresas encargadas de realizar las mezclas de combustibles fósiles con BIODIESEL, sin perjuicio del cumplimiento del resto de las especificaciones de calidad establecidas por la normativa vigente, deberán agregar la cantidad de BIODIESEL asignado a cada una de ellas por la Autoridad de Aplicación al total del volumen de combustible fósil gasoil correspondiente que se comercialice en el

Territorio Nacional, en una proporción que no podrá ser inferior al SIETE POR CIENTO (7%) de dicho producto en la mezcla final con el combustible fósil gasoil en volumen.”

La mencionada resolución también establece que los precios para el mercado interno estarán establecidos según el siguiente polinomio:

$$\frac{\$}{Tn\ BD} = (C_1 + C_2) * 1,06 + C_3 + (C_4 * 0,155) + C_5 * IPIM + \frac{Utilidad}{Tn\ BD}$$

Siendo:

C<sub>1</sub>: Costo de una tonelada de aceite de soja [\\$]

C<sub>2</sub>: Costo de transacción de la compra de una tonelada de aceite de soja [\\$]

C<sub>3</sub>: Costo de transporte de una tonelada de aceite de soja [\\$]

C<sub>4</sub>: Costo de una tonelada de metanol [\\$]

C<sub>5</sub>: Otros componentes del costo [\\$]

IPIM: Se explica pertinentemente en página 34.

Este precio final por cada tonelada de biodiesel comercializada en el país se publicará todos los meses y cada quince días en la página web de la Secretaría de Energía ([www.energia.gov.ar](http://www.energia.gov.ar)).

Con respecto a la calidad del biodiesel producido para ser mezclado con el gasoil (denominado en las leyes, decretos y resoluciones como B100), la misma está especificada en la resolución 06/2010 de la Secretaría de Energía. Esta resolución establece tanto los niveles de calidad del biodiesel B100 como así también en qué norma hay que basarse para realizar los ensayos. Lo que especifica la resolución en este aspecto es lo siguiente:

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCFyN

Parámetro	Unidad	Límites		Método de ensayo
		Mínimo	Máximo	
Grupo I				
Contenido de Esteres	% m/m	96,5	-	EN 14103
Esteres metilicos del ácido linoléico	% m/m	-	12,0	EN 14103
Densidad a 15° C	kg/m <sup>3</sup>	860	900	ASTM D-1298
Viscosidad cinemática a 40° C	cSt	3,5	5,0	ASTM D-445
Punto de Inflamación	°C	120	-	ASTM D-93
Azufre	% m/m	-	0,0010	ASTM D-5453
Contenido de Agua	% m/m	-	0,05	ASTM D-4928
Glicerina Libre	% m/m	-	0,020	ASTM D-6584
Glicerina Total	% m/m	-	0,250	ASTM D-6584
Índice de Acidez	mg KOH/g	-	0,50	ASTM D-664
Estabilidad a la Oxidación a 110° C	horas	6,0	-	EN 14112
Índice de Iodo	g I <sub>2</sub> /100g		Informar	EN 14111
Punto de enturbiamiento	°C		Informar	ASTM D-2500
Cenizas Sulfatadas	% m/m	-	0,020	ISO 3987
Grupo II				
Metales Grupo I (Na+K)	mg/kg	-	5	EN 14538
Metales Grupo II (Ca+Mg)	mg/kg	-	5	EN 14538
Contaminación Total	mg/kg	-	24	EN 12662
Residuo Carbonoso	% m/m	-	0,050	ASTM D-4530
Cenizas Sulfatadas	% m/m	-	0,020	ISO 3987
Corrosión a la lámina de Cobre, 3 horas a 50° C	Grado	-	1	ASTM D-130
Fósforo	% m/m	-	0,001	ASTM D-4951/ICP
Número de Cetano		45	-	ASTM D-613
Cold Soak Filterability	Segundos		Informar	ASTM D-6751-08

Imagen 3.1: Especificaciones de calidad del biodiesel. Fuente: Resolución 06/2010 de la Secretaría de Energía.

Habiendo explicado las cualidades que debe tener el biodiesel para ser comercializado, el INTI también establece requisitos legales para poder instalar una planta productora de biodiesel:

1. La inscripción en la Secretaría de Energía, según lo establecido en la Resolución S.E.419/98.
2. El correcto cumplimiento con las normas de seguridad establecidas en la Resolución 126/08 de la Secretaría de Energía.
3. Correspondiente acatamiento de las normas ambientales de su jurisdicción para el tratamiento de efluentes e impacto ambiental.
4. Producción bajo las especificaciones de calidad establecidas en la Resolución S.E. 124/08 y 828/10.

## 3.2 TRATAMIENTO Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS

La Ley Nacional 24.051 abarca todo lo relacionado a los “Residuos Peligrosos” y en su segundo artículo establece lo que se considera, para la legislación argentina, un residuo peligroso. Este artículo dice lo siguiente:

**“ARTICULO 2°** — Será considerado peligroso, a los efectos de esta ley, todo residuo que pueda causar daño, directa o indirectamente, a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general.”

Según esta definición, el aceite vegetal usado (AVU) se considera un residuo peligroso debido a que el mismo tiene la potencialidad de contaminar el agua de napas, ríos y demás en caso de entrar en contacto con ellos como se da cuando los mismos son vertidos como desechos.

Los temas que abarca la mencionada ley son los siguientes:

- Ámbito de aplicación y disposiciones generales.
- Registro de Generadores y Operadores.
- Manifiesto.
- Generadores.
- Transportistas.
- Plantas de Tratamiento y disposición final.
- Responsabilidades.
- Infracciones y sanciones.
- Régimen penal.
- Autoridad de Aplicación.
- Disposiciones Complementarias.

Para los efectos de este proyecto, interesan principalmente los siguientes capítulos:

- Capítulo II: del registro de generadores y operadores de residuos peligrosos.
- Capítulo III: del manifiesto.
- Capítulo V: de los transportistas de residuos peligrosos.
- Capítulo VI: de las plantas de tratamiento y disposición final.

El Capítulo II de la ley dispone que toda persona física o jurídica que se disponga a transportar o tratar residuos peligrosos, deberá estar debidamente inscripta en un “Registro Nacional de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos” que será responsabilidad de la autoridad de aplicación.

El Capítulo III establece que la empresa deberá llevar un registro al que denominará “manifiesto” y que tendrá las siguientes características:

**“ARTICULO 12.** — La naturaleza y cantidad de los residuos generados, su origen, transferencia del generador al transportista, y de éste a la planta de tratamiento o disposición final, así como los procesos de tratamiento y eliminación a los que fueren sometidos, y cualquier otra operación que respecto de los mismos se realizare, quedará documentada en un instrumento que llevará la denominación de ‘manifiesto’.”

Con respecto a las responsabilidades y obligaciones del transportista, la ley dedica al tema el Capítulo V. Aquí se establecen los documentos y datos a acreditar por el transportista ante el Registro Nacional de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos para poder estar inscripto como tal. También establece los requisitos de seguridad, procedimientos, identificaciones y demás que el transportista deberá cumplimentar.

Por su parte, el Capítulo VI establece y regula todo lo relacionado a las plantas de tratamiento y disposición final de residuos peligrosos. Con respecto a esto, define lo siguiente:

**“ARTICULO 33.** — Plantas de tratamiento son aquellas en las que se modifican las características física, la composición química o la actividad biológica de cualquier residuo peligroso, de modo tal que se eliminen sus propiedades nocivas, o se recupere energía y/o recursos materiales, o se obtenga un residuo menos peligroso, o se lo haga susceptible de recuperación, o más seguro para su transporte o disposición final.

Son plantas de disposición final los lugares especialmente acondicionados para el depósito permanente de residuos peligrosos en condiciones exigibles de seguridad ambiental.

En particular quedan comprendidas en este artículo todas aquellas instalaciones en las que se realicen las operaciones indicadas en el anexo III.”

Finalmente, este capítulo establece lo necesario para la inscripción de la planta en el Registro Nacional de Generadores y Operadores de Residuos Peligrosos.

Con respecto al marco legal provincial, la Ley 8.973 determina la adhesión de la provincia a la Ley Nacional 24.051.

PROYECTO INTEGRADOR

*“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”*

UNC - FCEFyN

---

---

# ESTUDIO DE MERCADO

---

## 4. ESTUDIO DE MERCADO

En el mercado de biodiesel, como prácticamente en cualquier mercado que uno quiera participar, existen dos posibilidades a la hora de comercializar el producto: el mercado interno y el mercado de exportación.

El contexto económico y político actual, marca que las medidas gubernamentales están siendo tendientes a potenciar el mercado nacional, el mercado interno. Medidas como la suba de las retenciones a las exportaciones de biodiesel y la diferenciación de precios internos entre diferentes tamaños de empresas, dan cuenta de ello. Además el principal destino histórico de exportación, que ha sido España, está restringiendo la entrada de biodiesel proveniente de Argentina.

### 4.1 MERCADO INTERNO

Sea cual fuere la empresa que desee comercializar el biodiesel en el mercado interno, este deberá ser vendido única y exclusivamente a las entidades mezcladoras pertinentemente aprobadas por la Secretaría de Energía, tal y como dicta el Artículo 8 de la Ley Nº 26.093:

*“Establécese que todo combustible líquido caracterizado como gasoil o diesel oil —en los términos del artículo 4º de la Ley Nº 23.966, Título III, de Impuesto sobre los Combustibles Líquidos y el Gas Natural, texto ordenado en 1998 y sus modificaciones, o en el que pueda prever la legislación nacional que en el futuro lo reemplace— que se comercialice dentro del territorio nacional, deberá ser mezclado por aquellas instalaciones que hayan sido aprobadas por la autoridad de aplicación para el fin específico de realizar esta mezcla con la especie de biocombustible denominada “biodiesel”, en un porcentaje del CINCO POR CIENTO (5%) como mínimo de este último, medido sobre la cantidad total del producto final. Esta obligación tendrá vigencia a partir del primer día del cuarto año calendario siguiente al de promulgación de la presente ley.”*

Vale aclarar que el porcentaje del 5% que reza el artículo es actualmente del 7%, tal y como se mencionó anteriormente, producto de la última resolución vigente de la Secretaría de Energía.

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

#### 4.1.1 CLIENTES

De acuerdo a como se publica en la página web de la autoridad de regulación, el listado de empresas mezcladoras habilitadas para desarrollar el gasoil con los cortes que exige la ley son las siguientes:

Tabla 4.1: Empresas mezcladoras inscriptas en la Secretaría de Energía de la Nación

Nº REGISTRO	CUIT	EMPRESA	DIRECCIÓN
2	30-50691900-9	ESSO PETROLERA ARGENTINA S.R.L.	Av. 18 de Julio S/N - Puerto Galvan - Buenos Aires
2	30-50691900-9	ESSO PETROLERA ARGENTINA S.R.L.	Av. Ing. Emilio Mitre 574 - Campana - Buenos Aires
2	30-50691900-9	ESSO PETROLERA ARGENTINA S.R.L.	General Moscón 3898 - Pto. San Lorenzo - Santa Fe
3	30-50672680-4	SHELL C.A.P.S.A.	Dorrego y Diamante - Dique II - Pto. Santa Fe - Santa Fe
3	30-50672680-4	SHELL C.A.P.S.A.	Moisés Lebenshon y Río Paraná - Pto. Vilelas - Chaco
3	30-50672680-4	SHELL C.A.P.S.A.	Ruta 21 km 276 - Arroyo Seco - Santa Fe
3	30-50672680-4	SHELL C.A.P.S.A.	Sto. Ponce S/N - Dock Sud - Buenos Aires
1	<b>30-54668997-9</b>	<b>YPF S.A.</b>	<b>Ruta Nac. 19 Km 19 - Montecristo - Córdoba</b>
1	30-54668997-9	YPF S.A.	Ruta Prov. 87 Km 10 - Lujan de Cuyo - Mendoza
1	30-54668997-9	YPF S.A.	Ruta Nac. 11 Km 332,5 - San Lorenzo - Santa Fe
21	30-65823369-2	REFINOR S.A.	Ruta Pcial 302- Banda del Río Salí- Tucumán
65	30-50407707-8	Petrobras Energía S.A.	Av. Colón 3032 - Bahía Blanca - Buenos Aires
7	30-55025533-9	Dest. Arg. de Petróleo S.A.	Sargento Ponce S/N Dock Sud Buenos Aires
59	30-70130476-0	Petrolera del Cono Sur. S.A.	Morse 1897 Dock Sud Buenos Aires
93	30-59676058-5	Energía Derivados del Petróleo S.A.	Av. Pte Roque Sáenz Peña 846 Piso 5º of 503
112	30-70909972-4	Energía Argentina S.A. (ENARSA)	Av. del Libertador - 1068 piso 2 C.A. de Buenos Aires
260	30-71129398-8	Oil Combustibles S.A..	Refinería San Lorenzo - San Lorenzo - Santa Fe
88	30-70716578-9	NEW AMERICAN OIL S.A.	BOUCHARD 468 PISO 1 "A" (1106) C.A.B.A.

En este listado, se ha remarcado la empresa cliente que se encuentra más cerca de la ciudad de Córdoba, lugar en donde se desarrollará el proyecto. Esta empresa es Yacimientos Petrolíferos Fiscales S.A. (YPF), cuya localización es la Ruta Nacional 19 en el kilómetro 19; en la localidad de Montecristo.

En la Imagen 4.1 se puede visualizar la ubicación aproximada de la mencionada planta:

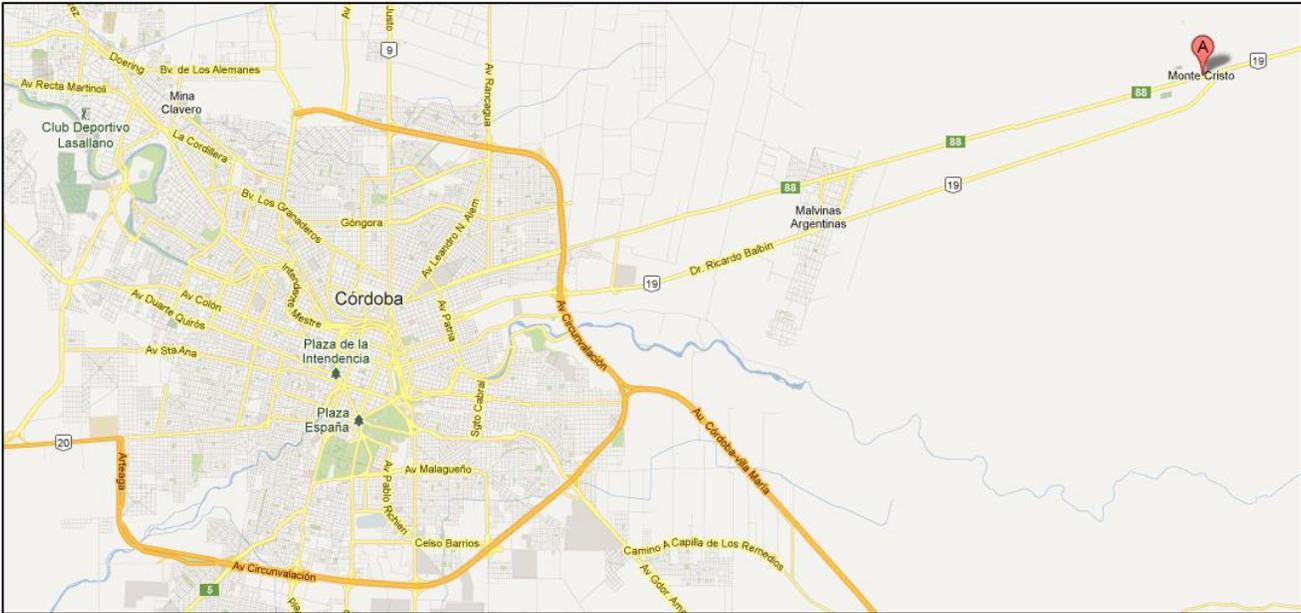


Imagen 4.1: Ubicación de la refinería de YPF

#### 4.1.2 COMPETIDORES

Las empresas que están en el registro de “Empresas Elaboradoras de Biodiesel” de la Secretaría de Energía, y que por ende son competidoras en el mercado, son las siguientes:

Tabla 4.2: Competidores agrupados por tamaño de su planta productiva. Fuente: Cámara Argentina de Biocombustibles (CARBIO)

GRANDE	GRANDE NO INTEGRADA	MEDIANA	PEQUEÑA
Molinos	Explora	Aripar	BH Biocombustibles
Vicentin	Patagonia Bioingeniería	Cremer	Hector A. Bolzán
Viluco	Unitec	Enresa	Colalao del Valle
Cargill		San Antonio	Pitey
Dreyfus (LDC)		Maikop	Soyenergy
T6 Industrial		Diaser	Prochem Bio
Renova		Rosario Bio Energy	ERA
Noble Argentina S.A.		Biomadero	Biotresa
		AOM	
		Bio Nogoyá	
		Pampa Bio	
		Diferoil	
		Biobahía S.A	

En la Tabla 4.3 se presenta la producción de nuestro país en los últimos años en conjunto con la proporción de ventas en el mercado externo y en el mercado interno.

Tabla 4.3: Producción nacional por año. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación.

PERIODO	PRODUCCIÓN EN TONELADAS	VENTAS LOCALES EN TONELADAS	EXPORTACIONES EN TONELADAS
2007	180.000		11.636
2008	712.066		24.421
2009	1.179.150		30.652
2010	1.814.902		508.275
2011	2.426.681		764.806
2012	2.455.138		897.327
2013	2.360.930	1.100.000	1.260.930

Al graficar esta tabla se evidencia de manera clara el marcado crecimiento que ha tenido el mercado interno, principalmente en función del aumento del corte de biodiesel obligatorio. A partir de la ley 26.093 aprobada y promulgada en el año 2006, que establece el “Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles”, se impuso como obligación el corte obligatorio de combustibles fósiles con un 5% de biocombustibles. Este porcentaje obligatorio comenzaría a regir a partir del cuarto año calendario siguiente a la aprobación de la ley, es decir el año 2010. En el gráfico se puede visualizar claramente el impacto positivo que tuvo esta ley para el mercado interno de biocombustibles.

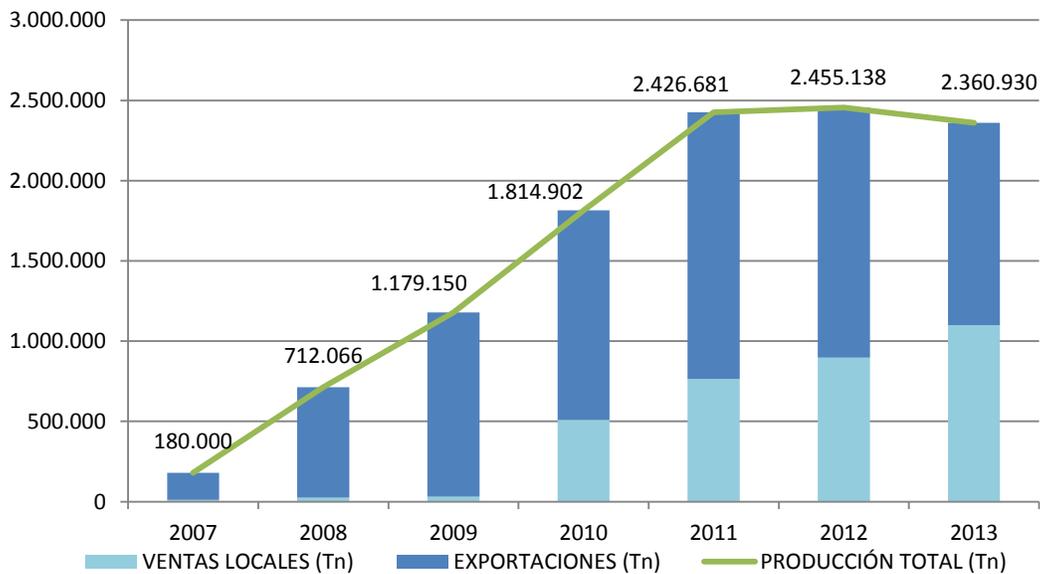


Gráfico 4.1: Destino final de la producción nacional. Fuente: Elaboración propia en base a datos de AFIP.

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEfyN

Las empresas productoras de biodiesel de las que se obtuvieron datos de la capacidad productiva son las siguientes:

Tabla 4.4: Capacidad productiva de empresas nacionales: Fuente: Cámara Argentina de Biocombustibles (CARBIO)

COMPAÑÍA	CAPACIDAD (Tn/Año)	CATEGORÍA	UBICACIÓN DE LA PLANTA
Advanced Organic Materials S.A. (AOM)	48.000	M	Parque Industrial Pilar, Buenos Aires
Agrupación de Colaboración San Antonio	50.000	M	Quilmes, Buenos Aires
Aripa Cereales S.A.	50.000	M	Daireaux, Buenos Aires
BH Biocombustibles SRL	10.800	P	Calchaquí, Santa Fe
Biomadero S.A.	48.000	M	La Matanza, Buenos Aires
Cargill S.A.C.I.	240.000	G	Villa Gobernador Gálvez, Santa Fe
Colalao del Valle S.A.	18.000	P	Malvinas Argentinas, Buenos Aires
Cremer y Asociados S.A.	50.000	M	Arroyo Seco, Santa Fe
Diaser S.A.	96.000	M	Parque Industrial San Luis, San Luis
ENRESA	50.000	M	Catrilo, La Pampa
Explora S.A.	120.000	G	General San Martín, Santa Fe
ERA S.R.L.	22.000	M	Piamonte, Santa Fe
Héctor Bolzan y Cía SRL	10.800	P	Adela María Luisa, Entre Ríos
L.D.C. Argentina S.A.	305.000	G	General Lagos y Timbues, Santa Fe
Maikop S.A.	80.000	M	Cutral-Có, Neuquén
Molinos Rio de La Plata	100.000	G	San Lorenzo, Santa Fe
Patagonia Bioingeniería S.A.	250.000	G	San Lorenzo, Santa Fe
Pitey S.A.	18.000	P	Villa Mercedes, San Luis
Prochem Bio S.A.	20.000	M	Ramallo, Buenos Aires
Renova S.A.	480.000	G	San Lorenzo, Santa Fe
Rosario Bioenergy S.A.	38.400	M	Área Industrial Roldán, Santa Fe
Soyenergy S.A.	18.000	P	Pilar, Buenos Aires
T6 Industrial S.A.	480.000	G	General San Martín, Santa Fe
Unitec Bio S.A.	230.000	G	General San Martín, Santa Fe
Vicentin S.A.	158.400	G	San Lorenzo, Santa Fe
Viluco S.A.	200.000	G	Frías, Santiago del Estero
Noble Argentina S.A.	250.000	G	Timbúes, Santa Fe
BioBahía S.A.	50.000	M	Bahía Blanca, Buenos Aires
Pampa Bio	50.000	M	General Pico, La Pampa
Diferoil	35.000	M	Parque Industrial Alvear, Santa Fe
BioNogoyá	70.000	M	Nogoyá, Entre Ríos
Biotresa	Sin Datos	N/A	Tres Arroyos, Buenos Aires
<b>TOTAL</b>	<b>3.191.400</b>		

Teniendo estos datos, puede apreciarse claramente la gran concentración que presenta el mercado<sup>5</sup>. Esta concentración es tal que sólo 10 empresas, las denominadas grandes y que son un 40% del total de compañías productoras, concentran prácticamente el 80% de la producción nacional.

En función de la distribución geográfica de las plantas en cada provincia de la Argentina, se puede observar que la provincia de Córdoba no tiene una buena participación en el mercado productor local. De hecho la participación es prácticamente nula. Esto a priori parece completamente extraño debido a que tiene un gran componente industrial y sobre todo, es una de las mayores productoras sojeras del país por lo que resulta increíble que no se haya aprovechado esta condición para agregarle valor a las materias primas agropecuarias que se producen en ella. Esta condición de casi nula producción de biodiesel en la provincia provoca que para los fines prácticos, no existan competidores directos en la provincia que dificulten el ingreso al mercado.

En base a datos de la Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER) del año 2012, se puede observar el siguiente gráfico donde se representa la participación de cada provincia en la producción total anual nacional:

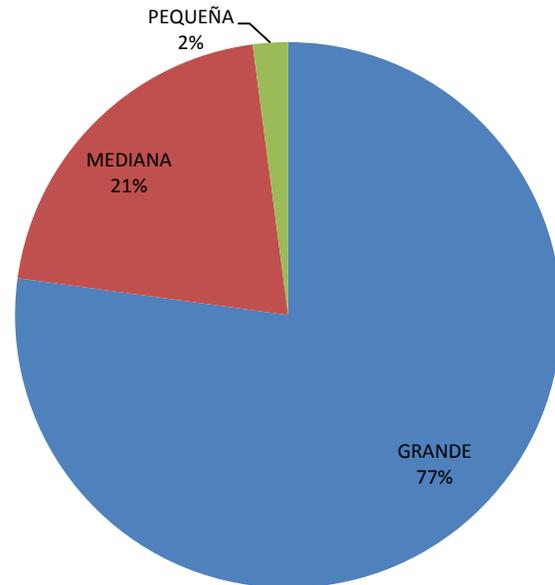


Gráfico 4.2: Market Share en función del tamaño de las plantas

<sup>5</sup> Elaboración propia en base a datos de Secretaría de Energía de la Nación

## PARTICIPACIÓN POR PROVINCIA

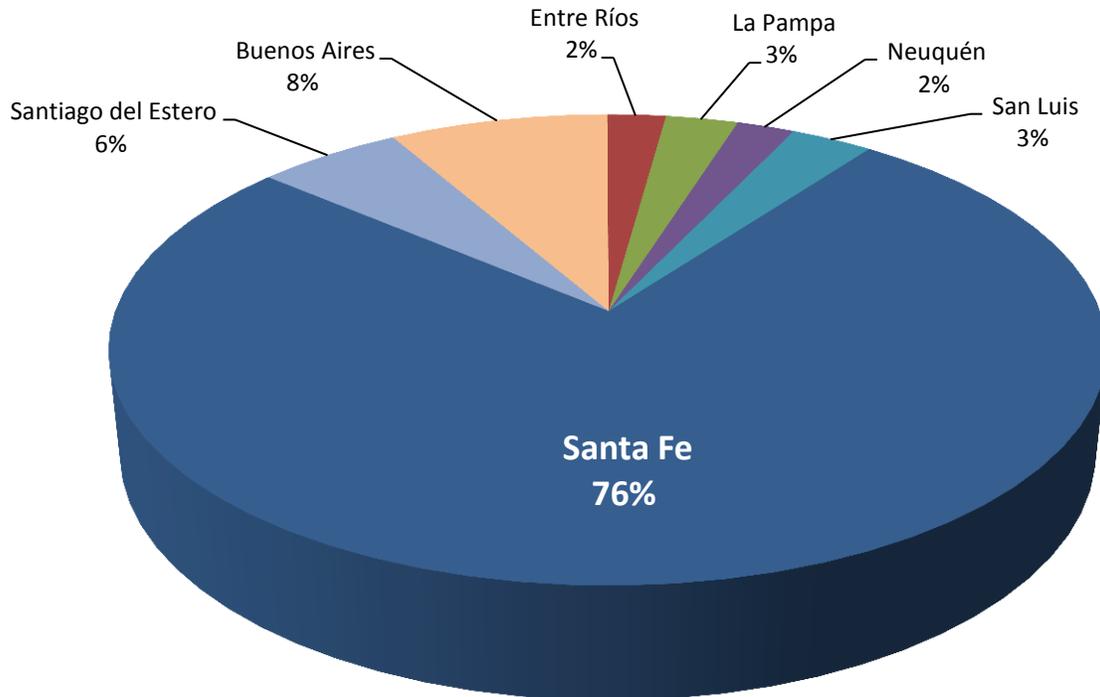


Gráfico 4.3: Participación en la producción nacional por provincia. Fuente: Cámara Argentina de Biocombustibles (CARBIO)

En este gráfico se ve a las claras la hegemonía de la provincia de Santa Fe en la producción de biodiesel. Esto se puede entender teniendo en cuenta que en esta provincia se encuentran grandes aceiteras como AGD, Bunge, Cargill, Molinos Río de La Plata, entre otras. Por otra parte, si se realiza un análisis de la ubicación de las empresas dentro de la provincia de Santa Fe, se podrá visualizar que todas ellas se encuentran en la zona del Gran Rosario debido a la cercanía con el puerto de la ciudad, de manera de facilitar la exportación del biodiesel.

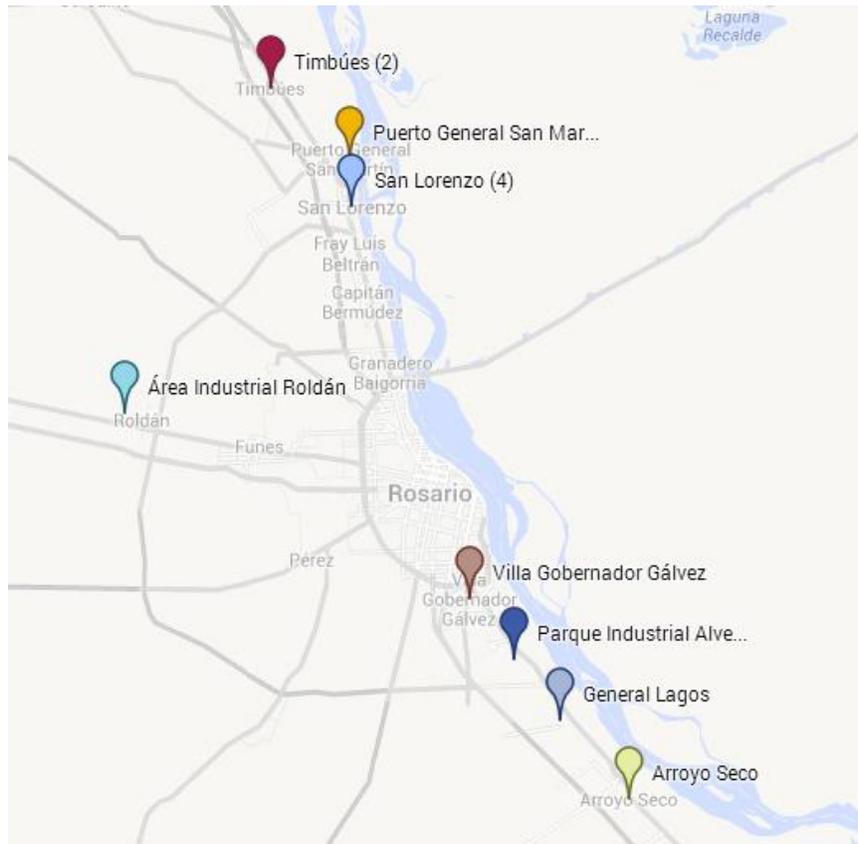


Imagen 4.2: Ubicación de las empresas de Santa Fe

#### 4.1.3 PRECIO

Tal y como se mencionó previamente, la Secretaría de Energía de La Nación publica quincenalmente los precios de comercialización del biodiesel para el mercado interno en función del tamaño de la empresa productora. La última publicación obtenida es la del mes de Marzo de 2014. La tabla completa resulta la siguiente:

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

Tabla 4.5: Precios de comercialización del mercado interno por tonelada. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación.

MES	QUINCENA	PRECIO SEGÚN CATEGORÍA DE EMPRESA [\$/TN]		
		GRANDE	MEDIANA	PEQUEÑA
03-2014	1º	5.745,43	7.204,62	7.257
	2º	5.745,43	7.204,62	7.257
02-2014	1º	5.319,84	6.670,95	6.719,44
	2º	5.319,84	6.670,95	6.719,44
01-2014	1º	4.902,93	6.148	6.192
	2º	4.902,93	6.148	6.192
12-2013	1º	4.714,35	5.911,68	5.954,66
	2º	4.714,35	5.911,68	5.954,66
11-2013	1º	4.533,04	5.684,31	5.725,64
	2º	4.533,04	5.684,31	5.725,64
10-2013	1º	4.312,03	5.367	5.404,87
	2º	4.312,03	5.367	5.404,87
09-2013	1º	4.323,96	5.249,04	5.336
	2º	4.323,96	5.249,04	5.336
08-2013	1º	4.484,82	5.296,19	5.403,07
	2º	4.484,82	5.296,19	5.403,07
07-2013	1º	4.508,98	5.376,02	5.506,94
	2º	4.508,98	5.376,02	5.506,94
06-2013	1º	4.397,10	5.331,04	5.393,02
	2º	4.397,10	5.331,04	5.393,02
05-2013	1º	4.650,09	5.472,02	5.477,28
	2º	4.650,09	5.472,02	5.477,28
04-2013	1º	4.653,59	5.497,25	5.506,37
	2º	4.653,59	5.497,25	5.506,37
03-2013	1º	4.653,59	5.497,25	5.506,37
	2º	4.653,59	5.497,25	5.506,37
02-2013	1º	4.660,13	5.425,89	5.484,28
	2º	4.660,13	5.425,89	5.484,28
01-2013	1º	4.516,90	5.276,44	5.334,87
	2º	4.516,90	5.276,44	5.334,87
12-2012	1º	4.401	5.014	5.222
	2º	4.387,22	4.763,06	5.108,07
11-2012	1º	4.661	4.661	4.661
	2º	4.565,34	5.182,53	5.333,29

Previamente a adoptar esta medida de separación de precios en función del tamaño de la productora, la Secretaría también publicaba los precios sólo que mensualmente y uno solo para todo el mercado, desde Febrero de 2010 hasta Octubre de 2012. Los precios son los siguientes:

Tabla 4.6: Variación del precio interno desde 2010.

2012		2011		2010	
MES	PRECIO [\$/TN]	MES	PRECIO [\$/TN]	MES	PRECIO [\$/TN]
-	-	DIC	5046,74	DIC	4268
-	-	NOV	4975,33	NOV	3922
OCT	4661 <sup>(3)</sup>	OCT	5217,47	OCT	3769
SEP	4405,30 <sup>(2)</sup>	SEP	5240,66	SEP	3532,49
AGO	4405,30 <sup>(1)</sup>	AGO	5152,24	AGO	3532,49
JUL	5195,79	JUL	5069,05	JUL	3358,3
JUN	5240,79	JUN	4962,76	JUN	3404
MAY	5472,9	MAY	4953,34	MAY	3430,61
ABR	5259,08	ABR	4927,02	ABR	3425
MAR	5163,39	MAR	5084,82	MAR	3389
FEB	4994,22	FEB	5036,5	FEB	3276
ENE	5018,5	ENE	4812,05	-	-

Gráficamente esta variación en el precio puede verse así:

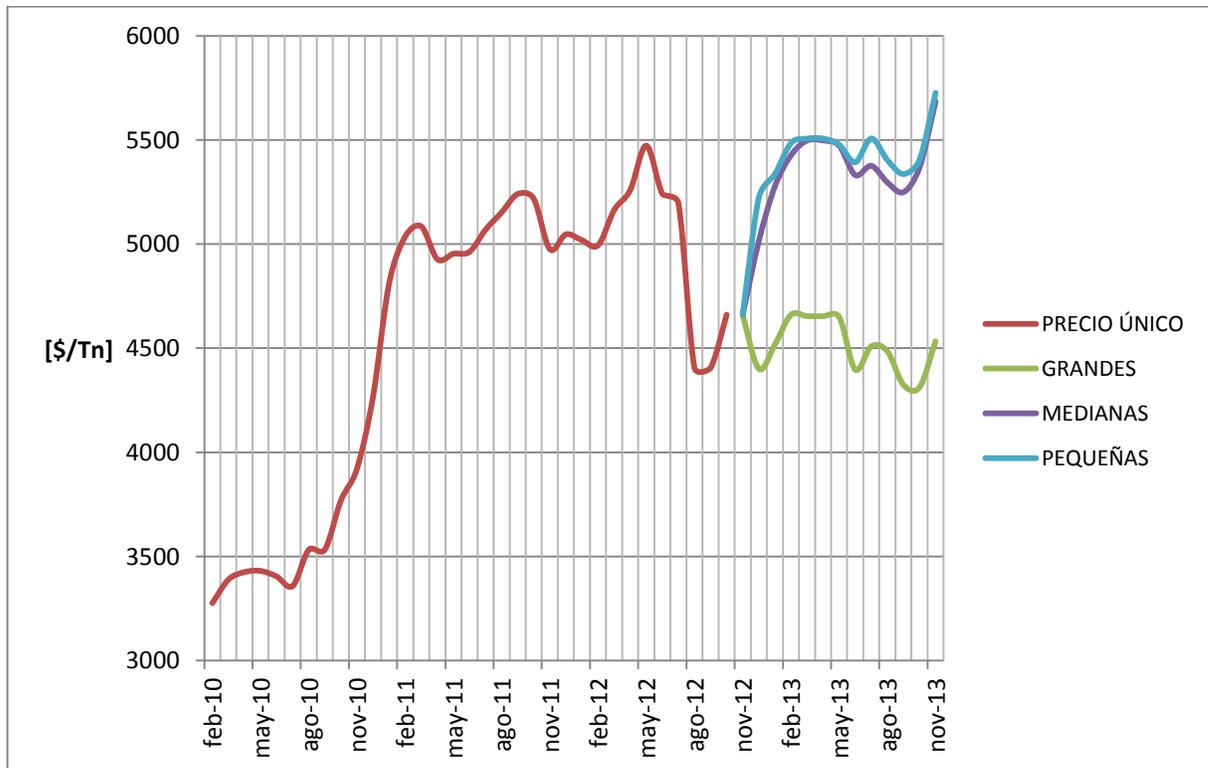


Gráfico 4.4: Variación del precio de venta interno

#### 4.1.4 PRECIO NACIONAL

Tal y como se explicó anteriormente, el precio de venta del biodiesel en el mercado interno está regulado y es establecido de forma quincenal por la Secretaría de Energía de la Nación.

$$\frac{\$}{Tn\ BD} = (C_1 + C_2) * 1,06 + C_3 + (C_4 * 0,155) + C_5 * IPIM + \frac{Utilidad}{Tn\ BD}$$

Siendo:

*\$/tonelada de BIODIESEL a salida de planta*

Precio neto a la salida de planta en pesos de la tonelada de BIODIESEL entregada durante el mes corriente a recibir por "LAS ELABORADORAS".

*C1: Costo de una tonelada de aceite de soja [\$/]*

Costo neto de una tonelada de aceite de soja crudo desgomado, determinándose como el promedio de las cotizaciones diarias históricas informadas por el MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA — Precio FOB oficiales por día, teniendo en cuenta la posición histórica más cercana— del Aceite de Soja a Granel (Nomenclatura actual 15071000), correspondientes al mes anterior a la fecha de cálculo, neteados los derechos de exportación vigentes y sumando en caso que así correspondan los reintegros vigentes, aplicando para cada día el tipo de cambio vendedor a cierre de operaciones del BANCO DE LA NACION ARGENTINA, en caso de no haber cotización en un día particular se tomará la última cotización disponible.

*C2: Costo de transacción de la compra de una tonelada de aceite de soja [\$/]*

Este valor se corresponderá al CINCO POR CIENTO (5%) del Costo de una tonelada de Aceite de Soja determinado de acuerdo al párrafo anterior y se considera que contempla todos los costos tributarios generados en la transacción de compra de una tonelada de Aceite de Soja.

Se considera que es necesario UNO COMA CERO SEIS TONELADAS (1,06 Ton) de Aceite de Soja Crudo desgomado para producir UNA TONELADA de BIODIESEL.

*C3: Costo de transporte de una tonelada de aceite de soja [\$/]*

Para determinar este valor se considera que existe desde la Planta elaboradora de Aceite de Soja hasta la Planta elaboradora de BIODIESEL un recorrido promedio de 100 kilómetros a un costo promedio de 0,10

U\$S/kilómetro, aplicándose el promedio mensual diario del tipo de cambio vendedor del mes inmediato anterior del BANCO DE LA NACION ARGENTINA.

*C4: Costo de una tonelada de metanol [U\$]*

Costo neto promedio de una tonelada de metanol (alcohol metílico) en el mercado local que surgirá de una Declaración Jurada mensual a presentar el último día hábil de cada mes inmediato anterior por parte de "LAS ELABORADORAS". El costo neto incluirá el flete, y resultará del promedio de los valores de dicho producto en el mercado local, entregado en planta. En caso que no se presente la Declaración Jurada correspondiente al mes, se tomará como base de cálculo la última Declaración Jurada presentada. Se considera que es necesario CERO COMA CIENTO CINCUENTA Y CINCO TONELADAS (0,155 Ton) de metanol (alcohol metílico) para producir UNA TONELADA de BIODIESEL, aplicándose, en caso de corresponder, el promedio mensual diario del tipo de cambio vendedor del mes inmediato anterior del BANCO DE LA NACION ARGENTINA.

*C5: Otros componentes del costo [U\$]*

Su valor se considera USD 163,75 por tonelada de BIODIESEL, aplicándose el promedio mensual diario del tipo de cambio vendedor del mes inmediato anterior del BANCO DE LA NACION ARGENTINA, y contempla el costo del resto de los componentes para la producción de una tonelada de BIODIESEL, comprendiendo costos de consumos de energía necesarios, mano de obra, otros productos químicos utilizados en el proceso de elaboración, Costos Fijos y el resto de los costos necesarios, surgiendo la información de reconocidas empresas que desarrollan actividades de producción de BIODIESEL en el país.

*IPIM:*

Variación Mensual acumulada desde la entrada en vigencia del presente del Índice de Precios Internos al por mayor, de acuerdo al último valor publicado por el INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS y CENSOS (INDEC).

*Utilidad por Tonelada de BIODIESEL:*

Se considera una utilidad de 28 U\$S por tonelada de BIODIESEL entregada, aplicándose el promedio mensual diario del tipo de cambio vendedor del mes inmediato anterior del BANCO DE LA NACION ARGENTINA.

La constitución de esta fórmula y cada uno de sus términos hace que la estimación del precio futuro del mismo sea extremadamente compleja. De esta manera, se decide que el contexto internacional y nacional va a tender a un aumento del precio del mismo para estimular la industria nacional de producción de biocombustibles. Para estimar el valor de este incremento se decide evaluar cuál ha sido el aumento interanual histórico de los precios del mismo, que resulta de la siguiente forma:

Tabla 4.7: Variación interanual del precio de comercialización interna. Fuente: Secretaría de Energía de la Nación.

AÑO	PRECIO	INCREMENTO
2010	\$ 3.389,00	
2011	\$ 5.084,82	50,04%
2012	\$ 5.163,39	1,55%
2013	\$ 5.506,37	6,64%
2014	\$ 7.257,00	31,79%
<b>PROMEDIO</b>		<b>22,50%</b>

Debido a estos cálculos, se decide utilizar una variación del precio del biodiesel que implique un aumento del mismo del 22,50% interanual.

## 4.2 MERCADO EXTERNO

Argentina se ha convertido en los últimos años en uno de los máximos productores y comercializadores mundiales de biodiesel. La capacidad productiva del país ha ido aumentando año a año y, si bien en este momento esta etapa de gran crecimiento ha comenzado a terminarse, todavía sigue aumentando.

En la siguiente tabla elaborada por la Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER), se puede ver la evolución de nuestro país en el ranking de productores mundiales de biodiesel, para el período 2007-2011:

Tabla 4.8: Ranking de países productores de biodiesel. Fuente: CADER.

PUESTO	2007	2008	2009	2010	2011
1	Alemania	Alemania	Alemania	Alemania	Alemania
2	EEUU	EEUU	Francia	Francia	EEUU
3	Francia	Francia	EEUU	Brasil	<b>ARGENTINA</b>
4	Italia	Brasil	Brasil	<b>ARGENTINA</b>	Brasil
5	Brasil	<b>ARGENTINA</b>	<b>ARGENTINA</b>	EEUU	Francia
6	Austria	Italia	España	España	Indonesia
7	<b>ARGENTINA</b>	Malasia	Italia	Italia	España
8	Portugal	Bélgica	Malasia	Malasia	Tailandia
9	España	Polonia	Bélgica	Indonesia	China
10	Malasia	Portugal	Polonia	China	Canadá

Este gran crecimiento se vio favorecido en gran parte por el precio internacional del biodiesel y por la facilidad con que eran recibidas las exportaciones argentinas en la Unión Europea. Lamentablemente para la industria nacional, ninguna de ambas coyunturas se encuentra actualmente bajo las mejores condiciones. El precio del biodiesel se encuentra en un descenso continuo desde fines del año 2011 y, si bien es un precio que a la Argentina le resulta conveniente, no permite alcanzar los índices de rentabilidad que se alcanzaban un lustro atrás. Esta variación del precio de exportación se presenta a continuación, en base a precios de la Administración Federal de Ingresos Públicos.

**Precio promedio ponderado declarado de exportaciones de biodiesel (B100)**

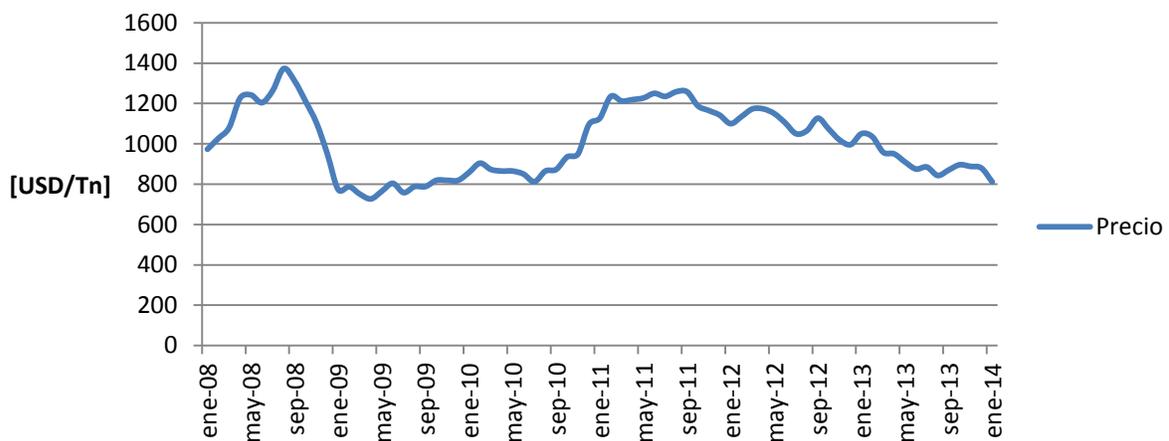


Gráfico 4.5: Variación del precio de exportación del biodiesel

Para el año que va desde Enero de 2013 hasta Enero de 2014, los valores de los precios son los siguientes:

Tabla 4.9: Precios de venta del biodiesel de exportación. Fuente: Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP)

MES	PRECIO [U\$S]
ene-13	1050
feb-13	1035
mar-13	958
abr-13	950
may-13	910
jun-13	875
jul-13	885
ago-13	843
sep-13	870
oct-13	896
nov-13	888
dic-13	880
ene-14	811

Tal y como se puede apreciar, el precio internacional del biodiesel argentino ha ido bajando prácticamente sin pausa en el último año y de hecho ha alcanzado su mínimo valor desde Octubre de 2009. Esto no es un dato alentador pensando en el corto plazo del proyecto pero si tenemos en cuenta que una vez que el precio del biodiesel alcanzó el mínimo histórico en Octubre de 2009, en poco más de un año alcanzó uno de sus precios pico en la historia (sólo U\$S 100 inferior al máximo histórico). De esta forma, estos datos pueden ser desalentadores en un comienzo pero puede que no lo sean tanto pensando en un medio o largo plazo.

Además, se ve que el precio no tiene un comportamiento alcista o bajista permanente desde 2008 a la actualidad sino que es más bien oscilante y va alcanzando valores máximos y mínimos que se ubican cerca de una media (cuyo valor es U\$S 1.008). De hecho, puede observarse en el gráfico que el precio es aproximadamente igual a la media cada dos años, ubicándose por encima y por debajo de esta alternativamente.

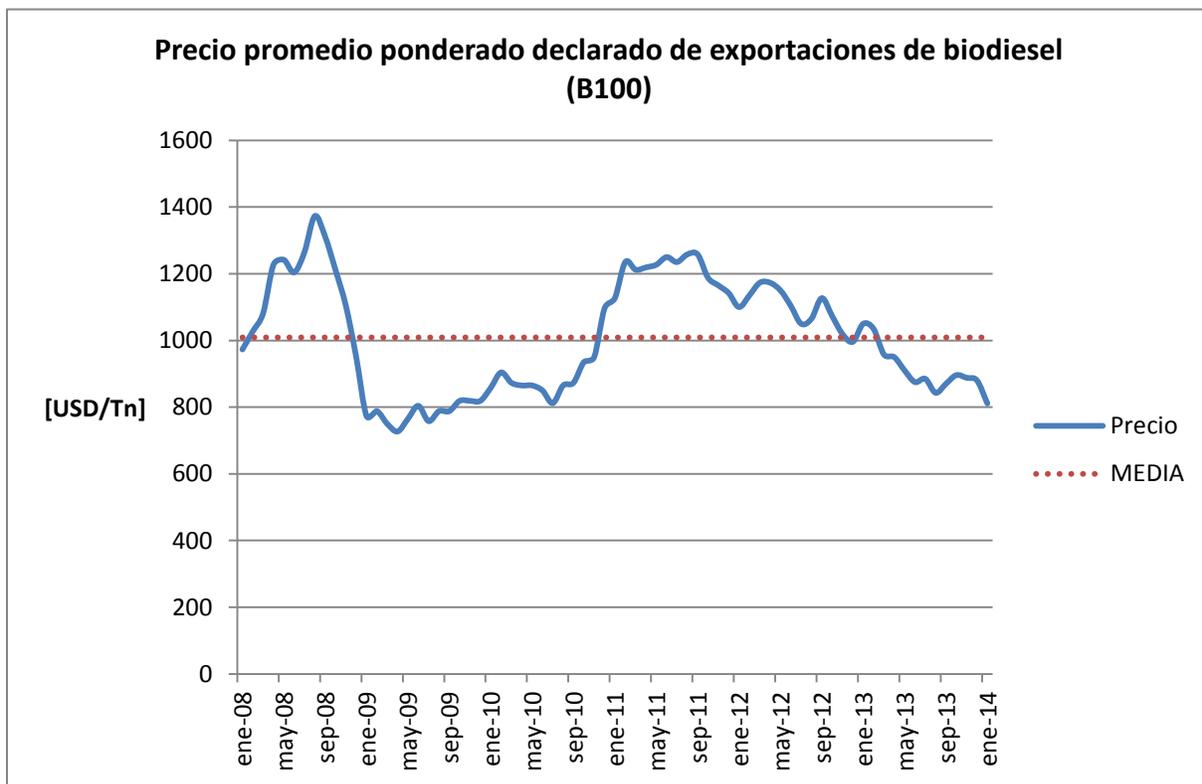


Gráfico 4.6: Precio del biodiesel de exportación. Fuente: AFIP

Teniendo en cuenta que el comportamiento del precio del biodiesel es muy oscilante y no sigue ningún tipo de tendencia alcista o bajista en el mediano plazo, se opta por utilizar la misma curva para aproximar los datos del futuro, utilizando como base el concepto de que este precio del biodiesel es solo una situación coyuntural y eventualmente debería subir para alcanzar precios más razonables. El establecimiento del precio se analizará más adelante.

#### 4.2.1 DESTINOS DE EXPORTACIÓN

Desde que nuestro país se convirtió en gran exportador de biodiesel, su principal cliente ha sido la Unión Europea. Tal es así que en el año 2010 el comercio con la UE abarcaba el 95% de las exportaciones de nuestro país, siendo los principales destinos España, los Países Bajos e Italia<sup>6</sup>.

Lamentablemente para la industria nacional, en Mayo de 2013 la Unión Europea decidió aumentar los aranceles al biodiesel proveniente de Argentina y de Indonesia alegando que ambos países exportaban el producto a precios inferiores a los costos de producción, es decir, que practicaban dumping. Estas medidas antidumping consistieron en aumentar los aranceles para Argentina entre un 6,8% y un 10,6% y para Indonesia hasta un 9,6%.

No conformes con estos aumentos, en octubre de 2013 se decidió realizar un nuevo aumento pero en este caso fue mucho más elevado ya que para nuestro país se situaron entre un 22% y un 25%.<sup>7</sup>. Estas medidas elevan a los aranceles entre 215 y 250 euros por tonelada y han hecho que Argentina busque nuevos destinos de exportación, diversificando los clientes y disminuyendo la cantidad de exportaciones a la Unión Europea.

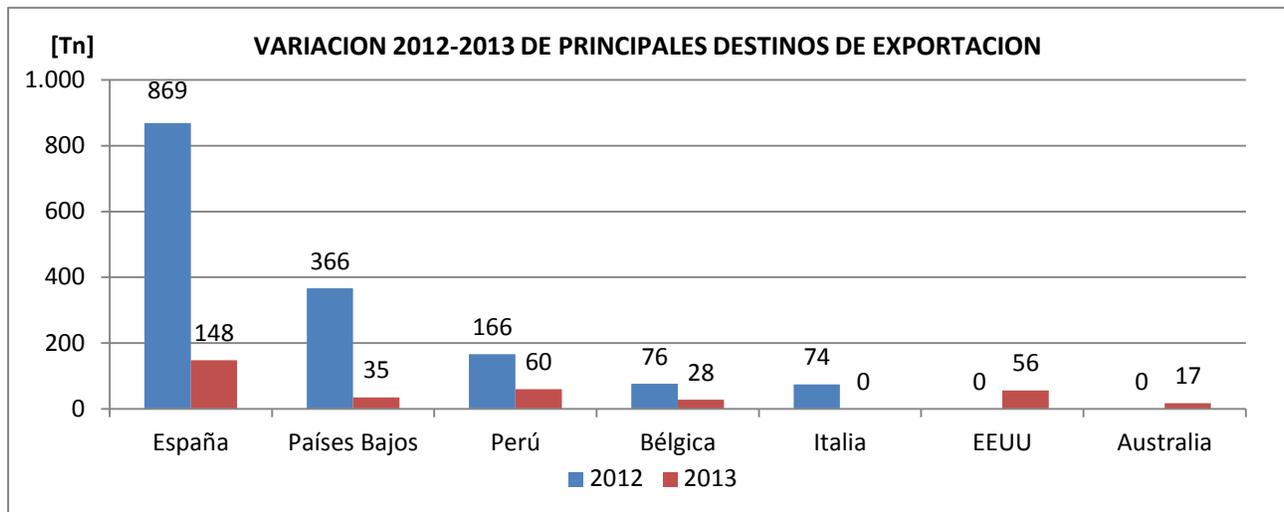


Gráfico 4.7: Variación de los distintos destinos de exportación

<sup>6</sup> Fuente: <http://www.cei.gov.ar/userfiles/cei%20NOTA%202012.pdf> (Agosto, 2013)

<sup>7</sup> Fuente: <http://www.ambito.com/noticia.asp?id=709988> (Julio, 2013)

En el gráfico anterior<sup>8</sup> se pueden observar nuevos destinos de exportación tales como Estados Unidos y Australia. Además de estos destinos, en agosto de 2013 se agregó un destino nuevo para las exportaciones argentinas: Taiwán. A este país asiático se exportaron 4.200 toneladas, inaugurando la comercialización de biodiesel entre ambos países.

#### 4.2.2 PRECIO INTERNACIONAL

La evolución del precio internacional, tal y como se explicó oportunamente en secciones anteriores, se aproximará a partir de los datos del pasado y también se analizará la relación entre este y el aceite de soja. Si se analiza esta relación, se puede crear un gráfico que plasme como varían ambos precios a lo largo del tiempo.

Como primera medida, se encontraron los precios del biodiesel y del aceite de soja argentino de exportación a partir de datos brindados por AFIP. Hecho esto, se realiza un gráfico que permite visualizar la evolución en el tiempo del precio de ambos commodities.

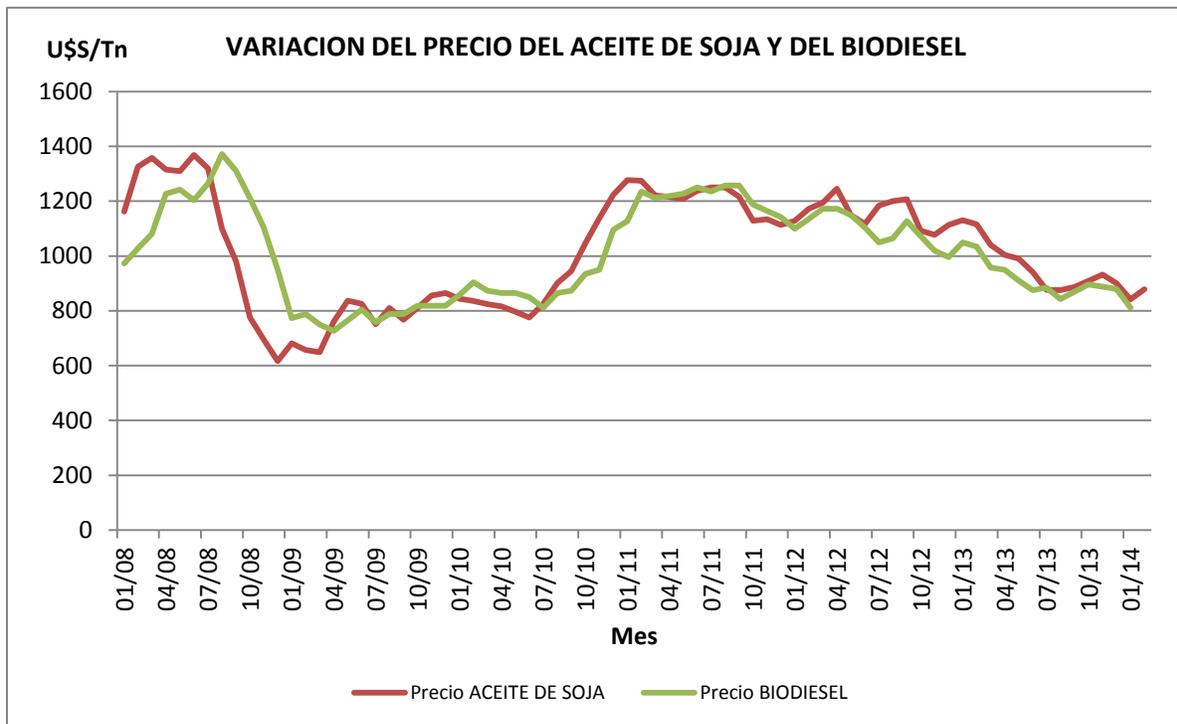


Gráfico 4.8: Variación del precio del aceite de soja y del biodiesel

Este gráfico deja sentada claramente la relación existente entre ambos productos. Se visualiza a las claras que, si bien los precios no son exactamente iguales, ambos suben y bajan durante los mismos periodos

<sup>8</sup> Elaboración propia en bases a datos de CARBIO y BAE.

de tiempo y tienen valores muy similares. Esto puede utilizarse para estimar el precio del biodiesel ya que existen diversos estudios<sup>9</sup> que pronostican, con mayor o menor error, el precio futuro del aceite de soja.

El inconveniente para la utilización de este método es que no existen demasiados valores futuros pronosticados. De esta forma se piensa en utilizar, además del precio del aceite, otro parámetro que se pueda vincular al precio del biodiesel y que tenga mayores estimaciones futuras. De esta forma se decide utilizar el precio del poroto de soja pensando en que este está directamente relacionado al precio del aceite de soja y por ende también lo está indirectamente asociado al precio del biodiesel. Esta relación se ve plasmada en el siguiente gráfico.

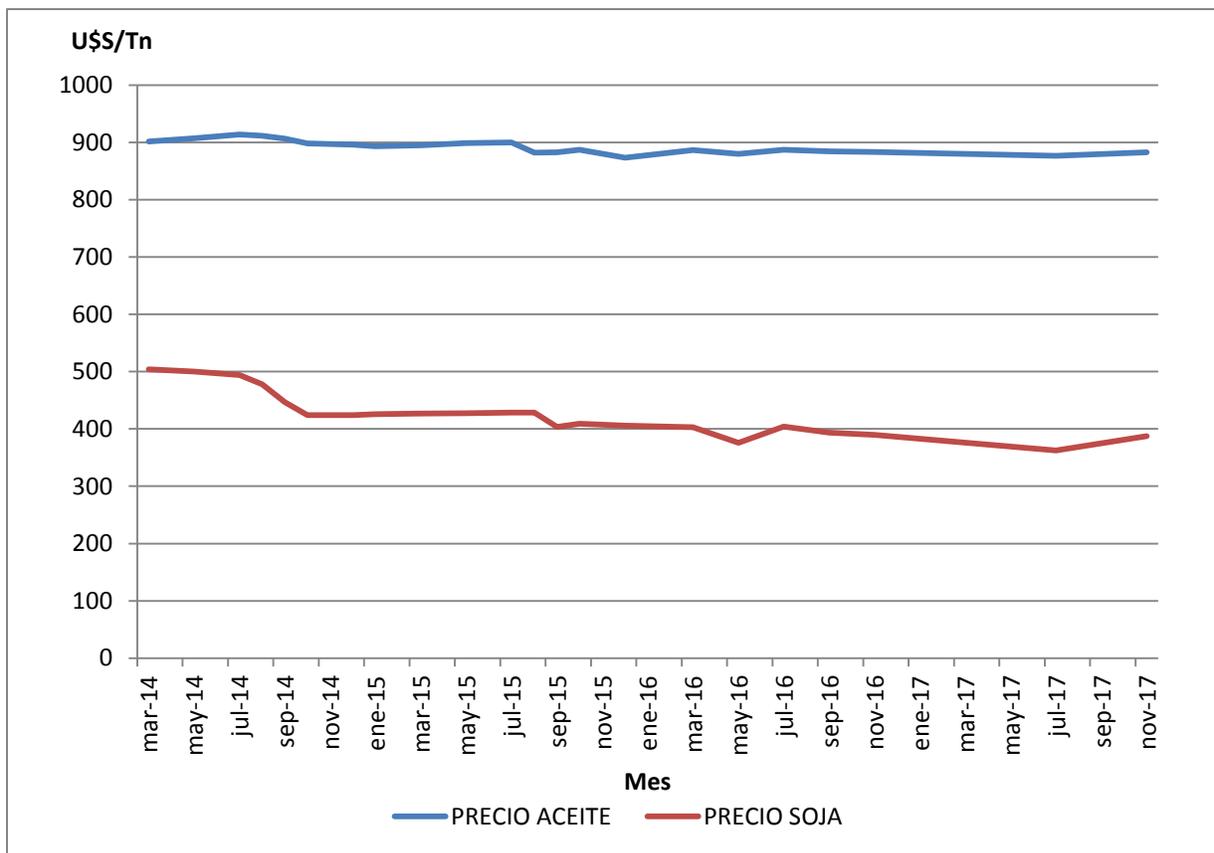


Gráfico 4.9: Variación del precio del aceite de soja y el poroto de soja.

<sup>9</sup> <http://empresasagrotop.cl/es/unidad/agrotopsf/precio/5/1/2014-07> (Marzo, 2014)

En este gráfico se pueden ver las estimaciones futuras del precio del aceite utilizando como datos de entrada los precios futuros estimados del poroto de soja. Para trazar este último gráfico se buscó si existía algún tipo de correlación lineal entre el precio internacional del poroto de soja y el precio internacional del aceite de soja. Para realizar esto, se calcula el coeficiente de correlación entre ambas variables. Este cálculo arroja un coeficiente  $R^2$  igual a 0,7404 que indica una relación moderadamente fuerte.

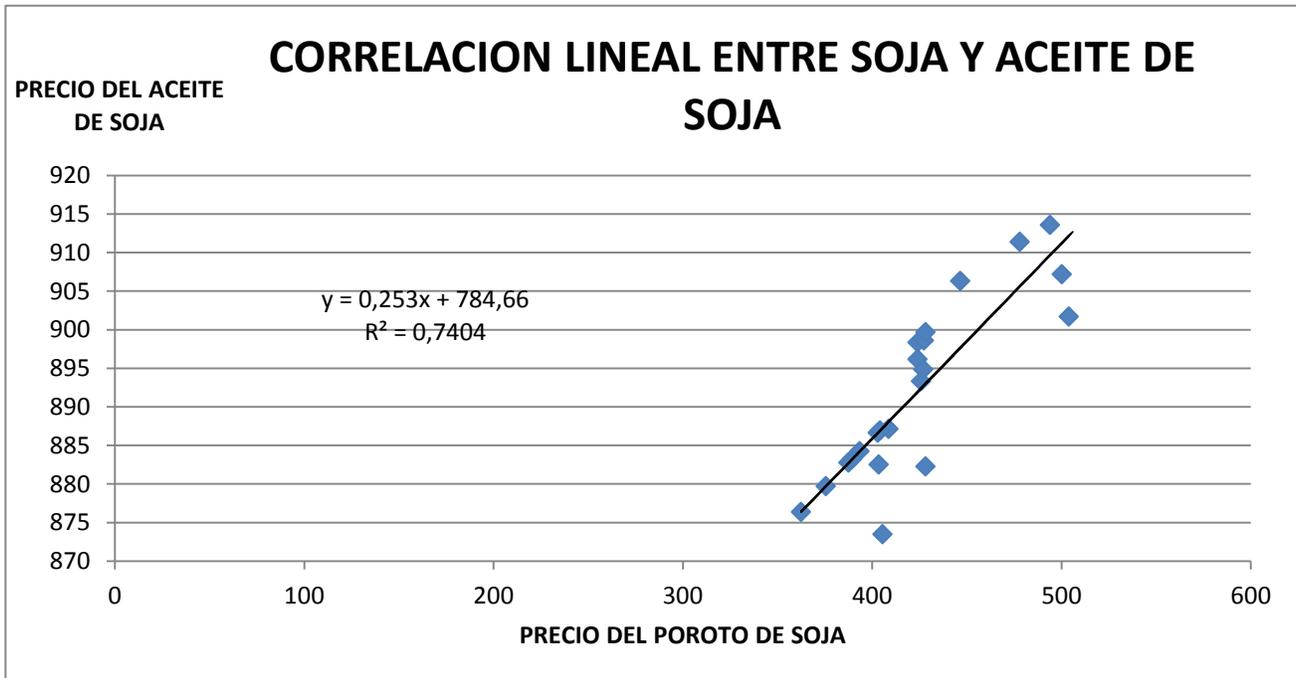


Gráfico 4.10: Correlación lineal ente el precio del poroto de soja y el aceite de soja

Se decide proceder con la estimación y se utiliza la ecuación  $y = 0,253x + 784,67$  calculada por el Excel como ecuación que regirá el modelo. En éste, la variable independiente es el precio del poroto de soja y la variable dependiente resulta entonces el precio del aceite. Luego, a partir de esta ecuación lineal, se podrán estimar los valores futuros del precio del aceite conociendo el precio futuro de la soja. Finalmente, como se dijo, se podrá estimar el precio del biodiesel asumiéndolo aproximadamente igual al valor del aceite.

Además, como la extrapolación puede arrojar errores importantes se realiza un breve análisis de sensibilidad para la variación de los parámetros. Para esto se efectuaron variaciones de 1% hasta llegar a un máximo de 5%. Para el parámetro que acompaña a “X” (pendiente del modelo) esto arroja los siguientes resultados (Tabla 4.10):

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

Tabla 4.10: Análisis de sensibilidad de la pendiente

PERIODO	1,00%	2,00%	3,00%	4,00%	5,00%
<b>MAR-16</b>	0,12%	0,23%	0,35%	0,46%	0,58%
<b>ABR-16</b>	0,11%	0,22%	0,33%	0,45%	0,56%
<b>MAY-16</b>	0,11%	0,22%	0,32%	0,43%	0,54%
<b>JUN-16</b>	0,11%	0,22%	0,34%	0,45%	0,56%
<b>JUL-16</b>	0,12%	0,23%	0,35%	0,46%	0,58%
<b>AGO-16</b>	0,11%	0,23%	0,34%	0,46%	0,57%
<b>SEP-16</b>	0,11%	0,23%	0,34%	0,45%	0,56%
<b>NOV-16</b>	0,11%	0,22%	0,33%	0,45%	0,56%
<b>JUL-17</b>	0,10%	0,21%	0,31%	0,42%	0,52%
<b>DIC-17</b>	0,11%	0,22%	0,33%	0,44%	0,56%

Evidentemente, para este parámetro, la sensibilidad del modelo no es demasiado importante. A continuación, se realizará el mismo análisis pero para la ordenada al origen del modelo.

Tabla 4.11: Análisis de sensibilidad de la ordenada al origen.

PERIODO	1,00%	2,00%	3,00%	4,00%	5,00%
<b>MAR-16</b>	-0,88%	-1,77%	-2,65%	-3,54%	-4,42%
<b>ABR-16</b>	-0,89%	-1,78%	-2,67%	-3,55%	-4,44%
<b>MAY-16</b>	-0,89%	-1,78%	-2,68%	-3,57%	-4,46%
<b>JUN-16</b>	-0,89%	-1,78%	-2,66%	-3,55%	-4,44%
<b>JUL-16</b>	-0,88%	-1,77%	-2,65%	-3,54%	-4,42%
<b>AGO-16</b>	-0,89%	-1,77%	-2,66%	-3,54%	-4,43%
<b>SEP-16</b>	-0,89%	-1,77%	-2,66%	-3,55%	-4,44%
<b>NOV-16</b>	-0,89%	-1,78%	-2,67%	-3,55%	-4,44%
<b>JUL-17</b>	-0,90%	-1,79%	-2,69%	-3,58%	-4,48%
<b>DIC-17</b>	-0,89%	-1,78%	-2,67%	-3,56%	-4,44%

Como se puede apreciar en la Tabla 4.11, aquí la relación entre la variación porcentual de la ordenada al origen y la variación porcentual del precio de venta del biodiesel es prácticamente la misma. Esto quiere decir que una variación de X% en el parámetro de la ordenada al origen determinará una variación aproximadamente igual a X% en el precio futuro del biodiesel.

Habiéndose realizado el análisis de sensibilidad se decide que el modelo es lo suficientemente consistente como para realizar las estimaciones. Los valores que fueron estimados (datos que se encuentran escritos en color verde) están incluidos en la Tabla 4.12, que tiene todos los datos que se utilizaron para

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCFyN

analizar el grado de correlación de ambas variables. Cabe aclarar que los valores de precio del aceite que derivan de valores sin datos del precio del aceite de soja (S/D) han sido estimados como un promedio entre el valor inmediatamente anterior y el valor inmediatamente posterior.

Tabla 4.12: Estimaciones del precio futuro del aceite de soja y del poroto

MES	PRECIO ACEITE	PRECIO SOJA
MAR-14	901,68	503,97
ABR-14	904,435	S/D
MAY-14	907,19	500,22
JUN-14	910,385	S/D
JUL-14	913,58	494,05
AGO-14	911,38	478,1
SEP-14	906,31	446,65
OCT-14	898,37	424,02
NOV-14	907,19	S/D
DIC-14	896,16	424,02
ENE-15	893,3	425,86
FEB-15	894,07	S/D
MAR-15	894,84	427,1
ABR-15	896,715	S/D
MAY-15	898,59	427,4
JUN-15	899,14	S/D
JUL-15	899,69	428,28
AGO-15	882,28	428,28
SEP-15	882,5	403,59
OCT-15	887,13	408,81
NOV-15	880,295	S/D
DIC-15	873,46	405,65
ENE-16	S/D	S/D
FEB-16	S/D	S/D
MAR-16	886,65	403,07
ABR-16	883,17	S/D
MAY-16	879,69	375,59
JUN-16	883,31	S/D
JUL-16	886,93	404,18
AGO-16	885,57	S/D
SEP-16	884,23	393,52
NOV-16	883,25	389,63
JUL-17	876,39	362,51
DIC-17	882,74	387,64

De esta forma, si tomamos los precios promedio conocidos para el biodiesel en todos los años resultan los siguientes:

Tabla 4.13: Precios promedio futuros de biodiesel

AÑO	PRECIO [USD/Tn]
2014	905,67
2015	890,17
2016	884,10
2017	879,56

Para completar la evaluación del proyecto en 5 años, se deberá buscar algún método para estimar el precio. En este sentido si se analizan los precios desde el año 2014 al 2017 se puede ver claramente la tendencia bajista de los mismos. Debido a esto se decide evaluar la correlación lineal entre el tiempo y el precio.

Al graficar estos puntos en un diagrama de dispersión y graficar la línea de tendencia lineal, se ve claramente que los datos se ajustan a la misma.

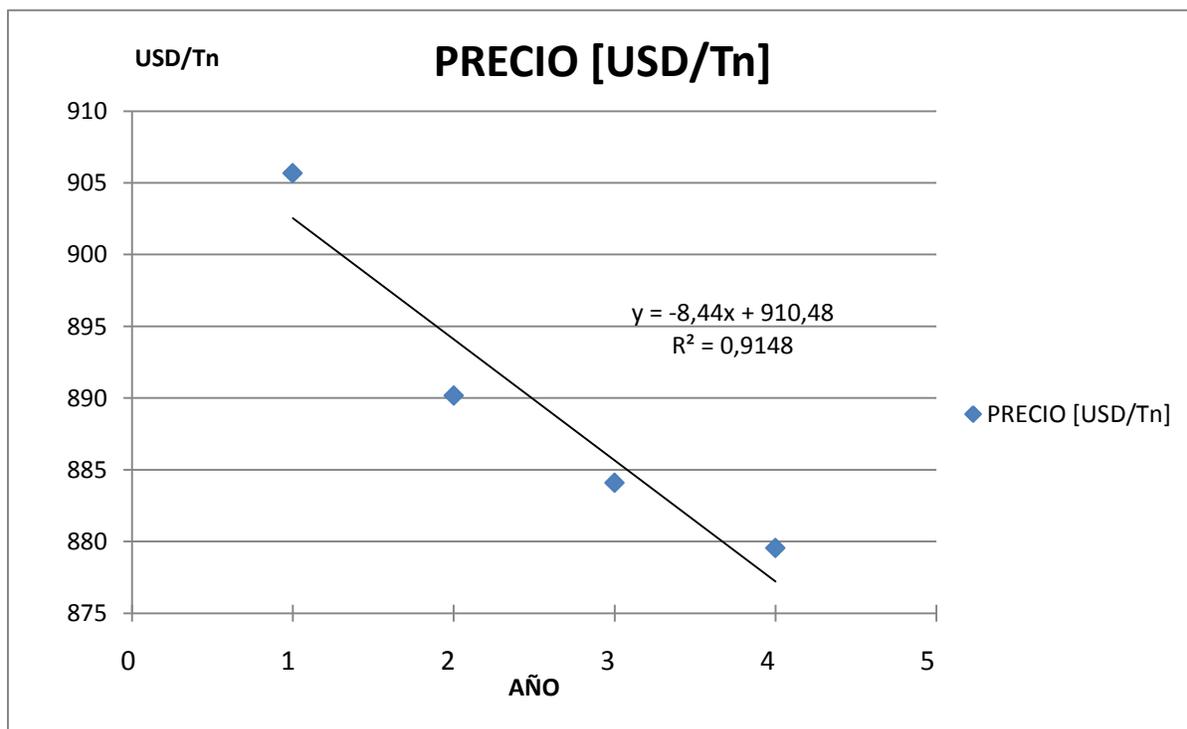


Gráfico 4.11: Correlación lineal entre precio y tiempo

Además, tal y como se ve en el gráfico, el índice de correlación  $R^2$  es igual a 0,91 lo que indica una muy fuerte tendencia lineal que en este caso es decreciente con el tiempo. Conociendo la ecuación que gobierna la línea y reemplazando el valor 2018 en lugar de “x”, podremos conocer cuál es el precio para ese año. Para

este caso resulta USD 869,08 por cada tonelada que se comercialice. Los precios a utilizar para la evaluación del proyecto en cada año son:

Tabla 4.14: Precio de exportación futuro estimado

AÑO	PRECIO [USD/Tn]
1	905,67
2	890,17
3	884,10
4	879,56
5	869,08

#### 4.2.2.1 TASA DE CAMBIO

Uno de los aspectos determinantes y claves del proyecto es realizar una correcta estimación del valor de cambio entre dólar y peso a lo largo de los años, principalmente porque el valor de los ingresos anuales estará expresado en dólares y por lo tanto una incorrecta estimación de este valor puede arrojar resultados no reales o engañosos del rendimiento del proyecto.

Como es de público conocimiento, estimar un valor futuro del dólar en el actual contexto nacional es toda una aventura. Debido a esto, lo que se propone es revisar cuál ha sido la devaluación anual promedio de los últimos años y proyectarla hacia el futuro. Cabe aclarar, que para este cálculo se dejan afuera devaluaciones puntuales como la realizada en Enero de 2014.

Tabla 4.15: Devaluación interanual promedio

FECHA	CAMBIO USD/ARS	DEVALUACIÓN ANUAL PROMEDIO
01/2008	\$ 3,16	-
01/2009	\$ 3,47	9,81%
01/2010	\$ 3,82	10,12%
01/2011	\$ 4,00	4,75%
01/2012	\$ 4,33	8,06%
01/2013	\$ 4,98	15,09%
01/2014	\$ 6,56	31,77%



Gráfico 4.12: Devaluación anual promedio

Habiendo calculado las devaluaciones por año, se decide realizar el promedio de la desvalorización del peso con respecto al dólar desde el año 2009 al 2008. De esta forma se halla que el promedio de devaluación anual entre los citados años es del 13,27%.

Aquí resulta oportuno aclarar que, para realizar la primera estimación del precio del dólar, se toma la cotización de mayo de 2014 que es de 8,0024 pesos por cada dólar estadounidense.

### 4.3 ESTIMACIONES Y PRONÓSTICOS PARA 2014

Para el año 2014, la Dirección de Informaciones y Estudios Económicos de la Bolsa de Comercio de Rosario, realizó una investigación<sup>10</sup> que permite recrear mediante simulación tres escenarios posibles para la industria del biodiesel en Argentina. Este estudio abarca tanto el mercado interno, que se ve favorecido por el incremento en la obligatoriedad del corte de biodiesel que pasa de 8% a 10% y también por la decisión de obligar a las centrales termoeléctricas a utilizar diesel con el corte de 10% para la producción de energía eléctrica, y también al mercado externo, que se ve perjudicado por la decisión de España de impedir el ingreso del biodiesel producido en nuestro país debido a políticas antidumping.

De esta forma, los escenarios resultan los siguientes:

- OPTIMISTA:

Con respecto al mercado externo, se exportaría durante el presente año una cantidad de biodiesel equivalente al doble de lo que se comercializó en el primer semestre de 2013, esto se

<sup>10</sup> <http://www.lacapital.com.ar/campo/Biodiesel-lo-que-se-viene-para-2014-20131226-0061.html> (Febrero, 2014)

desglosaría de la siguiente forma: Holanda (exportaciones por 164.000 toneladas); Bélgica-Luxemburgo (82.000 toneladas); Estados Unidos (114.000 toneladas); Perú (228.000 toneladas) y otras plazas (25.000 toneladas). Se considera que tampoco se permitirá el ingreso de biodiesel argentino a España. En total, serían aproximadamente alrededor de 1.200.000 o 1.300.000 toneladas de biodiesel exportadas.

Por su parte, para el mercado local se estima que la demanda alcanzará las 950.000 toneladas si se considera solamente el corte obligatorio de 8% que regía hasta Diciembre de 2013 y 450.000 toneladas más debido al aumento que lo eleva a 10% a partir de Enero de 2014.

- MODERADO

En relación a las exportaciones para el año 2014, este escenario plantea que, para Holanda y Bélgica-Luxemburgo se exportaría una cantidad equivalente al doble de lo comercializado en el primer semestre de 2013 (164.000 Tn y 82.000 Tn respectivamente). Sin embargo, para Estados Unidos y otros destinos se estima que la cantidad a exportar equivaldrá a la misma cantidad que en el primer semestre de 2013, es decir 70.000 Tn. Además se estima que a Perú se exportarán 160.000 toneladas, y que seguirá sin comercializarse biodiesel en España.

Para el mercado local, lo comercializado para cubrir el corte obligatorio sería similar a lo demandado en 2013 más la demanda extra generada por el mencionado aumento, alcanzando un total aproximado de 1.325.000 Tn.

- PESIMISTA

El estudio plantea que, bajo este escenario, no se realiza exportación alguna hacia el mercado europeo y Estados Unidos. Además, se estiman exportaciones a Perú por un total de 160.000 toneladas y a otros destinos por 12.000.

En lo que se refiere al mercado interno, la Dirección de Informaciones y Estudios Económicos de la Bolsa de Comercio de Rosario estima que la demanda interna será igual a la calculada para el escenario “Moderado”, es decir que será aproximadamente de 1.325.000 toneladas.

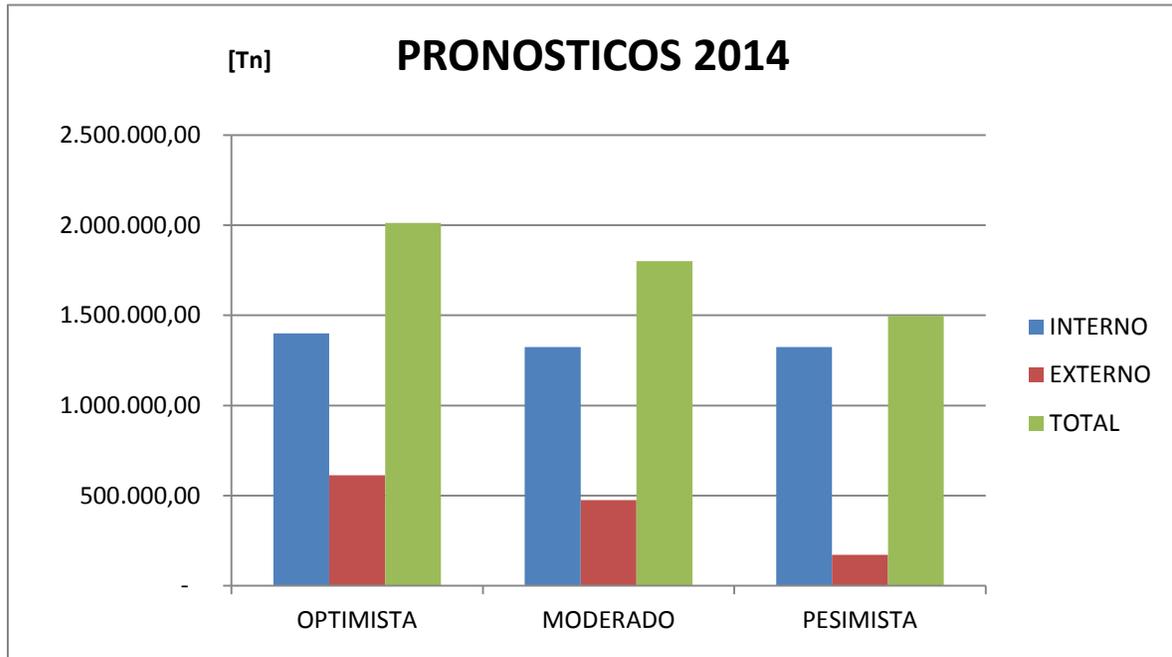


Gráfico 4.13: Producción en función del pronóstico

## 4.4 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

Para realizar la estimación de la demanda se decide analizar los datos históricos y también el contexto político-económico en el que se desarrollará el proyecto. Pensando de la forma mencionada, se dividirá el análisis en dos partes: análisis de datos históricos (nacionales e internacionales) y análisis del contexto político y económico (nacional e internacional).

### 4.4.1 ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS

Argentina tuvo, históricamente, un crecimiento constante en materia de ventas y producción de biodiesel. En el siguiente cuadro se presentan las exportaciones totales y las ventas totales en el mercado interno de los últimos siete años. Para estimar el crecimiento en función de estos datos, se realizará una estimación en función del promedio ponderado de los datos pasados otorgándoles mayor importancia en la ecuación a aquellos años más cercanos al presente.

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

Tabla 4.16: Producción y destino de ventas por año

PERIODO	PRODUCCIÓN EN TONELADAS	VENTAS LOCALES EN TONELADAS	EXPORTACIONES EN TONELADAS
2007	180.000	11.636	168.364
2008	712.066	24.421	687.645
2009	1.179.150	30.652	1.148.498
2010	1.814.902	508.275	1.306.627
2011	2.426.681	764.806	1.661.875
2012	2.455.138	897.327	1.557.811
2013	2.360.930	1.100.000	1.260.930

Se ha decidido que con cada año se incremente la ponderación en 40% con respecto a la del año anterior. De esta forma, si otorgamos al año 2007 el peso base de 1, la tabla resulta de la siguiente forma:

Tabla 4.17: Ponderación de la producción por año

PERIODO	PESO EN LA ECUACIÓN	VENTAS LOCALES EN TONELADAS	EXPORTACIONES EN TONELADAS	VARIACIÓN EN VENTAS LOCALES	VARIACIÓN EN EXPORTACIONES	PONDERACIÓN VENTAS LOCALES	PONDERACIÓN EXPORTACIONES
2007		11.636	168.364			0	0
2008	1,20	24.421	687.645	110%	308%	132%	370%
2009	1,44	30.652	1.148.498	26%	67%	37%	97%
2010	1,73	508.275	1.306.627	1558%	14%	-	24%
2011	2,07	764.806	1.661.875	50%	27%	105%	56%
2012	2,49	897.327	1.557.811	17%	-6%	43%	-16%
2013	2,99	1.100.000	1.260.930	23%	-19%	67%	-57%
	<b>11,92</b>			<b>297%</b>	<b>65%</b>	<b>384%</b>	<b>474%</b>

La ecuación para calcular el promedio de variación interanual en el volumen de las exportaciones es la siguiente:

$$\text{Variación Interanual Promedio} = \frac{\sum \text{Peso} * \text{Variación} \%}{\sum \text{Peso}}$$

Realizando este cálculo, las variaciones interanuales promedio resultan de:

- 27,71% para las ventas locales
- 22,14% para exportaciones

Para realizar el cálculo de variación anual de las ventas en el mercado nacional, se excluyó el incremento producido en el 2010 (que fue del 1558%) debido a que es un valor completamente extraño y fuera de rango ya que en ese año se implementó la obligatoriedad de incorporar un 5% de biodiesel en el

diesel convencional provocando un inusitado aumento en la producción local (es un valor 15 veces más grande que el siguiente mayor incremento). Además, se ve claramente que de haber hecho un promedio lineal para estimar el incremento, hubiese dado resultados completamente distintos e irreales ya que el incremento promedio anual hubiese sido del 45% para el mercado local y del 65% para las exportaciones. Estos valores son claramente no representativos de la realidad.

#### 4.4.2 ANÁLISIS DEL CONTEXTO POLÍTICO-ECONÓMICO

Tal y como se explicó previamente, no se puede someter el análisis a un mero análisis numérico dejando de lado la particular situación que atraviesa la industria nacional del biodiesel. Actualmente, los precios publicados por la Secretaría de Energía no son lo suficientemente buenos como para estimular un notable incremento en la producción para ventas nacionales. De hecho, el volumen de ventas en el país ha decaído en los últimos años. Con el contexto internacional ha pasado algo similar al realizar España una abultada suma en las retenciones al biodiesel argentino. Estos datos son claramente desalentadores para la industria del biodiesel. Sin embargo, el estado ha tomado algunas decisiones que tienden a favorecer a la industria nacional tales como eliminar retenciones a las exportaciones y aumentar el corte de biodiesel. Además, los datos de exportaciones de los últimos años muestran una tendencia a diversificar los mercados y poder compensar la baja en las exportaciones debido a las medidas españolas.

Todos estos datos hacen que en la realidad la variación interanual en el volumen de ventas sea probablemente menor al calculado. Teniendo en cuenta este análisis se decide ser prudente con las estimaciones de crecimiento del mercado y utilizar un crecimiento desdoblado del mismo. Se decide disminuir el porcentaje de variación de la producción estimado en un 20% para los dos primeros años y un 10% para los siguientes tres, alcanzando lo estimado luego del quinto año. Esto arroja las siguientes tasas de variación:

Tabla 4.18: Tasas de incremento estimadas a utilizar por año

AÑO	VARIACIÓN INTERANUAL PARA EL MERCADO INTERNO	VARIACIÓN INTERANUAL PARA LAS EXPORTACIONES	TASA DE INCREMENTO TOTAL
2014	22,17%	17,72%	39,89%
2015	22,17%	17,72%	39,89%
2016	24,94%	19,93%	44,47%
2017	24,94%	19,93%	44,47%
2018	24,94%	19,93%	44,47%
2019	27,71%	22,14%	49,85%
2020	27,71%	22,14%	49,85%
2021	27,71%	22,14%	49,85%
2022	27,71%	22,14%	49,85%
2023	27,71%	22,14%	49,85%
2023	27,71%	22,14%	49,85%

Conociendo cuáles son las variaciones interanuales en los niveles productivos se puede estimar cuáles serán los mismos para todos los períodos de evaluación del proyecto, resultando de la siguiente forma:

Tabla 4.19: Producción en función de los incrementos estimados anuales

AÑO	VENTAS INTERNAS [Tn]	EXPORTACIONES [Tn]
2013	1.100.000	1.260.930
2014	1.343.848	1.484.307
2015	1.641.753	1.747.255
2016	2.051.190	2.095.476
2017	2.562.737	2.513.097
2018	3.201.859	3.013.948
2019	4.088.773	3.681.236
2020	5.221.773	4.496.261
2021	6.668.726	5.491.734
2022	8.561.630	6.707.604
2023	10.876.589	8.192.667
2023	13.890.491	10.006.524

Estas cifras implican que la empresa, si quiere mantener su participación en el mercado año tras año, debería incrementar su producción al menos en el porcentaje que crece el mercado.

Evidentemente, la producción de la empresa estará delimitada por la cantidad de litros que se puedan recolectar. Esta cantidad es proporcional a la población total de la ciudad. Se determinará cuál es la población estimada de Córdoba para los próximos años en función de la última tasa de crecimiento anual estimada.

En función de datos del Censo 2010, se obtiene la tasa de crecimiento intercensal (entre 2000 y 2010) que es igual a 3,5%. Si esta tasa de crecimiento es la tasa de crecimiento acumulada a lo largo de diez años, la tasa de crecimiento media anual será este porcentaje dividido por la cantidad de años del período (diez en este caso).

Hay que tener en cuenta la tendencia bajista que tiene la tasa de crecimiento intercensal de la Ciudad de Córdoba. Esta tendencia se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 4.20: Tasa de crecimiento poblacional de la ciudad de Córdoba

	1914	1947	1960	1970	1980	1991	2001	2010
<b>Tasa de crecimiento intercensal</b>	44,5	29,3	31,5	31,1	21,1	13,2	8,92	3,5
<b>Variación</b>	-	-34%	8%	-1%	-32%	-37%	-32%	-61%

El promedio de decrecimiento de la tasa desde el año 1980 a la actualidad es de 66% por lo que entre 2010 y 2020 podemos estimar una tasa de crecimiento interanual del 1,16% y por ende una tasa de

crecimiento anual de 0,116%. La población de la ciudad, con la estimación de posible producción máxima resulta la siguiente:

Tabla 4.21: Población estimada y aceite diario disponible para reciclar

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Población</b>	1.329.064	1.330.606	1.332.149	1.333.695	1.335.242	1.336.790	1.338.341	1.339.894	1.341.448	1.343.004	1.344.562
<b>Aceite diario [L]</b>	29.904	29.939	29.973	30.008	30.043	30.078	30.113	30.148	30.183	30.218	30.253

Tal y como se ve, el crecimiento poblacional a lo largo de diez años es prácticamente despreciable y también lo es el aumento en la disponibilidad máxima diaria de aceite de cocina por lo que si se desea que el proyecto crezca en el mediano/largo plazo se deberán buscar formas y lugares alternativos de recolección del aceite usado.

## 4.5 GLICERINA

La glicerina es un subproducto de la producción de biodiesel, generándose aproximadamente entre 100 y 130 gramos por cada kilogramo de biodiesel producido. Es un producto que prácticamente carece de valor tal y como resulta del proceso de transesterificación del biodiesel y, de hecho, muchas veces directamente se lo trata como residuo. Esto deberá intentar evitarse ya que, al ser considerado un residuo peligroso por su altísima concentración de sales y su fuerte poder corrosivo, su gestión como residuo tiene un elevado costo para la empresa. Entonces, para no generar costos adicionales tratando la glicerina como residuo, se escoge comercializarla. La comercialización de la misma se puede llevar a cabo en cualquiera de los siguientes estados:

Tabla 4.22: Descripción de los distintos tipos de glicerina

<b>GLICERINA CRUDA</b>	Es el producto contenido en la corriente de salida del proceso de transesterificación y contiene una gran cantidad de metanol, agua, jabones, Ácidos Grasos Libres (AGL) y sales. Normalmente tiene un contenido de glicerol entre 40 y 88% en peso.
<b>GLICERINA TÉCNICA</b>	Es un producto de alta pureza con la mayoría de sus contaminantes completamente removidos. La concentración de glicerol debe ser del 80 % al 98%.
<b>GLICERINA USP</b>	Aquella que tiene una concentración de glicerol superior al 99,7%. Es la que cumple con la norma USP (United States Pharmacopeia) y el Food Chemicals Codex (FCC) y por lo tanto es apta para uso alimenticio, farmacéutico y cosmético.

Cada grado de pureza de la glicerina tiene distintas propiedades físico-químicas que se resumen a continuación<sup>11</sup>:

Tabla 4.23: Especificaciones y propiedades de cada tipo de glicerina

PROPIEDAD	GLICERINA CRUDA	GLICERINA GRADO TÉCNICO	GLICERINA REFINADA GRADO USP (99,7%)
<b>CONTENIDO DE GLICEROL</b>	40%-88%	98% mín.	99,7%
<b>CENIZA</b>	2% máx.	N/A	N/A
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	N/A	2% máx.	0,3% máx.
<b>CLORUROS</b>	N/A	10 ppm máx.	10 ppm máx.
<b>COLOR</b>	N/A	40 máx. (Pt-Co)	10 máx. (APHA)
<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>	N/A	1,262 (@25 °C)	1,2612 mín.
<b>SULFATO</b>	N/A	N/A	20 ppm Max.
<b>ANÁLISIS</b>	N/A	N/A	99%-101% (base seca)
<b>METALES PESADOS</b>	N/A	5 ppm máx.	5 ppm máx.
<b>COMPONENTES CLORADOS</b>	N/A	30 ppm máx.	30 ppm máx.
<b>RESIDUOS DE IGNICIÓN</b>	N/A	N/A	100 ppm máx.
<b>ÁCIDOS GRASOS Y ESTERES</b>	N/A	1 máx.	1.000 máx.
<b>AGUA</b>	12% máx.	5% máx.	0,5% máx.
<b>PH (SOLUCIÓN 10%)</b>	4-9	4-9,1	N/A
<b>RESIDUOS ORGÁNICOS</b>	2% máx.	2% máx.	N/A

Como se explicó anteriormente, la glicerina cruda tiene un precio muy bajo en el mercado internacional. Este bajo precio se debe básicamente a una saturación de su mercado debido a la alta oferta, impulsada principalmente por el exponencial crecimiento de la industria de biodiesel a nivel mundial. De hecho, en Estado Unidos, de 1995 a 2005 el precio bajó de U\$S 2.210 a U\$S 1.100 por tonelada (una reducción del 50%). En el mismo período en la Unión Europea el cambio en el precio fue de €1.500 a €500 por tonelada (cerca del 60% menos). Finalmente, en el 2011 se comercializó a U\$S 600 por cada tonelada.

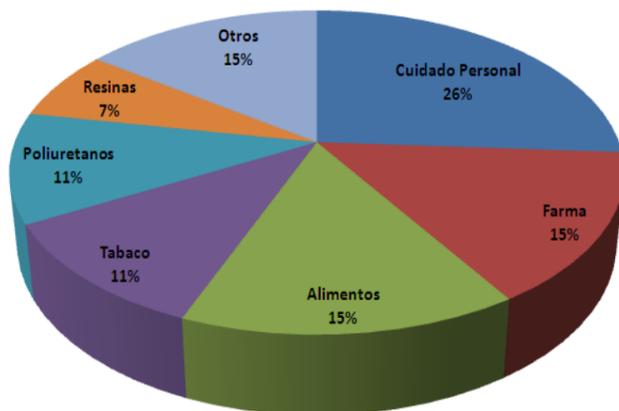


Gráfico 4.14: Principales usos de la glicerina

La glicerina refinada, si bien también tiene un precio con tendencia de baja, presenta una mejor perspectiva debido principalmente al crecimiento del mercado de la estética y cosméticos (cuidado personal), alimentos y al farmacéutico. Esto se ve claramente en el siguiente gráfico que entre los rubros de farmacia, cuidado personal y alimentos abarcan el 56% del mercado<sup>12</sup>. Además, la glicerina

<sup>11</sup> Fuente: [http://www.magatem.com.ar/index\\_archivos/Page14314.htm](http://www.magatem.com.ar/index_archivos/Page14314.htm)

<sup>12</sup> Fuente: [http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/presentaciones/Simposio\\_Bioeconomia\\_2013\\_20\\_Dehesa.pdf](http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/presentaciones/Simposio_Bioeconomia_2013_20_Dehesa.pdf)

refinada de grado USP no se vio tan afectada por la disminución de los precios debido a que su obtención es más costosa y por ende muchas compañías deciden directamente tratar a la glicerina cruda como residuo y no refinarla. Estos hechos generan que la oferta de glicerina USP sea inferior a la de glicerina cruda y por ende que su precio sea superior.

Si bien el precio mundial de la glicerina cruda viene con tendencia bajista en los últimos años, las perspectivas de crecimiento del mercado son razonablemente buenas. Según un estudio realizado por ICIS (Compañía que se encarga de realizar investigaciones para las industrias de energía, fertilizantes y químicos), la demanda global de glicerina cruda fue de 1,78 millones de toneladas en el 2009 y se incrementó a 1,88 millones en el 2010. El mercado global se espera que crezca con una Tasa de Crecimiento Anual Compuesto del 6,3% del 2012 al 2018. El siguiente cuadro muestra el crecimiento del mercado plasmado en volumen comercializado (en miles de toneladas) y en ingresos (en millones de dólares).

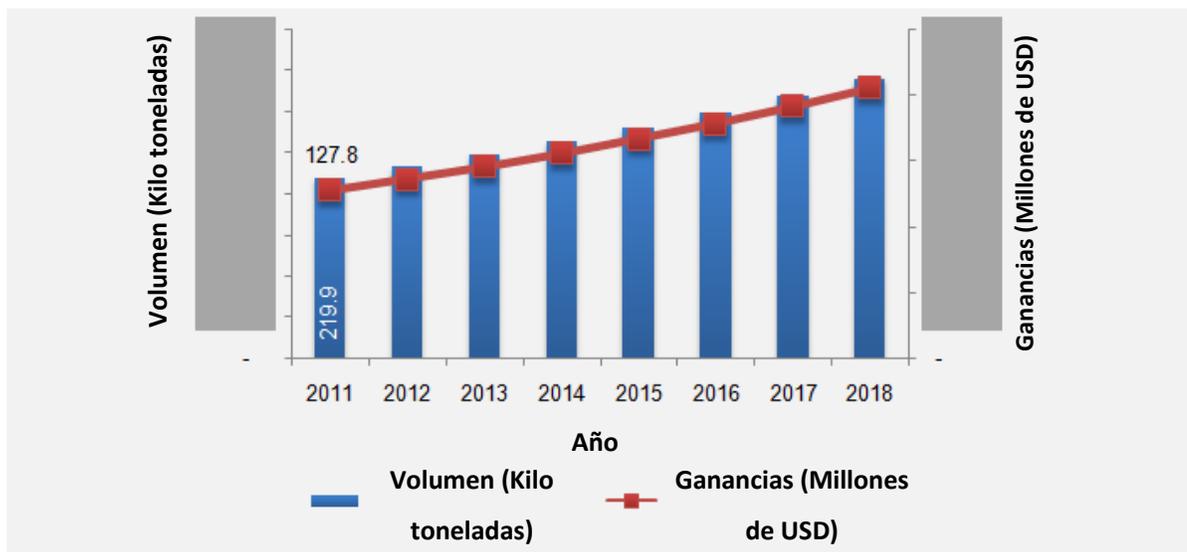


Gráfico 4.15: Crecimiento estimado del mercado de la glicerina. Fuente: ICIS, Resumen de Biocombustibles, Entrevistas Primarias, Investigación de Mercado Transparente.

En nuestro país comenzó a producirse glicerina refinada a mediados de 2007, alcanzando una exportación récord en el 2011 con un volumen de 69.100 toneladas comercializadas, cuyo principal destino fue Estados Unidos, tal y como se aprecia en el gráfico.

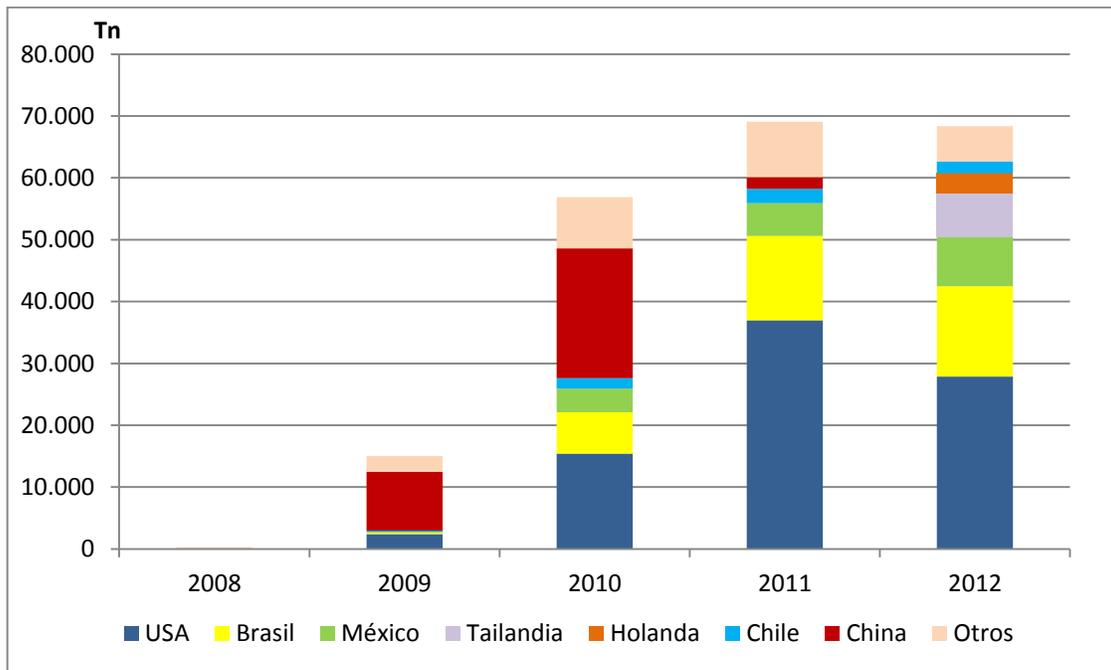


Gráfico 4.16: Principales destinos de la glicerina argentina

Habiendo recabado todos los datos anteriores, principalmente las estimaciones de volumen de glicerina y precio por tonelada para el futuro, decide establecerse cuáles serán los precios a utilizar en el proyecto para la glicerina. Es por esto que se utilizará como precio de venta de la glicerina: USD 580 y se lo mantendrá constante a lo largo de todo el proyecto.

## 4.6 PROVEEDORES

### 4.6.1 ACEITE

Tal y como se mencionó, este insumo será recolectado de restaurantes, casas de comida rápida, rotiserías y demás negocios gastronómicos de la ciudad. La idea del proyecto es generar relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores de este insumo clave de manera que la misma pueda mantenerse en el largo plazo y sea uno de los factores clave del negocio.

### 4.6.2 CATALIZADOR Y ALCOHOL

Si bien existe la posibilidad de realizar una catálisis ácida o una catálisis básica, se decide por emplear esta última por ser el método más convencional de producción debido a la facilidad de consecución del Hidróxido de Sodio (NaOH-Soda Cáustica) y también debido a que las máquinas de producción vienen por diseño preparadas para este tipo de catálisis. El alcohol a utilizar es metanol convencional (CH<sub>4</sub>O-Alcohol

metílico) y tanto para este insumo como para el catalizador, se ubicaron dos proveedores: uno en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el restante en la ciudad de Córdoba.

#### **4.7 PUNTOS CLAVE DEL CAPITULO**

- Se determinaron los puntos más importantes y relevantes del mercado interno.
- Se analizó el contexto internacional y los principales destinos de exportación.
- Se realizaron las estimaciones necesarias referentes al precio futuro del producto.
- Se realizó un breve estudio de los posibles proveedores a utilizar.

---

# ESTUDIO TECNICO

---

## 5. ESTUDIO TÉCNICO

### 5.1 INTRODUCCIÓN AL PROCESO

El biodiesel es un biocombustible que se obtiene a partir de aceites o grasas, luego de procesos industriales de esterificación y transesterificación o sólo transesterificación. Es, según la definición brindada por la American Society for Testing and Materials (ASTM), el “éster monoalquílico de cadena larga de ácidos grasos derivados de recursos renovables, como por ejemplo aceites vegetales o grasas animales, para utilizarlos en motores Diesel”. Para comprender mejor la definición anterior, vale aclarar que los ésteres son compuestos orgánicos de la forma  $R-C(O)-OH$  que se derivan de ácidos orgánicos o inorgánicos. Lo que se indica con “OH” en la fórmula puede ser cualquier tipo de grupo. Para este caso, el hecho de que sea monoalquílico indica que tiene asociado un solo grupo alquilo a la cadena principal.

Si se realiza una descripción general del proceso de producción de biodiesel, podemos resumir al mismo en dos etapas principales:

1. La conversión de la materia prima en aceite vegetal
2. La conversión del aceite vegetal en éster.

Para el caso del proyecto en cuestión la primera etapa no aplica ya que el aceite ya se ha obtenido a partir de la recolección desde restaurantes, rotiserías, hoteles, cafeterías y demás; por ende, lo único que interesa es la segunda etapa: la transformación del mismo en éster.

De esta forma, el proceso de producción de biodiesel a partir de aceites vegetales usados se puede resumir de forma básica de la siguiente manera:

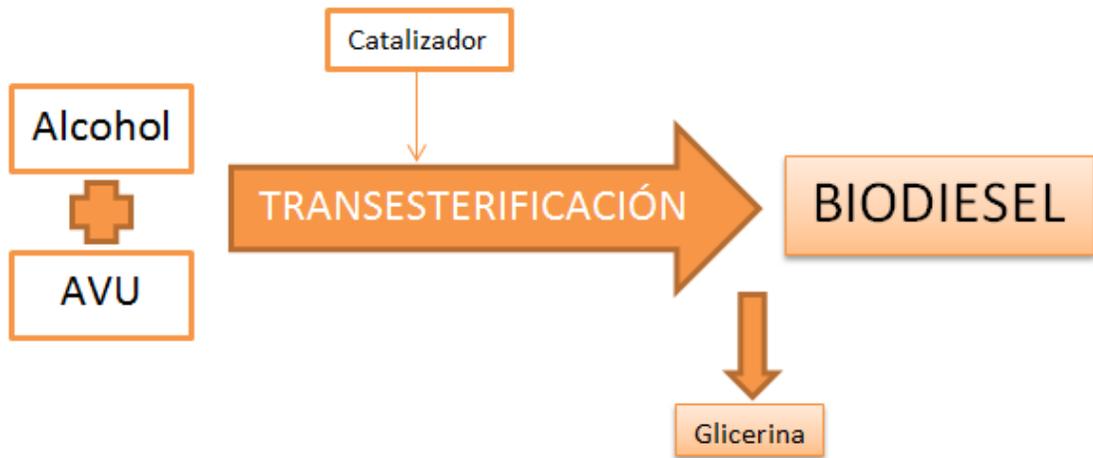


Imagen 5.1: Esquematización del proceso de producción del biodiesel

A continuación se describirán con mayor detalle cada uno de los procesos que se suceden para la producción de biodiesel.

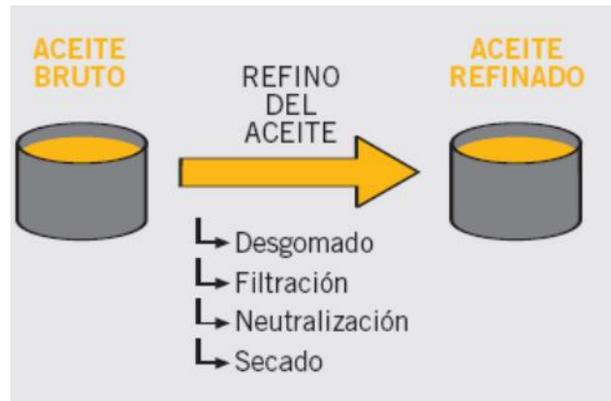


Imagen 5.2: Refinación del aceite crudo

Esta imagen describe, de una forma general que luego será ampliada, el proceso de obtención del aceite refinado que será una de las bases para el proceso de transesterificación. Cabe aclarar que este aceite, si bien se considera como refinado, no tiene la calidad que puede llegar a tener un aceite refinado que se utiliza para consumo humano.



Imagen 5.3: Esquematación del proceso de transesterificación

La imagen anterior es una esquematización simple de la reacción de **TRANSESTERIFICACIÓN**. A la izquierda se muestran los inputs del proceso (aceite refinado, catalizador y metanol/alcohol) y a la derecha los outputs (De fase éster: como éster metílico, tri, di y monoglicérido, ácidos grasos libres y metanol. Y también los que se agrupan dentro de la fase glicerina tales como glicerina, jabón, catalizador, agua y el ya mencionado metanol). En el centro se ve y a modo de caja negra, la reacción de transesterificación que da origen a los outputs mencionados y que se explicará más adelante.



Imagen 5.4: Esquematación de los procesos posteriores a la transesterificación

Finalmente, se muestra el proceso final que da origen al biodiesel a partir de los outputs del proceso de transesterificación. Estos últimos entran en una etapa denominada **SEPARACIÓN**, donde se separan los componentes de la fase éster de los de la fase glicerina. Los que se han agrupado dentro de la fase éster, se

los lleva a un proceso de **PURIFICACIÓN** que involucra agua y sales minerales como inputs y se obtiene el tan buscado biodiesel como output, además de agua, éster metílico e impurezas como desechos.

Como se mencionó, el principio del proceso de producción de biodiesel se da a partir de la refinación del aceite. Este puede utilizarse en tres estados de pureza o calidad: refinado, crudo o usado. El aceite que para los fines de la producción se considera como refinado tiene un grado de pureza tal que puede ser incorporado en el proceso de transesterificación directamente. El aceite crudo necesita pasar por un proceso que le permita obtener una calidad adecuada para ser transesterificado. Por último, el caso del aceite vegetal usado, que es en definitiva el importante a los fines de este proyecto, es un caso mucho más complejo que los anteriores y se abordará más adelante.

El aceite es, de hecho, el factor más importante a tener en cuenta para la producción de biodiesel en lo que a costos se refiere. Tal es así que representa alrededor del 60% o 75% del costo final del biocombustible. Es debido a esto, que permanentemente se realizan investigaciones con respecto a este factor para tratar de buscar materias primas que permitan abaratar mucho el costo de producción. Teniendo en cuenta la importancia del aceite en el costo final del biodiesel, resulta muy ventajoso (en cuestiones estrictamente de costos de adquisición) el uso del aceite vegetal usado porque es mucho menos oneroso que el aceite refinado.

La facilidad de obtención de un biodiesel de calidad, está directamente relacionada con la pureza de la materia prima, y principalmente, con la pureza del aceite vegetal que se use en la transesterificación. Es en este punto donde radica la mayor debilidad con respecto al empleo de aceite que ha sido utilizado para frituras. Para determinar el grado de calidad que tiene el aceite, el número de ácidos grasos libres que posea resulta un parámetro fundamental. Cuanto mayor sea la concentración de estos, menos útil será el aceite para la producción de biodiesel o más costoso será su procesamiento. Un aumento en el porcentaje de ácidos grasos favorece la oxidación del combustible aumentando mucho la probabilidad de producir corrosión en los motores de los vehículos. El aceite usado para freír, tiene un contenido de ácidos grasos y un nivel de degradación mucho más alto que el del aceite sin usar, por lo que hay que realizarle procesos previos para elevar su calidad a los fines de que pueda ser utilizado para la producción.

El proceso global e íntegro de producción, desde que el aceite llega a la planta hasta su final procesamiento se podría separar en tres grandes etapas:



Imagen 5.5: Resumen de la transformación del aceite

## 5.2 CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL ACEITE

Debido a las diferentes impurezas y deficiencias que puede llegar a presentar el aceite de cocina usado en la producción del biocombustible es que, antes de realizar la transesterificación, es necesario realizarle diferentes tipos de procesos al aceite, en función de la concentración de ácidos grasos que contenga el mismo y también en función de otras variables que se explicarán más adelante. Con respecto a los tratamientos a realizar en función del grado de acidez del aceite, el INTI recomienda realizar tres tipos de procesos (Plantas de biodiesel de aceite vegetal usado. Condiciones técnicas para la aprobación INTI de plantas discontinuas para consumo, 2010), clasificados de la siguiente forma:

1. Acidez mayor al 5% [mgKOH/gr]: puede tratarse si se cuenta con la tecnología necesaria para realizar una fase de esterificación ácida antes de realizar la usual fase de esterificación básica.  
Operaciones a realizar: Tamizado, decantación, depósito, mezclado con lotes de menor acidez, neutralización, decantado /lavado/decantación, secado y filtrado.
2. Acidez del 2 al 5%.  
Operaciones a realizar: Tamizado, decantado, neutralización, decantado, lavado, secado y filtrado.
3. Acidez menor al 2%. Uso directo.  
Operaciones a realizar: Tamizado, decantado, lavado, secado y filtrado

En general, se cumple que el grado de acidez está directamente en función del origen de la materia prima a utilizar. Esto se ilustra en la Tabla 5.1:

Tabla 5.1: Grado de acidez de la materia prima en función del origen

ACIDEZ APROXIMADA DE ALGUNAS MATERIAS PRIMAS	
MATERIA PRIMA	RANGO DE ACIDEZ
Aceites de cocina usados	2-7%
Grasas animales	5-30%
Grasa de trampas de grasa	Cerca de 100%

A partir de la tabla anterior, podemos decir que los aceites que se utilizarán en el proyecto entrarán (generalmente) dentro de los grupos 1 o 2 y deberá realizárseles esos tipos de tratamientos previos. Igualmente, se les deberá hacer algunos ensayos para determinar de forma certera el contenido de ácidos grasos libres y poder definir qué proceso se le aplicará a cada lote de AVU's.

Para llegar a conocer el grado de concentración de ácidos grasos en el aceite, se lleva a cabo un ensayo conocido como volumetría ácido-base (o valoración o titulación ácido-base). Este es un proceso en el cual la solución estándar (del patrón primario de comparación) se combina con una solución de concentración desconocida (el aceite en este caso) con el fin de determinarla. De esta forma conociendo cuánta solución básica se usa para neutralizar el aceite, se puede conocer la concentración de ácidos presentes en el mismo.

Pero la cuantía de ácidos grasos libres no es la única variable a analizar a la hora de utilizar cualquier tipo de aceites. También es importante conocer la concentración de agua, la concentración de materiales sólidos en suspensión, el índice de yodo, y otros parámetros de relevancia. Los AVU's tienen, además de una alta concentración de ácidos grasos, una alta concentración de agua y de material sólido en suspensión. Por esto, el INTI recomienda como tratamientos iniciales realizar una filtración gruesa, una decantación y la eliminación de agua residual. Estas etapas se deben realizar con el equipo adecuado y brindándole un tiempo suficiente como para que la separación se realice de forma adecuada.

Tal y como se explicó, los distintos lotes de aceite que se van recibiendo deberán ser analizados para determinar su grado de pureza y poder, de esta forma, establecer el tipo de tratamiento a realizarle para dejarlos en las condiciones óptimas para su posterior procesamiento. Es así que, en función de la acidez que posea, se deben realizar distintos procesos tales como neutralización, eliminación de agua, lavado, desgomado y secado.

Los distintos análisis a realizarle a los aceites son en general los siguientes:

### 5.2.1 Índice de acidez (IA)

El índice de acidez es el número de mg de KOH necesario para neutralizar los ácidos grasos libres de 1g de aceite (es decir, aquellos que no se encuentran unidos a un glicérido). Se determina mediante la titulación o valoración del aceite disuelto en alcohol con una solución estándar de KOH. Un valor elevado para este

índice muestra que el aceite contiene una alta cantidad de ácidos grasos libres, ya que ha sufrido un alto grado de hidrólisis.

Los aceites crudos y los usados previamente en frituras, comúnmente tienen un contenido de ácidos grasos libres significativamente superior al 2%. Este índice es particularmente importante para el proceso de producción de biodiesel, ya que los ácidos grasos libres reaccionan con el catalizador de la transesterificación (NaOH ó KOH) formando jabones (saponificación), lo cual lleva a un menor rendimiento en la producción. La saponificación no sólo consume el catalizador necesario para la transesterificación, sino que además los jabones producidos promueven la formación de emulsiones que dificultan la purificación de biodiesel.

### 5.2.2 Índice de yodo (IY)

El índice de yodo es el número de miliequivalentes o partes de yodo absorbido por 100 partes de peso de sustancia (aceite). Este valor da una idea del número de insaturaciones de los ácidos grasos en el aceite. Un aceite totalmente saturado poseerá un IY = 0, mientras que a mayor cantidad de insaturaciones se fijará en ellos una cantidad proporcional de yodo, incrementándose este índice. El grado de insaturación del aceite es importante para la producción de biodiesel por tres razones

- 1) Porque está relacionado con el punto de fusión del mismo. A mayor cantidad de insaturaciones, el punto de fusión del aceite será menor. Dado que las insaturaciones de los ácidos grasos se mantienen luego de la transesterificación, el punto de fusión del biodiesel está relacionado al del aceite de procedencia.
- 2) A mayor grado de insaturación del aceite se obtendrá un biodiesel con menor índice de cetano, propiedad importante para la calidad de la combustión en el motor porque establece el retraso que existe entre la inyección del combustible y su posterior combustión. Así es que a mayor número de cetano, mayor retraso en la combustión y por ende menor calidad en la misma.
- 3) Los aceites insaturados tienden a oxidarse más fácilmente debido a la escasez de átomos de hidrógeno en su composición. En los puntos donde se encuentran las insaturaciones, las cadenas son atacadas por el oxígeno, dando lugar a la formación de peróxidos y, a partir de éstos, de polímeros entre las distintas cadenas de ácidos grasos. Estos polímeros, en el biodiesel, llevan a la formación de depósitos sólidos en el motor o al deterioro del aceite lubricante. Este efecto se incrementa a mayor cantidad de insaturaciones presentes en el ácido graso, y por lo tanto a mayor índice de yodo.

Además de estos ensayos que deben realizarse al aceite para conocer su calidad y decidir a qué proceso someterlo, existen diversas sustancias que influirán en la posterior producción de biodiesel o sino en el desempeño de este al momento de su utilización en el motor del automóvil.

### 5.2.3 Material insaponificable

El material insaponificable comprende todos los compuestos que contiene el aceite o grasa que no reaccionan con KOH para producir jabones, es decir, que no son ácidos grasos o glicéridos pero que son solubles en solventes orgánicos (y no en agua). Entre las materias insaponificables más comúnmente encontradas en aceites están diferentes compuestos que contienen fósforo, como fosfolípidos y fosfátidos. El fósforo frecuentemente forma parte de moléculas de lecitina, que es un muy buen emulsificante (sustancia que favorece la formación de mezclas estables entre grasas o aceites y agua).

Entonces, si el aceite tiene un alto contenido de fósforo, se formarán emulsiones durante el proceso de decantación (separación de la glicerina luego de la transesterificación) y durante el lavado del biodiesel, lo cual lleva finalmente a pérdidas en el rendimiento del proceso. En teoría, un contenido de hasta 20 ppm de fósforo es aceptable para la producción de biodiesel, sin embargo, ciertas experiencias muestran que niveles de 3 a 4 ppm son adecuados, y con 5 a 6 ppm ya se presentan problemas mayores de emulsión. Un control de este parámetro en cada lote de aceite recibido para la producción de biodiesel es altamente recomendable.

### 5.2.4 Insolubles y agua

El contenido de insolubles del aceite debe mantenerse lo más bajo posible (menor a un 0,8% para que el biodiesel cumpla con las especificaciones europeas). Estas sustancias no participan en el proceso de transesterificación, pero permanecen en el éster (el biodiesel), y representan impurezas en el combustible una vez producido el mismo.

El contenido de agua en un aceite es importante porque el agua produce la hidrólisis de los triglicéridos: reacciona con las uniones entre el glicerol y los ácidos grasos y las rompe, produciendo ácidos grasos libres, mono y diglicéridos y/o glicerol. La hidrólisis resulta acelerada por las altas temperaturas y presiones y una excesiva cantidad de agua. Esta reacción de hidrólisis se da mucho en la preparación de alimentos fritos, donde la fritura puede estar a una temperatura de 177°C y el alimento que se fríe tiene un alto contenido de agua, como es el caso de la fritura de las papas fritas.

Durante la transesterificación, la presencia de agua puede causar la saponificación de los ésteres y consumir el catalizador, reduciendo su eficiencia. La presencia de agua tiene un efecto aún más negativo que la de ácidos grasos libres, por lo que debe mantenerse por debajo de un 0,06%.

### 5.2.5 Características de aceite ideal

Habiendo aclarado debidamente cuáles son los efectos de las diferentes concentraciones de sustancias en los aceites, está aceptado que el mejor aceite para producir biodiesel es aquel que se acerque lo más posible a las siguientes características:

- **Bajo contenido de ácidos grasos libres** para simplificar el proceso (evitar tratamientos previos), maximizar su eficiencia y rendimiento y reducir las pérdidas en forma de jabones.
- **Bajo contenido de insaponificables** (especialmente gomas y fosfolípidos), porque estas sustancias pueden dar lugar a menores rendimientos en la producción de biodiesel y a la formación de impurezas y depósitos durante su combustión en el motor.
- **Bajo contenido de agua** (esto se presenta principalmente al trabajar con AVU's por lo que este parámetro es de suma importancia). Porque el agua favorece la formación de ácidos grasos libres y de jabones.
- **Bajo contenido de fósforo**, para evitar emulsiones durante el proceso de producción y purificación del biodiesel, y la posterior formación de insolubles que constituyen impurezas en el combustible.
- **Bajo índice de yodo**. Cuanto menor sea el índice de yodo mayor será la estabilidad del combustible y éste podrá ser almacenado durante más tiempo tanto antes de su uso, tanto en almacenes como en el mismo motor sin sufrir degradación. Pero a menor índice de yodo, el combustible empezará a cristalizar (solidificar) a mayores temperaturas, impidiendo su uso en climas fríos.

## 5.3 PROCESOS DE REFINACIÓN PRE-TRANESTERIFICACIÓN

Una vez que el aceite ha sido caracterizado y se conocen las propiedades que este tiene, se puede proceder a determinar el tipo de pretratamiento que se le realizará. A continuación se describirán los diferentes tipos de tratamiento que se le pueden realizar. Todos estos se usan para refinar el aceite en cuanto sea posible. Básicamente estos tratamientos que se realizan para refinar el aceite, persiguen los siguientes objetivos:

- **Eliminar gomas**, que podrían resultar en formación de emulsiones durante el proceso.

- **Eliminar fosfátidos**, de manera que los efluentes del proceso no tengan fosfatos y se reduzcan sus costos de tratamiento.
- **Eliminar ácidos grasos libres**, para facilitar la transesterificación y posteriormente la purificación de la glicerina.
- **Eliminar ceras**, para mejorar el desempeño en frío del biodiesel.
- **Eliminar otros contaminantes**, y obtener una mejor calidad de la glicerina.
- Esta refinación parcial (pretratamiento) puede incluir los siguientes procesos:
  - Neutralización (en los aceites con alta acidez, como el de palma); Lavado (para eliminar residuos de la neutralización).
  - Secado (para eliminar el contenido de agua).

A continuación se presentarán los distintos procesos para alcanzar los objetivos descritos anteriormente y poder obtener un aceite con las propiedades adecuadas como para poder producir biodiesel de una buena calidad.

### 5.3.1 Neutralización, lavado y secado

Aceites con un contenido de hasta 5% de ácidos grasos libres pueden ser procesados con catálisis alcalina añadiendo mayor cantidad de catalizador para compensar las pérdidas en el jabón. El jabón que se produce es eliminado en el glicerol y/o durante el proceso de lavado con agua, y la única desventaja de este proceso es la pérdida de materia prima en jabones en lugar de biodiesel.

Aceites con más del 5% de ácidos grasos libres (AGL) no deberían ser transesterificados por catálisis alcalina, porque los jabones inhibirían la separación del biodiesel de la glicerina y además llevarían a la formación de emulsiones durante el lavado. Para superar este problema existen dos alternativas: la neutralización del aceite (que se describe a continuación) o la esterificación ácida de los ácidos grasos libres.

La **neutralización** consiste en hacer reaccionar el aceite con una sustancia alcalina como el hidróxido de sodio para eliminar los ácidos grasos libres, responsables de su acidez. El aceite se calienta a 85°C (en caso de aceites muy ácidos a 65°C) y se aplica hidróxido de sodio diluido en una cantidad tal que neutralice los ácidos en el aceite y con un exceso que favorezca la separación de los jabones y evite la formación de emulsiones. Este exceso puede variar entre 10% y 30% para aceites de baja acidez (hasta 1%) y entre 30% y 50% para aceites de alta acidez.

Cuando el álcali reacciona con los ácidos grasos libres (AGL), el resultado es un jabón. Este jabón se separa luego centrifugando la mezcla de grasa y jabón. Después viene la etapa de **lavado**, en la que el aceite

se lava con agua una o dos veces para eliminar las últimas trazas de jabón y se centrifuga nuevamente. Finalmente, en el **secado** el material refinado se seca en un secador de vacío para eliminar el agua residual.

### 5.3.2 Filtrado y secado

Si la materia prima es algún aceite crudo, o aceite usado previamente en frituras, es posible que contenga humedad e impurezas sólidas. Para el caso de la humedad, es necesario secar el aceite mediante evaporación al vacío o mediante el uso de sales absorbentes. Esto se realiza calentando el aceite hasta alrededor de 90°C por cerca de una hora y media. Para separar las impurezas sólidas, basta un proceso de filtrado en caliente antes de la transesterificación.

## 5.4 PROCESO DE PRODUCCIÓN FINAL

En la siguiente imagen se puede visualizar el proceso de producción de biodiesel desde el comienzo hasta su fin, incluyendo procesos secundarios para aumentar la eficiencia del mismo y reutilizar materias primas y productos derivados.

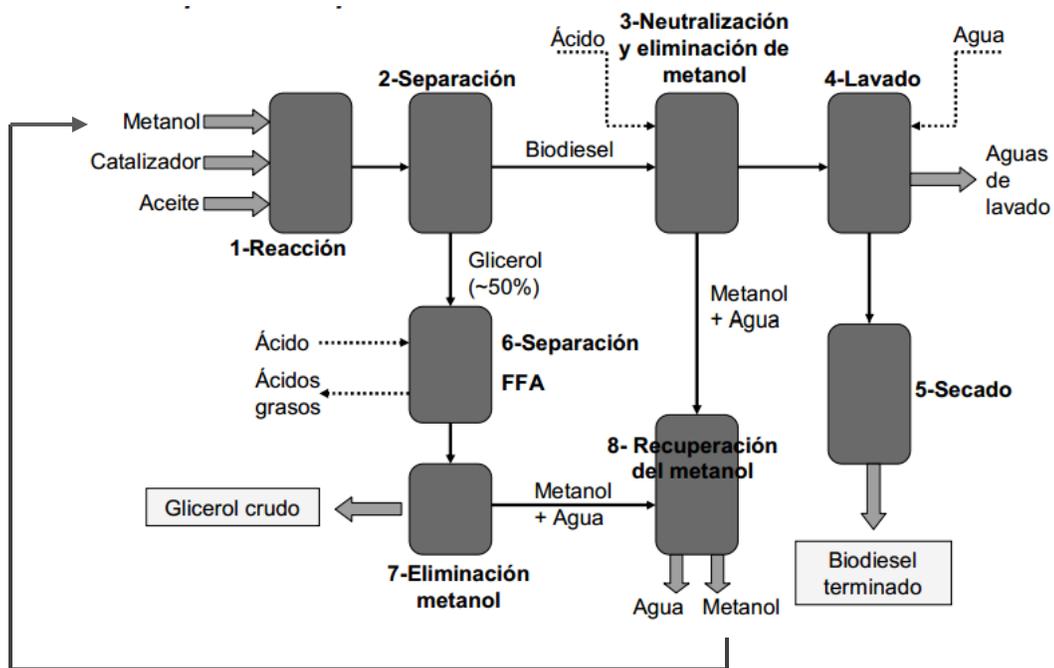


Imagen 5.6: Proceso de producción completo

### 5.4.1 TRANSESTERIFICACIÓN

El proceso de transesterificación consiste básicamente en la reacción entre un triglicérido, que es el grupo con mayor proporción en un aceite, y un alcohol que en el caso en cuestión será metanol. Estos reactivos son activados por un catalizador y producen ésteres metílicos de ácidos grasos (biodiesel) y glicerina como elemento residual o de desecho. A continuación se presentan la reacción química que genera el biodiesel y el proceso desglosado en tres etapas generales:



Imagen 5.7: Reacción química de transesterificación

El catalizador utilizado puede ser básico o ácido. Cuando se utiliza un catalizador ácido, que generalmente es ácido sulfúrico, se obtiene un elevado rendimiento de ésteres (biodiesel) pero a expensas de un tiempo de reacción muy lento y de temperaturas y presiones muy elevadas convirtiendo a este catalizador en poco práctico. Es debido a esto que se utilizan a nivel industrial los catalizadores básicos como el hidróxido de potasio o el hidróxido de sodio. Además, los catalizadores básicos son menos corrosivos que los ácidos y por esta razón también son más usados a nivel industrial. Como desventaja, los catalizadores básicos tienden a la formación de jabón como subproducto (saponificación). Debido a esto debe tenerse mucho cuidado con las concentraciones de catalizador porque si este se encuentra en concentraciones muy elevadas favorece a la saponificación, y en concentraciones muy bajas disminuye en exceso el tiempo de reacción. Todas estas consideraciones acerca del catalizador a utilizar, deberán estar contempladas en función de la calidad del aceite usado que se disponga.

Las distintas técnicas a utilizar para realizar la transesterificación de los aceites es lo que hacen, principalmente, a la variación en las formas de producción de biodiesel. Básicamente, las técnicas dependen del tipo de catalizador que se utilice. Para este proyecto se utilizará la catálisis básica por ser la más imple y difundida. Sin embargo existen otras técnicas productivas que se presentan como anexos.

5.4.1.1 VARIABLES A TENER EN CUENTA QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE TRANSESTERIFICACIÓN

1. Proporción entre reactivos

Los reactivos que están involucrados en la etapa de transesterificación son el alcohol y el aceite vegetal usado. Para realizar la reacción completa son necesarias las mismas proporciones de cada reactivo, es decir 3 moles de alcohol por cada 3 moles de aceite. Esto equivale a decir que para hacer reaccionar un kilogramo de metanol (en caso de que sea usado como catalizador) se requieren diez kilogramos de aceite. Esta relación alcohol/aceite tiene diferentes implicaciones en función de que sea alta (mucho alcohol y poco aceite), o baja (mucho aceite y poco alcohol). En resumen, resulta lo siguiente:

Tabla 5.2: Efectos de la proporción de reactivos

ALTA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegura reacción completa.</li> <li>Mayor “dilución” del agua en el aceite (si hay).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejor separación de glicerol.</li> <li>Menor costo de recuperación del alcohol</li> </ul>

2. Tiempo de reacción

Se entiende por tiempo de reacción a aquel que transcurre desde que los reactivos comienzan a interactuar entre sí hasta que la transformación química se ha completado y no se producen cambios en la mezcla. Graficando la transesterificación general, poniendo en abscisas al tiempo y en el eje de ordenadas el porcentaje de conclusión de la reacción resulta lo siguiente:

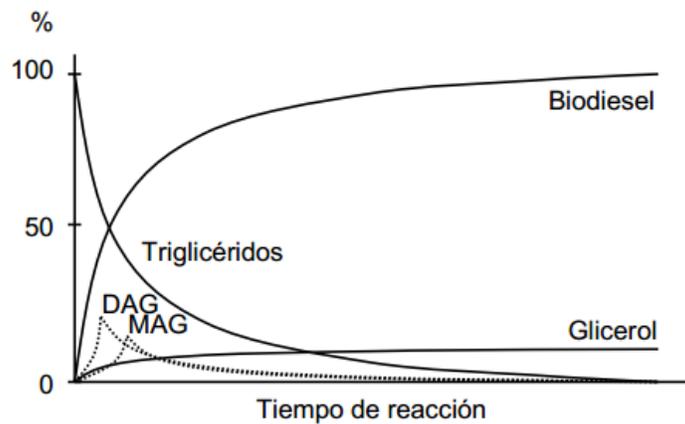


Imagen 5.8: Efecto del tiempo de reacción en el proceso

En este gráfico puede observarse que la reacción evoluciona rápidamente al comienzo de la misma ya que hay grandes variaciones en el porcentaje de conclusión de la misma para poca variación en el tiempo de reacción. Sin embargo, luego de un tiempo no demasiado prolongado, la reacción necesita cada vez más tiempo para producir el mismo efecto en el porcentaje de finalización de la reacción. Cuando se habla de tiempo de reacción alto o bajo, se hace referencia al tiempo que se deja transcurrir desde que se da inicio a la reacción. De esta forma, surgen las dos siguientes alternativas:

Tabla 5.3: Efectos del tiempo de reacción

ALTO	BAJO
<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegura reacción completa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora productividad.</li> <li>Minimiza deterioro oxidativo</li> </ul>

### 3. Temperatura

La temperatura de la que se está hablando es la temperatura a la que se desarrolla la reacción de transesterificación en el reactor. En función de si esta es elevada o no, tiene las siguientes implicaciones:

Tabla 5.4: Efectos de la temperatura

ALTA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se acelera el proceso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminuye costo energético</li> <li>Minimiza deterioro oxidativo</li> <li>Minimiza pérdida de alcohol</li> </ul>

El hecho de que una temperatura alta acelere la reacción, no implica que se la pueda elevar hasta los niveles que a uno le convenga de manera de acortar los tiempos de reacción lo suficiente. La temperatura máxima a la que se puede llevar la reacción es la temperatura de ebullición del alcohol, de modo que la temperatura máxima a utilizar está limitada por el tipo de alcohol que se esté utilizando. A una presión de una atmósfera (presión atmosférica) las temperaturas de ebullición de diferentes alcoholes, y por ende las temperaturas máximas a las que se puede desarrollar la reacción son las siguientes:

Tabla 5.5: Temperatura de ebullición para cada tipo de alcohol

ALCOHOL	TEMPERATURA DE EBULLICIÓN (°C)
Metanol	64.7
Etanol	78.4
1-propanol	97.2
1-Butanol	118.0

### 4. Catalizador

El catalizador es la sustancia química que se introduce adrede en el proceso con el fin de elevar la velocidad de reacción de las sustancias entre sí. Tal y como se explicó anteriormente, el catalizador es uno de los elementos más importantes que intervienen en la reacción ya que en base a las características que este posea, se clasificará al proceso de biodiesel como ácido, básico, supercrítico o catálisis de lipasas. Además, la cantidad de catalizador que se utilice en la reacción tendrá diferentes efectos. En función de esta cantidad, los efectos son los siguientes:

Tabla 5.6: Efectos de la concentración de catalizador

ALTA CONCENTRACIÓN	BAJA CONCENTRACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta la velocidad de reacción.</li> <li>• Asegura compensación por pérdidas (agua, FFA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la economía del proceso</li> <li>• Facilita etapas de lavado</li> <li>• Mejora pureza subproductos</li> <li>• Minimiza deterioro oxidativo</li> </ul>

### 5. Agitación

Dentro del reactor, se debe realizar la agitación de las sustancias para que la reacción se lleve a cabo adecuadamente. La distinta potencia que se le aplique, tendrá distintos resultados:

Tabla 5.7: Efecto de la agitación de la reacción

POTENCIA ALTA	POTENCIA BAJA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegura contacto entre fases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor costo</li> </ul>

A partir de las descripciones que se realizaron de las distintas variables a manejar en la transesterificación, deberá encontrarse aquella combinación que produzca los mejores resultados al menor costo, es decir, se deberá trabajar en pos de encontrar la forma más eficiente de producir el biodiesel.

## 1. SEPARACIÓN

Finalizada la transesterificación, se procede a la separación de los productos obtenidos de esta reacción. Básicamente esta etapa consiste en dejarlos reposar, de manera que se produzca la separación de la fase glicerina y la fase éster por decantación simple. De esta forma, aparte del biodiesel obtenido, se obtienen otro tipo de subproductos. Se tienen, además de los compuestos del aceite que no han llegado a reaccionar como tri, di, monoglicéridos y ácidos grasos libres; el metanol que se adicionó en exceso, los restos del catalizador básico, los productos de las reacciones secundarias (jabón y agua) y glicerina.

Tal y como se ha mencionado, uno de los subproductos de este proceso es la glicerina. Se estima que por cada cien kilogramos de biodiesel producido, se generan aproximadamente diez kilogramos de glicerina cruda. Esta es una cantidad no despreciable y, de hecho, si es bien aprovechada puede ser una buena oportunidad para aumentar la rentabilidad del proyecto. El inconveniente de esto es que la glicerina cruda no tiene demasiadas aplicaciones, aunque se puede utilizar para la síntesis de mono y diglicéridos. Para que este subproducto realmente tenga un valor comercial es necesario que sea refinado. Se entiende que la glicerina ha sido refinada cuando contiene niveles de concentración superiores al 95%, lo que permite comercializarla como producto farmacéutico. Dentro del proceso de producción de biodiesel se puede obtener glicerina refinada luego de que esta ha sido purificada y acondicionada. En la imagen siguiente se puede visualizar de forma general el proceso de obtención de glicerina refinada para comercialización:

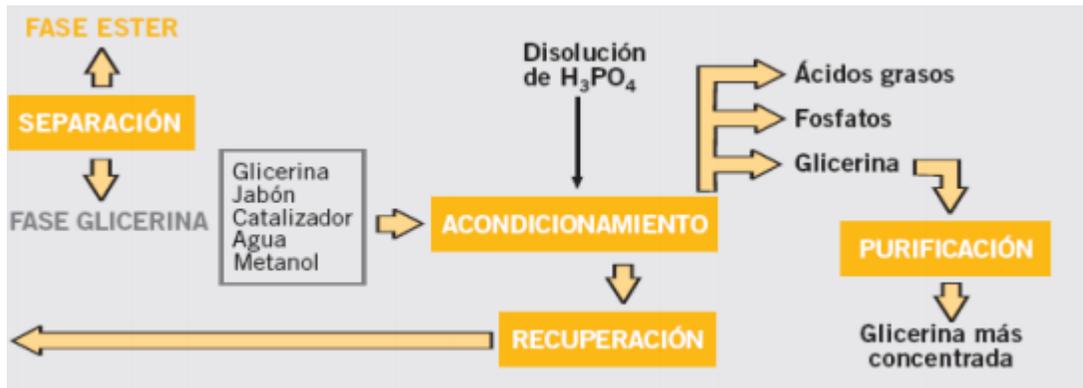


Imagen 5.9: Esquematización de la etapa de separación

## 2. NEUTRALIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DEL ALCOHOL

En esta etapa se procede a eliminar el catalizador y convertir jabones en ácidos. En los casos en los que se utilice Hidróxido de Potasio (KOH) como catalizador, puede generarse Fosfato de Potasio ( $K_3PO_4$ ) que puede utilizarse luego como fertilizante.

## 3. LAVADO

El lavado se realiza para eliminar restos de glicerol, sales y alcohol. Se considera que para que el proceso sea eficaz, debe obtenerse un producto con una concentración de glicerol libre menor al 0,02% y de alcohol inferior al 0,2%.

El lavado se realiza por aspersión de agua caliente (50 a 60 °C); la aspersión no debe promover la agitación para evitar la precipitación de los ésteres de ácidos grasos saturados y la formación de emulsiones. Luego de esta etapa, se debe realizar el secado.

## 4. SECADO

Aquí se busca eliminar los restos de agua que han quedado luego de todas las etapas anteriores. Esta concentración de agua debe ser menor a 500 partes por millón para que se considere que el proceso fue realizado de forma adecuada. El secado puede realizarse por evaporación convencional (es decir tratar el producto a una temperatura y presión adecuadas de manera que el agua se evapore) o sino también por descomposición (flash). Si se realiza el secado por evaporación al vacío se puede operar a una presión mucho más baja para evaporar el agua a menor temperatura.

## 5. SEPARACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DEL GLICEROL

Como se mencionó, luego de la etapa de separación se obtiene como subproducto el glicerol. Con este glicerol pueden realizarse dos cosas, quemarlo y desecharlo o procesarlo de tal forma que se pueda

transformarlo en glicerina refinada y luego poder ser vendido y aumentar los ingresos del proyecto tal y como es el caso de este proyecto. Mediante la adición de ácidos, se transforman los jabones en ácidos grasos libres. Estos luego se separan y, de ser requerido, pueden reprocesarse para la producción de biodiesel.

## 6. ELIMINACIÓN DEL ALCOHOL

Este proceso se utiliza para mejorar la concentración de glicerol para ser refinado más adelante en caso de que se desee. Se obtiene glicerol crudo con una concentración cercana al 85% y por otro lado se tiene metanol y agua.

## 7. RECUPERACIÓN DEL ALCOHOL

Lo que se busca en esta etapa es realizar la separación del agua y el alcohol que vienen juntos para así poder reutilizar el alcohol en el proceso nuevamente. A la hora de evaluar la conveniencia o no de esta alternativa hay que tener en cuenta que, si bien permite aumentar la eficiencia del proceso al recuperar parte del alcohol que está destinado a desecharse, se requerirá equipamiento más especializado para esta etapa. Esto se traduce en mayores costos de inversión y de operación. Por eso, deberá realizarse una evaluación para dilucidar si los beneficios que aporta la recuperación de metanol son superiores a los costos en que se incurrirá para implementar esta etapa.

## 5.5 DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA, CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN NECESARIA

Según estudios realizados por la Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina y la Asociación de Grasas y Aceites<sup>13</sup>, actualmente se estima que hoy en Argentina se consumen anualmente 18 litros de aceites vegetales por persona. El INTI ha realizado estudios similares para la ciudad de Rosario, en los que estimó el consumo anual per cápita en 15 litros<sup>14</sup>. Se tomará este, por ser el dato más conservador y por ser ésta una ciudad muy similar a Córdoba.

Estas cifras incluyen tanto el aceite utilizado en el hogar como el aceite que utilizan restaurantes y locales de comidas para producir los alimentos que consume cada persona. Por lo tanto, se estima que de este volumen total anual de consumo de aceite, el 30% es utilizado para producir comidas en locales

<sup>13</sup> Datos obtenidos del diario El Ciudadano del 9 de febrero de 2013 (<http://www.elciudadanoweb.com/regulan-el-uso-de-aceite-vegetal/>)

<sup>14</sup> Datos obtenidos del diario La Capital del 09 de enero de 2013 (<http://www.lacapital.com.ar/la-ciudad/Una-cooperativa-ya-recupero-para-biodiesel-30-mil-litros-de-aceite-usado-20130109-0014.html>)

gastronómicos<sup>15</sup>. Basándose en estos datos, se puede decir que los restaurantes utilizan de forma anual promedio 4,5 litros de aceite por cada persona que habita la ciudad.

Según datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC)<sup>16</sup>, la población de la ciudad de Córdoba al año 2010 era de 1.329.064 personas. Esto quiere decir que anualmente se generan, en toda la ciudad, cerca de 19.500.000 litros de AVU. Como se dijo anteriormente sólo el 30% de este aceite es el que puede recuperarse de los restaurantes y que está accesible fácilmente para su utilización en la producción de biodiesel. El restante 70% es, en general, el utilizado por las familias en sus hogares y por lo tanto su recuperación se torna mucho más complicada. De esta forma si al año se utilizan cerca de 19.500.000 litros de aceite vegetal, el 30% de este volumen es 5.850.000 litros anuales. Este es el número que debe utilizarse para realizar los cálculos de capacidad de producción necesaria.

Tomando 20 días hábiles promedio por mes, la capacidad máxima diaria teórica de producción estará determinada por la cantidad de litros de aceite máximos que puedan recolectarse de los restaurantes. Esto sería lo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5.8: Cantidad de litros disponibles por día

LITROS TOTALES AL AÑO	LITROS PROVENIENTES DE RESTAURANTES AL AÑO	LITROS POR MES	LITROS DIARIOS
19.500.000	5.850.000	487.500	<b>24.375</b>

## 5.6 MATERIAS PRIMAS E INSUMOS

Las materias primas necesarias para la producción de biodiesel son aceite, hidróxido de sodio y metanol. Cada una de estas, será utilizada en una determinada proporción para cada litro de biodiesel que se desee producir. Además, como subproducto del proceso, se generará una cierta cantidad de glicerol.

Para procesar alrededor de 100 litros de biodiesel (esta cifra variará en función de la eficiencia del proceso que oscila entre 96% y 98%) se utilizan 500 gramos de NaOH, 15 litros de metanol y 100 litros de aceite vegetal. Como subproducto, se generarán 15 litros de glicerol que a posteriori se transformarán en glicerina. La conversión entre materia prima y producto y subproducto final puede graficarse de la siguiente forma:

<sup>15</sup> Datos obtenidos del diario El Ciudadano del 9 de febrero de 2013 (<http://www.elciudadanoweb.com/regulan-el-uso-de-aceite-vegetal/>).

<sup>16</sup> Datos del Censo Nacional 2010 ([http://www.censo2010.indec.gov.ar/CuadrosDefinitivos/P2-D\\_14\\_14.pdf](http://www.censo2010.indec.gov.ar/CuadrosDefinitivos/P2-D_14_14.pdf))

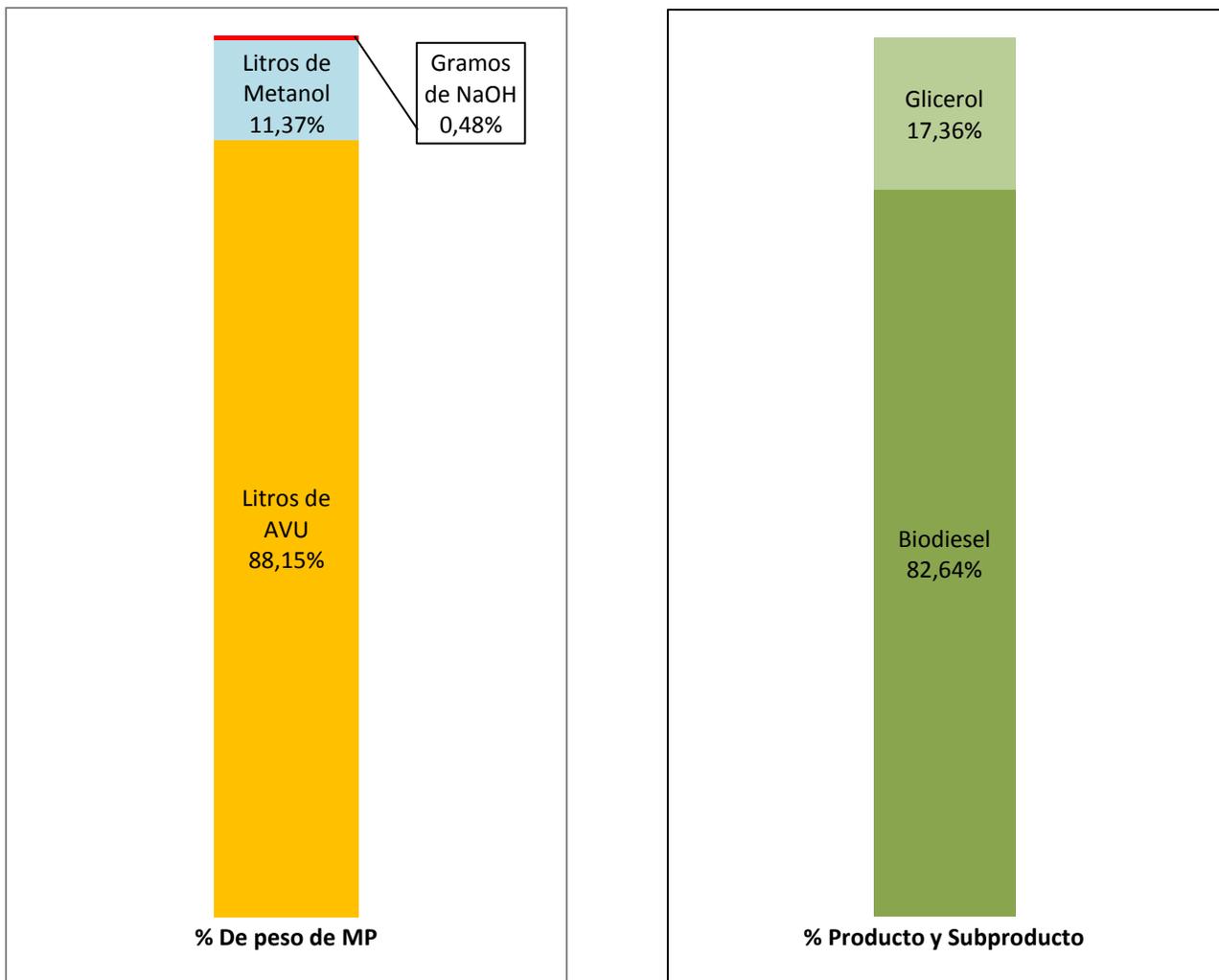


Imagen 5.10: Materias primas necesarias y porcentaje de productos y subproductos

## 5.7 MAQUINARIA NECESARIA

Para obtener la maquinaria necesaria se han contactado a dos fabricantes y proveedores de maquinarias productoras de biodiesel. Ambos son productores radicados en el país y ofrecen un servicio de planta llave en mano. Uno ofrece las tarifas en pesos y el otro en dólares. El primero es Central Biodiesel HTP y el otro es Bioenergy.

### 5.7.1 MÁQUINAS DE “CENTRALBIODIESEL”

Se realizaron averiguaciones con distintos proveedores y uno de ellos es “Central Biodiesel”, una compañía argentina que se dedica a la fabricación y comercialización de maquinarias para la producción de biodiesel. Esta compañía se encarga de vender todas las maquinarias y software necesarios para realizar la producción de biocombustibles. También se encargan de armar la planta y de realizar todas las instalaciones pertinentes. Es básicamente un servicio de planta “llave en mano”.



Imagen 5.11: Logo del proveedor Central Biodiesel

El modelo de planta que se cotizó es el modelo BIO96K. Es una planta de biodiesel con la capacidad necesaria para la producción de 9.600 litros por día. Esta planta incluye:

- Una unidad BIOHEAT400
- Una unidad BIO400
- Una unidad BIOMETH
- Una unidad centrífuga de separación
- Dos unidades de descompresión
- Un sistema de recuperación de Metanol
- Kit de repuestos
- Kit básico de laboratorio
- Kit de interconexión fijo
- Patín de montaje
- Ensamblado en sitio
- Puesta en marcha en sitio
- Entrenamiento de operarios en sitio
- Soporte técnico

Con respecto a los datos técnicos, el proveedor proporcionó la siguiente información:

Tabla 5.9: Datos técnicos de la planta de Central Biodiesel

OPERARIOS	2 por turno
DIMENSIONES	Largo: 12 m Ancho: 4 m Alto: 3 m. Incluye área de trabajo de 1,2 metros.
CONSUMO	150 watts por litro producido
POTENCIA INSTALADA NECESARIA	30 Kw.
CORRIENTE ELÉCTRICA	3x220/240 o 3x380/400 - 50/60Hz
ENTRADA ACEITE	1" NPT/BSP Presión máxima < 1 ATM
ENTRADA METANOL	1" NPT/BSP Presión máxima < 1 ATM
ENTRADA AIRE COMPRIMIDO	Anhidro. 2 SCM por minuto $\leq$ 1 ATM
SALIDA BIODIESEL & GLICEROL	1" NPT/BSP

Esta planta entrega biodiesel que cumple tanto con las normas ASTM como con las normas EN (Estándares europeos del Comité Europeo de Normalización), con un índice de conversión superior al 98%.

### 5.7.2 MÁQUINAS DE BIOENERGY

Esta compañía ofrece tres tipos de plantas automatizadas. Cada planta ofrecida cuenta con un Mini Rector de Metóxido, un Pre Calentador de aceite automatizado, un Reactor Principal para el proceso de transesterificación, y Tanques Suplementarios de Decantación de 600 litros de capacidad cada uno. Estos últimos, según la cantidad, determinan el volumen de producción diaria. Completa la lista, un filtro de Biodiesel de alta capacidad y reducido micronaje. Elementos adicionales opcionales: Plataforma antideslizante de sujeción de las maquinarias; Reactor para la esterificación de aceite con elevada acidez; Pre Calentador de aceite con proceso de vacío para el secado del aceite a procesar; Tanques de fondo cónico, de polietileno traslúcido para el almacenamiento del Biodiesel elaborado, a los fines de completar la decantación del glicerol; Centrifugadora para la eliminación de impurezas del combustible.

Las máquinas que componen la planta de Bioenergy son:



Imagen 5.12: Logo de Bioenergy

- Mini reactor de metóxido
- Pre-calentador de aceite vegetal
- Pre-calentador y secador de aceite vegetal
- Reactor de biodiesel BIO-300 Max
- Decantadores de biodiesel – glicerol
- Unidad de filtrado de biodiesel

El funcionamiento de cada una de estas maquinarias se presenta como anexos.

### 5.7.3 CONSUMO ELÉCTRICO

La empresa proveedora de energía en la provincia de Córdoba es la Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC). Esta empresa tiene dos grandes grupos de clientes. Un primer grupo denominado “Hogares, comercios y pequeñas industrias” y otro denominado “Grandes Clientes”. Para ser catalogado dentro del grupo “Grandes Clientes” se deberá tener una demanda de potencia superior a los 40kW.

De esta forma, en función del proveedor que se elija y de la cantidad de producción que se desee realizar (1, 2 o 3 turnos productivos), se tendrán diferentes costos para la electricidad provista por el proveedor y, por ende, distintos costos de energía eléctrica por cada litro de biodiesel producido.

Ambos proveedores ofrecen exactamente el mismo consumo eléctrico (30kW por cada hora de producción) y por ende se realiza el análisis del volumen de consumo eléctrico en forma genérica, para luego determinar los costos en el estudio económico.

Según los datos del proveedor de la maquinaria para la producción, se necesita una potencia instalada de 30kW y una instalación de tipo trifásica de 220V o 380V. Dado que el consumo de las máquinas es menor al límite impuesto por el proveedor, se aplicarán las tarifas correspondientes al grupo “Hogares, comercios y pequeñas industrias” dentro de la clasificación de pequeñas industrias. El valor del kWh que cobrará EPEC, variará en función del consumo, y el valor del mismo será proporcional a este.

La utilización mensual de energía estará en función de los turnos de producción que se decida aplicar. Esto quedará distribuido de la siguiente forma.

Tabla 5.10: Consumo mensual de energía en función de los turnos de producción

TURNOS	HORAS DE CONSUMO	CONSUMO DIARIO	CONSUMO MENSUAL
1	8 hs	$30kW * 8h = \frac{240kWh}{día}$	$\frac{240kWh}{día} * 20días = 4800kWh$
2	16 hs	$30kW * 16h = \frac{480kWh}{día}$	$\frac{480kWh}{día} * 20días = 9600kWh$
3	24 hs	$30kW * 24h = \frac{720kWh}{día}$	$\frac{720kWh}{día} * 20días = 14400kWh$

Dentro de esta categoría de consumos (pequeñas industrias) el consumo mensual se divide en los siguientes escalones de facturación<sup>17</sup>:

- 1) 0 a 300kWh
- 2) 300 a 750kWh
- 3) 750kWh a 2.000kWh
- 4) Mayores a 2.000kWh

Se ve claramente que, aunque se produzca en un solo turno, se excede el límite máximo y la empresa entra en la Categoría 4 de facturación.

## 5.8 LOGÍSTICA DE RECOLECCIÓN

Este es tal vez uno de los puntos clave a la hora de desarrollar el negocio. Que la empresa sea capaz de ser eficiente en el sistema de recolección de los aceites permitirá sin lugar a dudas una no despreciable reducción de los costos de operación del proyecto y, además, puede servir como punto de diferenciación con respecto a otras empresas. No hacerlo de forma adecuada generará, no solo un aumento en los costos y complicaciones en el flujo productivo sino que además generará una imagen desfavorable de la empresa para con nuestros proveedores clave: los proveedores de aceite usado.

En general, las empresas que trabajan en este rubro presentan un sistema de trabajo que consiste en dejar en los diferentes establecimientos gastronómicos los recipientes vacíos en donde cada local depositará el aceite a medida que lo vaya llenando. Cada cierto tiempo, acordado previamente con cada local, se pasa por el lugar a recolectar todos los tanques llenos y se procede a llevarlos a la planta.

<sup>17</sup> Datos extraídos de sitio web de EPEC [http://www.epec.com.ar/docs/cuadro-tarifario/tarifa\\_n2.pdf](http://www.epec.com.ar/docs/cuadro-tarifario/tarifa_n2.pdf)

Se deberá establecer un sistema de recolección que permita realizar recorridos eficientes con la menor flota de camiones posible. Establecer los recorridos de cada camión excede los alcances de este proyecto, sin embargo es completamente necesario estimar, en base a la cantidad de aceite a transportar por día, la cantidad de camiones que serán necesarios para transportarlo de forma eficaz y eficiente.

### 5.8.1 BIDONES NECESARIOS

Los bidones se deberán comprar en diferentes tamaños y dejarlos en cada restaurante en función de su consumo. Luego, deberá acordarse con los diferentes locales con qué frecuencia se recolectará el bidón lleno.

En general hay 5 tipos de bidones: 30, 60, 120, 150 y 220 litros. Se han encontrado los precios y tamaños de cada uno:

Tabla 5.11: Volumen de bidones y precios unitarios

	<p>Capacidad: 30 L.  <math>\varnothing</math>: 31,5 cm.                      Alto: 52 cm.</p> <p><b>PRECIO:</b>  <b>\$ 55</b></p>		<p>Capacidad: 60 L.  <math>\varnothing</math>: 40 cm.                      Alto: 62 cm.</p> <p><b>PRECIO:</b>  <b>\$ 80</b></p>
	<p>Capacidad: 120 L.  <math>\varnothing</math>: 31,5 cm.                      Alto: 52 cm.</p> <p><b>PRECIO:</b>  <b>\$ 130</b></p>		<p>Capacidad: 150 L.  <math>\varnothing</math>: 49,6 cm.                      Alto: 96,5 cm.</p> <p><b>PRECIO:</b>  <b>\$ 150</b></p>
		<p>Capacidad: 220 L.  <math>\varnothing</math>: 59,8 cm.                      Alto: 97,5 cm.</p> <p><b>PRECIO:</b>  <b>\$ 200</b></p>	

Para determinar la cantidad de bidones a comprar se realiza un análisis en función de la cantidad de litros totales a transportar y en función de los consumos de los distintos tipos de locales (Grandes, medianos, pequeños). Si bien no se sabe la cantidad exacta de locales comerciales, se realiza una aproximación. Se asume que la distribución de restaurantes (entre grandes, medianos y pequeños) es aproximadamente normal, es decir que aproximadamente el 60% de los locales gastronómicos son de tamaño mediano y que el 40% restante, son pequeños y grandes. Se asume que hay más locales gastronómicos pequeños que grandes y por ende, de este 40% restante, el 25% son locales pequeños y el 15% restante son grandes.

Ahora bien, sabiendo que los locales grandes consumen alrededor de 400kg de aceite por mes (444 litros) y que los locales pequeños cerca de 100 litros (90 kg de aceite), podemos estimar que los locales medianos consumirán cerca de 250 kg por mes de aceites (278 litros). Teniendo las cantidades mensuales utilizadas por cada tipo de local, las cantidades totales de aceites consumidas en un mes y habiendo estimado la proporción de cada tipo de local en la distribución total de restaurantes de la ciudad, se puede estimar la cantidad de restaurantes que son potenciales proveedores de aceite del proyecto.

La producción mensual de aceites se estimó en 475.000 litros. La ecuación que nos permite encontrar la cantidad de restaurantes que hay en la ciudad es la siguiente:

$$PM = P_G * N_G + P_M * N_M + P_P * N_P$$

Siendo P la producción, N la cantidad de locales y los subíndices G, M, P y T el tamaño de los locales (Grande, Mediano, Pequeño y Totales respectivamente).

Los cálculos arrojan los siguientes números:

$$475.000 \frac{L}{mes} = 444 \frac{L}{mes} * 0,15N_T + 278 \frac{L}{mes} * 0,60N_T + 100 \frac{L}{mes} * 0,25N_T$$

$$N_T = \frac{475.000 \frac{L}{mes}}{258 \frac{L}{mes}}$$

$$N_T = 1.842 \text{ locales}$$

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

Tabla 5.12: Días de llenado para cada tipo de bidón

TAMAÑO LOCAL	%	CANT. TOTAL DE LOCALES	CANT. DE LOCALES	LITROS DIARIOS	DÍAS DE LLENADO				
					TAMBOR 30 L	TAMBOR 60 L	TAMBOR 120 L	TAMBOR 150 L	TAMBOR 220 L
<b>GRA</b>	15%	1842	277	14,81	2	4	8	10	14
<b>MED</b>	60%		1106	9,26	3	6	12	16	23
<b>PEQ</b>	25%		645	3,33	9	18	36	45	66

Se toma la decisión de dejar un solo bidón en cada establecimiento. De esta forma el sistema consistiría en esperar a que el local comercial realice el llenado del bidón y, cada cierto tiempo preestablecido, se procederá a su recolección. Este sistema hace que sean necesarios tantos bidones como establecimientos gastronómicos participen del mismo más una cantidad de bidones a determinar en función del número de negocios que se decida visitar por día. Según estimaciones los locales serían 277 grandes, 1.106 medianos y 645 pequeños. Sumando la cantidad total de locales se llega a la cifra de 1.842, que implica que en esta instancia se debe proceder a comprar la misma cantidad de bidones. Queda por establecer, cuál es el tamaño de bidón óptimo que minimice la inversión y no impida el flujo de aceite a usar como materia prima hacia la planta y también la cantidad adicional de bidones a comprar de acuerdo al número de visitas diarias consideradas.

Teniendo en cuenta estos números podemos estimar la cantidad de visitas que se deben realizar a cada establecimiento e intentar estimar la frecuencia ideal de las mismas. A continuación se presentan, en tres tablas, la cantidad de visitas que debe efectuársele a cada tipo de restaurante en función del tamaño del bidón que se le entregue a cada uno de ellos. La columna denominada visitas por día implica que, por ejemplo, cuando se tiene el número  $\frac{1}{4}$  la cantidad de visitas sería una cada cuatro días y así con el resto de las fracciones que aparecen en la misma.

Tabla 5.13: Cantidad de bidones necesarios para los locales grandes

LOCALES GRANDES		277
TAMBOR [L]	VISITAS POR DÍA	LOCALES A VISITAR POR DÍA
<b>30</b>	1/2	139
<b>60</b>	1/4	70
<b>120</b>	1/8	35
<b>150</b>	1/10	28
<b>220</b>	1/14	20

Tabla 5.14: Cantidad de bidones necesarios para los locales medianos

LOCALES MEDIANOS		1106
TAMBOR [L]	VISITAS POR DÍA	LOCALES A VISITAR POR DÍA
<b>30</b>	1/3	369
<b>60</b>	1/6	185
<b>120</b>	1/12	93
<b>150</b>	1/16	70
<b>220</b>	1/23	49

Tabla 5.15: Cantidad de bidones necesarios para locales chicos

LOCALES CHICOS		645
TAMBOR [L]	VISITAS POR DÍA	LOCALES A VISITAR POR DÍA
<b>30</b>	1/9	72
<b>60</b>	1/18	36
<b>120</b>	1/36	18
<b>150</b>	1/45	15
<b>220</b>	1/66	10

Habiendo conocido estos datos, se puede establecer la cantidad de vehículos necesarios para realizar la recolección de todos los tambores de forma diaria y llevarlos a la planta y además el tamaño de bidón que se va a usar de manera tal que facilite la logística y minimice la inversión lo máximo posible.

### 5.8.2 VEHÍCULOS NECESARIOS

Para realizar los cálculos de la cantidad de vehículos necesarios para la recolección del aceite de los establecimientos gastronómicos, se estima que lleva aproximadamente una hora realizar la recolección en cada local. Este número es evidentemente conservador, pero también incluye tiempos de traslado entre los distintos puntos de recolección y el traslado desde y hacia la planta por lo que, si bien es conservador, no es un número que pueda estar demasiado alejado de la realidad.

Teniendo en cuenta que la jornada laboral es de ocho horas y que la estimación de tiempo por cada local es de una hora, se concluye rápidamente que no se podrían visitar más de 8 establecimientos por día. Esto se plasma en las siguientes tablas. En estas se han pintado de verde todas las combinaciones que arrojan un tiempo de recolección inferior a las ocho horas diarias. Además se han remarcado con verde oscuro aquellas que minimizan la cantidad de vehículos a utilizar. Cabe aclarar que se han descartado los bidones de 30 litros porque arrojan una cantidad mínima de vehículos a utilizar que es demasiado alta.

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

Tabla 5.16: Cantidad de vehículos necesarios para recoger los bidones de los locales grandes

LOCALES GRANDES			VEHÍCULOS NECESARIOS										
TAMBOR [L]	VISITAS POR DÍA	LOCALES A VISITAR POR DÍA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60	1/4	70	70,0	35,0	23,3	17,5	14,0	11,7	10,0	8,8	7,8	7,0	6,4
120	1/8	35	35,0	17,5	11,7	8,8	7,0	5,8	5,0	4,4	3,9	3,5	3,2
150	1/10	28	28,0	14,0	9,3	7,0	5,6	4,7	4,0	3,5	3,1	2,8	2,5
220	1/14	20	20,0	10,0	6,7	5,0	4,0	3,3	2,9	2,5	2,2	2,0	1,8

Tabla 5.17: Cantidad de vehículos necesarios para recoger los bidones de los locales medianos

LOCALES MEDIANOS			VEHÍCULOS NECESARIOS										
TAMBOR [L]	VISITAS POR DÍA	LOCALES A VISITAR POR DÍA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60	0,17	185	185,0	92,5	61,7	46,3	37,0	30,8	26,4	23,1	20,6	18,5	16,8
120	0,08	93	93,0	46,5	31,0	23,3	18,6	15,5	13,3	11,6	10,3	9,3	8,5
150	0,06	70	70,0	35,0	23,3	17,5	14,0	11,7	10,0	8,8	7,8	7,0	6,4
220	0,04	49	49,0	24,5	16,3	12,3	9,8	8,2	7,0	6,1	5,4	4,9	4,5

Tabla 5.18: Cantidad de vehículos necesarios para recoger los bidones de los locales chicos

LOCALES CHICOS			VEHÍCULOS NECESARIOS										
TAMBOR [L]	VISITAS POR DÍA	LOCALES A VISITAR POR DÍA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60	0,06	36	36,0	18,0	12,0	9,0	7,2	6,0	5,1	4,5	4,0	3,6	3,3
120	0,03	18	18,0	9,0	6,0	4,5	3,6	3,0	2,6	2,3	2,0	1,8	1,6
150	0,02	15	15,0	7,5	5,0	3,8	3,0	2,5	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4
220	0,02	10	10,0	5,0	3,3	2,5	2,0	1,7	1,4	1,3	1,1	1,0	0,9

En función de los datos expuestos en las tres tablas precedentes la combinación de menor cantidad de vehículos que permite realizar el recorrido de recolección en 8,8 o menos horas diarias es la siguiente:

- LOCALES GRANDES: 3 vehículos (6,7 horas diarias)
- LOCALES MEDIANOS: 6 vehículos (8,2 horas diarias)
- LOCALES PEQUEÑOS: 2 vehículos (7,5 / 5 horas diarias)

Habiendo realizado este análisis se llega a la conclusión que para realizar toda la recolección y distribución de los bidones se necesitarán 11 vehículos para los momentos en que se produzca a plena capacidad. Además, en base a estos resultados queda establecido que deberían utilizarse los bidones de 220

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

litros para trasladar el aceite hacia locales medianos y grandes y bidones de 150 litros en locales pequeños. Sin embargo, cuando la empresa crezca y se comience a producir en dos o tres turnos, será más práctica la utilización de bidones de 220 litros de capacidad.

Estos 11 vehículos, tal y como se explicó, serán necesarios sólo para cuando se produzca en tres turnos. Si se realiza el mismo análisis realizado anteriormente pero diciendo que se va a recorrer el 33% de los locales cuando se trabaje en un turno y el 66% cuando se trabaje en dos turnos resulta lo siguiente.

Tabla 5.19: Cantidad de vehículos necesarios cuando se produce en un turno

**1 TURNO**

LOCALES GRANDES			93	VEHÍCULOS NECESARIOS										
TAMBOR [L]	VISITAS POR DÍA	LOCALES A VISITAR POR DÍA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60	0,25	24		24,0	12,0	8,0	6,0	4,8	4,0	3,4	3,0	2,7	2,4	2,2
120	0,13	12		12,0	6,0	4,0	3,0	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1
150	0,10	10		10,0	5,0	3,3	2,5	2,0	1,7	1,4	1,3	1,1	1,0	0,9
220	0,07	7		7,0	3,5	2,3	1,8	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
				HORAS P/RECOLECC.										

LOCALES MEDIANOS			369	VEHÍCULOS NECESARIOS										
TAMBOR [L]	VISITAS POR DÍA	LOCALES A VISITAR POR DÍA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60	0,17	62		62,0	31,0	20,7	15,5	12,4	10,3	8,9	7,8	6,9	6,2	5,6
120	0,08	31		31,0	15,5	10,3	7,8	6,2	5,2	4,4	3,9	3,4	3,1	2,8
150	0,06	24		24,0	12,0	8,0	6,0	4,8	4,0	3,4	3,0	2,7	2,4	2,2
220	0,04	17		17,0	8,5	5,7	4,3	3,4	2,8	2,4	2,1	1,9	1,7	1,5
				HORAS P/RECOLECC.										

LOCALES CHICOS			215	VEHÍCULOS NECESARIOS										
TAMBOR [L]	VISITAS POR DÍA	LOCALES A VISITAR POR DÍA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60	0,06	12		12,0	6,0	4,0	3,0	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1
120	0,03	6		6,0	3,0	2,0	1,5	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
150	0,02	5		5,0	2,5	1,7	1,3	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5
220	0,02	4		4,0	2,0	1,3	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4
				HORAS P/RECOLECC.										

En la siguiente página se presenta la cantidad de vehículos que serán necesarios cuando se desee producir en dos turnos.

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

Tabla 5.20: Cantidad de vehículos necesarios cuando se produce en dos turnos

2 TURNOS

LOCALES GRANDES			185	VEHÍCULOS NECESARIOS										
TAMBOR [L]	VISITAS POR DÍA	LOCALES A VISITAR POR DÍA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60	0,25	47		47,0	23,5	15,7	11,8	9,4	7,8	6,7	5,9	5,2	4,7	4,3
120	0,13	24		24,0	12,0	8,0	6,0	4,8	4,0	3,4	3,0	2,7	2,4	2,2
150	0,10	19		19,0	9,5	6,3	4,8	3,8	3,2	2,7	2,4	2,1	1,9	1,7
220	0,07	14		14,0	7,0	4,7	3,5	2,8	2,3	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3

LOCALES MEDIANOS			738	VEHÍCULOS NECESARIOS										
TAMBOR [L]	VISITAS POR DÍA	LOCALES A VISITAR POR DÍA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60	0,17	123		123,0	61,5	41,0	30,8	24,6	20,5	17,6	15,4	13,7	12,3	11,2
120	0,08	62		62,0	31,0	20,7	15,5	12,4	10,3	8,9	7,8	6,9	6,2	5,6
150	0,06	47		47,0	23,5	15,7	11,8	9,4	7,8	6,7	5,9	5,2	4,7	4,3
220	0,04	33		33,0	16,5	11,0	8,3	6,6	5,5	4,7	4,1	3,7	3,3	3,0

LOCALES CHICOS			430	VEHÍCULOS NECESARIOS										
TAMBOR [L]	VISITAS POR DÍA	LOCALES A VISITAR POR DÍA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
60	0,06	24		24,0	12,0	8,0	6,0	4,8	4,0	3,4	3,0	2,7	2,4	2,2
120	0,03	12		12,0	6,0	4,0	3,0	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1
150	0,02	10		10,0	5,0	3,3	2,5	2,0	1,7	1,4	1,3	1,1	1,0	0,9
220	0,02	7		7,0	3,5	2,3	1,8	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6

En la siguiente tabla se despliegan la cantidad de bidones necesarios, realizando la distinción entre los estrictamente necesarios en los locales y los adicionales necesarios teniendo en cuenta que se llevarán 8 bidones por cada vehículo:

Tabla 5.21: Cantidad total de bidones a utilizar

TURNOS	VEHÍCULOS	BIDONES A DEJAR EN LOS LOCALES	BIDONES A LLEVAR EN VEHÍCULOS	BIDONES TOTALES
1	4	677	32	707
2	7	1.352	56	1.408
3	11	2.028	88	2.116

---

# ESTUDIO ECONOMICO

---

## 6. ESTUDIO ECONÓMICO

En esta etapa del proyecto se utilizan todos los datos recabados y las estimaciones realizadas en el Estudio de Mercado y en el estudio Técnico para darles mayor profundidad y poder establecer de los flujos de fondo que permitirán evaluar económicamente la viabilidad o no del proyecto de inversión.

### 6.1 INVERSIÓN

Para este proyecto tenemos cuatro grandes inversiones: Inversiones en maquinarias, inversiones edilicias, inversiones en vehículos e inversiones en tambores para almacenamiento de aceites de los proveedores.

#### 6.1.1 INVERSIONES EN MAQUINARIAS

Los diversos aspectos técnicos de las maquinarias han sido desarrollados en el estudio técnico. A continuación se presentan los costos de las mismas con sus respectivas capacidades de producción. El proveedor “Centralbiodiesel HTP” ofrece el precio en pesos y “Bioenergy” en dólares estadounidenses. El precio del Dólar se toma a valores de Agosto del Banco Nación, a \$ 8,22 pesos por cada Dólar Estadounidense.

Tabla 6.1: Inversión necesaria en maquinarias

PROVEEDOR	PRODUCCIÓN DIARIA	INVERSIÓN SIN IVA	IVA (10,5%)	INVERSIÓN TOTAL	INVERSIÓN POR LITRO
<b>CENTRALBIODIESEL HTP</b>	9.600 litros	\$ 500.000	\$ 52.500	<b>\$ 552.500,00</b>	\$ 58,00
<b>BIOENERGY CHICA</b>	7.200 litros	U\$S 67.748	U\$S 7.113,54	<b>\$ 615.361,85</b>	\$ 85,46
<b>BIOENERGY MEDIANA</b>	15.000 litros	U\$S 86.328	U\$S 9.064,44	<b>\$ 784.125,85</b>	\$ 52,27
<b>BIOENERGY GRANDE</b>	21.000 litros	U\$S 98.748	U\$S 10.368,54	<b>\$ 896.937,95</b>	\$ 42,71

La decisión de inversión en maquinarias es una decisión sumamente importante porque es una decisión estratégica que implica un costo que influye en el largo plazo y que no puede remediarse.

A priori, queda descartada de todo proceso de toma de decisión la planta de BIOENERGY CHICA ya que tiene una inversión superior a la provista por CENTRALBIODIESEL y tiene una capacidad productiva inferior. Habiendo realizado ese descarte, sólo quedan tres tipos de planta para comprar. La cantidad a producir estará limitada por la cantidad de aceite que se pueda conseguir por día que, según se plasmó en secciones precedentes, es prácticamente 25.000 litros diarios. Este monto permite que cualquiera de las plantas restantes sea apta para la producción. De esta forma se decide realizar la compra al proveedor Bioenergy y adquirir las máquinas necesarias para montar una planta de tamaño grande que permita producir 21.000

litros por día. Si bien esta planta resulta excesiva en un comienzo, la idea es alcanzar una capacidad productiva elevada en el mediano-corto plazo. Además, se ve claramente que si se realiza un estudio del monto de la inversión por cada litro que permite producir la planta, resulta conveniente adquirir este tamaño.

### 6.1.2 INVERSIONES EDILICIAS

En este apartado, se tendrán dos importantes tipos de inversión, la que se necesita para adquirir el terreno y la que se necesita para realizar la construcción y las diferentes instalaciones necesarias de la nave industrial.

Para saber aproximadamente cuál será la cuantía de las inversiones necesarias debemos saber cuáles serán las dimensiones de la nave industrial.

#### 6.1.2.1 ÁREAS DE PRODUCCIÓN

Según datos del proveedor, la superficie necesaria mínima para el área de producción (superficie necesaria para las máquinas) es de aproximadamente 4m x 12m (48m<sup>2</sup>) para una producción de 7.200 litros diarios. Para poder estimar la superficie necesaria para una capacidad productiva superior, calcularemos la cantidad de superficie necesaria para producir un litro de combustible.

Tabla 6.2: Superficie necesaria en función del volumen de producción

M <sup>2</sup> POR LITRO DE BIODIESEL	M <sup>2</sup> PARA 7.200 L	M <sup>2</sup> PARA 9.600 L	M <sup>2</sup> PARA 15.000	M <sup>2</sup> PARA 21.000
0,0067 $\frac{m^2}{l}$	48	64	100,5	140,7

Utilizando cálculos conservadores se estima el área necesaria, exclusivamente para las maquinarias, en 160m<sup>2</sup>. Además de estas superficies debe agregarse la superficie necesaria para almacenamiento de materias primas y traslados. Si se agregan todas estas superficies se alcanza un valor de 470m<sup>2</sup>.

Además, se prevé un espacio para el estacionamiento y para la entrada de los camiones de proveedores. Para el estacionamiento, la superficie será de 420m<sup>2</sup> y el área destinada al tránsito será de 250m<sup>2</sup>.

Tabla 6.3: Superficie necesaria para cada sector de la planta

SECTOR	SUPERFICIE [m <sup>2</sup> ]
Maquinarias y producción	160
Almacén	150
Áreas de tránsito	100
Estacionamiento	280
Calles	440
<b>TOTAL</b>	<b>1130</b>

### 6.1.2.2 ÁREAS DE ADMINISTRACIÓN

A las áreas productivas hay que añadirle las superficies necesarias para las oficinas administrativas, cocina, baños y demás. Para las oficinas del personal se considerará una superficie de 50m<sup>2</sup>, para el área de cocina/comedor se considerará un espacio de 20m<sup>2</sup>, 12m<sup>2</sup> para baños y 15m<sup>2</sup> adicionales como áreas de recepción, almacenamiento de documentos, etc.

Tabla 6.4: Superficie de sectores administrativos

SECTOR	SUPERFICIE [m <sup>2</sup> ]
<b>Oficinas</b>	50
<b>Comedor</b>	20
<b>Baños</b>	12
<b>Recepción</b>	15
<b>TOTAL</b>	<b>97</b>

### 6.1.2.3 TERRENO NECESARIO

El terreno necesario para la construcción de la nave industrial que se desea será la suma de todas las áreas estimadas anteriormente:

Tabla 6.5: Terreno total necesario para la planta

SECTOR	SUPERFICIE [m <sup>2</sup> ]
<b>Producción</b>	1130
<b>Administración</b>	97
<b>TOTAL</b>	<b>1227</b>

### 6.1.2.4 INVERSIÓN TOTAL NECESARIA

En función de un relevamiento de precios realizado, se estima que el precio de un terreno en zona apta para desarrollos industriales en Córdoba es de aproximadamente \$ 350 por metro cuadrado. Según se pudo comprobar y relevar, el precio para un galpón industrial, por metro cuadrado, oscila alrededor de los \$ 3.400 para la provincia de Córdoba. Este precio no incluye ningún tipo de instalación necesaria para la industria, tales como instalaciones de agua, cloacas, instalación eléctrica, etc. El costo de este tipo de instalaciones en su conjunto suele rondar el 20% del valor del metro cuadrado por lo que el precio de construcción que se tomará como referencia será de \$ 4.080. Resumiendo, será necesaria la siguiente inversión:

Tabla 6.6: Inversión necesaria por sector

SECTOR	SUPERFICIE [m <sup>2</sup> ]	COSTO POR M2	COSTO TOTAL
<b>Maquinarias y producción</b>	160	\$ 4.080,00	\$ <b>652.800,00</b>
<b>Almacén</b>	150	\$ 4.080,00	\$ <b>612.000,00</b>
<b>Áreas de tránsito</b>	100	\$ 4.080,00	\$ <b>408.000,00</b>
<b>Estacionamiento</b>	280	\$ 150,00	\$ <b>42.000,00</b>
<b>Calles</b>	440	\$ 150,00	\$ <b>66.000,00</b>
<b>Oficinas</b>	50	\$ 5.630,33	\$ <b>281.516,50</b>
<b>Comedor</b>	20	\$ 5.630,33	\$ <b>112.606,60</b>
<b>Baños</b>	12	\$ 5.630,33	\$ <b>67.563,96</b>
<b>Recepción</b>	15	\$ 5.630,33	\$ <b>84.454,95</b>
<b>Terreno</b>	1227	\$ 350,00	\$ <b>429.450,00</b>
<b>TOTAL</b>			\$ <b>2.756.392,01</b>

Para el caso en que se decida alquilar, se estima que el alquiler de un galpón adecuado para la empresa tiene un costo aproximado de \$ 45 por metro cuadrado. Si tenemos una superficie total de 1227m<sup>2</sup>, el costo del alquiler mensual estará alrededor de \$ 55.215.

### 6.1.3 INVERSIÓN EN BIDONES

A la hora de realizar los cálculos de inversión en bidones, deberá encontrarse aquella combinación que permita minimizar la inversión sin entorpecer las tareas logísticas de recolección y distribución o las tareas productivas, es decir, que no obligue a realizar demasiadas visitas a los establecimientos o que obligue a la compra de demasiados vehículos.

Los costos unitarios de los bidones son los siguientes:

Tabla 6.7: Costos unitarios de los bidones

VOLUMEN DEL BIDÓN [L]	PRECIO
60	\$ 80
120	\$ 130
150	\$ 150
220	\$ 200

A continuación se analizará qué tamaño de bidón conviene comprar en función de la cantidad de vehículos a utilizar que implica esta decisión. En función de lo calculado previamente en el apartado “Vehículos Necesarios” esto quiere decir que, si se reparten bidones de 220 litros para los pequeños locales, se deberán comprar 2 vehículos para transportarlos pero si se decide comprar bidones de 150 litros se deberá

comprar uno más. Se deberá proceder con este razonamiento para todos los tamaños de locales y los tamaños de bidones.

La disminución en el volumen de bidones a utilizar, y por ende en el costo de los mismos, sólo se justifica si el dinero ahorrado debido a esta es superior al aumento de la inversión al comprar un vehículo nuevo que será necesario para cumplir de forma correcta con la recolección. Es decir que deberá cumplirse la siguiente relación:

$$\Delta\$ Bidón * N^{\circ} Bidones > \$Vehículo Nuevo$$

$$(\$Bidón_2 - \$Bidón_1) * N^{\circ}Bidones > \$Vehículo Nuevo$$

A continuación se presentan los diferentes análisis para cada tipo de establecimiento.

Tabla 6.8: Inversión en bidones para la planta pequeña

TAMAÑO PEQUEÑO				
VOLUMEN [L]	CANTIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL	DELTA
60	645	\$ 80,00	\$ 51.600,00	<b>\$ 32.250,00</b>
120	645	\$ 130,00	\$ 83.850,00	<b>\$ 12.900,00</b>
150	645	\$ 150,00	\$ 96.750,00	<b>\$ 32.250,00</b>
220	645	\$ 200,00	\$ 129.000,00	-

Tabla 6.9: Inversión en bidones para la planta mediana

TAMAÑO MEDIANO				
VOLUMEN [L]	CANTIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL	DELTA
60	1106	\$ 80,00	\$ 88.480,00	<b>\$ 55.300,00</b>
120	1106	\$ 130,00	\$ 143.780,00	<b>\$ 22.120,00</b>
150	1106	\$ 150,00	\$ 165.900,00	<b>\$ 55.300,00</b>
220	1106	\$ 200,00	\$ 221.200,00	-

Tabla 6.10: Inversión en bidones para la planta grande

TAMAÑO GRANDE				
VOLUMEN [L]	CANTIDAD	COSTO UNIT.	TOTAL	DELTA
60	277	\$ 80,00	\$ 22.160,00	<b>\$ 13.850,00</b>
120	277	\$ 130,00	\$ 36.010,00	<b>\$ 5.540,00</b>
150	277	\$ 150,00	\$ 41.550,00	<b>\$ 13.850,00</b>
220	277	\$ 200,00	\$ 55.400,00	-

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCFyN

Los ahorros más importantes en materia de bidones se dan en los locales medianos. Este ahorro es de \$ 55.300 que, teniendo en cuenta cualquier precio que se quiera considerar de vehículos para transportar aceite, no justifica la compra de uno nuevo. De esta forma, se decide que se utilizarán bidones de 220 litros.

Tabla 6.11: Inversión en función de la cantidad de turnos productivos

TORNOS DE PRODUCCIÓN	VOLUMEN DEL BIDÓN [L]	PRECIO	LOCALES NETOS A INCORPORAR	INVERSIÓN POR PERIODO
1	220	\$ 200	676	\$ 135.200
2	220	\$ 200	676	\$ 135.200
3	220	\$ 200	676	\$ 135.200
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 405.600</b>

También se deberán comprar tanques para llevar en los vehículos a la hora de realizar el intercambio. O sea, cuando se realiza la recolección, los vehículos parten desde la empresa con 8 bidones vacíos que serán llenados en cada establecimiento para luego retornarlos a la fábrica. Según lo calculado se necesitarán 11 vehículos de los cuales 5 son para transportar bidones grandes y los restantes 6 para transportar bidones de 150 litros.

Tabla 6.12: Inversión en bidones para los vehículos

TORNOS	VEHÍCULOS NETOS A INCORPORAR	BIDONES ADICIONALES	INVERSIÓN NECESARIA
1	4	32	\$ 6.400
2	3	24	\$ 4.800
3	4	32	\$ 6.400
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 17.600</b>

Resumiendo las inversiones totales a lo largo del proyecto y por cada turno productivo que se desee abrir, resulta lo siguiente:

Tabla 6.13: Inversiones totales en bidones

TORNOS	INVERSIÓN EN BIDONES NETOS PARA LOS LOCALES	INVERSIÓN EN BIDONES NETOS PARA LOS VEHÍCULOS	INVERSIÓN NECESARIA
1	\$ 135.200	\$ 6.400	\$ 141.600
2	\$ 135.200	\$ 4.800	\$ 140.000
3	\$ 135.200	\$ 6.400	\$ 141.600
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 422.000</b>

#### 6.1.4 INVERSIÓN EN VEHÍCULOS

Habiendo visto el análisis realizado en el segmento anterior, se concluye que resulta necesaria la compra de 10 vehículos para transportar el aceite entre los diferentes proveedores y la planta productora. También se decidió en el análisis anterior que se iban a utilizar los bidones de 220 litros. Estos bidones tienen una altura de 97,5 cm y un diámetro en su parte más ancha que alcanza los 58,8 cm. Para simplificar los

cálculos se aproximará la forma del mismo a la de un cilindro de diámetro 60cm y altura 98cm, arrojando un volumen de 255L teóricos para cada cilindro. Este volumen ficticio se utilizará para elegir el vehículo a comprar en función del tamaño de su espacio trasero de transporte. Si tenemos en cuenta que se necesitan llevar 8 bidones, el volumen mínimo del espacio de carga deberá tener espacio para 2.040L (2,04m<sup>3</sup>).

Otro aspecto a considerar a la hora de seleccionar el vehículo adecuado es el peso del aceite usado. Deberán transportarse 8 bidones y por lo tanto el peso mínimo que debe poder trasladar el vehículo deberá ser de aproximadamente unos 1.800kg. Para llegar a esta estimación se calcula en un kilogramo el peso de cada litro de aceite (cálculo absolutamente conservador) y luego se lo multiplica por la cantidad total de litros a transportar (1.760).

Los utilitarios más populares, tales como Kangoo, Berlingo, Fiorino, Partner y demás, tienen capacidades de carga en kilogramos mucho menores que la necesaria y por lo tanto deberá optarse por buscar algún vehículo alternativo con una robustez superior. En este aspecto se tienen las siguientes alternativas:

- Mercedes-Benz Sprinter
- Hyundai HD 78
- Iveco Daily
- Renault Master
- Peugeot Boxer
- Ford Transit
- Citroën Jumper
- Fiat Ducato

Para realizar las comparaciones siguientes, se eligen las versiones de cada modelo que cumplan con la capacidad de carga mínima necesaria y que cueste la menor cantidad de dinero.

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

Tabla 6.14: Comparativa entre los distintos vehículos del mercado

	MERCEDES-BENZ SPRINTER	HYUNDAI HD 78	IVECO DAILY	FIAT DUCATO	RENAULT MASTER	PEUGEOT BOXER	FORD TRANSIT	CITRÖEN JUMPER
MODELO	Furgón 415 3250 TN V1	HD 78 Chasis	35CI4	Furgón 15 TE TDi Multijet	Furgón L1H1	350 MH 2.3L HDi Confort	Chasis 2.2 TDi	2.3 HDi Pack
CAPACIDAD DE CARGA [kg]	1755	5225	2090	1620	1593	1600	2661	1520
COSTO	U\$S 44.600	\$ 366.420	\$ 287.000	\$ 273.000	\$ 271.900	\$ 249.500	\$ 315.454	\$ 243.592
ORIGEN	Argentina	Corea del Sur	Argentina	Brasil	Brasil	Brasil	Turquía	España

En la siguiente tabla se presentan todos los modelos que pueden realizar las tareas pero solamente con aquellos aspectos que resultan más interesantes para el proyecto como son el costo del mismo y su capacidad de carga.

	MODELO	COSTO	CAPACIDAD DE CARGA EXTRA [kg]
1	CITRÖEN JUMPER	\$ 243.592	-60
2	PEUGEOT BOXER	\$ 249.500	20
3	RENAULT MASTER	\$ 271.900	13
4	FIAT DUCATO	\$ 273.000	40
5	IVECO DAILY	\$ 287.000	510
6	FORD TRANSIT	\$ 315.454	1.081
7	MERCEDES-BENZ SPRINTER	\$ 356.000	175
8	HYUNDAI HD 78	\$ 366.420	3.645

Tabla 6.15: Comparativa de la capacidad de carga de los vehículos

Para tomar la decisión, se aplica un método de decisión multicriterio. Se aplica el método de la ponderación lineal. Para esto, primero se comienza por normalizar todos los valores implicados (costo y capacidad de carga extra). Esto implica dividir cada valor por el máximo en ese criterio. Luego se le otorga cierto peso o ponderación a cada atributo. Se decide que para la puntuación final el costo del vehículo importa en un 80% y la capacidad de carga extra importa en un 20%.

El costo es un valor que cuanto más alto es menos beneficioso para la decisión y por lo tanto al normalizarlo, se le cambia el signo. Con la carga sucede lo contrario, cuanto mayor sea la capacidad extra, mejor.

La fórmula a utilizar para calcular la puntuación de cada uno de los vehículos responde a la siguiente ecuación:

$$Puntuación = \sum Costo Normalizado * 0,8 + Carga Normalizada * 0,2$$

Tabla 6.16: Puntuación de cada vehículo en función de la ponderación

MODELO	COSTO	CARGA EXTRA	PUNTUACIÓN
CITRÖEN JUMPER	-0,6648	-0,0165	-0,5351
PEUGEOT BOXER	-0,6809	0,0055	-0,5436
RENAULT MASTER	-0,7420	0,0036	-0,5929
FIAT DUCATO	-0,7450	0,0110	-0,5938
IVECO DAILY	-0,7833	0,1399	-0,5986
FORD TRANSIT	-0,8609	0,2966	-0,6294
MERCEDES-BENZ SPRINTER	-0,9716	0,0480	-0,7676
HYUNDAI HD 78	-1,0000	1,0000	-0,6000

El modelo que hay que elegir es aquel cuya puntuación es la más alta o, como en este caso, la menos negativa. El modelo Jumper de Citroën sería el ideal pero, como se mostró en las tablas precedentes, su capacidad de carga es levemente deficiente. De esta forma el siguiente vehículo es el Peugeot Boxer.

Esta decisión sólo considera el caso en que se decida efectivamente comprar todos los vehículos al contado. También deberá tenerse en cuenta que existen diversos planes de financiación y leasing que podrán mejorar las tasas de rentabilidad del proyecto reduciendo la inversión inicial del mismo. De hecho, el Banco Nación tiene un plan de leasing que permite comprar bienes de capital financiados al 100% siempre y cuando sean producidos en nuestro país. El único utilitario que es producido en el país es el Iveco Daily, que es producido en la ciudad de Córdoba. Esta opción de financiación se abordará en la sección respectiva, más adelante dentro del proyecto. De cualquier manera, sea con capital propio o financiado, la inversión en vehículos a lo largo del proyecto será de \$ 3.157.000.

Si desglosamos la inversión necesaria en función de los turnos de producción que se requieran, la inversión inicial será mucho menor y se irán incorporando los vehículos a medida que se vayan necesitando:

Tabla 6.17: Inversión en vehículos a lo largo del proyecto

TURNOS	VEHÍCULOS A INCORPORAR	INVERSIÓN NECESARIA
1	4	\$ 1.148.000
2	3	\$ 861.000
3	4	\$ 1.148.000
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>		<b>\$ 3.157.000</b>

### 6.1.5 DEPRECIACIÓN

Como criterio de depreciación, se usará el criterio de depreciación lineal. Este establece que el producto se va depreciando una cantidad fija año a año. Por convención se toman los siguientes valores de depreciación anual para los diferentes tipos de activos:

- Edificios : 20 años (5% anual)
- Mobiliario: 10 años (10% anual)
- Maquinaria y herramientas: 10 años (10% anual)
- Vehículos de empresa : 5 años (20% anual)

Se considera que, una vez transcurrido este período, el activo ya no posee valor alguno. Esto implica por ejemplo que si se desea vender un vehículo al año siguiente de su compra, el mismo tendrá un valor equivalente al 80% de su valor original. Al finalizar el proyecto, el inversionista puede decidir por vender o no los activos en los que ha invertido. Esto genera un ingreso adicional en el último período y, en caso de que desee hacerlo, lo hará a un valor residual igual al valor original menos la depreciación total del activo durante el proyecto.

## 6.2 COSTOS

### 6.2.1 COSTOS DE MATERIA PRIMA

Las materias primas para producir esencialmente el biodiesel son tres: Hidróxido de Sodio, Aceite Usado y Metanol. Tanto el metanol como el hidróxido de sodio se compran a un proveedor de la ciudad de Buenos Aires<sup>18</sup> cuyos precios de venta son los siguientes:

Tabla 6.18: Precio unitario de las materias primas

ITEM	PRECIO UNITARIO
Hidróxido de Sodio	11,28 $\frac{\$}{kg}$
Metanol	7,11 $\frac{\$}{L}$

El aceite usado actualmente no se comercializa, es decir que los locales comerciales lo entregan sin costo a cambio de que la empresa recolectora se encargue de su posterior tratado, ahorrándole preocupaciones y dinero. Teniendo en cuenta que ya existe una empresa que realiza este servicio, es posible que se deba ofertar algún precio por el mismo. El precio a ofrecerle a los proveedores no está establecido pero se puede tomar como referencia el precio máximo que se ha ofrecido en la ciudad de Rosario por cada litro de aceite vegetal usado. Este precio llegó a alcanzar un máximo de \$ 0,70 por cada litro<sup>19</sup>. Conociendo

<sup>18</sup> Ver anexos con diferentes precios de proveedores.

<sup>19</sup> Precio obtenido del diario La Capital de Rosario (<http://www.lacapital.com.ar/la-ciudad/Una-cooperativa-ya-recupero-para-biodiesel-30-mil-litros-de-aceite-usado-20130109-0014.html>)

este valor, podría considerarse razonable pagar un precio máximo de \$ 0,35 o \$ 0,50 por cada litro de aceite usado.

Tomando del estudio técnico los análisis de las cantidades de materia prima que son necesarias para producir un litro de biocombustible se puede establecer cuál es el costo de las materias primas por cada litro de biodiesel.

Tabla 6.19: Costo de materias primas de un litro de biodiesel

CONCEPTO	COSTO UNITARIO	CANTIDAD A USAR EN UN LITRO	COSTO UNITARIO
<b>Metanol</b>	7,11 $\frac{\$}{L}$	0,150 L	\$ 1,07
<b>Hidróxido de Sodio</b>	11,28 $\frac{\$}{kg}$	0,05 kg	\$ 0,56
<b>Aceite</b>	0,50 $\frac{\$}{L}$	1 L	\$ 0,50
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 2,13</b>

### 6.2.2 COSTOS DE MANO DE OBRA

Acorde a la información que se pudo recabar, en Córdoba no existe un acuerdo colectivo para los trabajadores de la industria de biocombustibles. Sin embargo, en el sur de la provincia de Santa Fe se firmó un acuerdo (plasmado en la Resolución 149/2010 del Ministerio de Trabajo de la Nación) que establece que los trabajadores de la industria de biocombustibles forman parte del gremio denominado “Federación Argentina Sindical del Petróleo, Gas y Biocombustibles”. Los sueldos a pagar se referenciarán al convenio colectivo de este sindicato.

Lamentablemente no se ha podido dar con la información precisa acerca de los salarios base que percibe un trabajador que esté dentro del convenio colectivo mencionado. Sin embargo, se han obtenido datos del año 2010 y se harán las actualizaciones pertinentes suponiendo un incremento salarial promedio aproximado del 25/30% anual. Con estas suposiciones, desde 2010 a 2014 se hará un incremento salarial acorde.

Para el correcto funcionamiento de la empresa se requerirá un operario por turno junto con un supervisor. Además, se necesitarán dos personas administrativas que realicen todas las tareas de recepción de materiales, atención a proveedores, clientes y compras. También será necesario un operador de laboratorio encargado de la realización de todas las pruebas de calidad exigidas por las diversas normativas del sector para garantizar la calidad y seguridad del biodiesel. Se necesitarán también dos encargados de manejar cada uno de los camiones que se utilizarán.

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

Habiendo mencionado las funciones que deberá desempeñar cada empleado de la empresa, hay que buscar la correspondencia entre las tareas descritas y las categorías que establece el acuerdo colectivo<sup>20</sup>. El convenio establece que:

Tabla 6.20: Categorías del convenio colectivo de trabajo de la “Federación Argentina Sindical del Petróleo, Gas y Biocombustibles”

CATEGORÍA	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS
B	Personal Administrativo	Administración en general, facturación, cuentas corrientes, trámites bancarios, gestiones de pago y cobranzas, compras y ventas.
C	Operador de Campo	Gestión de la producción, carga y descarga de camiones, movimientos generales de productos y tareas de mantenimiento en general como ayudante auxiliar de operador de mantenimiento.
E	Operador de Laboratorio	Toma de muestras de ingreso de materias primas, control de proceso, en laboratorio y en planta, control de egreso de producto terminado, desarrollo y modificación de procesos.
F	Operador Principal	Control de todos los procesos de planta y de los operadores de campo

En función de este cuadro los puestos de la empresa serán los siguientes:

Tabla 6.21: Costos de mano de obra en función de las categorías

TAREA	CATEGORÍA	CANTIDAD	SUELDO BÁSICO CATEGORÍA POR PERSONA	COSTO REAL MENSUAL POR PERSONA
<b>PERSONAL ADMINISTRATIVO</b>	B	2	\$ 8.200	\$ 14.760
<b>OPERARIO</b>	C	1 por turno	\$ 9.300	\$ 16.740
<b>OPERADOR DE LABORATORIO</b>	E	1 por turno	\$ 11.424	\$ 20.563
<b>OPERADOR PRINCIPAL</b>	F	1 por turno	\$ 12.500	\$ 22.500
<b>CONDUCTOR DE VEHÍCULO</b>	C	2 por camión	\$ 9.300	\$ 16.740

Serán necesarios para el correcto funcionamiento del proyecto, once vehículos utilitarios que se utilizarán por ocho horas diarias donde juntarán todo el aceite necesario para la producción del día. Esto implica que se necesitarán 22 conductores de vehículos cuando la capacidad de producción sea máxima. Además serán necesarias dos personas administrativas, un operario, un supervisor y un operador de

<sup>20</sup> <http://www.petroleygas.com.ar/upload/convenios/Acuerdo%20Biocombustibles%20previo%20al%20CCT.pdf>

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

laboratorio por cada turno de trabajo que se realice. Realizando el análisis de estos últimos tendremos los siguientes costos mensuales de mano de obra:

Tabla 6.22: Costos de mano de obra en función de los turnos de producción

	TURNO 1		TURNO 2		TURNO 3	
	CANTIDAD	COSTO REAL	CANTIDAD	COSTO REAL	CANTIDAD	COSTO REAL
PERSONAL ADMINISTRATIVO	2	\$ 14.760	-	\$ 0	-	\$ 0
OPERARIO	1	\$ 16.740	1	\$ 16.740	1	\$ 16.740
OPERADOR PRINCIPAL	1	\$ 22.500	1	\$ 22.500	1	\$ 22.500
OPERADOR DE LABORATORIO	1	\$ 20.563	1	\$ 20.563	1	\$ 20.563
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 74.563</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 59.803</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 59.803</b>

Resulta que, cuando se desea trabajar en un turno, la producción será la tercera parte de la máxima posible y por ende la cantidad de aceite usado necesario para realizar mantener ese nivel de producción también será menor. Esto implica que la cantidad de conductores por vehículo será más pequeña y dependerá de la cantidad de turnos a producir, siendo 22 la cantidad máxima.

Esto implica que los costos de mano obra en concepto de conductor de vehículos variará en función de la cantidad de vehículos a utilizar en cada turno:

Tabla 6.23: Costo anual de mano de obra de choferes

CANTIDAD DE TURNOS	CANTIDAD DE VEHÍCULOS	CANTIDAD DE CHOFERES	COSTO POR CHOFER	COSTO TOTAL MENSUAL	COSTO TOTAL ANUAL
<b>1</b>	4	8	\$ 16.740	\$ 133.920	<b>\$ 1.607.040</b>
<b>2</b>	7	14	\$ 16.740	\$ 234.360	<b>\$ 2.812.320</b>
<b>3</b>	11	22	\$ 16.740	\$ 368.280	<b>\$ 4.419.360</b>

Para realizar un análisis más profundo resulta conveniente dividir estos costos en aquellos que varían directamente con el volumen de producción y aquellos que no. Esta división resulta en costos de Mano de Obra Directa (MOD) y costo de mano de obra de administrativos ya que unos son variables y otros son fijos. Se supone que el componente fijo de la mano de obra es solamente el personal administrativo y por ende se tendría la siguiente distribución mensual de costos fijos y variables de mano de obra:

Tabla 6.24: Costo total anual de mano de obra

CANTIDAD DE TURNOS	COSTOS FIJOS	COSTOS VARIABLES	COSTO TOTAL MENSUAL	COSTO TOTAL ANUAL
<b>1</b>	\$ 14.760	\$ 193.723	\$ 208.483	<b>\$ 2.501.796</b>
<b>2</b>	\$ 14.760	\$ 294.163	\$ 308.923	<b>\$ 3.707.076</b>
<b>3</b>	\$ 14.760	\$ 428.083	\$ 442.843	<b>\$ 5.314.116</b>

Resulta necesario aclarar que, si bien se la llama Mano de Obra Directa, no es estrictamente así ya que los costos no varían directamente con los litros producidos sino con la cantidad de turnos productivos abiertos.

### 6.2.3 COSTOS DE ENERGÍA

El consumo simultáneo de toda la maquinaria es según el proveedor de 35kW y por lo tanto el consumo no alcanza para catalogar a la empresa como “Gran Usuario”. El consumo mensual de energía estará en función de los turnos de producción que se decida aplicar. Esto quedará distribuido de la siguiente forma.

Tabla 6.25: Costos de consumo energético en función de los turnos de producción

TURNOS	HORAS DE CONSUMO	CONSUMO DIARIO	CONSUMO MENSUAL
<b>1</b>	8 hs	$35kW * 8h = \frac{280kWh}{día}$	$\frac{280kWh}{día} * 23,89días = 6690kWh$
<b>2</b>	16 hs	$35kW * 16h = \frac{560kWh}{día}$	$\frac{560kWh}{día} * 23,89días = 13.378kWh$
<b>3</b>	24 hs	$35kW * 24h = \frac{840kWh}{día}$	$\frac{840kWh}{día} * 23,89días = 20.067kWh$

Dentro de esta categoría de consumos (pequeñas industrias) el consumo mensual se divide en los siguientes escalones de facturación<sup>21</sup>:

- 1) 0 a 300kWh
- 2) 300 a 750kWh
- 3) 750kWh a 2.000kWh
- 4) Mayores a 2.000kWh

<sup>21</sup> Datos extraídos de sitio web de EPEC [http://www.epec.com.ar/docs/cuadro-tarifario/tarifa\\_n2.pdf](http://www.epec.com.ar/docs/cuadro-tarifario/tarifa_n2.pdf)

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

Se ve claramente que, aunque se produzca en un solo turno, se excede el límite máximo y la empresa entra en la Categoría 4 de facturación. Esta categoría presenta el siguiente esquema tarifario<sup>22</sup>:

Tabla 6.26: Precio del kWh de energía para cada rango de consumo

RANGO DE CONSUMO	PRECIO DEL KWH
0 – 300 kWh	\$ 0,68512
300 kWh – 1.500 kWh	\$ 0,71208
>1.500 kWh	\$ 0,79301

A continuación, se presentará lo que se deberá gastar por electricidad en función de la cantidad de turnos en los que se desee producir. El modelo escogido no influye ya que el proveedor asegura que la potencia máxima simultánea requerida será de 35kW.

Tabla 6.27: Costos energéticos por turno productivo

TURNOS	HORAS MENSUALES	ESCALÓN DE CONSUMO	HORAS MENSUALES	CONSUMO DE KW POR HORA	COSTO POR KWH	COSTO MENSUAL
<b>1</b>	191,12 hs	0 – 300 kWh	8,57 hs	35 KW	\$ 0,68512	\$ 5.175,11
		300 kWh – 1.500 kWh	34,29 hs	35 KW	\$ 0,71208	
		>1.500 kWh	148,26 hs	35 KW	\$ 0,79301	
<b>2</b>	382,24 hs	0 – 300 kWh	8,57 hs	35 KW	\$ 0,68512	\$ 10.472,72
		300 kWh – 1.500 kWh	34,29 hs	35 KW	\$ 0,71208	
		>1.500 kWh	339,38 hs	35 KW	\$ 0,79301	
<b>3</b>	573,36 hs	0 – 300 kWh	8,57 hs	35 KW	\$ 0,68512	\$ 15.784,32
		300 kWh – 1.500 kWh	34,29 hs	35 KW	\$ 0,71208	
		>1.500 kWh	530,5 hs	35 KW	\$ 0,79301	

En función de los costos mensuales, del modelo de fábrica elegido y de la cantidad de turnos de producción que se adopten los costos de electricidad unitarios serán:

Tabla 6.28: Costo energético unitario para la planta de tamaño grande

TURNOS	LITROS	PLANTA GRANDE	
		COSTO MENSUAL	COSTO POR LITRO
<b>1</b>	7.000	\$ 5.175,11	\$ 0,7393
<b>2</b>	14.000	\$ 10.472,72	\$ 0,7481
<b>3</b>	21.000	\$ 15.784,32	\$ 0,7516

<sup>22</sup> Precios vigentes desde el 01/10/2013, con subsidio del Estado Nacional.

#### 6.2.4 COSTOS OPERATIVOS

Dentro de los costos operativos a considerar, el más importante y que más impactará en los costos y rentabilidad del proyecto es el costo del combustible. Para hacer esta estimación se estima que la IVECO Daily consume 13 litros cada 100 kilómetros<sup>23</sup> a un promedio de 27km/h en ámbitos urbanos. Si se considera que cada vehículo estará en la calle aproximadamente la mitad de la jornada de trabajo entonces la cantidad de kilómetros recorridos diariamente será:

$$Distancia = 27 \frac{km}{h} * 4h = 108km$$

Usando una aproximación razonablemente correcta podemos decir que cada vehículo consumirá 13,1 litros por cada jornada laboral.

#### 6.2.5 COSTOS DE VENTA

No hay que dejar de considerar el costo de la venta como uno de los costos importantes dentro de la estructura de costos de la empresa. Estos costos son principalmente los costos de transporte del biodiesel hasta el puerto para su posterior comercialización ya que dentro del mercado interno son las propias refinerías las que se encargan de asumir ese costo de transporte desde la planta productora de biodiesel hasta la refinería.

En caso que se desee exportar, el puerto más cercano es el de Rosario. Desde la ciudad de Córdoba la distancia es de 405 km. Se decide tomar una distancia un 10% mayor para cubrir cualquier eventualidad, por lo que la distancia a considerar es de 445 km. Según la Confederación Argentina del Transporte Automotor de Cargas (CATAC), el costo para el transporte por cada tonelada desde Córdoba a Rosario (para 445 km) es de \$ 354, 94.

Además se debe sumar el costo de poner la mercadería en el barco, que debe ser asumido por el productor. Según datos del Banco Mundial, que pueden tomarse como una buena aproximación, el costo de exportar en un contenedor de 20 pies en Argentina es de U\$S 1650 por contenedor.

<sup>23</sup><http://www.camionactualidad.es/pruebas/pruebas-de-furgonetas/item/505-iveco-daily-35s21-furg%C3%B3n.html>

20 PIES STANDARD (DRY CARGO) 20' X 8' X 6'						
Tara: 2210 - 2400 kg / Carga Máxima 21700 - 28240 kg / Capacidad Cubica 33.3m3						
MEDIDAS	EXTERNA		INTERNA		PUERTA ABIERTA	
	Metros	Pies	Metros	Pies	Metros	Pies
LARGO	6.05	20'	5.90	19'4"		
ANCHO	2.43	8'	2.34	7'8"	2.33	7'8"
ALTO	2.59	8'6"	2.40	7'10"	2.29	7'6"



Imagen 6.1: Tamaño estándar de los contenedores

De esta forma, el volumen total aproximado a transportarse es el siguiente:

$$6,05m * 2,43m * 2,59m = 38,08m^3$$

38,08m<sup>3</sup> es aproximadamente igual a 38.000 litros de combustible. Esto equivale a 32.680 kg de biodiesel, o lo que es lo mismo, 32,68 Tn. Sabiendo que por cada contenedor se pueden transportar 32,68 Tn de producto final se puede decir que el costo de exportar es de U\$S 50,49 por cada tonelada de biodiesel.

Resumiendo:

Tabla 6.29: Costos de transporte

COSTO TRANSPORTE INTERNO	COSTO TRANSPORTE A PUERTO
$\frac{\$ 354,94}{Tn}$	$\frac{US\$ 50,49}{Tn}$

### 6.2.6 CAPITAL DE TRABAJO

El capital de trabajo es aquel con el que es necesario contar a los fines de cerrar el primer ciclo económico de la empresa de manera que ya se pueda sustentar con su propio capital. Para calcularlo existen tres métodos distintos (Sapag Chain página 143):

- Método contable: proyecta los promedios de activos corrientes y de pasivos corrientes y calcula la inversión en capital de trabajo como la diferencia entre ambos.
- Método del período de desfase: calcula la inversión en capital de trabajo como la cantidad de recursos necesarios para financiar los costos de operación desde que comienzan los desembolsos de dinero hasta que se recuperan. Se toma el promedio de costos diarios y se lo multiplica por el número de días estimados de desfase:

$$ICT_0 = \frac{Ca}{365} * n$$

Siendo en la ecuación anterior: “Ca” los costos totales de operación y “n” el número de días de desfase con respecto al desembolso.

- Método del déficit acumulado: Determina el máximo déficit que se produce entre la ocurrencia de los egresos y los ingresos.

Para este proyecto se decide aplicar el “Método del Período de Desfase” porque es el que mejor equilibra la complejidad del “Método del déficit acumulado” con la relativa simpleza del “Método contable”.

Para realizar este cálculo, se realiza una estimación pesimista acerca de los períodos de pago y cobro. Se supone que el período de cobro de las ventas es de 90 días, de manera de realizar una estimación lo suficientemente conservadora y que permita evitar sobresaltos en el lanzamiento del proyecto. Si tenemos en cuenta esto, y que el costo de operación diario es de alrededor de \$ 20.000 el capital de trabajo ( $ICT_0$ ) es de:

$$ICT_0 = \frac{Ca}{365} * n = \$20.000 * 90 = \$ 1.800.000$$

### 6.2.7 COSTOS FIJOS

Los costos fijos son, por definición, aquellos costos que se deberá seguir afrontando incluso cuando no exista producción alguna. Para el caso de este proyecto se ha decidido hacer hincapié principalmente en aquellos que son más importantes desde el punto de vista operativo.

#### 1. SALARIOS DE ADMINISTRATIVOS

Tal y como se explicó anteriormente, el componente fijo de la mano de obra es aquella que seguirá afectada incluso en aquellos momentos en que no se decida producir. Estos costos son mensualmente \$ 14.760 y anualmente \$ 177.120.

#### 2. IMPUESTOS, SEGUROS Y SERVICIOS PÚBLICOS

Si bien estos son costos reales dentro de cualquier empresa, se decide no considerarlos para darle prioridad a los costos más importantes y significativos del proyecto y de la parte operativa del mismo.

#### 3. MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

El mantenimiento es un gasto fijo importante, que permite conservar el funcionamiento correcto de las instalaciones edilicias y productivas a lo largo del tiempo. Se tomará como aproximación de los costos de mantenimiento a la cuarta parte de la depreciación contable de los bienes. Por lo tanto, se invertirán los siguientes porcentajes en mantenimiento:

- Edificios : (1,25% anual)
- Maquinaria y herramientas: (2,5% anual)

- Vehículos de empresa : (5% anual)

Tabla 6.30: Descripción de los costos fijos

CONCEPTO	COSTO ANUAL
Personal administrativo	\$ 179.400
Mantenimiento y limpieza de edificios	\$ 34.454,90
Mantenimiento de Máquinas y Herramientas	\$ 28.441,95
Mantenimiento por cada vehículo	\$ 14.350

### 6.3 ESTIMACIÓN DEL PRECIO DE VENTA

En función de los datos obtenidos, se establecerán dos precios distintos del biodiesel; un precio para el mercado interno y un precio de exportación. Se deberán determinar distintos precios para cada uno de los años de evaluación del proyecto.

### 6.4 INGRESOS

Los ingresos vendrán determinados por la cantidad de toneladas de biodiesel que se logren vender a lo largo del año y el precio de cada tonelada en ese momento. Además se tuvo en cuenta que, en un principio, no se comenzará a producir a plena capacidad sino que se irá incrementando la capacidad hasta alcanzar el tope máximo de producción.

Se establece como objetivo comenzar la producción utilizando solamente un turno de producción e ir incrementando la misma a medida que transcurre el tiempo con el objetivo de llegar a la capacidad máxima en el quinto año del proyecto. Si tenemos en cuenta esto, y el crecimiento del mercado calculado previamente, las ventas necesarias mínimas para mantener el nivel de participación de mercado serían:

Tabla 6.31: Capacidad de producción mínima necesaria para mantener el Market Share

AÑO	CAPACIDAD MÍNIMA NECESARIA	
	PLANTA MEDIANA	PLANTA GRANDE
<b>2014</b>	5.000	7.000
<b>2015</b>	6.995	9.792
<b>2016</b>	9.785	13.698
<b>2017</b>	14.136	19.790
<b>2018</b>	20.422	28.591

Conociendo las capacidades mínimas que se requieren, es decir las ventas mínimas que tendría que tener la empresa para mantener el market share año tras año, podemos determinar en qué año es conveniente comenzar a producir en dos y tres turnos. Este análisis se realiza tanto si se opta por producir con una capacidad grande como si se opta por producir con una capacidad mediana. En las tablas siguientes se

muestra, en función de las ventas potenciales debidas al crecimiento total del mercado, cuál es la capacidad ociosa de la planta en función de la elección de producir en dos o tres turnos. Además, se muestra cuáles serían las ventas de la empresa que, para cada período, son iguales a la capacidad mínima necesaria de la tabla anterior excepto en el último año en donde las ventas potenciales (capacidad mínima necesaria) es superior a la capacidad máxima de producción de la planta. De esta forma se debe decidir cuándo aumentar el volumen de producción; el primer año se decide producir en un turno y utilizando toda la capacidad productiva del mismo. A partir del segundo año se plantean las siguientes posibilidades:

Tabla 6.32: Niveles de producción por año para la planta mediana

<b>PLANTA MEDIANA</b>						
AÑO	PRODUCCIÓN EN 2 TURNOS			PRODUCCIÓN EN 3 TURNOS		
	DEMANDA [L]	CAPACIDAD [L]	EXCESO DE CAPACIDAD	DEMANDA [L]	CAPACIDAD [L]	EXCESO DE CAPACIDAD
2015	6.995	10.000	+30,06%	6.995	15.000	+53,37%
2016	9.785	10.000	+2,15%	9.785	15.000	+34,77%
2017	14.136	10.000	-41,36%	14.136	15.000	+5,76%
2018	20.422	10.000	-104,22%	20.422	15.000	-36,15%

Para determinar el momento oportuno para aumentar la capacidad productiva, se evaluará en qué momento la demanda es superior a la capacidad. Eso se plasma en la columna “Exceso de capacidad” de la tabla anterior. Cuando esta contenga valores negativos, se deberá comenzar a producir utilizando un turno de producción adicional. Se ve claramente que se excederá la capacidad productiva de dos turnos a partir del año 2017 y por ende, se debería comenzar ese año produciendo con tres turnos diarios. Conocida la capacidad productiva de la empresa año a año y la demanda respectiva, se puede conocer las ventas para cada año. Resultando para la planta mediana las siguientes:

Tabla 6.33: Niveles de ventas por año produciendo en la planta mediana

AÑO	TURNOS	VENTAS [L]
2014	1	5.000
2015	2	6.995
2016	2	9.785
2017	3	14.136
2018	3	15.000
<b>TOTAL</b>		<b>50.916</b>

Se procede de forma análoga con la planta grande:

Tabla 6.34: Niveles de producción por año para la planta grande

PLANTA GRANDE						
AÑO	PRODUCCIÓN EN 2 TURNOS			PRODUCCIÓN EN 3 TURNOS		
	DEMANDA [L]	CAPACIDAD [L]	EXCESO DE CAPACIDAD	DEMANDA [L]	CAPACIDAD [L]	EXCESO DE CAPACIDAD
2015	9.792	14.000	+30,06%	9.792	21.000	+53,37%
2016	13.698	14.000	+2,15%	13.698	21.000	+34,77%
2017	19.790	14.000	-41,36%	19.790	21.000	+5,76%
2018	28.591	14.000	-104,22%	28.591	21.000	-36,15%

Tabla 6.35: Niveles de ventas por año produciendo en la planta grande

AÑO	TURNOS	VENTAS [L]
2014	1	7.000
2015	2	9.792
2016	2	13.698
2017	3	19.790
2018	3	21.000
<b>TOTAL</b>		<b>71.280</b>

La capacidad de ventas utilizando la planta grande supera a la capacidad de la planta mediana en un 40%.

## 6.5 FLUJO DE CAJA

A la hora de realizar los flujos de fondo del proyecto para su posterior evaluación, resulta de gran importancia establecer con la mayor precisión posible el valor de algunos índices macroeconómicos tales como la ya calculada relación de cambio entre el dólar estadounidense y el peso argentino o el índice inflacionario.

El correcto cálculo de un índice inflacionario razonable es de gran relevancia ya que esto socavaría los ingresos de nuestro producto debido al aumento en los costos que producirá. Para calcularlo se utilizarán los datos del nuevo Índice de Precios al Consumidor del INDEC denominado Índice de Precios al Consumidor Nacional Urbano (IPCNu). Este índice arrojó, para los primeros meses del año los siguientes valores:

Tabla 6.36: Inflación mensual de 2014 hasta el mes de Mayo

MES	IPCNu
<b>FEBRERO</b>	3,4%
<b>MARZO</b>	2,6%
<b>ABRIL</b>	1,8%
<b>MAYO</b>	1,4%
<b>TOTAL</b>	<b>9,2%</b>

Este índice de los últimos tres meses, refleja un índice cuatrimestral que está prácticamente llegando a un acumulado del 9,2%, arrojando un promedio del 2,3% mensual. Esta cifra proyectada para todo el año nos arroja una inflación anual del 27,6%. Por lo tanto se opta por usar una tasa inflacionaria del 28%.

De esta forma, se realizan cinco flujos de fondo:

- 1) Precios constantes: Se considera que los costos y los ingresos permanecen constantes a lo largo del todo el período de evaluación del proyecto.
- 2) Inflación constante: Se realiza el flujo de fondos bajo la hipótesis que la tasa inflacionaria es del 28% anual y que el precio de venta del biodiesel y la tasa de cambio Peso/Dólar varían con el tiempo y con un ritmo de una tasa constante (13,27% es la tasa de variación del cambio monetario y 22,50% la tasa de aumento del precio de venta del biodiesel).
- 3) Inflación descendiente: El flujo de fondos se realiza utilizando una tasa inflacionaria de 28% en el primer período y que va descendiendo en un 2,5% con respecto a la tasa del período anterior.
- 4) Inflación creciente: Es el mismo caso que el anterior, sólo que con una inflación creciente.
- 5) Con financiamiento: Se realiza el flujo de fondos operativo (a precios constantes) sólo que se utiliza un crédito para financiar el 50% de la inversión inicial.

## 6.6 PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio es la cantidad mínima que se tiene que vender para poder “pagar” los costos fijos de la empresa y poder seguir subsistiendo. Este valor será diferente para cada año en función de los costos y de los diferentes precios de venta de cada momento.

El punto de equilibrio se determina entonces como la relación entre los costos fijos totales y la contribución marginal del producto, o la utilidad unitaria del mismo:

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{\text{Costos Fijos}}{(\text{Precio de Venta} - \text{Costo Variable Unitario})}$$

Esta cantidad es muy importante para determinar los objetivos mínimos de venta para cada año, que proporcionarán beneficios para la empresa para volúmenes de venta superiores al mismo o pérdidas cuando las ventas se sitúen por debajo del punto de equilibrio.

A continuación se presentan los diferentes valores del punto de equilibrio para cada uno de los escenarios planteados en el proyecto:

Tabla 6.37: Punto de equilibrio para cada período del proyecto

PERÍODO	PUNTO DE EQUILIBRIO				
	1	2	3	4	5
<b>2014</b>	127.108,10	129.583,835	129.583,835	129.583,835	129.583,835
<b>2015</b>	138.433,15	153.469,817	152.020,8608	152.020,861	122.039,87
<b>2016</b>	138.433,15	165.200,794	159.037,5221	164.843,521	122.039,87
<b>2017</b>	153.523,22	189.273,546	176.025,9187	195.974,144	126.088,727
<b>2018</b>	153.523,22	201.442,721	175.799,6136	219.178,529	126.088,727
<b>2019</b>	153.523,22	214.896,638	172.623,6189	252.958,941	126.088,727
<b>2020</b>	153.523,22	230.307,833	166.957,6737	305.392,364	126.088,727
<b>2021</b>	153.523,22	248.423,671	159.293,7758	394.503,326	126.088,727
<b>2022</b>	153.523,22	270.142,936	150.136,0446	571.290,086	126.088,727
<b>2023</b>	153.523,22	296.624,467	139.972,1979	1.060.620,8	126.088,727

## 6.7 FINANCIACIÓN

Una alternativa interesante para la financiación de proyectos, consiste en la línea de créditos para la inversión productiva del Banco Nación. Este programa está orientado a financiar la adquisición de bienes de capital nuevos y/ o la construcción de instalaciones necesarias para la producción de bienes y/o servicios, siempre y cuando los mismos sean de producción nacional o sean importados en aquellos casos en que no son producidos en el mercado interno.

Este programa ofrece un período de gracia de seis meses con una Tasa Nominal Anual (TNA) del 17,50% en pesos y fija durante los primeros 36 meses del préstamo; luego se toma la tasa BADLAR Total más 3 puntos porcentuales. La tasa BADLAR a Julio de 2014 tiene un valor de 22,75% y por lo tanto la tasa a partir del tercer año de evaluación será de 25,75%. Este crédito permite además la financiación del capital de trabajo bajo una TNA del 23%.

De acuerdo al tipo de proyecto y del destino del mismo, el banco podrá financiar hasta un 100% del proyecto. Lo que se analizará son las distintas alternativas de rentabilidad en función de la proporción de la inversión que se financiará y la que no.

Se decide financiar el 50% de la inversión inicial del proyecto. Esto implica que se requerirá pedir un préstamo por el monto de \$ 3.371.464,98 (ya que la inversión inicial alcanzaba un monto de \$ 6.742.929,96). Este préstamo tiene un sistema de amortización alemán, es decir, que las cuotas a pagar serán constantes.

PROYECTO INTEGRADOR

*“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”*

UNC - FCFyN

---

Esto implica que el monto a pagar año a año será el monto total del crédito dividido en la cantidad de períodos a pagar:

$$Cuota = \frac{V}{n} = \frac{\$ 3.371.464,98}{10} = \$ 337.146,50$$

La tasa de interés del mismo será de 17,5% durante los primeros 3 períodos y luego se incrementará cinco puntos porcentuales, tal y como se explicó previamente, alcanzando la tasa de 22,5% anual.

---

# EVALUACION ECONÓMICA-FINANCIERA

---

## 7. EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA

La evaluación económica-financiera de la viabilidad del proyecto se realizará con los métodos tradicionales oportunamente detallados:

1. Valor Actual Neto (VAN)
2. Tasa Interna de Retorno (TIR)
3. Período de Recuperación de la Inversión (PRI)

Estos métodos son además acompañados por un análisis de sensibilidad, que permitirá determinar qué variables son las más delicadas y cuya variación afecta en mayor proporción al proyecto.

Se decide realizar distintos flujos de fondos con distintos escenarios.

1. El primero es un flujo de fondos realizado a precios constantes, es decir, manteniendo los costos y los ingresos del proyecto en el período uno constantes a lo largo de los demás. La única variación entre estos es el aumento en el nivel de producción del mismo.
2. El flujo de fondos número dos se realiza considerando una tasa de variación para ciertas variables clave y con una tasa inflacionaria anual del 28%.
3. Para este flujo de fondos se utiliza una tasa inflacionaria optimista, que va disminuyendo a un ritmo constante período a período (disminuye con una tasa del 5% con entre períodos).
4. Este es un flujo de fondos con un criterio opuesto al anterior. Es un flujo de fondos pesimista que considera que la inflación aumenta entre año y año un 5% con respecto al valor anterior.
5. Finalmente, se decide realizar un flujo de fondos considerando que se consigue un préstamo para financiar el 50% de la inversión inicial del mismo.

### 7.1 DETERMINACIÓN DE LA TASA DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La tasa de evaluación del proyecto se determina a partir de la tasa mínima bancaria (rentabilidad del plazo fijo) más un costo de oportunidad del capital del inversor, es decir, en qué otro proyecto alternativo similar podría invertir el dinero. Las tasas actuales de los plazo fijo de bancos de nuestro país se ubican prácticamente en 23%. Se considera que el costo de oportunidad del inversor será de un 15%<sup>24</sup>. De esta forma:

---

<sup>24</sup> Este 15% se considera que es una rentabilidad suficiente para suplir los niveles inflacionarios actuales de nuestro país y obtener una rentabilidad diferenciadora.

$$r = CO + PR$$

$$r = 38\%$$

Se evaluará el proyecto utilizando distintos valores de variables macroeconómicas que puedan influir en la viabilidad del mismo. Dentro de estos valores, los más importantes son la variación del valor del peso con respecto al dólar y la inflación anual. Algunos autores incluyen la tasa inflacionaria dentro de la tasa de evaluación del proyecto resultando:

$$r = CO + PR + inf$$

## 7.2 VALOR ACTUAL NETO (VAN)<sup>25 26</sup>

El criterio del Valor Actual Neto o Valor Presente Neto, consiste en determinar el valor que tiene a día de hoy los flujos de fondos futuros del proyecto. Mide la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión y se considera que el proyecto será viable y rentable siempre y cuando los valores presentes de los flujos de fondos futuros del proyecto sean superiores a la inversión inicial que se requiere.

Para realizar esta evaluación, se deberá determinar cuál será la tasa de descuento a utilizar por el inversor. Esta tasa, no es ni más ni menos que la tasa de evaluación del proyecto y es lo mismo que decir la rentabilidad del proyecto exigida por el inversor.

Este criterio establece que un proyecto será viable o no en comparación con otro de igual rentabilidad si el Valor Actual Neto es mayor que cero. Si es igual a cero quiere decir que el inversor gana exactamente lo que esperaba ganar con la rentabilidad exigida por la tasa de rentabilidad escogida. Si el VAN arroja un resultado positivo implica que el proyecto es más rentable que otro de igual riesgo y hay que invertir.

La siguiente tabla detalla los valores del VAN para cada escenario planteado. Como se puede ver, el único escenario para el que no resulta viable el proyecto es el caso en el que la inflación aumente.

Tabla 7.1: Valor Actual Neto (VAN) para cada escenario

ESCENARIO	VAN
Precios Constantes	\$ 2.069.197,13
Inflación 28% Constante	\$ 1.176.309,849
Inflación decreciente	\$ 8.649.581,82
Inflación creciente	-\$ 9.919.244,71
Financiado	\$ 4.697.969,58

<sup>25</sup> Sapag Chain

<sup>26</sup> Formulación y evaluación de proyectos.

### 7.3 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)<sup>27</sup>

La Tasa Interna de Retorno es aquella tasa de descuento que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero. Sería equivalente a la rentabilidad que arroja el proyecto. De esta forma si es un valor menor a la tasa de descuento, se rechaza el proyecto. Si es mayor o igual a la misma el proyecto será viable y es aceptado.

El criterio de la TIR presenta ciertas complicaciones:

1. Entrega un resultado que conlleva a la misma toma de decisión que con el VAN.
2. No sirve para comparar proyectos ya que una TIR mayor no implica un mejor proyecto sino que está netamente relacionado con la cuantía de la inversión realizada.
3. Cuando hay cambios de signo en los flujos de fondo pueden encontrarse tantas TIR como cambios de signo haya en los flujos de fondo.

A continuación se presenta el valor de las diferentes TIR para todos los escenarios de evaluación. Salvo en el caso en el que se consideró que la inflación aumentaba un 2,5% con respecto al valor del período anterior, en todos los casos el criterio de la Tasa Interna de Retorno arroja como resultado que el proyecto es viable. Considerando que la tasa con la que se descontaron los flujos de fondo es de un 38%, los valores que alcanza la TIR son muy buenos.

Tabla 7.2: Tasa Interna de Retorno (TIR) para cada escenario

ESCENARIO	TIR
Precios Constantes	47,04%
Inflación 28% Constante	45,00%
Inflación decreciente	62,78%
Inflación creciente	N/A
Financiado	72,38%

### 7.4 PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN (PRI)<sup>28</sup>

Este criterio mide el número de períodos que se necesitarán para que los beneficios netos no descontados del proyecto recuperen la inversión realizada. A continuación se presenta en una tabla el período de recuperación para cada escenario simulado:

<sup>27</sup> SAPAG CHAIN , 2007

<sup>28</sup> ESQUEMBRE, 2009

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCFyN

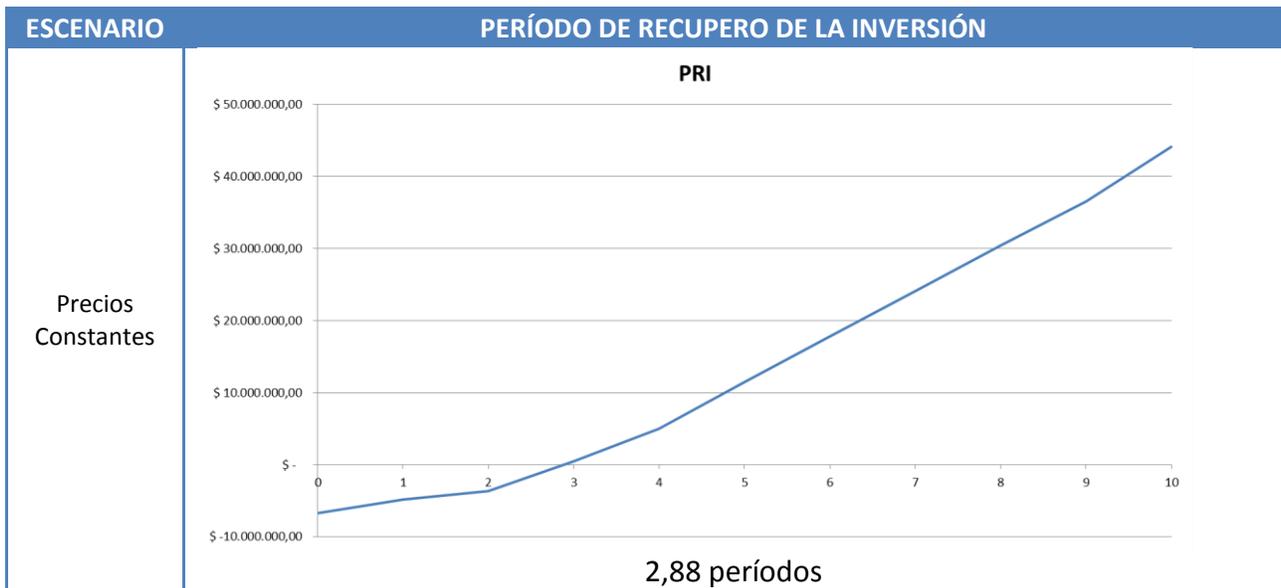


Imagen 7.1: Período de Recupero de la Inversión para el escenario de "Precios Constantes"

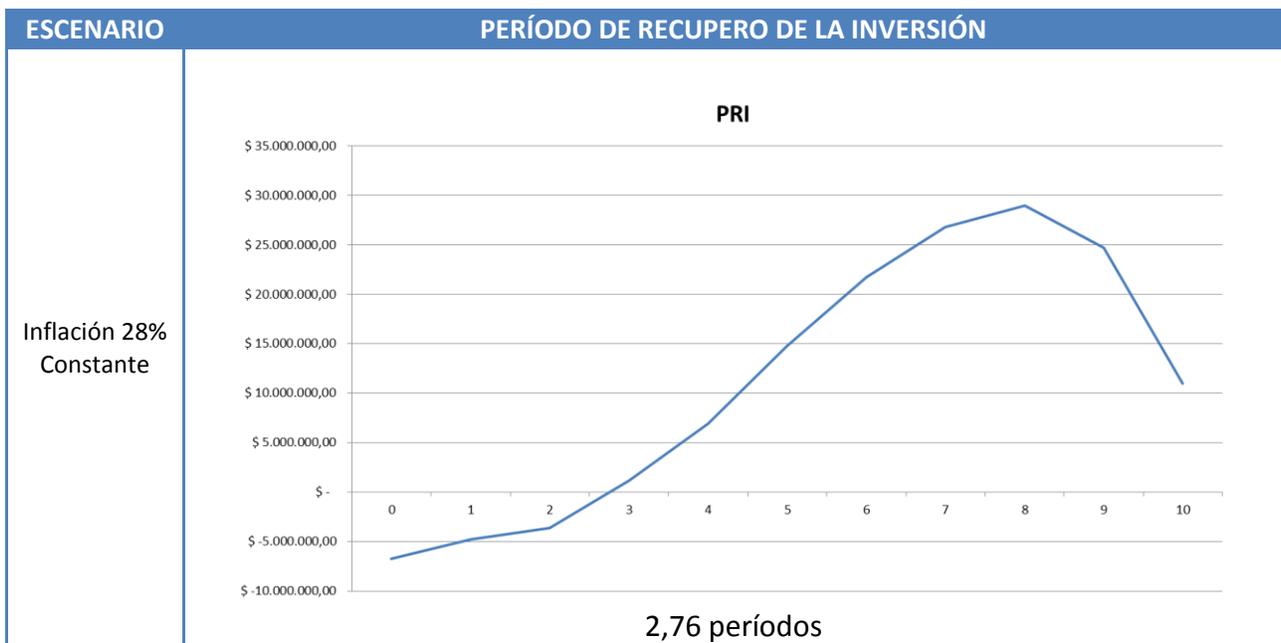


Imagen 7.2: Período de Recupero de la Inversión para el escenario de "Inflación de 28% Constante"

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCFyN

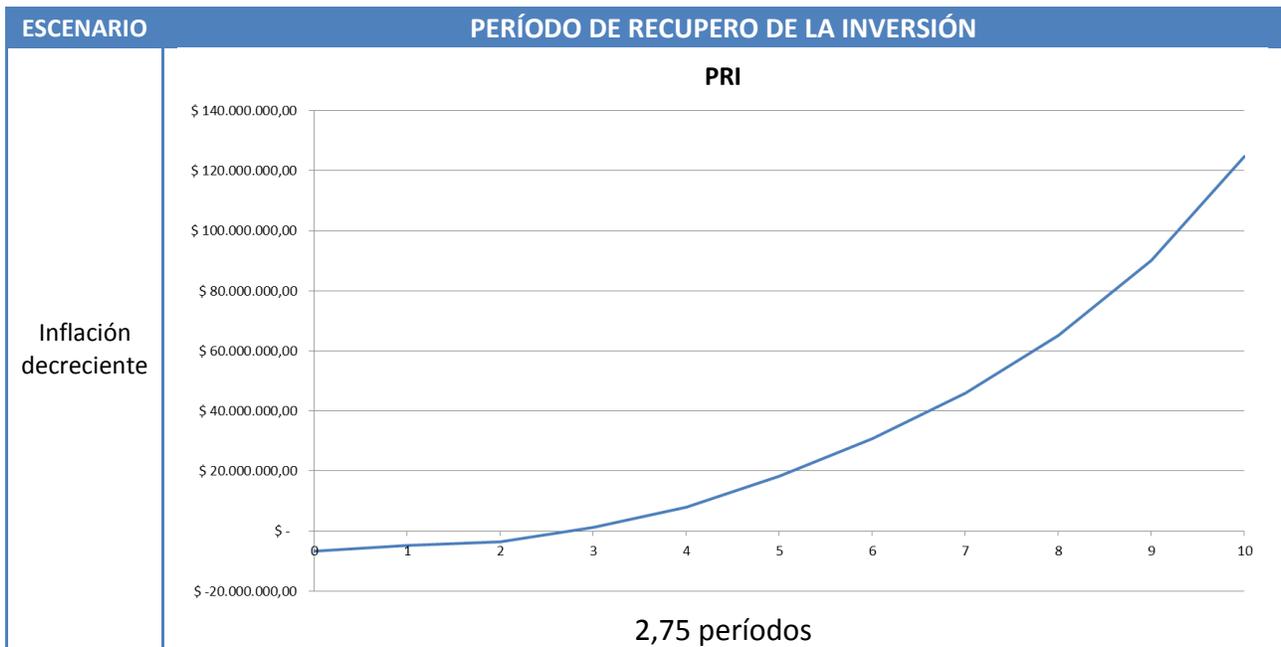


Imagen 7.3: Período de Recupero de la Inversión para el escenario de "Inflación decreciente"

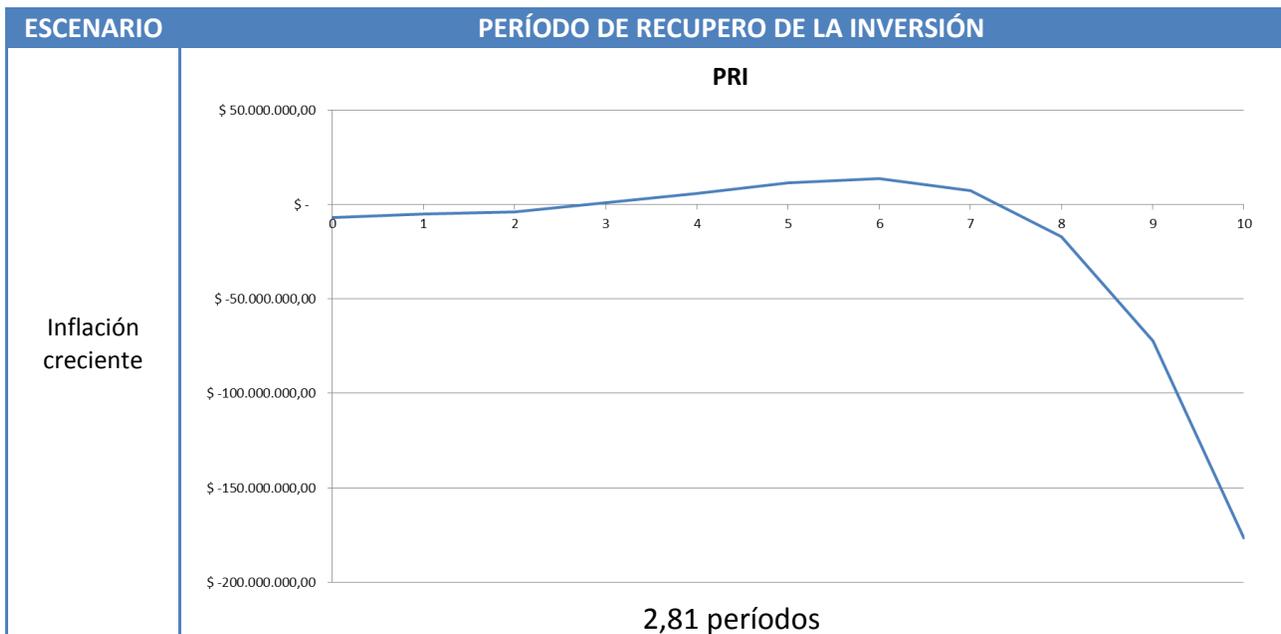


Imagen 7.4: Período de Recupero de la Inversión para el escenario de "Inflación creciente"

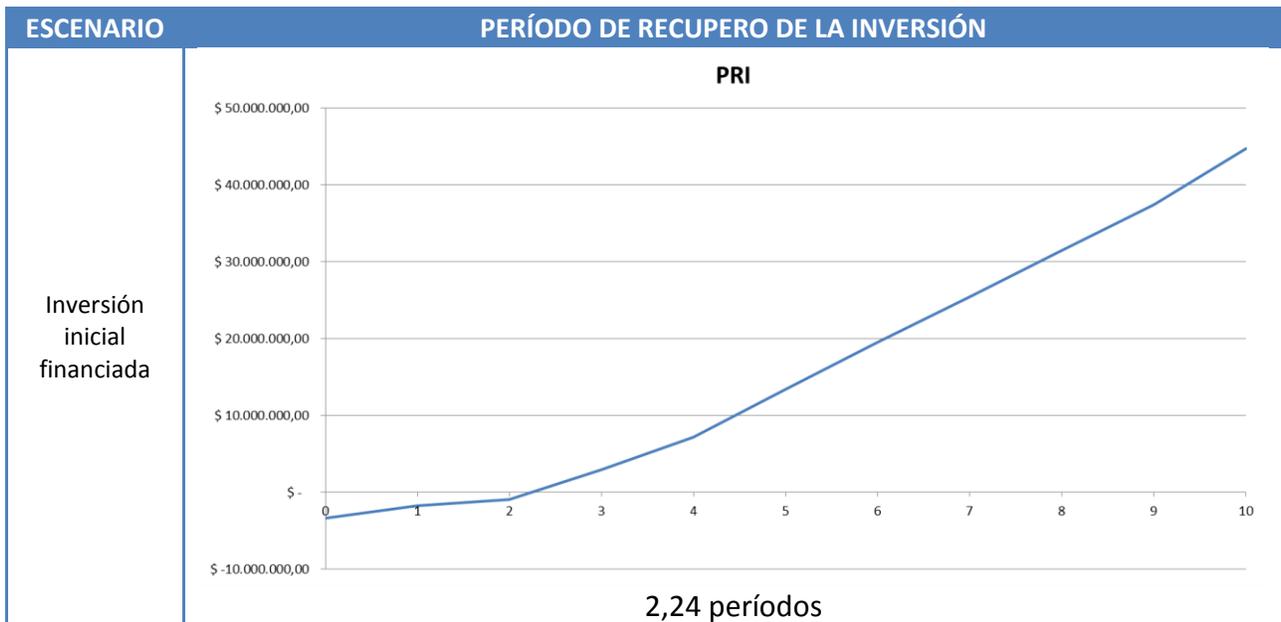


Imagen 7.5: Período de Recupero de la Inversión para el escenario de "Inversión inicial financiada"

Se ve que en cualquiera de los escenarios planteados la inversión se recupera durante el segundo año del proyecto, lo que es un excelente período teniendo en cuenta que el proyecto se evalúa a diez años. Además, se puede apreciar claramente en la Imagen 7.2 y en la Imagen 7.4 que, si bien el capital invertido se recupera, en un momento el proyecto comienza a dar pérdidas y por ende convendría desprenderse del emprendimiento en el momento en que esta curva cambia la pendiente (Durante el período 8 en la Imagen 7.2 y durante el período 6 en la Imagen 7.4).

## 7.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En el análisis de sensibilidad, se realiza un estudio acerca de la influencia que tienen diversas variables en la rentabilidad final del proyecto. Algunas de estas variables serán:

- Valor del dólar
- Costo de la mano de obra
- Inflación anual
- Costo de las materias primas
- Precio de venta del producto
- Costo del combustible
- Demanda

El análisis de sensibilidad se divide en dos partes. La primera, que se desarrolla a continuación, se basa en el flujo de fondos a precios constantes y toma como variables claves la tasa de cambio, el costo de la mano de obra, el precio de la energía, el precio de las diferentes materias primas y la demanda.

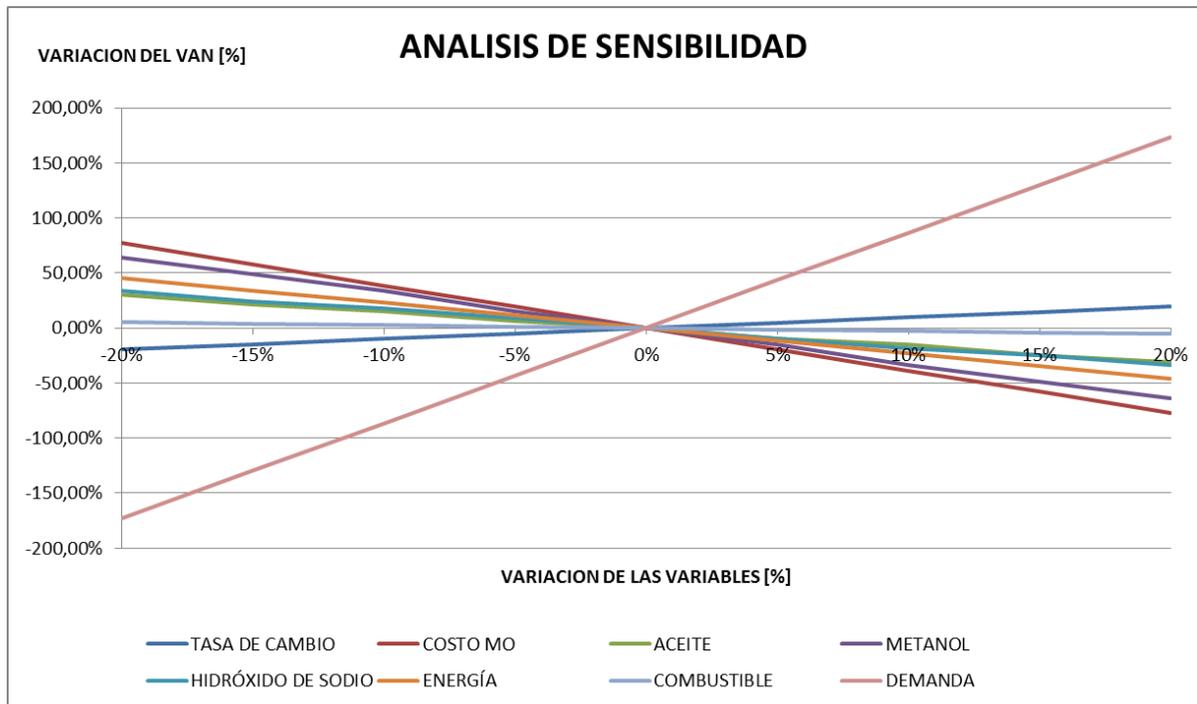


Gráfico 7.1: Análisis de sensibilidad del VAN

Tomando a la sensibilidad como el máximo cambio que puede alcanzar cada variable en función del porcentaje de variación, resulta claramente que la variable más sensible resulta la demanda que para una variación de la misma del 20%, el VAN varía más del 150% cuando para la variable más cercana en sensibilidad no llega al 100% de variación.

Se decidió buscar cuáles son los valores de cada una de estas variables que anulan el VAN, es decir, cuál es la máxima variación que se acepta de cada variable para que el proyecto siga siendo viable. Esto se plasma en la .

Tabla 7.3: Máxima variación de cada variable para hacer VAN=0.

	TASA DE CAMBIO	COSTO MO	ACEITE	METANOL	HIDRÓXIDO DE SODIO	ENERGÍA	COMBUSTIBLE	DEMANDA
PARA VAN=0	-0,26	-	\$ 0,83	\$ 1,40	\$ 0,89	-	\$ 67,62	-
	-103,20%	25,85%	65,48%	30,84%	58,47%	43,73%	363,15%	-11,54%

Desde este punto de vista se reafirma el resultado arrojado por el análisis de sensibilidad. En el cuadro anterior se ve claramente que ya con una variación de la demanda del 11,54% el proyecto no resulta rentable.

El segundo análisis de sensibilidad realizado, se llevó a cabo sobre el flujo de fondo que incluye variaciones en los precios debidos a la inflación. Aquí se ve a las claras que la tasa inflacionaria y la tasa de precio son las variables más sensibles del proyecto y serán las que más influirán en la rentabilidad del mismo.

Tabla 7.4: Análisis de sensibilidad bajo contexto inflacionario.

VARIACIÓN	TASA DE CAMBIO	TASA DE PRECIO	TASA INFLACIONARIA
-20%	-31,68%	-1198,03%	1046,30%
-15%	-24,13%	-902,17%	811,61%
-10%	-16,35%	-601,30%	563,91%
-5%	-8,23%	-296,55%	302,47%
0%	0,00%	0,00%	0,00%
5%	8,47%	284,94%	-361,93%
10%	17,32%	552,79%	-774,49%
15%	26,29%	835,41%	-1231,65%
20%	35,52%	1128,36%	-1723,38%

Este análisis por su parte, nos permite concluir que la viabilidad y rentabilidad del proyecto son sumamente sensibles a la tasa inflacionaria y a la tasa de precio, tal y como se aprecia en el Gráfico 7.2:

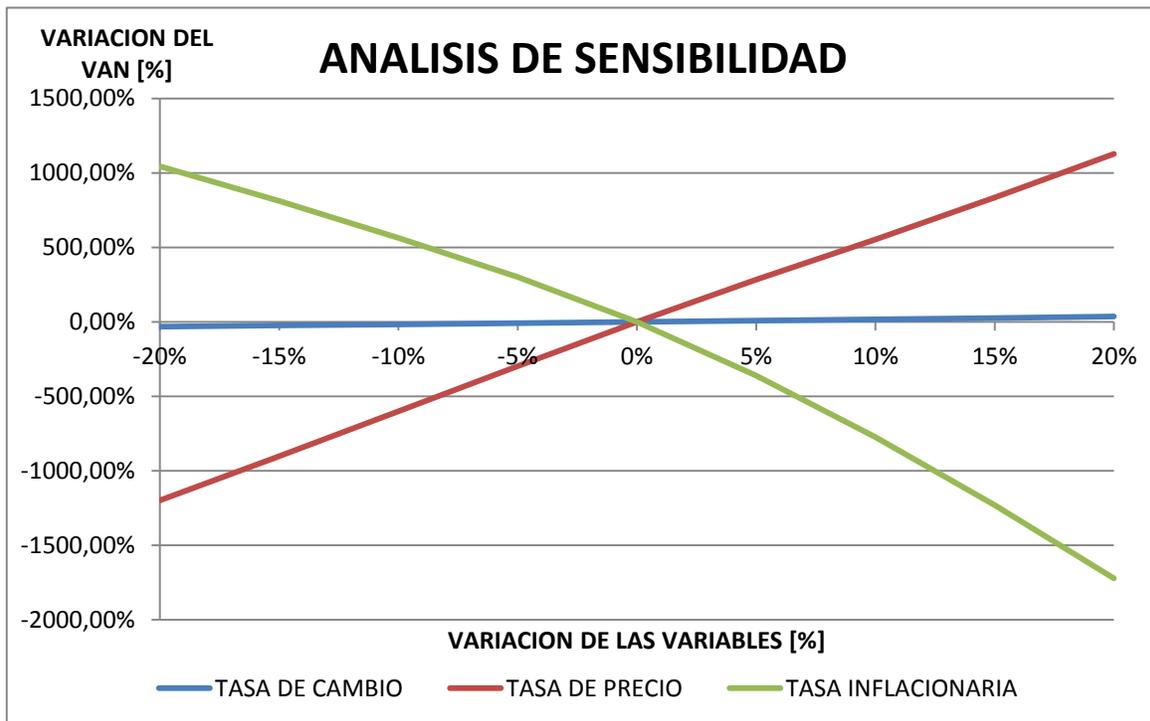


Gráfico 7.2: Análisis de sensibilidad en contexto inflacionario

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

También se desarrolló, como para el contexto económico anterior (precios constantes), una determinación de la máxima variabilidad admisible para las variables. Este análisis concuerda claramente con el anterior ya que una disminución de menos de 2% para la tasa de precio y la tasa inflacionario termina concluyendo en la inviabilidad del proyecto.

Tabla 7.5: Máxima variación permitida para las variables bajo el escenario de inflación constante

	TASA DE CAMBIO	TASA DE PRECIO	TASA INFLACIONARIA
PARA VAN=0	3,64%	22,11%	28,41%
	-72,59%	-1,71%	1,47%

La tasa de precio genera la inviabilidad del proyecto con una disminución del 1,71%. Lo propio resulta con la inflación. Si ésta llegase a aumentar un 1,47% más con respecto a la pronosticada en el proyecto, el proyecto ya no resulta rentable y debe ser descartado.

---

# CONCLUSIONES

---

## 8. CONCLUSIONES

Como se explicó a lo largo de todo el trabajo, el escenario actual de la industria de biodiesel es muy volátil y relativamente inestable. Las medidas tomadas por la Unión Europea para evitar el dumping y favorecer a los productores locales de biodiesel ha resultado sumamente inconveniente para la industria nacional. La UE restringió en el último tiempo el ingreso de biodiesel proveniente de nuestro país, haciendo que se deban buscar mercados alternativos. Si bien se han encontrado nuevos destinos de exportación para la producción argentina, este contexto es muy desfavorable para el que desee exportar.

Es debido a esto que el mercado interno se ve fortalecido a pesar de ciertos retrasos en la actualización de los precios de venta internos que merman levemente la rentabilidad. No obstante, la oportunidad que surge debido al anunciado aumento en el corte de biodiesel es muy buena. Este aumento se llevará gradualmente hasta el 10%, haciendo que se incorporen más de 400.000 toneladas al mercado interno<sup>29</sup>.

Teniendo en cuenta este contexto se decide establecer una planta de producción pequeña en la ciudad de Córdoba, debido a que no existen plantas de este tipo en la zona y además el tamaño de la ciudad genera un gran volumen de materia prima disponible para la producción. El consumo de aceite en la ciudad permite producir hasta cerca de 30.000 litros diarios de biodiesel, que es una producción aceptable para una planta que recién inicia su producción.

Para la recolección del aceite se realiza un análisis acerca de qué vehículos deberían usarse para transportarlo y la cantidad, analizando como variables el precio, la capacidad de carga y el lugar de producción (que permite acceder a mejores posibilidades de financiación para el caso en el que sean producidos en nuestro país). La cantidad de vehículos a utilizar se determinó estimando la cantidad de restaurantes que hay en la ciudad y estableciendo un sistema de recolección que permita minimizar la cantidad de tiempo que el vehículo se encuentra detenido esperando por la carga del aceite en los bidones. Además, se decidió realizar una inversión en terreno y un galpón para instalar todas las maquinarias, oficinas, almacenes y cocheras para los vehículos.

El estudio económico se realizó considerando diferentes escenarios posibles. En base a estos se realizaron diferentes flujos de fondo y se utilizaron diferentes criterios de evaluación. Habiendo realizado todos los análisis pertinentes se concluye que el proyecto es viable y rentable desde el punto de vista de todos los métodos tradicionales de evaluación de proyectos; la TIR, el VAN y el PRI (que son los más

---

<sup>29</sup> <http://www.infobae.com/2013/12/02/1527895-biodiesel-el-corte-obligatorio-combustibles-se-eleva-al-10> (Diciembre, 2013)

representativos y utilizados a la hora de evaluar proyectos de inversión) arrojan resultados que recomiendan la realización de este proyecto. El único escenario que se considera desfavorable es aquel en el que se estimó una tasa inflacionaria creciente año a año.

Sin embargo, cabe resaltar como punto muy importante a tener en cuenta, que el proyecto es extremadamente sensible a la inflación anual y a la tasa de precio (es decir al nivel de variación del precio del biodiesel en el tiempo). Esto implica que mínimas variaciones en estas variables arrojaran una grandísima variación en el resultado final del proyecto, pequeños aumentos en la tasa inflacionaria generarán un proyecto no viable. Lo mismo, pero de forma inversa, sucede con la tasa de precios.

Teniendo en cuenta que el objetivo general de este proyecto es determinar la viabilidad o no del mismo y amparándonos en el marco internacional de suba de precios de los combustibles y en una posible estabilidad futura de precios en el país, se concluye que el proyecto tiene una buena viabilidad.

---

# BIBLIOGRAFIA

---

## 9. BIBLIOGRAFIA

- [1] Administration, U. E. (2012). *"Annual Energy Outlook 2012"*. Washington: EIA.
- [2] *Biodiesel Spain*. (s.f.). Recuperado el Mayo de 2013, de <http://www.biodieselspain.com/ques-el-biodiesel/>
- [3] CHAIN, S. (2007). *"Preparación y evaluación de proyectos"*. México: Pearson.
- [4] *CROWN IRON WORKS COMPANY*. (s.f.). Recuperado el Octubre de 2013, de [http://www.crowniron.com/userImages/spanish/Crown\\_Glycerin\\_Refining\\_Insert\\_SPAN.pdf](http://www.crowniron.com/userImages/spanish/Crown_Glycerin_Refining_Insert_SPAN.pdf)
- [5] CUOZZO. (2012). *"Formulación y Evaluación de Proyectos Industriales"*. Córdoba.
- [6] Esquembre. (2009). *"Dirección profesional de proyectos"*. México: Pearson.
- [7] Jachmanián, D. I. (s.f.). *Facultad de Química. Universidad de la República. Montevideo. Uruguay*. Recuperado el Agosto de 2013, de <http://www.fing.edu.uy/archivos/biodiesel/clase-6.pdf>

---

# ANEXOS

---

## 10. ANEXOS

### 10.1 ANEXO I: MATERIA PRIMA

Con respecto al Hidróxido de Sodio y al Metanol, los precios obtenidos son los siguientes:

ITEM	PROVEEDOR 1 Droquimar (CABA)	PROVEEDOR 2 Tododroga (Córdoba)
Hidróxido de Sodio	11,28 $\frac{\$}{kg}$	13,54 $\frac{\$}{kg}$
Metanol	7,11 $\frac{\$}{L}$	10,51 $\frac{\$}{L}$

### 10.2 ANEXO II: MAQUINARIA

Aquí se presentan las cotizaciones recibidas por los distintos proveedores.

#### 10.2.1 CENTRALBIODIESEL HTP

Esta maquinaria y los servicios provistos, tienen un costo de \$500.000 más IVA (%10,5), lo que resulta en una inversión de \$552.500. Los servicios incluidos en este monto son:

- Desembalaje
- Ensamblado
- Puesta en Marcha
- Entrenamiento de Personal

#### 10.2.2 BIOENERGY

PLANTA AUTOMATIZADA PEQUEÑA (7.200 LITROS DIARIOS)	
Prensa grande (4.500/4.800 litros diarios)	<b>TOTAL</b> <b>U\$S 90.748 + IVA</b>
Mini Reactor	
Pre calentador	
Reactor BIO-300 MAX	
Tres (3) Decantadores (7.200 litros x día de Biodiesel)	
Filtro Biodiesel	
Filtro Aceite	

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCFyN

**PLANTA AUTOMATIZADA GRANDE (15.000 LITROS DIARIOS)**

Prensa grande (4.500/4.800 litros diarios)

Mini Reactor

Precalentador

Reactor BIO-300 MAX

Tres (6) Decantadores (15.000 litros diarios de Biodiesel)

Filtro Biodiesel

Filtro Aceite

**TOTAL**  
**U\$S 106.328 + IVA**

**PLANTA AUTOMATIZADA POTENCIADA (21.000 LITROS DIARIOS)**

Prensa grande (4.500/4.800 litros diarios)

Mini Reactor

Precalentador

Reactor BIO-300 MAX

Tres (6) Decantadores (21.000 litros diarios de Biodiesel)

Filtro Biodiesel

Filtro Aceite

**TOTAL**  
**U\$S 136.328 + IVA**

**10.2.2.1 FUNCIONAMIENTO MÁQUINAS BIOENERGY<sup>30</sup>**

**MINI REACTOR DE METÓXIDO**

(Reacción de alcohol metanol con hidróxido de sodio)

El Mini Reactor de Metóxido, es propiamente dicho, un pequeño Reactor en el que se lleva a cabo la reacción química del alcohol anhidro (Metanol o Etanol) en presencia de un catalizador; existiendo varios, pero el más recomendado es el Hidróxido de Sodio en escamas, de alta pureza. El resultante de este proceso se denomina Metóxido.

El Mini Reactor es una estructura, en el caso de versión BIOENERGY, construido en un tanque de fondo cónico (60°), de polietileno translúcido de 6 mm de espesor. En su parte superior se enrosca una tapa del mismo material de 500 mm de diámetro, dándole total hermeticidad al proceso. Dicho recipiente, de aproximadamente 120 litros de capacidad, está montado sobre una estructura metálica sostenida por tres patas. Por gravedad, o mediante una pequeña electro bomba se incorpora al tanque la cantidad de alcohol deseada abriendo una válvula esférica articulada en el conducto. El volumen se ajustará de acuerdo a la acidez que arroje el análisis previo del aceite. En un aceite normal, el alcohol a utilizar es el 15% de la cantidad

<sup>30</sup> Datos del proveedor.

de aceite a procesar. Siendo que el reactor de Biodiesel BIOE-300, elabora 300 litros, el volumen de metóxido a manipularse será de 45 litros.

Próximo al Mini Reactor, se encuentra una electro bomba especial de gran caudal. Habiendo incorporado el alcohol, se oprime el botón de arranque correspondiente a “Metóxido”, para poner en funcionamiento la electro bomba aludida. A través de la Tolva sujeta a la tapa del Mini Reactor, se incorpora el Hidróxido de Sodio, cuya cantidad también se ajustará en función de la acidez del aceite, abriendo luego la llave de paso esférica de 1-1/2” a fin de dejar escurrir los gránulos hacia el interior del tanque. Para el caso de un aceite normal, se usarán alrededor de 1400 gramos. Durante 15 minutos la electro bomba aludida recirculará el líquido agitándolo violentamente con lo que se alcanzará una óptima reacción a los fines de lograr un Metóxido de óptimas condiciones. Un temporizador detendrá la marcha cuando se haya cumplido el tiempo preestablecido.

Especial énfasis hay que poner en este proceso, pues del resultado de esta reacción, dependerá la calidad del Biodiesel a obtener.

Habiendo incorporado previamente el aceite al Reactor de Biodiesel BIOE-300, el operador procederá al trasvase del Metóxido al mismo destino. Para ello solo debe girar la manivela de la válvula de tres vías inserta en el ducto de reciclaje de la solución química, y en cuestión de un minuto habrá conseguido el objetivo. Acto seguido procederá a continuar con su cometido, siguiendo las instrucciones plasmadas en “Memoria Descriptiva del Reactor de Biodiesel BIOE-300”.

Para la versión de Planta de Biodiesel automática, el trasvase del Metóxido hacia en Rector, se realiza automáticamente.

### **PRE CALENTADOR DE ACEITE VEGETAL**

El Precaentador de aceite vegetal o Termo tanque, es un estructura fabricada en chapa de acero al carbono, de 3,2 mm de espesor, de forma cilíndrica, cuya función es la de acondicionar el aceite a una temperatura predeterminada a los fines de exponerlo al proceso de reacción química para la obtención de Biodiesel.-

Su capacidad es de 350 litros aproximadamente. Con dimensiones, cuyo alto es de 1100 mm y un diámetro de 600 mm, volumen suficiente para contener 300 litros de aceite, al que se lo calienta a la temperatura requerida (Recomendable 95° C) previo al proceso de transesterificación. Una capa aislante de 20 mm de espesor, recubierta con chapa de acero inoxidable, evita la pérdida de calor. Siendo que en las distintas zonas productoras de oleaginosas de América del Sur, las temperaturas fluctúan a más de 40° C en verano, y menos 0° C en invierno, es necesario acondicionar el aceite a una temperatura constante a fin de

que en el proceso químico de reacción para obtener Biodiesel, el producto final que se procura, también sea de una calidad constante.

Cuenta con cinco (5) resistencias de 5.000 W cada una, las que se encargarán automáticamente, en el término de 15 a 20 minutos, elevar la temperatura del aceite vegetal a los 95° C preseleccionados. El tiempo indicado fluctuará de acuerdo a la estación. En invierno, será levemente superior; y en verano sensiblemente menor.

Cuanto el Técnico que opere la Planta de elaboración de Biodiesel así lo requiera, pulsará el botón inserto en el tablero, y la electro bomba trasvasará el aceite ya acondicionado hacia el Reactor de Biodiesel. Vaciado el Termo tanque, la bomba se detendrá por indicación del sensor alojado en el Reactor principal. El Programa del tablero, ordenará nuevamente el llenado del Precalentador, luego el encendido de las resistencias, con lo que la labor del operario se limitará solamente al pulsado del botón para el trasvase a los fines de someter el aceite a reacción. Es dable destacar, que la tarea de trasladar el aceite desde el Termo tanque hacia el Reactor, solo será posible cuando el líquido haya alcanzado la temperatura que se haya elegido. En el Precalentador se aloja un termostato a los fines que nos ocupa. Mediante este mecanismo, se evita posibles errores en la adecuación del aceite y se impide acciones deliberadas.-

#### **PRE CALENTADOR Y SECADOR DE ACEITE VEGETAL**

El Precalentador y Secador de aceite vegetal, es un estructura similar al Reactor de Biodiesel, construida en chapa de acero al carbono, de 3,2 mm de espesor, de forma cilíndrica, casquete superior y fondo, de forma torisférica, de igual espesor que el tanque. Montada sobre tres patas de chapa de acero plegada, su función es la de acondicionar el aceite a una temperatura predeterminada y extraerle la humedad que el óleo pueda contener a los fines de exponerlo al proceso de transesterificación para la obtención de Biodiesel.-

En el casquete inferior, se encuentra adosada una brida de una pulgada de espesor, la que cumple la función de porta resistencias eléctricas, la que en número de seis, de 5.000 W cada una, se encargan de calentar el aceite a la temperatura recomendada. También, en dicha brida, se encuentran sujetos los conductos de llenado, reciclaje, aspiración y espiración del aceite sometido a su adecuación.-

Su capacidad es de 380 litros aproximadamente. Con dimensiones, cuyo alto es de 1.250 mm y un diámetro de 600 mm, volumen suficiente para contener 310 litros de aceite (70 litros componen la cámara de aire), el que se lo calienta a la temperatura deseada (Recomendable 90° C) previo al proceso de transesterificación. Una capa aislante de 25 mm de espesor, recubierta con chapa de acero inoxidable, evita la pérdida de calor. Siendo que en las distintas zonas productoras de oleaginosas de América del Sur, las temperaturas fluctúan a más de 40° C en verano, y menos 0° C en invierno, es necesario acondicionar el

aceite a una temperatura adecuada y constante a fin de que en el proceso químico de reacción para obtener Biodiesel, el producto final que se procura, sea de la calidad anhelada.

Funcionamiento: Desde el Tablero central se gira la perilla correspondiente “Llenado de aceite”. Al inicio de las operaciones, en un día de labores de producción del Biocombustible, el operario debe simplemente virar el contactor indicado para iniciar la acción. Se pondrá en marcha una electro bomba de gran capacidad, y simultáneamente se abrirán dos electro válvulas neumáticas de doble efecto (Válvulas de tres vías), una; para dar paso al aceite contenido en el Tanque de almacenamiento a granel, la otra; liberando el conducto que llevará el fluido para el llenado del Precalentador y Secador. Una válvula de escape alojada en el casquete liberará el aire para dar paso al líquido que llenará el tanque. Cuando haya alcanzado alrededor de los 310 litros, un sensor alojado en el interior del recipiente detectará el nivel predeterminado y ordenará desconectar la Electro bomba. Acto seguido, desde el Tablero central, en forma automática, se liberará la orden para la conexión de seis (6) resistencias eléctricas de 5.000 W cada una, las que se encargarán de calentar el aceite a la temperatura escogida.

Alcanzado los 95° C, éstas se desactivarán automáticamente. Llegado a este punto, seguidamente, también en forma automática, se pondrán en marcha dos procesos: El primero: se encenderá la electro bomba arriba referida y simultáneamente se abrirán las electro válvulas neumáticas de doble efecto, una; para dar paso a la toma del aceite desde la base del Precalentador y Secador, la otra; para liberar el conducto que dispersará el aceite en interior del recipiente (Esta acción es intermitente, pudiéndose graduar a gusto del Técnico); El segundo: se activará la bomba de vacío la que se encargará de extraer la humedad del aceite, absorbiendo el vapor de agua desde la parte superior del Tanque de Precalentamiento y Secado. Estos dos procesos estarán regulados en el tiempo por un temporizador, el que se podrá graduar de acuerdo a las necesidades (Grado de humedad del aceite), aconsejándose 5 a 10 minutos. Durante el lapso que la Bomba de vacío este encendida, al electro bomba recirculará intermitentemente el aceite contenido dentro del tanque. Cuando el temporizador lo ordene, todo el proceso se detendrá y el aceite ya acondicionado estará disponible para trasvasarlo a Reactor de Biodiesel cuando el Técnico operado de la Planta así lo requiriera.

Para trasvasar el aceite ya apto y precalentado hacia el Reactor de Biodiesel, desde el Tablero central, oprimir el botón “Trasvase de aceite”. Se pondrá en marcha la electro bomba y simultáneamente se abrirán las electro válvulas neumáticas de doble efecto cuyas funciones son: la primera; habilita la toma del aceite desde el fondo del Precalentador y Secador, la segunda; libera el paso del fluido hacia el Reactor de Biodiesel, la tercera; Válvula solenoide alojada en la torre del tanque, cede la entrada de aire para compensar el vacío que se produzca dentro del recipiente (Precalentador) en el momento de la extracción del óleo.

Desde el Reactor de Biodiesel, un sensor indicará que se han trasvasado los 300 litros de aceite requeridos, ordenando la detención de esta operación de transferencia cerrando las electro válvulas, y habilitará automáticamente el sistema que dará lugar a un nuevo llenado de aceite en el Precalentador y Secador, con lo que se iniciará un nuevo proceso de calentamiento y secado del aceite vegetal.

### **REACTOR DE BIODIESEL BIOE-300 (Versión potenciada)**

Constituye el “corazón” del complejo elaborador de Biodiesel. Su producción alcanza los 600 litros por cada hora de trabajo.

El Reactor de Biodiesel BIOE-300 (Transesterificador de ácidos grasos) de 300 litros de capacidad de producción de Biodiesel por Bach, es una estructura cilíndrica construida en chapa especial de acero al carbono, de 3,2 mm de espesor, sometido a prueba hidráulica de cuatro (4) Bar (Con Certificación Nacional por Técnicos autorizados). La dimensión del cilindro que lo forma es de 1.250 mm de altura, con un diámetro de 600 mm. La tapa superior lo constituye una estructura torisférica a la que está adosada una brida de 1' de espesor, la que sostiene el Agitador industrial de alto rendimiento. La inferior, una pieza metálica similar, rematada en un ducto para el llenado de aceite precalentado, aspiración, reciclaje y transferencia del fluido sometido a reacción.

Toda esa estructura está anclada a tres patas construidas en chapa de acero plegada de 3,2 mm con una alzada de 810 mm.

El cilindro está revestido con una capa de aislante especial de 25 mm, y luego recubierto con una lámina de chapa de acero inoxidable de 0,8 mm de espesor. Este revestimiento interfiere la pérdida de calor de la solución sujeta al proceso de transesterificación la que alcanza los 90 grados Celsius (90° C). Además le infiere una alta estética al equipamiento, lo que “invita” al operario a mantener pulcras todas las estructuras de la Planta elaboradora.

Al Reactor BIOE-300 ingresan, en primer lugar, el aceite vegetal a ser sometido a proceso, el que previamente fue acondicionado en el Precalentador de aceite vegetal, que forma parte del conjunto. La dosificación exacta de los 300 litros lo indicará un sensor de alta precisión alojado dentro del Reactor. Una electro válvula instalada en el circuito de venteo, en forma automática, liberará el aire contenido dentro del tanque a los fines de dar paso al líquido que se incorpora. Acto seguido, desde el Tablero general, el operador debe oprimir el botón de encendido de los dos elementos de agitación del Reactor. De inmediato oprime la tecla de encendido de la Bomba para la transferencia del Metóxido (Solución resultante de la reacción del Metanol con el Hidróxido de Sodio). Acto seguido abrir la válvula de presurización para que ingrese aire desde un compresor, el que elevará la presión a 2 Bar en el interior del REACTOR BIOE-300 (Este proceso se regula

automáticamente) con lo que dará paso el proceso químico de la transesterificación, o sea el proceso de la obtención del Biodiesel,

Previamente, en el Tablero principal, se habrá establecido el tiempo que se le dedicará a cada reacción (Sugerida: 15 a 20 minutos). Concluido este lapso, automáticamente el proceso se detendrá y sonará una alarma a los fines de indicar al operario el fin del proceso. Trasvasar el fluido hacia un Decantador.

Los elementos fundamentales del REACTOR BIOE-300 lo constituye la electro bomba emulsionadora y el Agitador Industrial de alto rendimiento. La electrobomba de accionamiento principal, de 3 HP de potencia, esta construida con materiales de primera calidad para resistir el trabajo tan exigente, caras rotativas de carbones especiales y elastómeros de vitón; con capacidad de bombeo en el reciclaje estimado en 70.000 litros/hora. El Agitador Industrial de alto rendimiento, accionado por un motor eléctrico de 2 HP, resulta imperioso para completar la conmovión violenta y repetida del líquido sometido a proceso.

Un Manómetro de fácil lectura (100 mm), adosado en la pare superior del tanque, indica la presión a la que se debe operar. Un termómetro de idénticas características, de fácil lectura, permite al operario visualizar la temperatura del fluido sometido a reacción. También en el casquete torisférico se encuentra una válvula de seguridad, la que en caso de un imprevisto, dejará escapar el aire cuando la presión se incremente indebidamente (Situación a la que se puede llegar solo por manifiesta negligencia o perversidad).-

Es de destacar, que tanto la estructura del Reactor, como los diversos conductos que lo componen, están sobredimensionados a los fines de brindar seguridad, y además proporcionar sensación de confianza al operario que tenga a cargo el manejo de la maquinaria. Las distintas válvulas son de la más alta calidad, construidas en bronce cromado o acero inoxidable.

Fin del proceso:

Cumplido el tiempo establecido (15 a 20 minutos aproximadamente), habiéndose detenido el proceso de esterificación y habiendo repiqueteado la alarma que lo indica, el operador deberá girar la válvula de 1 ½' (Inserta en el circuito de recirculación del Reactor), con lo que permitirá que toda la solución contenida en el Reactor, cuyo proceso químico se completó, sea trasvasada a los Decantadores. Cumplida esta etapa, todo estará ya dispuesto

para iniciar el próximo Bach de reacción. Se incorporará el aceite; seguido de ello, el Metóxido; se continúa nuevamente los pasos arriba indicados. . . y así sucesivamente.-

La solución trasvasada a los Tanques suplementarios de decantación deberá permanecer seis (6) horas, a los fines de la separación en dos fases: Glicerol, denso, oscuro; abajo, Biodiesel, amarillo claro; arriba.-

## **REACTOR DE BIODIESEL BIO-300 MAX**

El Reactor de Biodiesel constituye el “corazón”, el elemento fundamental de todo el complejo elaborador del Biocombustible. Su capacidad de producción es de hasta 600 litros por hora.

El Reactor de Biodiesel BIO-300 MAX (Transesterificador de ácidos grasos) de 300 litros de capacidad de producción de Biodiesel por Bach cada 30 minutos, es una estructura cilíndrica construida en chapa especial de acero al carbono, de 3,2 mm de espesor, sometido a prueba hidráulica de cuatro (4) Bar (Con Certificación Nacional por Técnicos autorizados). La dimensión del cilindro que lo forma es de 1.250 mm de altura, con un diámetro de 600 mm. La tapa superior lo constituye un domo torisférico que sujeta una brida porta elementos. En ella se encuentra fijado el agitador industrial de alto rendimiento constituido por una turbina especial (Tipo marina) de tres álabes, éstos como también el eje, construidos en acero inoxidable. La misión fundamental del agitador es la de estabilizar los alcoholes, mantener la homogenización de la mezcla y coadyuvar al proceso de transesterificación. Todo este sistema es impulsado por un motor de 2 HP con linterna porta rodamiento guía, sello mecánico monoresorte apto para 2 Kg. / cm<sup>2</sup> y brida de fijación.

La parte inferior del tanque, una pieza torisférica metálica similar a la anterior, la que está rematada con un tubo de 120 mm de diámetro al que está adosado el conjunto de ductos de aspiración, espiración y transferencia, todos ellos necesarios en el reciclaje y trasvase del fluido sometido a proceso.

Toda esa estructura está anclada a tres patas construidas en chapa de acero plegada de 3,2 mm con una alzada de 810 mm.

El cilindro está revestido con una capa de aislante especial de 25 mm, y luego recubierto con una lámina de chapa de acero inoxidable de 0,8 mm de espesor. Este revestimiento interfiere la pérdida de calor de la solución sujeta al proceso de transesterificación la que alcanza los 90 grados Celsius (90° C). Además le infiere una alta estética al equipamiento, lo que “invita” al operario a mantener pulcras todas las estructuras de la Planta elaboradora.

Al Reactor BIO-300 MAX ingresan, en primer lugar, el aceite vegetal a ser sometido a proceso, ya precalentado a 95° Celsius, el que previamente fue acondicionado en el Pre Calentador y Secador de aceite vegetal, maquinaria que forma parte del conjunto elaborador. La dosificación exacta de los 300 litros lo indicará un sensor de alta precisión alojado dentro del Reactor. Una electro válvula instalada en el circuito de venteo, en forma automática, liberará el aire contenido dentro del tanque a los fines de dar paso al líquido que se incorpora. Luego, automáticamente, se añade el Metóxido (Solución resultante de la reacción del Metanol con el Hidróxido de Sodio). Simultáneamente, cuando se inicia el trasvase del Metóxido, se pone en

marcha el Agitador superior con la finalidad de forzar la mezcla del alcohol con el aceite ya incorporado. También, automáticamente abrirá la válvula de presurización para que ingrese aire desde un compresor, el que elevará la presión a 2 Bar en el interior del REACTOR BIO-300 MAX (Este proceso se regula automáticamente). Simultáneamente se encenderá la electro bomba emulsionadora, con lo que dará paso al proceso químico de la transesterificación, o sea la acción de la obtención del Biodiesel, Previamente, en el Tablero principal, se habrá establecido el tiempo que se le dedicará a cada operación (Sugerida: 20 minutos). Concluido este lapso, automáticamente los mecanismos se detendrán y sonará una alarma a los fines de indicar al operario el fin del proceso.

Los elementos fundamentales del REACTOR BIOE-300 MAX lo constituye la electro bomba emulsionadora y el agitador industrial de diseño especial. La electro bomba de accionamiento principal, de 3 HP de potencia, esta construida con materiales de primera calidad para resistir el trabajo tan exigente, caras rotativas de carbones especiales y elastómeros de vitón; con capacidad de bombeo en el reciclaje estimado en 70.000 litros/hora

Un Manómetro de fácil lectura (100 mm), adosado en la pare superior del tanque, indica la presión a la que se debe operar. Un termómetro de idénticas características, de fácil lectura, permite al operario visualizar la temperatura de la solución sujeta a reacción. También en el casquete torisférico se encuentra una válvula de seguridad, la que en caso de un imprevisto, dejará escapar el aire cuando la presión se incremente indebidamente (Situación a la que se puede llegar solo por manifiesta negligencia o perversidad).-

Es de destacar, que tanto la estructura del Reactor, como los diversos conductos que lo componen, están sobredimensionados a los fines de brindar seguridad, y además proporcionar sensación de confianza al operario que tenga a cargo el manejo de la maquinaria. Las distintas válvulas son de la más alta calidad, construidas en bronce cromado o acero inoxidable.

NOTA: en el Reactor no existen resistencias para calentar el fluido. El aceite llega al proceso ya precalentado desde el Precalentador y Secador de Aceite al Vacío. La temperatura de trabajo recomendada es de 90° Celsius. No obstante, se puede regular con suma facilidad en otro rango.

Fin del proceso:

Cumplido el tiempo establecido (20 minutos aproximadamente), habiéndose detenido el proceso de transesterificación y habiendo repiqueteado la alarma que lo indica, el operador deberá girar la válvula esférica 1-1/2' (Inserta en el circuito de recirculación del Reactor), con lo que permitirá que toda la solución cuyo proceso químico se completó, sea trasvasada a los Decantadores, expelida por la presión que contiene el Reactor. Cumplida esta etapa, todo estará ya dispuesto para iniciar el próximo Bach de reacción. Se

incorporará el aceite; seguido de ello, el Metóxido; se continúa nuevamente los pasos arriba indicados. . . y así sucesivamente.-

La solución trasvasada a los Tanques suplementarios de decantación deberá permanecer seis (6) horas, a los fines de la separación en dos fases: Glicerol, denso, oscuro; abajo, Biodiesel, amarillo claro; arriba.-

### **DECANTADORES DE BIODIESEL – GLICEROL**

Los Decantadores, son tanques de fondo cónico, estructura cilíndrica construida en chapa especial de acero al carbono, de 3,2 mm. de espesor, sometido a prueba hidráulica de cuatro (4) Bar (Con Certificación Nacional por Técnicos autorizados). La dimensión del cilindro que lo forma es de 1.500 mm de altura, con un diámetro de 800 mm. La tapa superior lo constituye una estructura torisférica, y la inferior una pieza cónica de igual material.

Toda esa estructura está anclada a tres patas construidas en chapa de acero plegada de 3,2 mm con una alzada de 500 mm.

El cilindro está revestido con una capa de aislante especial de 20 mm, y luego recubierto con una lámina de chapa de acero inoxidable de 0,8 mm de espesor que le infiere una alta estética al equipamiento, lo que “invita” al operario a mantener limpias todas las estructuras de la Planta elaboradora. Este revestimiento interfiere la pérdida de calor de la solución sujeta al proceso de decantación la que habrá alcanzado los 90° Celsius en el momento de recibir la solución proveniente del Reactor principal, líquido que se va enfriando paulatinamente hasta alcanzar los 30/40 grados a las 12 horas de reposo, tiempo aconsejable para la decantación total; oportunidad en que se procede a la separación de la fase inferior, Glicerol; líquido oscuro y espeso. Acabado éste, se vacía el Biodiesel (De color amarillo claro), conduciéndolo a los depósitos definitivos.

### **UNIDAD DE FILTRADO DE BIODIESEL**

La Unidad de Filtrado de Biodiesel los constituyen un conjunto de piezas, destacándose como fundamentales, los filtros propiamente dichos. En primer término se subraya el elemento esencial, un cartucho (180 x 900 mm) de material celulósico compuesto de variados materiales afines a la adsorción de jabones, el que cumple la función de retenerlos en caso de que el Biodiesel pudiere contener este fluido tan indeseable (Sistema Dry Wash). En segundo término el filtro bolsa, que, tal el nombre lo sugiere, es una bolsa de tela sintética de varias capas, siendo cada una de ellas de micronajes distintos. En su parte interna, comienza con 10 micrones, y sucesivamente, las que las siguen, disminuyen en el diámetro de su porosidad, culminando con la capa externa de un (1) micrón. Luego le sigue un filtro cartucho de un micrón para reforzar la eficiencia el destilado.

Los tres elementos de filtración descriptos, están alojados en compartimentos adecuados para cada uno de ellos. El Biodiesel, impulsado por una electro bomba de alta presión, pasa por la parte superior del compartimiento porta cartucho, y tras atravesar todo el largo del bolsa porta fibras, pasa al tanque que contiene el filtro bolsa, cuyo diámetro es de 180 mm. por 900 mm. de largo, bolsa esta, la que se encuentra abierta en su parte superior y cerrada en la inferior. El líquido atraviesa las distintas capas arriba descriptas, las que se encargan de retener las impurezas. El biodiesel, continúa luego su recorrido para atravesar el filtro de cartucho, el que se encarga de eficientizar el trabajo realizado por su antecesor. Sorteado los “obstáculos”, el Biodiesel es trasferido a los Tanques finales de depósito.

El filtro bolsa es lavable. Para ello se usa agua caliente y Glicerol (Previamente, remojar varias horas). El Filtro de cartucho se descarta cuando se advierte la disminución en el flujo final del combustible o se observe una subida de presión, tomando como referencia la presión inicial que se haya leído en el manómetro al momento de un recambio de las unidades filtrantes. Una vez desechado, se lo guarda en un recipiente con tapa. Contando con varios, se lo destina como elemento de combustión de caldera o de horno de ladrillo. En algunas Municipalidades existen recolección de residuos especiales, los que se encargarían de retíralos.

Antes de cambiar cualquiera de los elementos filtrantes, el operador debe, aflojar la unión doble del circuito de conductos, retirar los bulones que fijan la brida de cada compartimiento, retirar la tapa girándola hacia un costado

y proceder a la sustitución de la unidad de filtrado. En el caso del filtro cartucho, desenroscar la carcasa, sustituir el cartucho, y volver a enroscar el armazón cuidando que el o´ ring quede bien alojado en su muesca.

A los fines de evitar el “chorreado” de la estructura con el Biodiesel que contiene cada una de las unidades filtrantes, es necesario primero expeler todo el combustible que estos pudieren contener. A los fines, hacer pasar aire comprimido por todo el sistema hasta cerciorarse de que por los ductos de salida ya no se observe la salida de líquido. Suspender esta operación y volverla a repetir al cabo de cinco (5) minutos. Con esta maniobra habremos desalojado todo el combustible, lo que nos facilitará el recambio de las unidades filtrantes. Para llevar a cabo este trabajo, conectar la manguera de aire comprimido al record enroscado a la llave exclusiva de  $\frac{1}{4}$ ´ alojados cerca del manómetro.

### 10.3 ANEXO III: PRECIO ELECTRICIDAD

Aquí se presenta el cuadro tarifario<sup>31</sup> para el escalón en el que se desarrolla el proyecto:

RANGO DE CONSUMO	PRECIO DEL KWH
0 – 300 kWh	\$ 0,68512
300 kWh – 1.500 kWh	\$ 0,71208
>1.500 kWh	\$ 0,79301

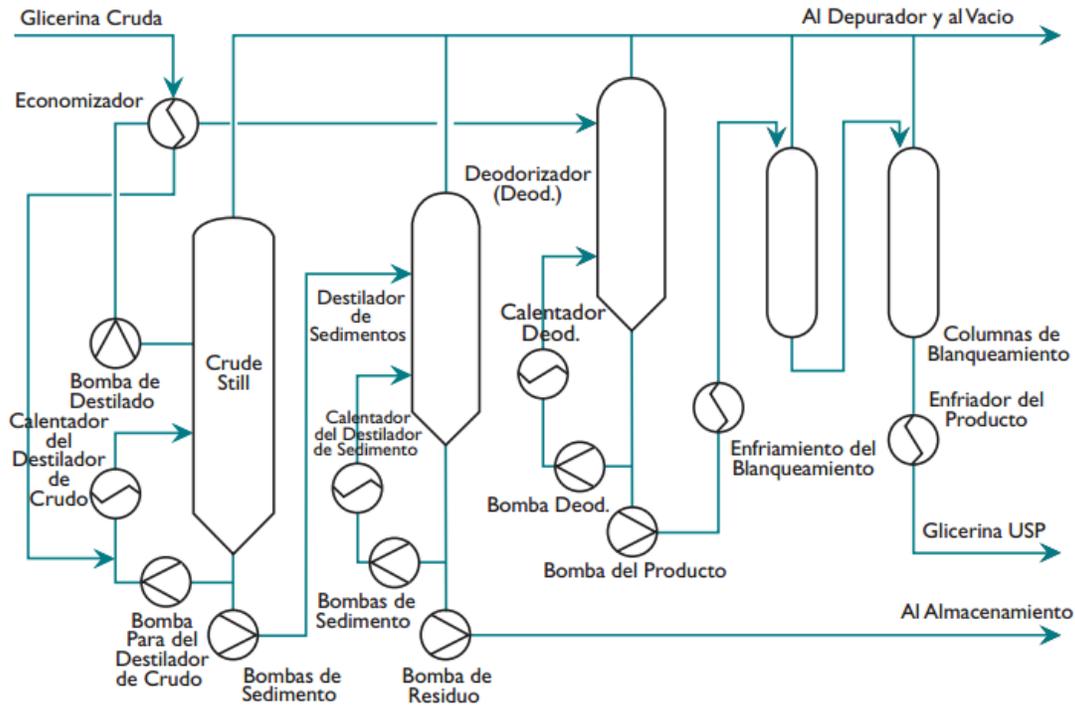
### 10.4 ANEXO IV: GLICERINA (REFINACION)

El proceso de refinación de la glicerina cruda consiste en la remoción de contaminantes tales como sales, grasas no reaccionadas, la materia orgánica que no es glicerina, agua y otras impurezas. Dependiendo de las características de la materia prima, el crudo de glicerina puede necesitar tratamiento previo y evaporación para la eliminación de agua antes de su refinación. En muchos casos, como para el crudo de biodiesel, esta glicerina cruda puede ser enviada directamente al proceso de refinación aunque no es lo habitual.

A continuación se presenta una esquematización de una instalación para reprocessar la glicerina que ha sido subproducto de la producción de biodiesel. Este establecimiento destinado para la refinación es obtenido de catálogos de la empresa estadounidense “Crown”.

<sup>31</sup> Precios vigentes desde el 01/10/2013, con subsidio del Estado Nacional.

## DIAGRAMA DE FLUJO DE REFINO DE GLICERINA DE CROWN



### A. Columna de destilación de crudo

La glicerina cruda adecuadamente tratada se calienta antes de entrar en la columna de destilación del crudo (Crude Still en la imagen). Si es necesario, una pequeña cantidad de soda caustica puede ser añadida para ayudar a neutralizar el producto de alimentación. El licor de recirculación en la parte inferior es parcialmente vaporizado en la cámara de expansión con la ayuda del vacío y el vapor de agitación. El vapor pasa a través de una bandeja de rectificado de burbujas para después entrar a la sección de condensación. En esta zona, el vapor es condensado en una capa de empaque que conserva la humedad a través de la recirculación de la glicerina enfriada. La glicerina condensada se recoge en un pozo y es removida, mientras que los vapores pasan a través del empaque y sigue al depurador donde son condensados y enviados a almacenamiento como glicerina de baja calidad. Los vapores no condensables son eliminados del proceso a través del sistema de vacío. El producto de baja calidad es reprocesado por separado una vez al mes por 2-3 días en los mismos equipos para el tratamiento.

#### B. Destilador de sedimentos

El residuo del destilador de crudo es descargado continuamente al destilador de sedimentos. En el destilador de sedimentos, el caudal de alimentación es evaporado al vacío y con el vapor de arrastre. Los vapores pasan a través de un eliminador de niebla al condensador del destilador de sedimentos donde la mayor parte de la glicerina es recuperada y reciclada para el destilador del crudo. Los derivados leves removidos en el destilador de residuos son recuperados en el depurador de vapor. El material que queda en el destilador de sedimentos es recirculado, calentado y concentrado para expandir (flash) el material volátil con el residuo que queda y descargado a un caudal controlado desde la parte inferior del destilador de sedimento.

#### C. Desodorizador

El desodorizador actúa como un separador para remover pequeñas cantidades de materiales que producen olores y los residuos de humedad de la glicerina destilada. En el desodorizador la glicerina es recirculada y calentada, expulsando todos los componentes con bajo punto de ebullición. La glicerina del destilador de crudo se entrega a la parte superior del desodorizador, donde condensa los vapores de la glicerina que pasa hacia arriba hasta la sección rellena. El material evaporizado liviano restante pasa a través de la sección de relleno y después por el demister, donde se elimina cualquier producto retenido, y sigue para el depurador de vapor.

#### D. Depurador

En el depurador, las fracciones ligeras son recuperadas junto con el producto de calidad inferior. Cualquier producto no condensable continúa para el sistema de vacío. La temperatura es reducida y la glicerina desodorizada es blanqueada en las columnas de blanqueamiento con el carbón activado para eliminar pequeñas cantidades de materiales que producen olores fuertes y componentes de colores. Normalmente, la glicerina pasa a través de dos columnas en serie y una tercera columna en modo de espera. La glicerina pasa a través de un filtro de bolsa de pulido para eliminar cualquier partícula fina y es enfriada para almacenamiento.

A continuación se presentan algunas aplicaciones que se le pueden dar a la glicerina. Tal y como se dijo, para que pueda ser usada en la industria farmacéutica y cosmética, la glicerina tiene que tener un grado de pureza superior al 95% de acuerdo a lo que dicta la norma \_\_\_\_\_.

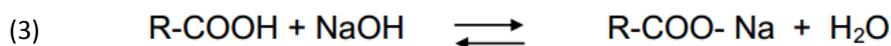
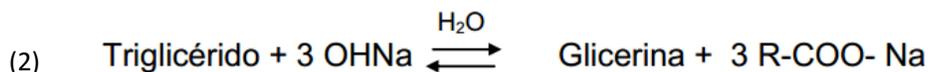
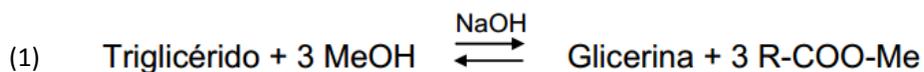
GLICERINA	
<b>MEDICAMENTOS</b>	Preparaciones médicas y farmacéuticas mejorando la suavidad, proporcionando lubricación y actuando como humectante. Supositorios, jarabes para la tos, elixires y expectorantes.
<b>CUIDADO PERSONAL</b>	Humectante, disolvente y lubricante en los productos de cuidado personal. Pasta dentífrica, enjuagues, productos para la piel, productos para el pelo y jabones.
<b>COMIDAS Y BEBIDAS</b>	Humectante, disolvente, dulcificante y conservante en dulces, pasteles y cubiertas para quesos. En la producción de mono- y diglicéridos para su uso como emulsores. En la producción de ésteres de poliglicerol para mantecas y margarinas. Como relleno en comidas bajas en grasas (i.e., galletas).
<b>POLIOLES</b>	La mayor materia prima en la producción de polioles para espumas flexibles y en menor medida para las espumas de poliuretano rígidas.
<b>RESINAS ALQUÍDICAS CELOFANES</b>	Recubrimientos y pinturas. Agente suavizante y plastificante para proporcionar flexibilidad y dureza.
<b>EXPLOSIVOS</b>	En la producción de TNT (trinitroglicerina).
<b>OTROS</b>	En la producción de papel como plastificante, humectante y lubricante. Humectante en la comida para mascotas. Suavizador en detergentes como alternativa a compuestos de amonio.

## 10.5 ANEXO V: PROCESO ALTERNATIVO: CATÁLISIS ÁCIDA Y LUEGO BÁSICA

Tal y como se explicó en las páginas precedentes, obtener un biodiesel que cumpla con las especificaciones requeridas por las normas nacionales (principalmente el hecho de que se requiera una concentración de ésteres superior o igual al 96,5%) a partir de aceites de cocina usados no es fácil. Esto es debido a los altos contenidos de ácidos libres que contienen los aceites utilizados para frituras.

A causa de esto, surge otra alternativa a analizar a la hora de realizar la producción de biodiesel. Lo que se propone es desdoblar el proceso de transesterificación en dos etapas, una primera etapa realizada con un catalizador ácido y una segunda etapa realizada bajo la forma convencional con el catalizador básico. Esta modificación en el proceso convencional se utiliza para mejorar el rendimiento del mismo ya que permite alcanzar concentraciones más altas de ésteres metílicos en la solución de biodiesel final. Pero como cualquier modificación, acarrea cambios positivos y negativos. De esta forma, se tiene como gran desventaja el aumento en el tiempo de reacción porque los triglicéridos reaccionan muy lentamente con metanol en presencia de un ácido.

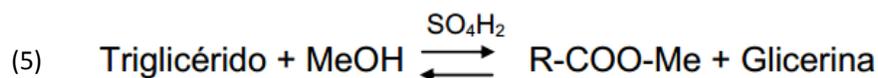
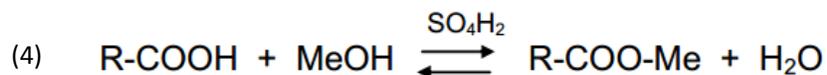
La reacción de transesterificación normal, que ese utiliza habitualmente, es la siguiente:



Con R-COO-Me se representa la mezcla de metilésteres (biodiesel). El agua producida en la reacción (3), que aparece en el sistema por la neutralización de los ácidos grasos, favorece la reacción (2) que da lugar a la formación de jabones. De esta manera, los ácidos grasos libres presentes en el sistema se están transformando en material de bajo valor. Por lo tanto, en los materiales de alta acidez, este esquema reaccionante conduce a un bajo rendimiento del proceso, perdiéndose los ácidos grasos que se transforman en jabones.

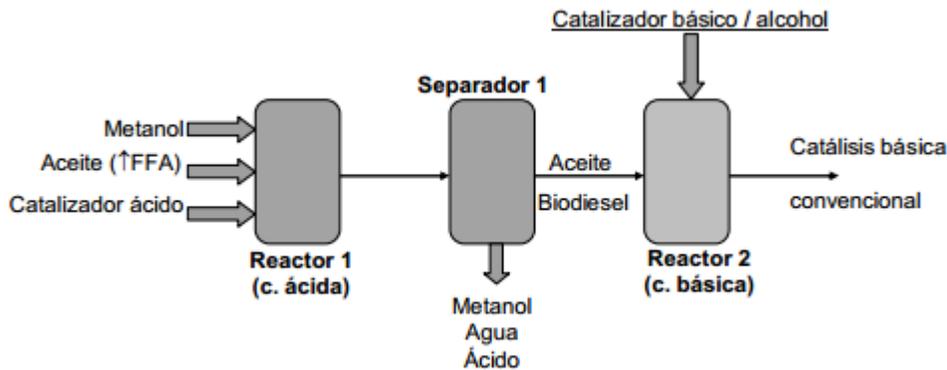
Dado que la acidez representa la cantidad de ácidos libres, expresados como gramos de ácido oleico por 100 gramos de material, la pérdida de rendimiento porcentual es prácticamente igual al valor de acidez. Además, la presencia de jabones complica el proceso aguas abajo del reactor dificultando las etapas de separación de fases y purificación.

Para mejorar el rendimiento de la reacción se consiste en realizar un primer paso catalizado por un ácido fuerte, según:



La reacción (4) está limitada por el equilibrio mientras que la (5) es muy lenta. De esta manera, se pueden transformar los ácidos grasos, generando biodiesel y agua. Luego de esta reacción, y la separación de fases, la mezcla reaccionante compuesta de triglicéridos y biodiesel se transforma según la reacción (1). Las fases que se separan luego de la catálisis ácida son una rica en triglicéridos y otra rica en metanol. En esta última se concentra el agua formada durante la reacción.

Explicado esto, el proceso de producción puede esquematizarse de la siguiente forma:



Si luego de la primera etapa, donde se produce la catálisis ácida, el producto no alcanza los requerimientos de acidez deseados, el proceso puede repetirse y se realiza otra vez la catálisis ácida de manera de reducir hasta el nivel que se busca los ácidos grasos y poder continuar con la etapa de catálisis básica.

### 10.5.1 ESTERIFICACIÓN ÁCIDA DE LOS ÁCIDOS GRASOS LIBRES (AGL)

La esterificación ácida es otra manera de «deshacerse» de los ácidos grasos libres en el aceite que permite, al contrario de la neutralización que los transforma en jabón, reaprovecharlos para producir biodiesel también a partir de ellos.

Al aceite caliente se agrega metanol en cantidad adecuada para reaccionar con los AGL, utilizando ácido sulfúrico como catalizador. Luego de la reacción, se separa el agua mediante decantación o centrifugación, y lo que queda es una mezcla de aceite (triglicéridos) y biodiesel con menos de 1% de ácidos grasos libres. Con esta mezcla ya se puede realizar una transesterificación alcalina de forma habitual. Una de las dificultades de este proceso es la presencia de agua. La acumulación de agua que se va produciendo durante la esterificación puede llegar a detener la reacción antes de que sea completa. Para solucionar este problema es necesario trabajar en dos o más etapas para ir separando el agua antes de continuar la esterificación.

Otra desventaja es la gran cantidad de metanol necesaria: mientras que con la catálisis alcalina se requiere una cantidad de 6 moles de alcohol por cada mol de triglicérido algunos autores han encontrado que con la catálisis ácida se necesita entre 30:1 y 50:1.

Finalmente, otro problema es el uso de ácido sulfúrico: este insumo, por su alto poder corrosivo requiere de tanques con materiales costosos (a veces hasta acero inoxidable de muy alta calidad), y además su utilización produce efluentes ácidos contaminantes. Es por esto que la esterificación ácida se justifica sólo si las materias primas a utilizar tienen un contenido de AGL realmente alto, proponiéndose el uso de sulfato férrico como catalizador para la esterificación ácida. Esta reacción se realiza a 95°C, que permite realizarla sin agitación y además el sulfato férrico es insoluble en aceite, fácil de separar y reutilizable. Todas estas características lo convierten en más eficiente a la hora de realizar la esterificación ácida y permiten alcanzar una conversión hasta del 97% de los ácidos grasos libres en biodiesel.

## 10.6 ANEXO VI: FORMAS DE CATÁLISIS

Estas se presentan en el siguiente cuadro:

	VENTAJAS	DESVENTAJAS	CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSESTERIFICACIÓN
--	----------	-------------	--

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEFyN

CATÁLISIS ALCALINA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es la tecnología más utilizada comercialmente</li> <li>• Condiciones moderadas de presión y temperatura</li> <li>• Se obtienen conversiones en tiempos de reacción de 60 min. aprox.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere que el aceite y el alcohol sean anhidro y limitar el contenido de ácidos grasos libres en la alimentación para evitar la formación de jabones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad apreciable de operaciones unitarias para la separación de los productos.</li> <li>• Reacción en condiciones atmosféricas</li> <li>• Requiere catalizador alcalino.</li> </ul>
CATÁLISIS ÁCIDA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utiliza en la adecuación del aceite (esterificación de los ácidos grasos libres con metanol).</li> <li>• Puede procesar materias primas con altos niveles de ácidos grasos libres (grasas animales y aceites usados).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los tiempos de reacción son mucho más lentos en comparación con la catálisis alcalina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utiliza como un proceso de pre-esterificación antes de realizar dicho proceso vía la catálisis alcalina.</li> <li>• Requiere uso de catalizador ácido.</li> </ul>
CATÁLISIS DE LIPASAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La reacción no es afectada por la presencia de agua en las materias primas ni por contenidos de ácidos libres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los tiempos de reacción son elevados, por lo que no pueden ser procesos continuos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se usan solventes orgánicos como medio de reacción, porque mejoran la reactividad y brindan la posibilidad de reutilización. El alcohol se adiciona por etapas, para evitar la inhibición.</li> </ul>
ALCOHOLES SUPERCRÍTICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajos tiempos de reacción</li> <li>• Se pueden procesar materias primas con altos contenidos de ácidos grasos libres y agua</li> <li>• No es necesaria la utilización de un catalizador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altos costos debidos a las condiciones de la reacción a altas temperaturas y presiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se emplean temperaturas y presiones elevadas.</li> </ul>

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEyN

10.7 FLUJOS DE FONDO NETOS

10.7.1 FLUJO DE FONDO A PRECIOS CONSTANTES

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS	Producción Diaria [l]	7.000	9.792	19.790	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000
	Ventas de Exportación [Ton]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Precio por tonelada [USD]	USD 905,67									
	Ventas Mercado Interno [Ton]	1.806	2.206	3.534	5.418	5.418	5.418	5.418	5.418	5.418	5.418
Precio por tonelada [ARS]	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	
Ventas [Ton]	181	253	353	511	542	542	542	542	542	542	
Precio por tonelada [ARS]	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$ 13.967.820,20</b>	<b>\$ 19.538.985,05</b>	<b>\$ 27.333.028,72</b>	<b>\$ 39.480.023,10</b>	<b>\$ 41.903.460,99</b>						
EGRESOS	Costo de exportación	\$ 74.957,51	\$ 104.654,84	\$ 211.915,58	\$ 224.872,52	\$ 224.872,52	\$ 224.872,52	\$ 224.872,52	\$ 224.872,52	\$ 224.872,52	\$ 224.872,52
	Melanol	\$ 1.003.375,00	\$ 1.408.383,88	\$ 2.826.695,76	\$ 3.000.136,99	\$ 3.000.136,99	\$ 3.000.136,99	\$ 3.000.136,99	\$ 3.000.136,99	\$ 3.000.136,99	\$ 3.000.136,99
	Agente	\$ 2.147.220,05	\$ 3.100.669,50	\$ 4.201.804,42	\$ 6.000.329,93	\$ 6.041.693,16	\$ 6.041.693,16	\$ 6.041.693,16	\$ 6.041.693,16	\$ 6.041.693,16	\$ 6.041.693,16
	Hidróxido de Sodio	\$ 1.123.784,48	\$ 1.572.013,94	\$ 2.139.055,68	\$ 3.177.699,25	\$ 3.371.353,43	\$ 3.371.353,43	\$ 3.371.353,43	\$ 3.371.353,43	\$ 3.371.353,43	\$ 3.371.353,43
	MOD	\$ 2.324.676,00	\$ 4.247.592,00	\$ 4.247.592,00	\$ 6.572.288,00	\$ 6.572.288,00	\$ 6.572.288,00	\$ 6.572.288,00	\$ 6.572.288,00	\$ 6.572.288,00	\$ 6.572.288,00
	Energía	\$ 1.483.596,18	\$ 2.100.042,20	\$ 2.937.942,85	\$ 4.284.121,07	\$ 4.624.897,92	\$ 4.624.897,92	\$ 4.624.897,92	\$ 4.624.897,92	\$ 4.624.897,92	\$ 4.624.897,92
	Combustible	\$ 183.690,60	\$ 321.316,80	\$ 324.316,80	\$ 4743.786,79	\$ 504.926,40	\$ 504.926,40	\$ 504.926,40	\$ 504.926,40	\$ 504.926,40	\$ 504.926,40
	IVA	\$ 2.424.167,14	\$ 3.330.163,52	\$ 4.743.786,79	\$ 6.683.466,82	\$ 7.272.501,42	\$ 7.272.501,42	\$ 7.272.501,42	\$ 7.272.501,42	\$ 7.272.501,42	\$ 7.272.501,42
	Administrativos	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00
	Mantenimiento Edificio Limp.	\$ 34.454,90	\$ 34.454,90	\$ 34.454,90	\$ 34.454,90	\$ 34.454,90	\$ 34.454,90	\$ 34.454,90	\$ 34.454,90	\$ 34.454,90	\$ 34.454,90
Mantenimiento de Maquinarias	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	
Mantenimiento de vehículos	\$ 57.400,00	\$ 100.800,00	\$ 100.800,00	\$ 100.800,00	\$ 157.850,00	\$ 157.850,00	\$ 157.850,00	\$ 157.850,00	\$ 157.850,00	\$ 157.850,00	
Galpón y terreno	\$ 2.756.320,01	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	
Maquinaria	\$ 886.397,95	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	
Vehículos	\$ 1.148.000,00	\$ 229.600,00	\$ 401.800,00	\$ 401.800,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	
Bienes	\$ 141.600,00	\$ 28.320,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>\$ 11.758.371,20</b>	<b>\$ 17.307.356,92</b>	<b>\$ 21.984.681,27</b>	<b>\$ 32.009.592,07</b>	<b>\$ 33.183.200,09</b>						
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$ 2.209.449,00	\$ 2.231.628,13	\$ 5.348.347,45	\$ 7.470.431,03	\$ 8.716.820,90	\$ 8.716.820,90	\$ 8.716.820,90	\$ 8.716.820,90	\$ 8.716.820,90	\$ 8.716.820,90	\$ 8.716.820,90
IMPUESTO A LAS GANANCIAS	\$ 784.871,15	\$ 767.669,85	\$ 1.078.921,61	\$ 1.467.811,36	\$ 2.961.815,67	\$ 3.052.027,67	\$ 3.052.027,67	\$ 3.052.027,67	\$ 3.052.027,67	\$ 3.052.027,67	\$ 3.052.027,67
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	\$ 1.424.577,85	\$ 1.463.958,28	\$ 4.269.425,84	\$ 6.002.619,67	\$ 5.755.005,23	\$ 5.664.793,23	\$ 5.664.793,23	\$ 5.664.793,23	\$ 5.664.793,23	\$ 5.664.793,23	\$ 5.664.793,23
DEPRECIACION	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60
Maquinaria	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80
Vehículos	\$ 229.600,00	\$ 401.800,00	\$ 401.800,00	\$ 401.800,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00
Bienes	\$ 28.320,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS AMORTIZACIONES	\$ 1.486.058,24	\$ 2.110.488,68	\$ 4.175.693,24	\$ 5.865.003,06	\$ 6.833.798,22	\$ 6.833.798,22	\$ 6.833.798,22	\$ 6.833.798,22	\$ 6.833.798,22	\$ 6.833.798,22	\$ 6.833.798,22
INVERSIONES	\$ 2.756.320,01	\$ 886.397,95	\$ 1.148.000,00	\$ 1.480.000,00	\$ 1.480.000,00	\$ 1.480.000,00	\$ 1.480.000,00	\$ 1.480.000,00	\$ 1.480.000,00	\$ 1.480.000,00	\$ 1.480.000,00
Maquinaria	\$ 886.397,95	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80
Vehículos	\$ 1.148.000,00	\$ 401.800,00	\$ 401.800,00	\$ 401.800,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00
Capital de Trabajo	\$ 1.800.000,00	\$ 341.600,00	\$ 341.600,00	\$ 341.600,00	\$ 341.600,00	\$ 341.600,00	\$ 341.600,00	\$ 341.600,00	\$ 341.600,00	\$ 341.600,00	\$ 341.600,00
Bienes	\$ 341.600,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00
Galpón y terreno	\$ 2.756.320,01	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60
Maquinaria	\$ 886.397,95	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80
Vehículos	\$ 1.148.000,00	\$ 229.600,00	\$ 401.800,00	\$ 401.800,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00
Bienes	\$ 341.600,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00
Galpón y terreno	\$ 2.756.320,01	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60
Maquinaria	\$ 886.397,95	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80
Vehículos	\$ 1.148.000,00	\$ 229.600,00	\$ 401.800,00	\$ 401.800,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00
Bienes	\$ 341.600,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00
Galpón y terreno	\$ 2.756.320,01	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60
Maquinaria	\$ 886.397,95	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80
Vehículos	\$ 1.148.000,00	\$ 229.600,00	\$ 401.800,00	\$ 401.800,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00
Bienes	\$ 341.600,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00
Galpón y terreno	\$ 2.756.320,01	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60
Maquinaria	\$ 886.397,95	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80
Vehículos	\$ 1.148.000,00	\$ 229.600,00	\$ 401.800,00	\$ 401.800,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00
Bienes	\$ 341.600,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00
Galpón y terreno	\$ 2.756.320,01	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60
Maquinaria	\$ 886.397,95	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80
Vehículos	\$ 1.148.000,00	\$ 229.600,00	\$ 401.800,00	\$ 401.800,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00
Bienes	\$ 341.600,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 56.640,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00	\$ 84.960,00
Galpón y terreno	\$ 2.756.320,01	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60
Maquinaria	\$ 886.397,95	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80	\$ 88.693,80
Vehículos	\$ 1.148.000,00	\$ 229.600,00	\$ 401.800,00	\$ 401.800,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00
Bienes	\$ 341.600,00	\$ 56.64									

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCFEYN

10.7.2 FLUJO DE FONDO CON INFLACIÓN DEL 28% ANUAL

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INGRESOS	Producción (l)	7.00	9.92	13.698	19.790	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000
	Ventas de Exportación (Tn)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ventas por tonelada (USD)	USD 906,67	USD 906,67	USD 906,67	USD 906,67	USD 906,67	USD 906,67	USD 906,67				
	Precio por tonelada (ARS)	1.806	2.26	3.534	5.106	5.418	5.418	5.418	5.418	5.418	5.418	5.418
GLICERINA	Precio por tonelada (ARS)	\$ 7.257,00	\$ 8.889,83	\$ 10.890,04	\$ 13.340,29	\$ 16.341,86	\$ 20.088,78	\$ 24.523,00	\$ 30.040,88	\$ 36.799,83	\$ 45.079,79	
	Precio por tonelada (ARS)	\$ 4.767,60	\$ 6.615,32	\$ 7.993,17	\$ 9.807,52	\$ 11.879,08	\$ 14.388,56	\$ 17.397,14	\$ 20.969,41	\$ 25.169,41	\$ 29.969,41	\$ 35.469,41
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$ 13.967.620,20</b>	<b>\$ 24.131.659,14</b>	<b>\$ 44.136.363,81</b>	<b>\$ 88.193,26</b>	<b>\$ 72.480.000,54</b>	<b>\$ 93.753.919,19</b>	<b>\$ 114.307.023,70</b>	<b>\$ 139.555.011,97</b>	<b>\$ 170.538.030,24</b>	<b>\$ 207.955.370,38</b>	<b>\$ 253.946.142,34</b>	
EGRESOS	Costo de exportación	\$ 74.957,51	\$ 118.769,08	\$ 188.193,26	\$ 307.969,42	\$ 474.923,83	\$ 703.655,54	\$ 1.049.286,51	\$ 1.562.923,83	\$ 2.319.949,49	\$ 3.419.949,49	\$ 5.049.949,49
	Melano	\$ 1.003.379,00	\$ 1.296.597,36	\$ 1.736.948,19	\$ 2.294.982,19	\$ 3.062.982,19	\$ 4.032.982,19	\$ 5.294.982,19	\$ 6.942.982,19	\$ 9.082.982,19	\$ 11.982.982,19	\$ 15.982.982,19
	Acetate	\$ 2.147.231,05	\$ 3.344.696,95	\$ 5.084.289,13	\$ 7.529.786,40	\$ 10.049.907,95	\$ 13.282.882,18	\$ 17.582.882,18	\$ 23.412.882,18	\$ 30.682.882,18	\$ 40.082.882,18	\$ 52.182.882,18
	Hidróxido de Sodio	\$ 1.123.784,48	\$ 2.022.177,85	\$ 3.602.991,98	\$ 6.662.880,06	\$ 12.042.880,06	\$ 21.642.880,06	\$ 39.642.880,06	\$ 70.642.880,06	\$ 127.642.880,06	\$ 230.642.880,06	\$ 418.642.880,06
	MOD	\$ 2.324.676,00	\$ 5.436.977,76	\$ 12.324.676,00	\$ 28.324.676,00	\$ 64.324.676,00	\$ 146.324.676,00	\$ 332.324.676,00	\$ 752.324.676,00	\$ 1.702.324.676,00	\$ 3.852.324.676,00	\$ 8.652.324.676,00
	Energía	\$ 1.483.996,18	\$ 2.688.054,01	\$ 4.813.197,89	\$ 8.745.982,77	\$ 15.845.982,77	\$ 29.145.982,77	\$ 52.445.982,77	\$ 95.745.982,77	\$ 174.045.982,77	\$ 317.345.982,77	\$ 586.645.982,77
	Combustible	\$ 183.609,60	\$ 411.285,50	\$ 936.449,45	\$ 2.088.907,41	\$ 4.688.907,41	\$ 10.588.907,41	\$ 23.688.907,41	\$ 52.688.907,41	\$ 117.688.907,41	\$ 262.688.907,41	\$ 582.688.907,41
	IVA	\$ 2.424.167,14	\$ 4.188.051,06	\$ 7.139.368,93	\$ 12.573.980,92	\$ 21.773.980,92	\$ 38.273.980,92	\$ 66.273.980,92	\$ 115.273.980,92	\$ 202.273.980,92	\$ 357.273.980,92	\$ 632.273.980,92
	Administrativos	\$ 394.240,00	\$ 483.427,20	\$ 603.386,82	\$ 762.895,12	\$ 972.895,12	\$ 1.242.895,12	\$ 1.592.895,12	\$ 2.042.895,12	\$ 2.612.895,12	\$ 3.312.895,12	\$ 4.182.895,12
	Mantenimiento Edificio y Imp.	\$ 34.454,90	\$ 44.102,27	\$ 56.450,91	\$ 72.257,16	\$ 92.257,16	\$ 118.257,16	\$ 152.257,16	\$ 197.257,16	\$ 257.257,16	\$ 337.257,16	\$ 442.257,16
COSTOS FIJOS	Mantenimiento de Maquinarias	\$ 28.441,95	\$ 36.105,70	\$ 46.593,29	\$ 60.647,09	\$ 78.647,09	\$ 102.647,09	\$ 133.647,09	\$ 174.647,09	\$ 229.647,09	\$ 304.647,09	\$ 404.647,09
	Mantenimiento de Vehículos	\$ 57.400,00	\$ 73.819,60	\$ 96.193,60	\$ 125.193,60	\$ 163.193,60	\$ 213.193,60	\$ 280.193,60	\$ 361.193,60	\$ 464.193,60	\$ 594.193,60	
DEPRECIACION	Galpón y terreno	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	
	Maquinaria	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	
	Vehículos	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>\$ 11.725.371,20</b>	<b>\$ 21.944.689,14</b>	<b>\$ 34.856.481,96</b>	<b>\$ 63.021.946,42</b>	<b>\$ 88.021.946,42</b>	<b>\$ 114.307.023,70</b>	<b>\$ 149.207.023,70</b>	<b>\$ 194.207.023,70</b>	<b>\$ 249.207.023,70</b>	<b>\$ 314.207.023,70</b>	<b>\$ 394.207.023,70</b>	
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$ 2.242.249,99	\$ 2.186.970,00	\$ 3.280.881,85	\$ 24.171.256,39	\$ 13.458.054,12	\$ 10.676.895,49	\$ 10.676.895,49	\$ 10.676.895,49	\$ 10.676.895,49	\$ 10.676.895,49	\$ 10.676.895,49	
IMPUESTO A LAS GANANCIAS	\$ 784.857,15	\$ 800.236,85	\$ 1.197.976,15	\$ 3.300.056,94	\$ 3.300.056,94	\$ 3.300.056,94	\$ 3.300.056,94	\$ 3.300.056,94	\$ 3.300.056,94	\$ 3.300.056,94	\$ 3.300.056,94	
UTILIDAD DESPUÉS DE IMPUESTOS	\$ 1.457.392,84	\$ 1.386.733,15	\$ 2.082.905,70	\$ 6.871.199,45	\$ 6.871.199,45	\$ 6.871.199,45	\$ 6.871.199,45	\$ 6.871.199,45	\$ 6.871.199,45	\$ 6.871.199,45	\$ 6.871.199,45	
DEPRECIACION	Galpón y terreno	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	
	Maquinaria	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	\$ 886.993,95	
	Vehículos	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	
	Bidones	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	
UTILIDAD DESPUÉS DE IMPUESTOS Y AMORTIZACIONES	\$ 1.943.025,24	\$ 2.171.787,55	\$ 4.767.589,10	\$ 5.782.630,58	\$ 7.857.868,83	\$ 8.614.688,91	\$ 10.676.895,49	\$ 12.997.092,31	\$ 15.673.293,35	\$ 18.844.492,31	\$ 22.673.293,35	
INVERSIONES	Galpón y terreno	\$ 2.756.392,01										
	Maquinaria	\$ 886.997,95										
	Vehículos	\$ 1.148.000,00										
	Capital de Trabajo	\$ 1.800.000,00										
	Bidones	\$ 141.600,00										
VALOR RESIDUAL	Galpón y terreno											
	Maquinaria											
	Vehículos											
	Bidones											
	FFN	\$ -6.742.929,96	\$ 1.943.025,24	\$ 1.170.787,55	\$ 4.767.589,10	\$ 5.782.630,58	\$ 7.857.868,83	\$ 6.914.688,91	\$ 5.122.329,35	\$ 2.148.158,05	#####	\$ -13.761.476,84

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCFEYN

10.7.3 FLUJO DE FONDO CON INFLACIÓN DECRECIENTE

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS	Producción [t]	7.000	13.688	19.790	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000
	Ventas de Exportación [Tn]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BIO DIESEL	Preço por tonelada [USD]	USD 905,67	USD 905,67	USD 905,67	USD 905,67	USD 905,67					
	Ventas Mercado Interno [Tn]	1.806	3.534	5.106	5.418	5.418	5.418	5.418	5.418	5.418	5.418
	Preço por tonelada [ARS]	\$ 7.257,00	\$ 10.890,04	\$ 13.340,29	\$ 16.344,86	\$ 20.018,78	\$ 24.523,00	\$ 30.040,68	\$ 36.739,83	\$ 45.079,79	\$ 55.079,79
	Ventas [Tn]	181	353	511	542	542	542	542	542	542	542
GUCERINA	Preço por tonelada [ARS]	\$ 4.767,60	\$ 6.922,58	\$ 7.948,01	\$ 8.889,44	\$ 10.093,07	\$ 11.405,23	\$ 12.938,71	\$ 14.633,02	\$ 16.500,42	\$ 18.543,02
	TOTAL INGRESOS	\$ 13.967.820,20	\$ 13.824.088,23	\$ 17.654.081,16	\$ 40.949.946,31	\$ 32.796.562,33	\$ 113.282.306,33	\$ 338.327.465,31	\$ 168.997.610,00	\$ 706.390.442,27	\$ 352.182.221,27
EGRESOS	Costo de exportación	\$ 74.957,51	\$ 118.769,08	\$ 188.193,26	\$ 307.989,42	\$ 370.165,54	\$ 449.286,51	\$ 537.948,49	\$ 639.334,55	\$ 756.192,91	\$ 891.192,91
	Mielanol	\$ 1.003.379,00	\$ 1.003.379,00	\$ 1.003.379,00	\$ 1.003.379,00	\$ 1.003.379,00	\$ 1.003.379,00	\$ 1.003.379,00	\$ 1.003.379,00	\$ 1.003.379,00	\$ 1.003.379,00
	Acetate	\$ 2.147.234,05	\$ 3.844.696,95	\$ 6.088.972,44	\$ 8.625.023,77	\$ 11.322.023,77	\$ 14.158.682,66	\$ 17.193.689,63	\$ 20.428.369,82	\$ 23.975.194,71	\$ 27.797.671,94
	Hidróxido de Sodio	\$ 1.123.784,48	\$ 2.022.177,85	\$ 3.463.574,36	\$ 5.649.433,00	\$ 8.446.712,42	\$ 12.022.206,91	\$ 16.889.268,32	\$ 23.180.268,32	\$ 30.420.193,79	\$ 38.729.933,32
	MOD	\$ 2.324.676,00	\$ 3.426.937,76	\$ 5.083.137,88	\$ 7.440.400,79	\$ 10.841.541,68	\$ 16.344.378,88	\$ 24.317.518,88	\$ 34.719.483,35	\$ 50.807.391,45	\$ 72.855.381,27
	Energía	\$ 1.483.596,18	\$ 2.572.551,69	\$ 4.408.460,37	\$ 7.144.400,79	\$ 10.841.541,68	\$ 16.344.378,88	\$ 24.317.518,88	\$ 34.719.483,35	\$ 50.807.391,45	\$ 72.855.381,27
	Combustible	\$ 183.689,60	\$ 411.285,50	\$ 720.887,45	\$ 1.271.051,89	\$ 2.127.165,89	\$ 3.580.930,21	\$ 6.189.119,26	\$ 10.407.249,52	\$ 17.792.782,09	\$ 30.406.872,37
	IVA	\$ 2.424.167,14	\$ 4.134.757,73	\$ 7.054.990,36	\$ 12.435.832,27	\$ 21.610.188,50	\$ 37.907.789,12	\$ 66.007.346,17	\$ 115.605.594,61	\$ 203.889.828,82	\$ 362.775.931,33
	Administrativos	\$ 354.240,00	\$ 463.427,20	\$ 614.883,84	\$ 819.088,45	\$ 1.109.088,45	\$ 1.509.088,45	\$ 2.019.088,45	\$ 2.709.088,45	\$ 3.609.088,45	\$ 4.709.088,45
	Mantenimiento Edificio y Limp.	\$ 34.654,90	\$ 44.102,27	\$ 58.089,61	\$ 77.442,15	\$ 102.282,86	\$ 136.771,13	\$ 182.376,83	\$ 242.642,10	\$ 322.282,86	\$ 424.282,86
Mantenimiento de Maquinarias	\$ 28.441,95	\$ 36.465,70	\$ 47.809,61	\$ 63.742,15	\$ 85.642,15	\$ 114.196,42	\$ 152.282,86	\$ 202.282,86	\$ 268.282,86	\$ 354.282,86	
Mantenimiento de vehículos	\$ 57.400,00	\$ 74.866,67	\$ 99.142,15	\$ 131.521,15	\$ 176.371,15	\$ 236.196,42	\$ 316.196,42	\$ 422.282,86	\$ 562.282,86	\$ 742.282,86	
DEPRECIACION	Galpón y terreno	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01
	Maquinaria	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95
Vehículos	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00
Bienes	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00
TOTAL EGRESOS	\$ 11.725.371,20	\$ 12.675.888,49	\$ 14.216.618,96	\$ 16.857.869,06	\$ 19.770.485,11	\$ 23.126.618,96	\$ 27.006.448,82	\$ 31.470.870,20	\$ 36.606.448,82	\$ 42.470.870,20	\$ 49.126.618,96
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$ 2.242.448,99	\$ 1.148.191,75	\$ 3.437.467,35	\$ 10.796.212,10	\$ 14.626.127,22	\$ 17.796.841,51	\$ 22.607.615,11	\$ 28.964.443,26	\$ 36.391.161,18	\$ 45.919.572,07	\$ 57.055.602,31
IMPUESTO A LAS GANANCIAS	\$ 784.687,15	\$ 784.687,15	\$ 784.687,15	\$ 784.687,15	\$ 784.687,15	\$ 784.687,15	\$ 784.687,15	\$ 784.687,15	\$ 784.687,15	\$ 784.687,15	\$ 784.687,15
UTILIDAD DESPUÉS DE IMPUESTOS	\$ 1.457.761,84	\$ 363.504,60	\$ 2.652.780,20	\$ 9.911.524,95	\$ 13.841.440,07	\$ 17.012.154,36	\$ 21.822.927,96	\$ 28.179.756,05	\$ 35.606.474,03	\$ 45.134.884,92	\$ 56.270.915,16
DEPRECIACION	Galpón y terreno	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60
	Maquinaria	\$ 89.693,80	\$ 89.693,80	\$ 89.693,80	\$ 89.693,80	\$ 89.693,80	\$ 89.693,80	\$ 89.693,80	\$ 89.693,80	\$ 89.693,80	\$ 89.693,80
	Vehículos	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00	\$ 229.600,00
	Bienes	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00	\$ 28.320,00
	TOTAL DEPRECIACION	\$ 485.333,40	\$ 485.333,40	\$ 485.333,40	\$ 485.333,40	\$ 485.333,40	\$ 485.333,40	\$ 485.333,40	\$ 485.333,40	\$ 485.333,40	\$ 485.333,40
UTILIDAD DESPUÉS DE IMPUESTOS Y AMORTIZACIONES	\$ 972.428,44	\$ 178.171,20	\$ 2.167.446,80	\$ 9.426.191,55	\$ 13.356.106,67	\$ 16.526.819,96	\$ 21.137.594,56	\$ 27.694.422,65	\$ 35.121.040,63	\$ 44.349.991,00	\$ 55.000.000,00
INVERSIONES	Galpón y terreno	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01	\$ 2.756.392,01
	Maquinaria	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95
	Vehículos	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00
Capital de Trabajo	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000,00
Bienes	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00
VALOR RESIDUAL	Galpón y terreno	\$ 1.457.761,84	\$ 1.457.761,84	\$ 1.457.761,84	\$ 1.457.761,84	\$ 1.457.761,84	\$ 1.457.761,84	\$ 1.457.761,84	\$ 1.457.761,84	\$ 1.457.761,84	\$ 1.457.761,84
	Maquinaria	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95
	Vehículos	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00	\$ 1.448.000,00
	Bienes	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00	\$ 144.600,00
	TOTAL VALOR RESIDUAL	\$ 3.846.300,79	\$ 3.846.300,79	\$ 3.846.300,79	\$ 3.846.300,79	\$ 3.846.300,79	\$ 3.846.300,79	\$ 3.846.300,79	\$ 3.846.300,79	\$ 3.846.300,79	\$ 3.846.300,79
FFN	\$ -6.742.929,96	\$ 1.943.025,24	\$ 1.080.958,03	\$ 4.925.796,17	\$ 10.450.836,09	\$ 15.168.889,22	\$ 20.018.780,00	\$ 25.018.780,00	\$ 30.229.081,68	\$ 35.770.915,16	\$ 41.655.602,31

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEyN

10.7.4 FLUJO DE FONDO CON INFLACIÓN CRECIENTE

	PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INGRESOS	Producción [t]		7.000	9.792	13.698	19.790	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000	
	Ventas de Exportación [Tn]		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Precio por tonelada [USD]		USD 905,67	USD 905,67	USD 905,67	USD 905,67	USD 905,67						
	Ventas Mercado Interno [Tn]		1.806	2.526	3.534	5.106	5.418	5.418	5.418	5.418	5.418	5.418	
	Precio por tonelada [ARS]		\$ 7.257,00	\$ 8.889,89	\$ 10.890,04	\$ 13.340,29	\$ 16.341,86	\$ 20.008,78	\$ 24.523,00	\$ 30.040,68	\$ 36.799,83	\$ 45.079,79	
GLICERINA	Ventas [Tn]		181	253	353	511	542	542	542	542	542	542	
	Precio por tonelada [ARS]		\$ 4.767,60	\$ 5.407,26	\$ 6.116,88	\$ 6.928,98	\$ 7.948,01	\$ 8.889,44	\$ 10.069,07	\$ 11.405,23	\$ 12.918,71	\$ 14.633,02	
	<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>\$ 13.997.820,20</b>	<b>\$ 23.624.080,23</b>	<b>\$ 40.649.946,31</b>	<b>\$ 71.654.081,16</b>	<b>\$ 92.796.662,33</b>	<b>\$ 113.283.306,33</b>	<b>\$ 138.327.485,31</b>	<b>\$ 169.947.610,80</b>	<b>\$ 206.590.442,27</b>	<b>\$ 252.182.221,27</b>	
EGRESOS	Costo de exportación		\$ 74.957,51	\$ 110.769,08	\$ 158.993,26	\$ 225.997,42	\$ 237.065,54	\$ 237.065,54	\$ 237.065,54	\$ 237.065,54	\$ 237.065,54	\$ 237.065,54	
	Mercol		\$ 1.003.379,00	\$ 1.396.597,36	\$ 3.252.333,56	\$ 6.148.895,45	\$ 8.693.783,78	\$ 11.580.262,92	\$ 15.718.572,21	\$ 21.616.601,44	\$ 29.429.527,07	\$ 39.485.131,10	\$ 51.161.966,71
	Acetile		\$ 2.147.231,05	\$ 3.044.086,95	\$ 6.699.655,83	\$ 13.158.636,25	\$ 24.781.762,64	\$ 42.869.894,47	\$ 74.210.593,61	\$ 117.604.808,88	\$ 176.949.793,83	\$ 267.710.955,85	\$ 391.003.955,85
	Hidróxido de Sodio		\$ 1.123.789,48	\$ 2.012.377,85	\$ 3.642.389,59	\$ 6.886.762,90	\$ 12.616.557,84	\$ 22.499.884,47	\$ 39.919.590,60	\$ 68.717.220,05	\$ 119.972.800,05	\$ 207.332.363,97	\$ 359.008.844,13
	MOD		\$ 2.324.676,00	\$ 5.436.971,76	\$ 10.053.371,58	\$ 18.262.218,89	\$ 32.863.917,05	\$ 58.419.095,59	\$ 101.972.200,05	\$ 180.319.590,60	\$ 319.972.800,05	\$ 559.008.844,13	\$ 989.008.844,13
	Energía		\$ 1.483.596,18	\$ 2.572.551,69	\$ 4.408.463,37	\$ 7.140.402,79	\$ 11.373.392,22	\$ 18.392.405,47	\$ 29.929.405,47	\$ 47.929.405,47	\$ 77.929.405,47	\$ 124.929.405,47	\$ 199.929.405,47
	Combustible		\$ 183.609,60	\$ 411.285,50	\$ 532.283,44	\$ 1.094.491,58	\$ 1.449.254,61	\$ 1.942.496,47	\$ 2.536.664,75	\$ 3.266.011,97	\$ 4.083.664,75	\$ 5.003.664,75	\$ 6.043.664,75
	IVA		\$ 2.424.197,14	\$ 4.134.757,73	\$ 7.054.943,36	\$ 12.455.832,27	\$ 16.105.108,50	\$ 19.660.789,12	\$ 24.007.249,52	\$ 29.321.466,17	\$ 35.819.828,82	\$ 43.767.162,37	\$ 53.465.649,84
	Administrativos		\$ 354.240,00	\$ 463.407,20	\$ 586.734,80	\$ 747.859,83	\$ 946.793,07	\$ 1.197.793,57	\$ 1.507.929,57	\$ 1.884.929,57	\$ 2.338.829,57	\$ 2.884.929,57	\$ 3.534.929,57
	Mantenimiento Edificio y Limp.		\$ 34.454,90	\$ 44.102,27	\$ 57.068,34	\$ 74.685,34	\$ 96.893,42	\$ 125.551,04	\$ 161.429,88	\$ 207.429,88	\$ 264.429,88	\$ 334.429,88	\$ 421.429,88
Mantenimiento de Maquinarias		\$ 28.441,95	\$ 36.406,70	\$ 47.108,97	\$ 61.651,51	\$ 80.634,92	\$ 105.438,69	\$ 137.438,69	\$ 177.438,69	\$ 227.438,69	\$ 289.438,69	\$ 365.438,69	
Mantenimiento de vehículos		\$ 57.400,00	\$ 72.876,00	\$ 93.108,00	\$ 119.384,00	\$ 153.438,00	\$ 197.438,00	\$ 251.438,00	\$ 317.438,00	\$ 397.438,00	\$ 497.438,00	\$ 617.438,00	
DEPRECIACION	Galpón y terreno		\$ 2.756.937,01	\$ 3.377.819,60	\$ 4.217.819,60	\$ 5.217.819,60	\$ 6.417.819,60	\$ 7.817.819,60	\$ 9.417.819,60	\$ 11.217.819,60	\$ 13.217.819,60	\$ 15.417.819,60	\$ 17.817.819,60
	Maquinaria		\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	
	Vehículos		\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	
	Bidones		\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	
	<b>TOTAL EGRESOS</b>		<b>\$ 11.725.971,20</b>	<b>\$ 21.675.888,49</b>	<b>\$ 44.607.910,79</b>	<b>\$ 65.566.148,81</b>	<b>\$ 85.367.587,21</b>	<b>\$ 110.704.397,49</b>	<b>\$ 145.454.106,42</b>	<b>\$ 193.835.301,03</b>	<b>\$ 251.594.483,29</b>	<b>\$ 338.472.248,25</b>	
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$ 2.271.849,00	\$ 2.048.191,75	\$ 6.042.035,51	\$ 8.087.931,34	\$ 7.488.975,12	\$ 2.786.908,85	\$ 2.786.908,85	\$ 1.262.621,11	\$ 4.887.650,24	\$ 5.344.021,02	\$ 6.280.121,98	
IMPUESTO A LAS GANANCIAS		\$ 784.857,15	\$ 751.867,11	\$ 2.114.712,43	\$ 2.890.778,07	\$ 2.600.441,29	\$ 902.618,10	\$ 902.618,10	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	
UTILIDAD DESPUÉS DE IMPUESTOS		\$ 1.486.991,85	\$ 1.296.324,63	\$ 3.927.323,08	\$ 5.197.153,27	\$ 4.888.533,83	\$ 1.676.290,75	\$ 1.676.290,75	\$ 1.262.621,11	\$ 4.887.650,24	\$ 5.344.021,02	\$ 6.280.121,98	
DEPRECIACION	Galpón y terreno		\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	
	Maquinaria		\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	\$ 896.937,95	
	Vehículos		\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	\$ 1.148.000,00	
	Bidones		\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00	
UTILIDAD DESPUÉS DE IMPUESTOS Y AMORTIZACIONES		\$ 1.960.025,24	\$ 2.081.186,03	\$ 4.812.958,48	\$ 6.200.712,67	\$ 5.772.887,22	\$ 2.261.924,15	\$ 2.261.924,15	\$ 1.024.801,51	\$ 4.749.830,54	\$ 5.156.201,02	\$ 6.139.221,98	
INVERSIONES	Galpón y terreno		\$ 2.756.937,01										
	Maquinaria		\$ 896.937,95										
	Vehículos		\$ 1.148.000,00										
	Capital de Trabajo		\$ 1.800.000,00										
	Bidones		\$ 141.600,00										
VALOR RESIDUAL	Galpón y terreno												
	Maquinaria												
	Vehículos												
	Bidones												
FFN		\$ -6.742.929,96	\$ 1.943.025,24	\$ 1.080.958,03	\$ 4.612.956,48	\$ 4.911.112,67	\$ 5.772.387,22	\$ 2.361.924,15	\$ 2.361.924,15	\$ 4.749.830,54	\$ 5.156.201,02	\$ 6.139.221,98	

PROYECTO INTEGRADOR

“Formulación y evaluación de un proyecto para la instalación de una planta productora de biodiesel a partir de aceite de cocina usado”

UNC - FCEfyN

10.7.5 FLUJO DE FONDO CON FINANCIAMIENTO

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INGRESOS	Producción [L]	7.000	9.792	13.698	19.790	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000	21.000
	Ventas de Exportación [Tn]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Precio por tonelada [USD]	USD 905,67										
	Ventas Mercado Interno [Tn]	1.806	2.536	3.534	5.106	5.418	5.418	5.418	5.418	5.418	5.418	5.418
	Precio por tonelada [ARS]	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00	\$ 7.257,00
	Ventas [Tn]	181	239	353	511	542	542	542	542	542	542	542
	Precio por tonelada [ARS]	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60	\$ 4.767,60
	<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$ 13.967.800,20</b>	<b>\$ 19.538.985,05</b>	<b>\$ 27.330.028,72</b>	<b>\$ 39.489.029,10</b>	<b>\$ 41.982.029,10</b>						
	EGRESOS	Costo de exportación	\$ 74.957,51	\$ 104.854,94	\$ 146.681,13	\$ 211.915,58	\$ 224.972,52	\$ 224.972,52	\$ 224.972,52	\$ 224.972,52	\$ 224.972,52	\$ 224.972,52
		Melanol	\$ 1.003.379,00	\$ 1.403.533,88	\$ 1.963.695,36	\$ 2.836.695,76	\$ 3.000.136,99	\$ 3.000.136,99	\$ 3.000.136,99	\$ 3.000.136,99	\$ 3.000.136,99	\$ 3.000.136,99
Aerite		\$ 2.147.231,05	\$ 3.008.169,90	\$ 4.201.824,42	\$ 6.070.528,93	\$ 6.441.693,16	\$ 6.441.693,16	\$ 6.441.693,16	\$ 6.441.693,16	\$ 6.441.693,16	\$ 6.441.693,16	
Hidróxido de Sodio		\$ 1.123.784,48	\$ 1.572.033,94	\$ 2.199.085,68	\$ 3.177.699,25	\$ 3.371.353,43	\$ 3.371.353,43	\$ 3.371.353,43	\$ 3.371.353,43	\$ 3.371.353,43	\$ 3.371.353,43	
MOD		\$ 2.324.076,00	\$ 4.247.592,00	\$ 4.247.592,00	\$ 6.572.288,00	\$ 6.572.288,00	\$ 6.572.288,00	\$ 6.572.288,00	\$ 6.572.288,00	\$ 6.572.288,00	\$ 6.572.288,00	
Energía		\$ 1.483.596,18	\$ 2.100.042,20	\$ 3.037.742,85	\$ 4.384.221,07	\$ 4.524.837,92	\$ 4.524.837,92	\$ 4.524.837,92	\$ 4.524.837,92	\$ 4.524.837,92	\$ 4.524.837,92	
Combustible		\$ 183.689,60	\$ 321.316,80	\$ 321.316,80	\$ 504.926,40	\$ 504.926,40	\$ 504.926,40	\$ 504.926,40	\$ 504.926,40	\$ 504.926,40	\$ 504.926,40	
IVA		\$ 2.424.167,14	\$ 3.391.063,52	\$ 4.743.746,79	\$ 6.833.466,82	\$ 7.272.501,42	\$ 7.272.501,42	\$ 7.272.501,42	\$ 7.272.501,42	\$ 7.272.501,42	\$ 7.272.501,42	
Administrativos		\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	\$ 354.240,00	
Mantenimiento Edificio y Imp.		\$ 34.654,90	\$ 34.654,90	\$ 34.654,90	\$ 34.654,90	\$ 34.654,90	\$ 34.654,90	\$ 34.654,90	\$ 34.654,90	\$ 34.654,90	\$ 34.654,90	
COSTOS FIJOS	Mantenimiento de Maquinarias	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	\$ 28.441,95	
	Mantenimiento de vehículos	\$ 57.400,00	\$ 28.700,00	\$ 28.700,00	\$ 48.050,00	\$ 48.050,00	\$ 48.050,00	\$ 48.050,00	\$ 48.050,00	\$ 48.050,00	\$ 48.050,00	
	Galpón y terreno	\$ 2.756.392,01	\$ 1.378.195,60	\$ 1.378.195,60	\$ 1.378.195,60	\$ 1.378.195,60	\$ 1.378.195,60	\$ 1.378.195,60	\$ 1.378.195,60	\$ 1.378.195,60	\$ 1.378.195,60	
	Maquinaria	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	
DEPRECIACION	Vehículos	\$ 1.148.000,00	\$ 229.600,00	\$ 401.800,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	
	Bidones	\$ 141.600,00	\$ 28.320,00	\$ 56.320,00	\$ 88.640,00	\$ 88.640,00	\$ 88.640,00	\$ 88.640,00	\$ 88.640,00	\$ 88.640,00	\$ 88.640,00	
	<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>\$ 11.725.371,20</b>	<b>\$ 17.275.666,92</b>	<b>\$ 24.809.981,27</b>	<b>\$ 31.894.762,07</b>	<b>\$ 33.336.330,99</b>	<b>\$ 33.068.400,09</b>					
	UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	\$ 2.242.428,99	\$ 2.263.378,13	\$ 5.440.097,45	\$ 7.594.267,03	\$ 8.645.698,11	\$ 8.913.629,01	\$ 8.913.629,01	\$ 8.913.629,01	\$ 8.913.629,01	\$ 8.913.629,01	
IMPUESTO ALAS GANANCIAS	\$ 784.871,15	\$ 792.182,25	\$ 1.904.024,11	\$ 2.672.991,36	\$ 3.001.955,67	\$ 3.001.955,67	\$ 3.001.955,67	\$ 3.001.955,67	\$ 3.001.955,67	\$ 3.001.955,67		
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	\$ 1.457.557,84	\$ 1.471.195,79	\$ 3.536.073,34	\$ 4.921.275,67	\$ 5.643.742,44	\$ 5.911.673,34	\$ 5.911.673,34	\$ 5.911.673,34	\$ 5.911.673,34	\$ 5.911.673,34		
DEPRECIACION	Galpón y terreno	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	\$ 137.819,60	
	Maquinaria	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	\$ 886.937,95	
	Vehículos	\$ 229.600,00	\$ 401.800,00	\$ 401.800,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	\$ 631.400,00	
	Bidones	\$ 28.320,00	\$ 56.320,00	\$ 56.320,00	\$ 88.640,00	\$ 88.640,00	\$ 88.640,00	\$ 88.640,00	\$ 88.640,00	\$ 88.640,00	\$ 88.640,00	
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS Y AMORTIZACIONES	\$ 1.943.025,24	\$ 2.166.828,18	\$ 4.221.686,74	\$ 5.879.823,06	\$ 6.518.888,22	\$ 6.424.416,22	\$ 6.424.416,22	\$ 6.424.416,22	\$ 6.424.416,22	\$ 6.424.416,22		
INVERSIONES	Galpón y terreno	\$ 2.756.392,01										
	Maquinaria	\$ 886.937,95										
	Vehículos	\$ 1.148.000,00	\$ 861.000,00									
	Bidones	\$ 141.600,00	\$ 141.600,00									
VALOR RESIDUAL	Galpón y terreno										\$ 1.378.195,60	
	Maquinaria										\$ 0,00	
	Vehículos										\$ 0,00	
	Bidones										\$ 0,00	
INGRESO DE CREDITO AMORTIZACION												
FFN	\$ -3.371.464,98	\$ 1.605.878,74	\$ 818.682,68	\$ 3.884.550,24	\$ 4.253.076,57	\$ 6.181.541,72	\$ 6.091.269,72	\$ 6.021.199,72	\$ 6.021.199,72	\$ 5.930.927,72	\$ 7.309.123,73	