

Proyecto Final de Ingeniería Industrial

Construcción de una planta de biodiesel



Entrega Final

Autores

Acuña, Gonzalo 53857

Caffarone, Santino 53446

Isaurralde, Felipe 53442

Martinez Ortiz, Agustin 53780

Moens de Hase, Felipe 49047

Agradecimientos:

A José Luis Martínez Justo por la inmensa ayuda prestada. A nuestros tutores Hernan Varela y Santiago Villamil por su tiempo y compromiso

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto analiza la viabilidad de la construcción de una planta productora de biodiesel en Argentina. Durante el transcurso del trabajo se analizaran distintos aspectos fundamentales. Se comenzará con un estudio de mercado, en donde el objetivo principal será determinar la cantidad y el precio a vender. Luego se continuará con un estudio ingenieril, buscando elegir la mejor tecnología a utilizar y la localización de la planta en cuestión. Posteriormente, se llevará acabo un análisis económico-financiero para determinar la rentabilidad del proyecto. Por último, se analizaran los riesgos del proyecto y su posible impacto en la rentabilidad del mismo.

Índice

Contents

RESUMEN EJECUTIVO.....	2
DESCRIPCIÓN DEL NEGOCIO	7
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	8
Fuentes para obtener biodiesel	9
Elección para el proyecto	14
CICLO DEL PRODUCTO.....	17
Proceso Productivo	17
ANÁLISIS DEL MERCADO PROVEEDOR.....	18
Precio y cantidad de soja.....	23
Precio y cantidad de aceite de soja.....	24
Precio y cantidad de metanol.....	27
ANÁLISIS DEL MERCADO CONSUMIDOR.....	30
ANÁLISIS DEL MERCADO DISTRIBUIDOR.....	33
ANÁLISIS DEL MERCADO COMPETIDOR.....	34
ANÁLISIS DEL MERCADO DE PRODUCTOS SUSTITUTOS.....	37
ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA OFERTA.....	38
Capacidad instalada local.....	38
Capacidad instalada externa	40
ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA DEMANDA INTERNA	42
PROYECCIÓN DE LA DEMANDA INTERNA.....	44
PROYECCIÓN DE DEMANDA EXTERNA	47
PROYECCIÓN DE LA OFERTA.....	49
DETERMINACIÓN DEL PRECIO.....	51
PRECIO FOB DEL BIODIESEL EN PUERTO ARGENTINO.....	53
PROYECCIÓN DEL PRECIO.....	57
ESTRATEGIA COMERCIAL	61

PROYECCIÓN DE VENTAS.....	61
PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO OBJETIVO	62
FODA.....	63
ANÁLISIS DEL MERCADO DE SUBPRODUCTOS	64
Glicerina.....	64
Expeller	66
MARCO REGULATORIO	67
PROCESO.....	69
Descripción del proceso	69
Elección de la Tecnología.....	80
Normas de calidad.....	86
INGENIERÍA.....	93
Balance de línea.....	93
Puesta en Marcha.....	96
Análisis Renovación de Equipos	97
Tratamiento de desperdicios.....	97
LAY OUT Y SUMINISTROS.....	98
Lay-out e instalaciones	98
Equipos de control de calidad	103
MARCO LEGAL	112
Patentes y Royalties	112
Estudio impacto ambiental.....	112
ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL	115
Estructura de la Organización.....	115
Dimensionamiento y disponibilidad de MOD.....	117
Gremios	118
Estructura de distribución	122
LOCALIZACIÓN	123
Promoción Industrial	123

Factores de decisión.....	126
Macro Localización.....	128
Micro Localización.....	133
Descripción del lugar elegido.....	139
COSTOS.....	143
Evolución de Stocks y Materiales.....	143
Sistema de Costeo.....	145
Costos Directos y Gastos Generales de Fabricación.....	146
Gastos de Administración y Comercialización.....	150
Impuestos.....	152
Bases de prorrateo.....	153
INVERSIONES.....	154
Activo Fijo.....	154
Destinos Asimilables y Gastos de Puesta en Marcha.....	157
Activo de Trabajo.....	158
Amortizaciones.....	159
Cronograma de Inversiones.....	161
CUADRO DE RESULTADOS.....	162
Tratamiento de la Inflación.....	162
Cuadro de Resultados.....	163
PUNTO DE EQUILIBRIO.....	165
Por período.....	165
Por línea de productos.....	167
FINANCIACIÓN.....	167
Gastos Financieros.....	169
Intereses pre operativos.....	170
Servicios de crédito.....	170
IVA.....	171
CUADRO DE RESULTADOS CON FINANCIACIÓN.....	172

FUENTES Y USOS.....	173
Fuentes vs Usos	173
Financiación por evolución / baches	174
BALANCE.....	175
Estructura de Balance.....	175
FLUJO DE FONDOS.....	177
Flujo de Fondos del Proyecto	177
Flujo de Fondos del Inversor	178
Tasa de Descuento.....	179
Estructura para el cálculo de TIR y TOR.....	180
Cálculo del VAN	181
Otros indicadores	182
Tratamiento de inflación en los cuadros	183
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	184
METODOLOGÍA DE TRABAJO	186
PROYECCIONES INICIALES.....	187
CORRELACIÓN PETRÓLEO VS SOJA.....	190
MODELO 1A: CONSIDERANDO TODAS LAS VARIABLES EXPUESTAS.....	191
MODELO 1B: SOJA COMO ÚNICA VARIABLE	195
MODELO 2: COTAS MÍNIMAS AJUSTADAS AL PRECIO DEL ACEITE DE SOJA Y EL METANOL	198
MODELO 3: COTAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS	202
TRATAMIENTO DEL MODELO DE PROYECCIÓN DEL PRECIO DE VENTA.....	206
MODELO 4: RIESGO POLÍTICO	208
GESTIÓN DE RIESGOS: FUTUROS Y OPCIONES	211
OPINIÓN DE LOS EXPERTOS.....	213
CONCLUSIÓN FINAL.....	214

DESCRIPCIÓN DEL NEGOCIO

El objetivo del proyecto es la producción y comercialización de biodiesel a partir del aceite de soja. El biodiesel es un combustible producido a partir de materias de base renovables, como los aceites vegetales. Al ser un combustible renovable y tener un menor impacto ambiental que los combustibles fósiles su uso a nivel global está en aumento. Además, es apto para motores que fueron adaptados para funcionar solamente con biodiesel así como para uso en motores diésel convencionales. Existe en nuestro país una ley que establece que se debe mezclar el gasoil con un mínimo de 10% de biodiesel, por lo que nuestros clientes serían en mayor medida las compañías petroleras que tienen la obligación de cumplir con el corte establecido por el gobierno. Estas leyes de incentivo al consumo de biocombustibles no son exclusivas de Argentina, ya que hay muchos países que tienen leyes

similares. Estos países también son una potencial fuente de demanda para nuestro producto.

Nuestro proyecto contempla la producción de biodiesel a partir del aceite de soja y el metanol, ya que la escala de producción que apuntamos a tener no justifica tener una planta integrada, es decir, una que produce el aceite de soja que luego va a usar como materia prima del siguiente proceso. En una etapa posterior se podría verticalizar la empresa y abarcar la producción del aceite así como también la plantación de soja para poder obtener un mayor margen de ganancia.

En la producción de biodiesel se genera glicerina, que puede ser utilizada para la industria cosmética. En caso de tener una planta integrada, se obtendría un segundo subproducto del proceso, el "expeller" de soja, principal componente del alimento balanceado para animales. Ambos productos tienen demanda local y regional. Debido al valor de estos subproductos, el proyecto también se enfocará en comercializarlos, ya que representan una gran fuente de ingresos claves para la rentabilidad del mismo.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El biodiesel es un combustible que se obtiene de aceites vegetales o grasas animales mediante un determinado proceso. El producto se describe químicamente como compuestos orgánicos de ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga y corta. Este producto es especialmente recomendado para tractores agrícolas, máquinas viales, camiones, camionetas, y todo tipo de motor diésel que cuente con una bomba inyectora convencional o electrónica. El biodiesel se puede mezclar con el diésel común en distintas proporciones. En el caso de los motores diésel comunes se puede mezclar biodiesel con una proporción de hasta 20%, conocido como el B20.¹

Cuando se lo mezcla con el diésel común hay que tener en cuenta varias propiedades del biodiesel. En primer lugar que tiene un mayor índice cetano, es decir, que va a tener un menor intertiempo que el diésel común. Esto representa un gran beneficio, ya que permite trabajar al motor a un mayor número de vueltas. Además, tiene mejores propiedades

¹ <https://en.wikipedia.org/wiki/biodiésel#Blends>

lubricantes, lo que reduce el desgaste mecánico del circuito de combustible. En cuanto al poder calorífico, este es un 9% menor que el del diésel común, lo que indica que libera una menor cantidad de energía. Otras propiedades que se pueden mencionar son su baja densidad (0.88 g/cm³), que no tiene contenido de azufre, por lo que no libera gases tóxicos y una menor emisión de gases de efecto invernadero que el diésel común².

Fuentes para obtener biodiesel

Los combustibles de origen fósil han sido útiles en el desarrollo de la sociedad. Sin embargo, la diversificación de fuentes de energía primaria favorece la seguridad energética al disminuir la dependencia de una sola fuente. Se hace importante fomentar la diversificación tecnológica para usos de combustibles diferentes a los tradicionales, principalmente la referente a fuentes renovables, tales como: hidroeléctrica, geotérmica, eólica, solar, mareomotriz, biomasa, biogás y cultivos energéticos. El biodiesel surge como una alternativa que no reemplaza totalmente al uso de los combustibles fósiles, sino que los complementa y reduce su consumo.

El desarrollo de los sistemas de bioenergía requiere de la acción multidisciplinaria de diversos sectores involucrados en la cadena productiva: productos agrícolas y energéticos. Se requiere pues, plantear lineamientos y estrategias para el desarrollo de la industria del biocombustible, lo cual depende de las condiciones locales específicas tales como el clima, la disponibilidad de agua y las condiciones del suelo, infraestructura, capacidades de logística y procesamiento industrial de productos, subproductos y residuos orgánicos, necesidades del sector energía y aspectos agronómicos, económicos y sociales implicados en el desarrollo rural sustentable.

En los últimos años, los biocombustibles han comenzado a ser considerados mundialmente como una alternativa seria frente al petróleo. Esto obedece básicamente a dos razones. Por un lado, se estima que la disponibilidad de las reservas de petróleo llegará pronto a su fin (aproximadamente 100 años). Es por esto que es necesario reducir el consumo lo más posible para que estas reservas tarden más tiempo en acabarse. Por el otro, el precio del crudo normalmente tiende a aumentar, y por lo tanto cuando su precio excede al costo de producir el biodiesel también hay una iniciativa económica para su implementación.

² <http://www.biodisol.com/biodiésel-que-es-el-biodiésel-definicion-de-biodiésel-materias-primas-mas-comunes/>

Ante el panorama anterior, el mercado de los biocombustibles surge como alternativa viable, aunque se encuentra en sus primeros estadios y se localiza principalmente a nivel nacional o regional. La producción se localiza en países en vía de desarrollo (asiáticos y sudamericanos), y la refinación se concentra en naciones tecnificadas industrialmente (Norteamérica y Europa del Este). En cuanto a los países de América Latina, estos presentan condiciones ideales para la producción de biocombustibles tales como el alto porcentaje de áreas húmedas (40%), los recursos hídricos renovables y los bajos costos de producción en las zonas tropicales o a sus bajos costos salariales. La refinación del biodiesel es un área en desarrollo dentro de la industria de los combustibles, la cual reclama logros tecnológicos debido a la relevancia y ventajas ambientales.³

A continuación se muestran las diferentes fuentes posibles para fabricar el biodiesel y sus respectivos rendimientos:

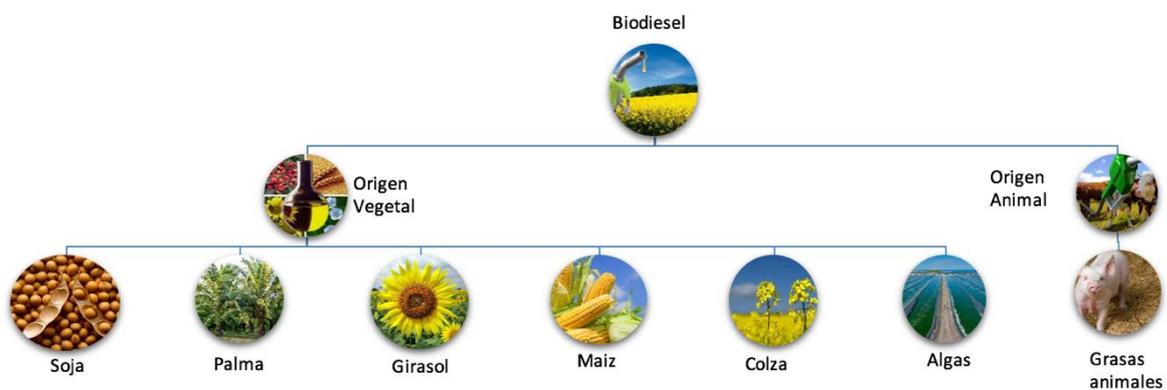


Ilustración 1: Posibles materias primas para la fabricación del biodiesel

Cultivo	Litros/hectárea
---------	-----------------

³ <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/reving/article/view/4895/6578>

Algas	50.000
Palma	4752
Colza	1100
Girasol	890
Soja	840
Maíz	700

Tabla 1: Rendimientos de posibles materias primas del biodiesel⁴

Algas

Las microalgas son organismos que transforman la energía solar en energía química mediante la fotosíntesis. Son la base de la cadena alimenticia de más del 70% de la biomasa mundial, bajo una amplia variedad de condiciones medioambientales y a una velocidad de crecimiento mayor que cualquier otra fuente vegetal alternativa.

Su uso, además de presentar las ventajas energéticas por la obtención de un combustible, ayuda al medio ambiente mediante la fijación de CO₂ y nitrógeno, colaborando al control del efecto invernadero y la lluvia ácida, entre otras consecuencias del uso de combustibles fósiles.⁵

Palma

El aceite de palma surge de una planta tropical conocida como “palma de aceite” que tiene frutos con pulpa y carozo. De allí que el mismo integra, junto con el de oliva y de palta, los denominados “aceites de pulpa”.

La palma de aceite es, de todas las especies vegetales oleaginosas, la de mayor productividad. Otra característica interesante es su relativo bajo costo de producción, dado que el cultivo es perenne, por lo que no requiere incurrir en costos variables de sembrado anual.

⁴ <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/reving/article/view/5958/7476>

⁵ <http://ainenergia.com/biodiésel-a-partir-de-microalgas-ventajas-y-desventajas/>

Si a las ventajas anteriores se le suma el hecho de que la palma de aceite posee capacidad de producir dos tipos diferentes de sustancias oleaginosas, entonces estamos frente a una interesante alternativa de producción agrícola.

No obstante, el cultivo no crece en cualquier circunstancia. Por lo general, se desarrolla en ambientes húmedos y tropicales y necesita una temperatura promedio de entre 24 y 27 °C para alcanzar su máximo potencial. Una vez sembrada la planta, requiere de cuatro a cinco años para comenzar a dar frutos, pero después de eso, puede ser productiva por más de 30 años.⁶

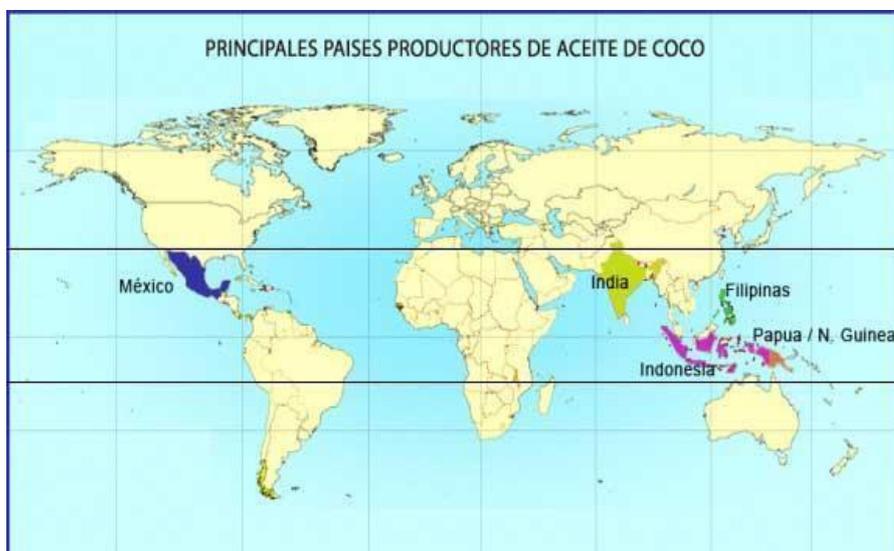


Ilustración 2: Principales países de producción de palma

País	Toneladas	%
1º Indonésia	25.400.000	48,90
2º Malásia	18.480.000	35,60
3º Tailandia	1.510.000	2,90
4º Colombia	930.000	1,75
5º Nigéria	910.000	1,75
6º Papua N. Guiné	510.000	0,98
7º Ecuador	500.000	0,96
8º Costa do Marfim	315.000	0,61
9º Brasil	300.000	0,57
10ª Honduras	290.000	0,56
Outros	2.718.000	5,24
TOTAL:	51.863.000	100

Fonte: USDA Foreign Agriculture Service, 2011

Tabla 2: Principales países productores de palma

Colza

Se trata de una planta oleaginosa rica en aceites, que posee un rendimiento de producción muy elevado y generalmente es cultivada en invierno, es decir, en contra estación. Posee una raíz fuerte con un tallo ramificado de hasta 1,5 metros de altura y hojas lobuladas. Las flores, de un amarillo brillante, crecen en espigas sueltas al final del tallo principal y de las ramas. Al madurar, sus semillas pasan del color verde al negro, en el interior de vainas puntiagudas. A diferencia de los cereales o el maíz, la colza no se puede

⁶ <https://www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/infoboletinsemanal.aspx?IdArticulo=811>

producir en monocultivo y se aconseja sembrarla en el mismo terreno solo cada tres o cuatro años.⁷

Girasol

Este cultivo siempre fue utilizado como una alternativa en la rotación de cultivos de la región agrícola central, Buenos Aires, Córdoba y La Pampa; y por otro lado, como una de las pocas opciones en ambientes desfavorables para otros cultivos.

Alrededor de los años 2000, se produjo en el mercado internacional una sobreoferta de aceites con una consonante caída de los precios. Esto fue debido al aumento de la producción de soja y palma en el mundo. Esta situación repercutió en el sector agrícola argentino, ya que la soja fue desplazando a los cultivos de verano y hacia regiones más marginales. Esto llevó a una reducción significativa de la producción del grano de la oleaginosa.

Soja

La soja es el cultivo oleaginoso de mayor relevancia a nivel mundial, y se calcula que, según datos de la USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos), la producción mundial de soja 2007/8 ha alcanzado los 220.075 millones de Toneladas.

Entre los principales países productores se ubican: Estados Unidos con 70.358 millones de ton, Brasil con 60.5 millones de ton, Argentina 47.0 millones de ton, China 14.3 millones de ton, y finalmente, India con 9.2 millones de ton. En la Argentina este cultivo ha tenido un gran impulso, llegando a convertirse en el cultivo más relevante para el país. En el ciclo 2006/7 representó el 50% de la producción de granos argentina, con un área sembrada de 16.1 millones de ha. La misma se extiende a desde la región Pampeana, Mesopotamia, y Noroeste del país, ubicándose principalmente en las provincias de Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires.⁸

Maíz

Desde comienzos de los años 90, Argentina pasó a ocupar un lugar relevante en la producción y comercialización de granos, destacándose en los logros alcanzados el

⁷ <http://www.unidiversidad.com.ar/el-aceite-de-colza-es-el-nuevo-oro-negro-ecologico>

⁸ <http://www.biodiésel.com.ar/download/oroverde.pdf>

cultivo de maíz, por ser el que ostenta para el pasado decenio los mayores incrementos porcentuales tanto en los volúmenes cosechados como en la productividad física media por hectárea.

La producción Argentina de maíz que a comienzos de la década citada (campana 1990/91), totalizaba 7.7 millones de toneladas, mostró un constante crecimiento llegando a recolectarse en el ciclo agrícola 1997/8, 19.4 millones de toneladas, es decir un volumen 152,9% superior al de siete años atrás.⁹

Elección para el proyecto

Si se observa solamente el rendimiento, debería elegirse a las algas, ya que están claramente por encima del resto. Pero las algas son una materia prima que todavía está en fase de experimentación, por lo cual los costos de producción serían demasiado caros para poder funcionar a gran escala. Además, otra razón por la cual deben descartarse, es que se requieren de grandes cantidades de energía para poder obtener el aceite.

En segundo puesto en orden de rendimiento tenemos a la palma, de nuevo, con un rendimiento superior claramente al resto de las materias primas. A pesar de ser una excelente opción, la producción de palma se da dentro de las franjas de los trópicos (como se puede ver en la imagen 1), por lo que la Argentina queda descartada en los proyectos que utilizan esta materia prima. Si se estudiara una localización en un país tropical, la Palma sería la materia prima de mayor interés.

Tenemos los 4 cultivos restantes posibles: Girasol, Colza, Soja y Maíz. La Colza es considerada un cultivo de gran riesgo. Esto se debe a la cantidad de hectáreas que se siembran anualmente, con un promedio de aproximadamente unas 60.000. El precio de la misma está atado a muy pocos productores y el riesgo a que este aumente drásticamente es muy grande. Esta cantidad de hectáreas se debe a un problema con la implantación del cultivo. Es por esto, que se descarta a la colza para este proyecto.

El Maíz, por su lado, puede ser utilizado tanto para Etanol como para biodiesel. Esto termina siendo una desventaja, ya que el precio de ambos sería otro factor de decisión a la hora de decidir cuál de los productos producir, además del conflicto que se tiene con la necesidad de utilizar el cultivo como alimento. Además, los costos para producir el maíz han

⁹ <http://www.centrodecorredores.com/index.php/maiz>

aumentado de manera considerable frente a la soja, por lo cual la mayoría de los productores eligen optar por esta última, utilizando el maíz sólo como un producto para poder hacer rotaciones y evitar el monocultivo. A su vez, el maíz tiene una producción inferior a la de la soja y del girasol. El rendimiento de estos últimos es bastante similar.

Por último, quedan solamente dos cultivos, el Girasol y la Soja. Se analizan en detalle estos dos para así decidir cuál utilizar para la producción de biodiesel.

SOJA	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07
Total país								
Superficie Sembrada	8.790.500	10.664.330	11.639.240	12.606.845	14.526.606	14.400.000	15.364.574	16.134.837
Superficie Cosechada	8.637.503	10.400.193	11.405.247	12.419.995	14.304.539	14.037.246	15.097.388	15.974.764
Producción	20.135.800	26.880.852	30.000.000	34.818.552	31.576.751	38.300.000	40.467.099	47.460.936
Rendimiento	2.331	2.585	2.630	2.803	2.207	2.728	2.680	2.971

GIRASOL	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07
Total país								
Superficie Sembrada	3.587.000	1.976.120	2.050.365	2.378.000	1.874.963	1.966.599	2.258.714	2.446.488
Superficie Cosechada	3.477.120	1.903.925	2.014.915	2.324.510	1.835.238	1.922.909	2.194.574	2.416.488
Producción	6.069.655	3.179.043	3.843.579	3.714.000	3.160.672	3.662.108	3.797.836	3.630.232
Rendimiento	1.746	1.670	1.908	1.598	1.722	1.904	1.731	1.502

Tabla 3: Características de la cosecha de Soja y Girasol



Gráfico 1: Evolución de la producción de Girasol, Soja, Trigo y Maíz en Argentina

Para empezar, el rendimiento por hectárea de la soja y el girasol es muy similar, por lo que se podría considerar igual. Como se puede ver en la Tabla 3, existe una clara diferencia entre la producción Argentina de soja y girasol. La soja viene aumentando la cantidad de hectáreas sembradas y el girasol disminuyendo, mostrando así la tendencia hacia la producción de soja. Desde el año 1999 hasta el año 2006, la soja aumentó la superficie sembrada en un 83% y el volumen de producción en un 135%. En el caso del girasol podemos ver una disminución en un 32% de la cantidad de hectáreas sembradas y una disminución del 40% en los volúmenes.

Además, si analizamos el precio histórico de ambos cultivos, el precio de venta de la soja está claramente siempre por debajo del precio de venta del girasol, por lo que es una clara ventaja si consideramos que el precio de la materia prima es uno de los principales factores dentro de la estructura de costos del precio del biodiesel (aproximadamente un 75%¹⁰). Además, el girasol en Argentina es utilizado en un 90% aproximadamente¹¹ para la producción de aceite para consumo doméstico, con claras ventajas por sobre el aceite de soja, por lo que difícilmente pueda ser reemplazado por el de la soja para dicho fin.

¹⁰ http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_biodiésel_de_aceite_de_soja_en_argentina.pdf

¹¹ Fuente Pablo Moens de Hase / Alfonso Silvestri

Teniendo en cuenta todos los factores que fueron mencionados anteriormente, se determinó que la soja es el cultivo óptimo para producir el biodiesel en la Argentina.

CICLO DEL PRODUCTO

El ciclo de producto comienza con la siembra del cultivo a ser procesado para fabricar el biodiesel, en este caso la soja. En la siembra se suele utilizar la cepa transgénica para obtener mejores resultados. La siguiente etapa, es la de la obtención del aceite. El factor de conversión es de 0,18 kg de aceite por kg de soja en semilla. El resto de la producción se convierte en expeller de soja. Estas etapas no fueron consideradas, ya que se comprará directamente el aceite de soja ya procesado.

Luego, se procede a hacer la filtración para la eliminación de las impurezas y el calentamiento para la eliminación del agua restante. El siguiente proceso se denomina "Transesterificación". Esto consiste en mezclar el aceite de soja con metanol en presencia de un catalizador que acelere la reacción. El catalizador utilizado suele ser soda cáustica, ya que al ser alcalina provoca que la reacción sea rápida. A su vez es menos corrosivo que los compuestos ácidos.

Por último se deja decantar la mezcla y se obtienen 2 fases separadas: por un lado el biodiesel y por otro la glicerina, la cual puede ser utilizada para hacer jabones. Por cada tonelada de aceite se extraen 0.87 toneladas de biodiesel y 0.12 toneladas de glicerina. Una vez finalizado el proceso, el biodiesel se vende para su consumo, tanto puro como para mezclar con diésel en distintas proporciones según el uso.

Proceso Productivo

En este trabajo se estudiará el proceso desde que el aceite de soja entra a la planta hasta que se vende al mercado en forma de biodiesel. El proceso comienza cuando un camión llega a la planta con el aceite. Éste se mezcla con el metanol y la soda cáustica y se deja reposar, obteniendo 2 fases separadas, biodiesel y glicerina. El proceso y sus componentes pueden ser representados mediante el siguiente esquema:

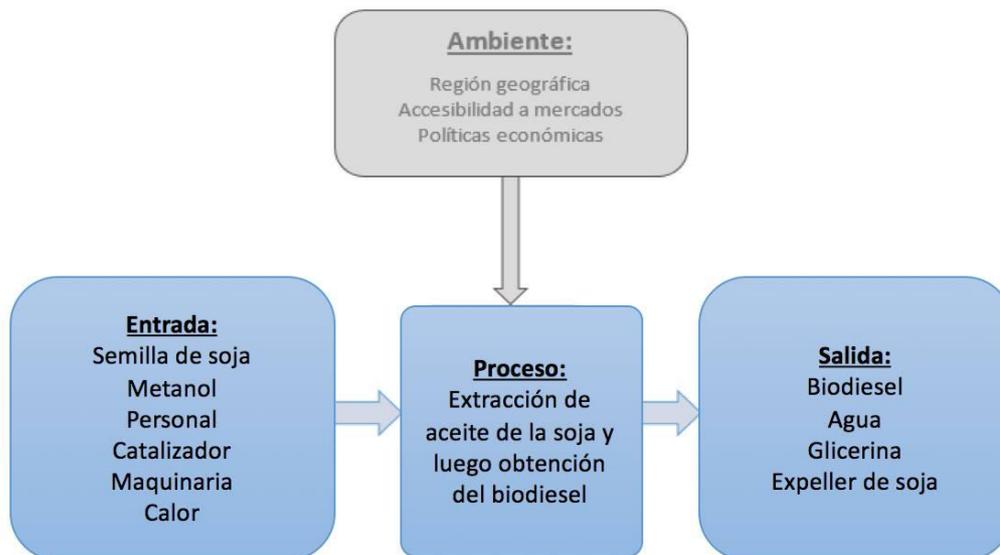


Ilustración 3: Proceso productivo

Un tema a tener en cuenta, es que el diagrama anterior fue pensado solamente si se pone como proyecto integrado. En este caso no se considera una planta integrada, por lo que en vez de ingresar semilla de soja va a ingresar aceite de soja. Sin embargo no presenta una gran diferencia, ya que el proceso para obtener el aceite de la soja solamente consta en prensar las semillas, lo que no agrega complejidad alguna al proceso. Además, este proyecto contempla la posibilidad de verticalizar la empresa hacia atrás, por lo que tener en cuenta el proceso completo puede resultar ventajoso a futuro.

ANÁLISIS DEL MERCADO PROVEEDOR

Para la producción de biodiesel en las plantas no integradas hay dos insumos básicos: el aceite de soja y el metanol. En el caso que se decidiera más adelante cambiar hacia una empresa integrada, la compra de soja facilitaría el proceso. Esto se debe a que si la ubicación de la planta está en un lugar alejado del puerto, es posible conseguir un contrato con algún productor que se encuentre en las cercanías de la planta para que ambos se vean beneficiados. Esto es así ya que el productor debe pagar el flete de los camiones de soja desde su establecimiento hasta el puerto de salida de los cereales, bajando así sus márgenes.

Por lo tanto, en caso de venderle la soja directamente a la planta de biodiesel, se estaría ahorrando esos fletes, por lo que podría tener un mejor margen de ganancia y a la planta de biodiesel esto le es útil ya que no debe pagar los fletes desde el puerto hasta la planta.

En esta sección se consideran los principales costos que surgen de la materia prima. Para hacer esto va a ser necesario establecer la cantidad a comprar y el precio al que se va a comprar. El cálculo de las cantidades resulta sencillo, ya que dependen exclusivamente de la cantidad de biodiesel que se va a producir. Para estimar el precio va a ser necesario proyectarlo a 10 años.

Como fue mencionado anteriormente, verticalizar la empresa hacia atrás es una opción contemplada por el proyecto, por lo que se hacen las proyecciones tanto para el precio de la soja como para el aceite de soja y luego las proyecciones para el precio del metanol.

Para poder estimar el precio futuro de los insumos anteriormente mencionados, una de las variables utilizadas fue el precio del petróleo WTI (USD/Barril). Para la estimación su del precio futuro, inicialmente se optó por utilizar Mean Reversion, un método de forecasting que permite el análisis de escenarios con grandes niveles de variabilidad. Éste arroja pronósticos tomando como base la esperanza y rangos de ± 1 , ± 2 y ± 3 desvíos. Por la complejidad del análisis y la cantidad de datos utilizados, sólo se proporcionan los resultados finales, los cuales se ven en el siguiente gráfico:

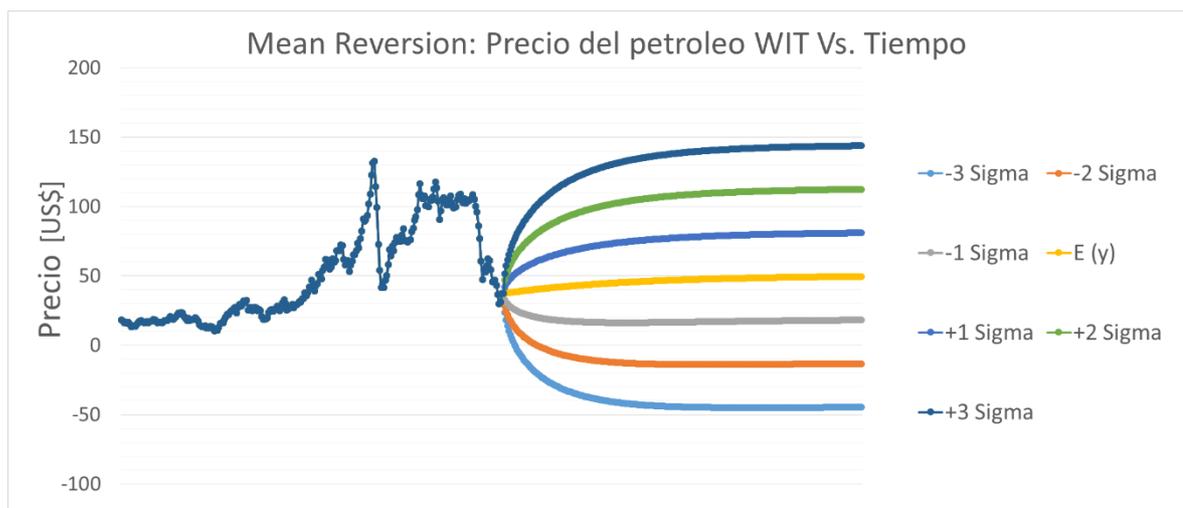


Gráfico 2: Mean Reversion Analysis del precio futuro del barril de petróleo WTI

Los puntos azules corresponden a los datos históricos del precio del petróleo WTI desde 1987 a 2016, mientras que las diferentes líneas muestran los pronósticos obtenidos desde 2017 hasta 2026.

Para los cálculos del precio de los insumos se plantearon cuatro posibles escenarios con nivel de optimismo creciente, partiendo de uno muy pesimista, en el que el precio del petróleo alcanza valores de hasta un desvío por debajo de la media histórica, hasta uno muy optimista en el que el mismo alcanza valores de hasta dos desvíos sobre la media histórica.

Año	Pronósticos del precio del petróleo WIT [US\$]			
	E1 -sigma	E2 mean	E3 +sigma	E4 +2sigma
2016	37,34	37,34	37,34	37,34
2017	24,24	38,82	53,40	67,98
2018	20,42	40,24	60,06	79,88
2019	18,44	41,49	64,54	87,59
2020	17,33	42,58	67,84	93,09
2021	16,72	43,54	70,36	97,18
2022	16,41	44,38	72,35	100,32
2023	16,30	45,12	73,93	102,75
2024	16,31	45,76	75,22	104,67
2025	16,40	46,33	76,26	106,19
2026	16,53	46,82	77,12	107,41

Tabla 4: Pronósticos del precio del barril de petróleo WIT para diferentes escenarios

Al utilizar mean reversion para proyectar el precio de un commodity se asume que el precio tiende a su media histórica. El petróleo, sin embargo, no se comporta como todos los commodities. Proyectar el precio del petróleo a futuro es algo complejo y no existe un método que permita hacerlo con elevada precisión. Esto se debe a que su precio no tiende a la media histórica como en la mayoría de los commodities, dado que se producen cambios en las condiciones económicas y políticas mundiales que afectan la oferta y la demanda, causando grandes cambios en el contexto. A modo de ejemplo, se produjo una gran variación en el precio del petróleo en 1990 debido a la Guerra del Golfo, en 2008 - 2009 debido a la Gran Recesión y en 2014, llegando en el último tiempo a valores mínimos históricos.

Debido a las razones mencionadas, utilizar mean reversion para proyectar el precio del petróleo no es adecuado, por lo que se optó por utilizar proyecciones de terceros que se dediquen a investigar y analizar el petróleo y todos los factores que influyen en los cambios de oferta y de demanda mundiales.

Es difícil encontrar una proyección certera del precio del petróleo a diez años, porque como ya fue mencionado, hay muchos factores que influyen en el precio y las proyecciones suelen realizarse a corto plazo. Las proyecciones más confiables encontradas son las realizadas por el Banco Mundial y por el Fondo Monetario Internacional (FMI). La proyección del FMI es hasta 2020, pero como ambas proyecciones arrojan valores similares hasta 2020, se toma la proyección del Banco Mundial hasta 2026. En el siguiente gráfico pueden observarse ambas proyecciones:

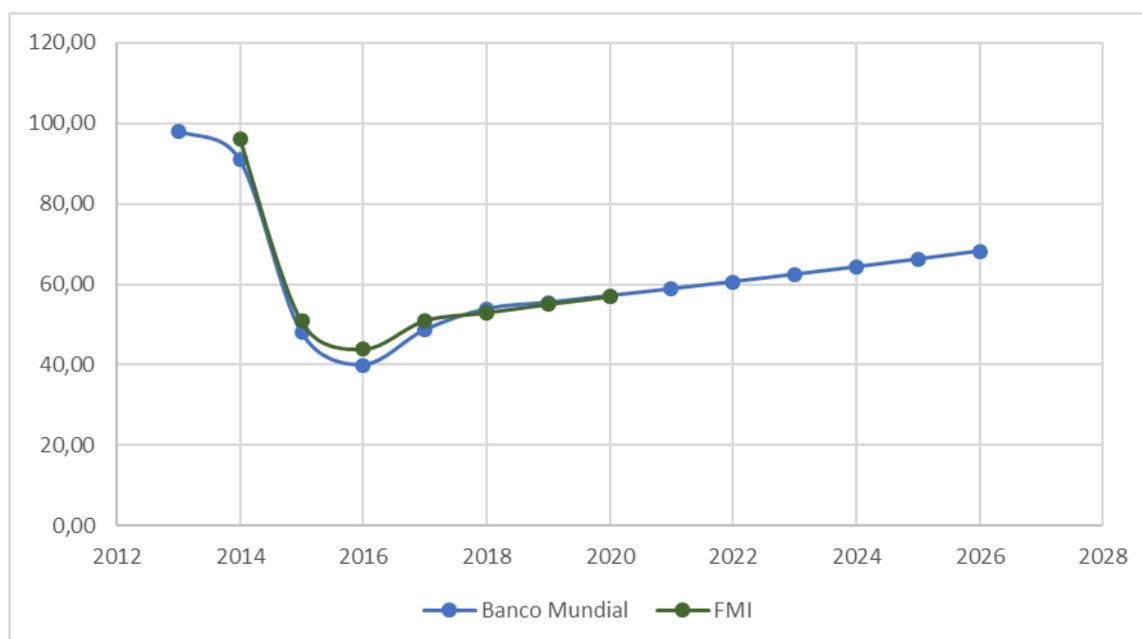


Gráfico 3: Proyecciones del precio del petróleo del Banco Mundial y del FMI

A continuación se presenta la proyección de precios del Banco Mundial, que es la seleccionada para utilizar en este proyecto. El Banco Mundial realiza proyecciones de diversos commodities, entre ellos el petróleo. Publica informes de proyecciones a corto plazo mensualmente y trimestralmente publica proyecciones a largo plazo.

Año	USD / Barril
2016	39.97
2017	48.63
2018	53.86
2019	55.48
2020	57.15
2021	58.86
2022	60.63
2023	62.45
2024	64.32
2025	66.25
2026	68.24

Tabla 5: Proyección de precios del petróleo del Banco Mundial, publicada en Julio de 2016

Precio y cantidad de soja

Como ya se dijo anteriormente, el mejor escenario que existe para la compra de soja, es el de la compra de los granos a un productor que esté lo más cerca posible para así poder ahorrar los costos de transporte desde el campo hasta el puerto de Rosario (para el productor) y los costos de transporte desde Rosario hasta la planta (para nuestro negocio).

Los productores de soja suelen optar por dos opciones a la hora de la venta de soja, la primera es la venta de la soja a cooperativas, las cuales acopian la soja y luego la venden al puerto de Rosario, y la segunda opción es la venta directa a alguna de las exportadoras del puerto de Rosario, llamadas cerealeras.

El precio de compra y venta es el fijado por el precio internacional, pero adaptado a nuestro mercado por los costos logísticos (existe un FOB Chicago, pero también un FOB Rosario). Por lo tanto, el poder de negociación en el precio para los proveedores es muy bajo, ya que hay muchos proveedores y todos venden prácticamente al mismo precio.

La compra se realiza por peso, es decir, por tonelada de soja. Existen ciertos parámetros tales como la humedad, que debe estar comprendida entre ciertos valores, caso contrario se penaliza para realizar su secado. Otro parámetro es la limpieza de la soja, ya que en ciertos casos la máquina cosechadora no funciona de manera completamente correcta y las zarandas limpiadoras no llegan a hacer su proceso de manera completa.

Para estimar el precio promedio anual de la soja se realizó un análisis mediante el método de *Mean Reversion* tomando los datos históricos del precio FOB de la soja desde enero del año 1993 hasta marzo del 2016. A continuación se muestran los resultados obtenidos.

	- 2 sigmas	- 1 sigma	Media	+ 1 sigma	+ 2 sigmas
2016	267,89	300,06	332,22	364,39	396,55
2017	185,25	258,58	331,90	405,23	478,55
2018	149,21	240,53	331,84	423,16	514,47
2019	127,13	229,46	331,78	434,11	536,43
2020	112,52	222,13	331,73	441,34	550,94
2021	102,52	217,11	331,69	446,28	560,86
2022	81,96	206,75	331,54	456,33	581,12
2023	90,59	211,11	331,63	452,15	572,67
2024	87,07	209,34	331,61	453,88	576,15
2025	84,54	208,07	331,59	455,12	578,64
2026	82,73	207,15	331,57	455,99	580,41

Tabla 6: Proyecciones del precio FOB de la soja

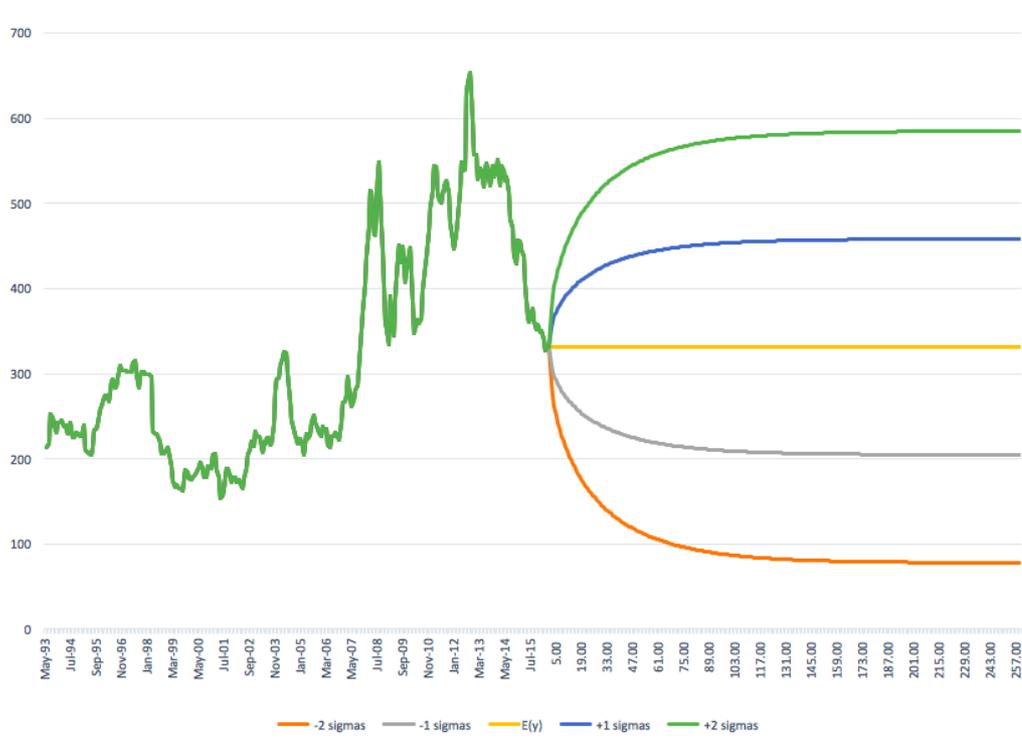


Gráfico 4: Precios futuros de la soja en US\$/TN

Como se puede observar en el gráfico, si se toma un rango de un desvío, el precio de la soja puede variar entre 300 y 364 dólares por tonelada en los próximos 10 años. En cuanto al precio esperado, el mismo se mantiene alrededor de 332 dólares.

La cantidad de soja a comprar estará limitada por la capacidad productiva de la planta. Por cada tonelada de soja comprada, se extraen 0.18 toneladas de aceite de soja y por cada tonelada de aceite se puede producir 0.87 toneladas de biodiesel. Por lo tanto para calcular la cantidad de soja a comprar se utiliza la siguiente fórmula.

$$\text{Cantidad de soja a comprar (tn)} = \frac{\text{Cantidad de biodiesel a producir (tn)}}{0.87 * 0.18}$$

Precio y cantidad de aceite de soja

Mientras se tenga una planta no integrada, el aceite de soja va a ser el principal insumo. Este puede ser comprado de grandes productores, tales como las firmas Vicentin,

Dreyfus y Bunge, ubicados principalmente en la ciudad de Rosario pero con estos grandes productores se tiene una gran desventaja que es el poco poder de negociación. La alternativa son los medianos y pequeños productores, con quienes puede tenerse una mayor llegada.

La desventaja de dichos proveedores pequeños y medianos es la calidad, en comparación con los grandes productores. Esto es debido a que el proceso productivo de los grandes productores suele tener un mayor control que el de las PyMES.

Como en el caso de las semillas de soja, el aceite puede ser adquirido de un productor cercano, disminuyendo así los costos logísticos, pudiendo tener menores precios Ex-Works y pagándole a los productores un mayor precio del que podrían percibir si deberían llevar el aceite hasta el puerto u otros centros de almacenamiento. En resumen, si se quiere aceite de soja de la mejor calidad se tiene que comprar a los productores más grandes, pero estos lo venden más caro ya que tienen mayor poder de negociación. Por esto, una ventaja de tener la planta integrada es tener más poder de negociación con los proveedores, ya que se pasa a comprar soja que es un commodity con el precio fijado internacionalmente.

Como en el corto plazo el proyecto consta de hacer una planta no integrada de biodiesel, también es crucial proyectar el precio del aceite de soja, ya que al principio este va a representar la principal fuente de costos. Al igual que con la soja, el precio del aceite de soja tiene una fuerte correlación con el precio del petróleo. Al realizar el análisis de regresión se obtiene un coeficiente R^2 de 0.84, un valor de F menor a 0.05 y un P-value menor a 0.05. A continuación se presenta la tabla obtenida de excel.

Aceite vs Soja y Petroleo

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.916334858
R Square	0.839669572
Adjusted R Square	0.838507757
Standard Error	108.3803808
Observations	279

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	16978640	8489319.8	722.72246	1.96E-110
Residual	276	3241980.7	11746.307		
Total	278	20220620			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	80.77389401	19.849743	4.0692666	6.162E-05	41.697763	119.8500246	41.697763	119.85002
X Variable 1	1.562407526	0.102379	15.261017	1.511E-38	1.3608646	1.763950438	1.3608646	1.7539504
X Variable 2	1.698501376	0.3803483	4.4656477	1.165E-05	0.9497492	2.447253591	0.9497492	2.4472536

Tabla 5: Análisis de regresión entre aceite y petróleo

Estos resultados permiten estimar el precio del aceite de soja para el período del 2016 al 2026 utilizando la estimación para los precios del petróleo.

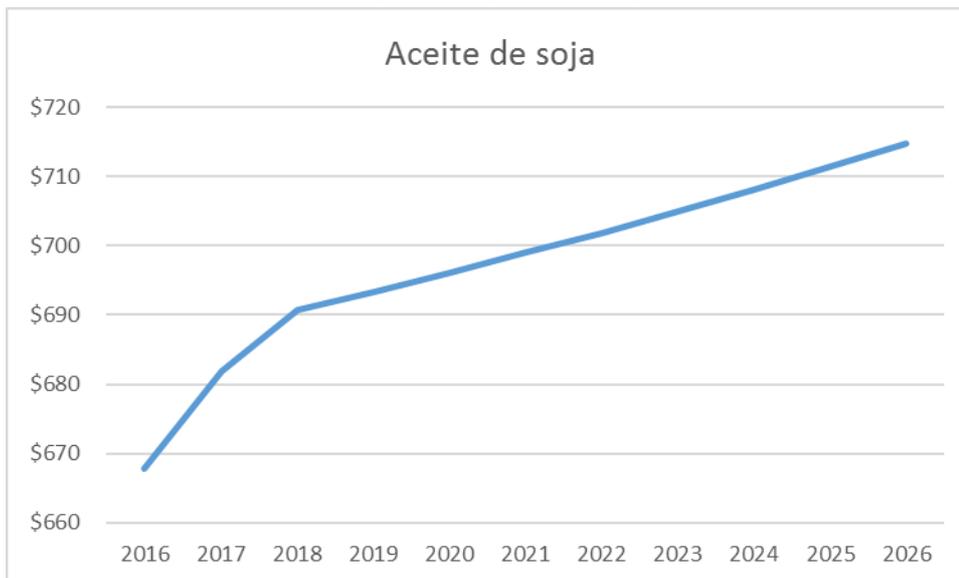


Gráfico 5: Precios futuros del aceite de soja

Como fue mencionado anteriormente, se necesita 1 tonelada de soja para producir 0.18 toneladas de aceite, por lo que se puede pensar que el precio del aceite de soja debería

ser al menos cinco veces mayor que el de la soja para que se justifique económicamente su producción. Sin embargo, el precio es mucho menor. Esto se puede explicar ya que las 0,82 toneladas restantes se usan para producir expeller, cuyo valor es aproximadamente un 80-90% del valor de la soja.

Año	Precio
2016	\$ 667,73
2017	681,93
2018	690,73
2019	693,38
2020	696,13
2021	698,98
2022	701,75
2023	704,98
2024	708,14
2025	711,38
2026	714,73

Tabla 8: Precios promedio de cada año para el aceite de soja

Para estimar la cantidad de aceite a comprar se puede usar la siguiente fórmula, teniendo en cuenta que por cada tonelada de aceite obtenemos 0.87 toneladas de biodiesel.

$$\text{Cantidad de aceite de soja a comprar (tn)} = \frac{\text{Cantidad de biodiesel a producir (tn)}}{0.87}$$

Precio y cantidad de metanol

El metanol se produce a partir del gas natural. En Argentina hay un solo proveedor de metanol, YPF, que tiene un gran poder de negociación frente a las plantas productoras ya que es un monopolio. Esto se ve reflejado en el hecho de que exige el pago en efectivo y por adelantado por el gas, y a la hora de comprar el biodiesel lo pagan a 30 días. El problema se ve agravado teniendo en cuenta que al tener una planta mediana, tampoco se tiene gran

influencia en el precio de compra. Por un lado esto es una amenaza para la empresa, pero ya que hay más de un proveedor de gas natural en la Argentina existiría la posibilidad de hacer una planta de metanol si fuese necesario, autoabasteciéndose de este insumo y hasta vendiéndolo a los otros productores de biodiesel.

El precio del metanol también está correlacionado con el precio del petróleo, por lo que se puede proyectar utilizando la estimación hecha para el precio del crudo. El coeficiente R^2 entre estas dos variables da 0.61, y tanto el valor de F como el P-value menores a 0.05, lo que significa que se puede utilizar este modelo. A continuación presentamos la tabla de excel.

PRECIO METANOL vs Ln PRECIO PETROLEO								
SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.779843522							
R Square	0.60815592							
Adjusted R Square	0.605916811							
Standard Error	88.85002106							
Observations	177							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	2144148.038	2144148	271.60621	1.921E-37			
Residual	175	1381507.092	7894.3262					
Total	176	3525655.13						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	-490.7909397	53.15981012	-9.2323682	8.677E-17	-595.7078	-385.87408	-595.7078	-385.87408
X Variable 1	212.3890821	12.8873119	16.48048	1.921E-37	186.95452	237.82364	186.95452	237.82364

Tabla 6: Análisis de regresión entre metanol y petróleo

Siguiendo el mismo procedimiento que fue aplicado anteriormente para el aceite y la soja, es posible hacer una proyección del precio del metanol hasta el año 2026. Los resultados de los cuatro escenarios que fueron considerados se muestran a continuación.

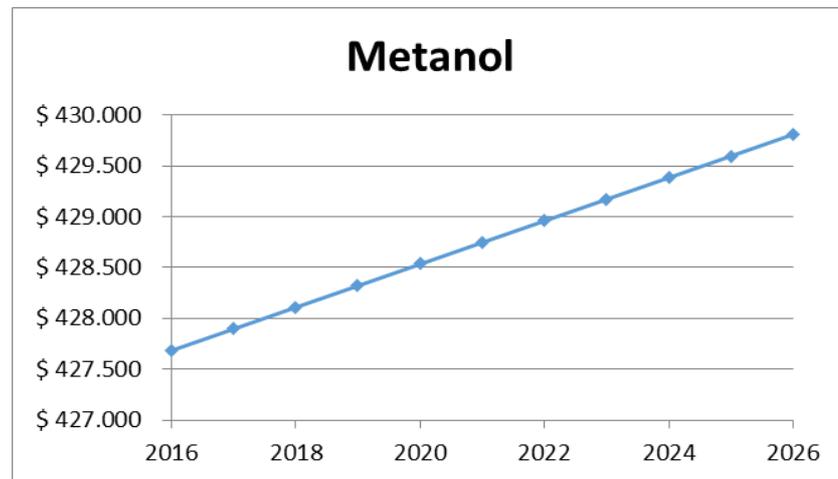


Gráfico 6: Precios futuros del metanol

Como se puede observar, hay una gran variación para los precios del metanol. Sin embargo, es muy probable que el precio se encuentre entre 300 y 400 dólares para el año 2026 ya que es más probable que el precio del petróleo y del gas natural suban, dado que se encuentran en un punto bajo. La tabla que muestra el precio proyectado para el mes de Diciembre de cada año se muestra a continuación.

Año	Precio
2016	\$ 427,69
2017	427,90
2018	428,11
2019	428,32
2020	428,54
2021	428,75
2022	428,96
2023	429,17
2024	429,39
2025	429,60
2026	429,81

Tabla 7: Proyecciones precios a Diciembre de cada año para el metanol

En cuanto a la cantidad de metanol a comprar, esta también se puede calcular con la capacidad productiva de la planta. Sin embargo, la cantidad de metanol usado para producir

una tonelada de biodiesel no es constante para todos los tamaños de planta, ya que disminuye a medida que aumenta la capacidad. Para las plantas grandes integradas, la cantidad es 0,1 toneladas de metanol por tonelada de biodiesel, para las grandes no integradas 0,12, las medianas 0,14 y las pequeñas 0,15. A esto se le llama coeficiente de escala de la planta para el metanol. Esto además muestra la importancia de la escala de producción en esta industria. Por lo tanto la fórmula es

$$\text{Cantidad de metanol (tn)} = \text{Coeficiente de escala} \times \text{biodiesel a producir (tn)}$$

ANÁLISIS DEL MERCADO CONSUMIDOR

En el mercado interno, el consumo de biodiesel está dado principalmente por las refinerías que deben establecer, por ley, un corte obligatorio con biodiesel al diésel. Actualmente, el corte obligatorio es del 10% y este valor podría tender a subir en los próximos años.

En el siguiente gráfico se puede observar cómo se distribuye el consumo de diésel para los diferentes sectores consumidores. Todos ellos se ven afectados por el corte obligatorio, excepto el diésel para transporte marino y para minería. Si bien los datos son del año 2012, según la gerencia de Axion Energy, la distribución al día de hoy es similar.

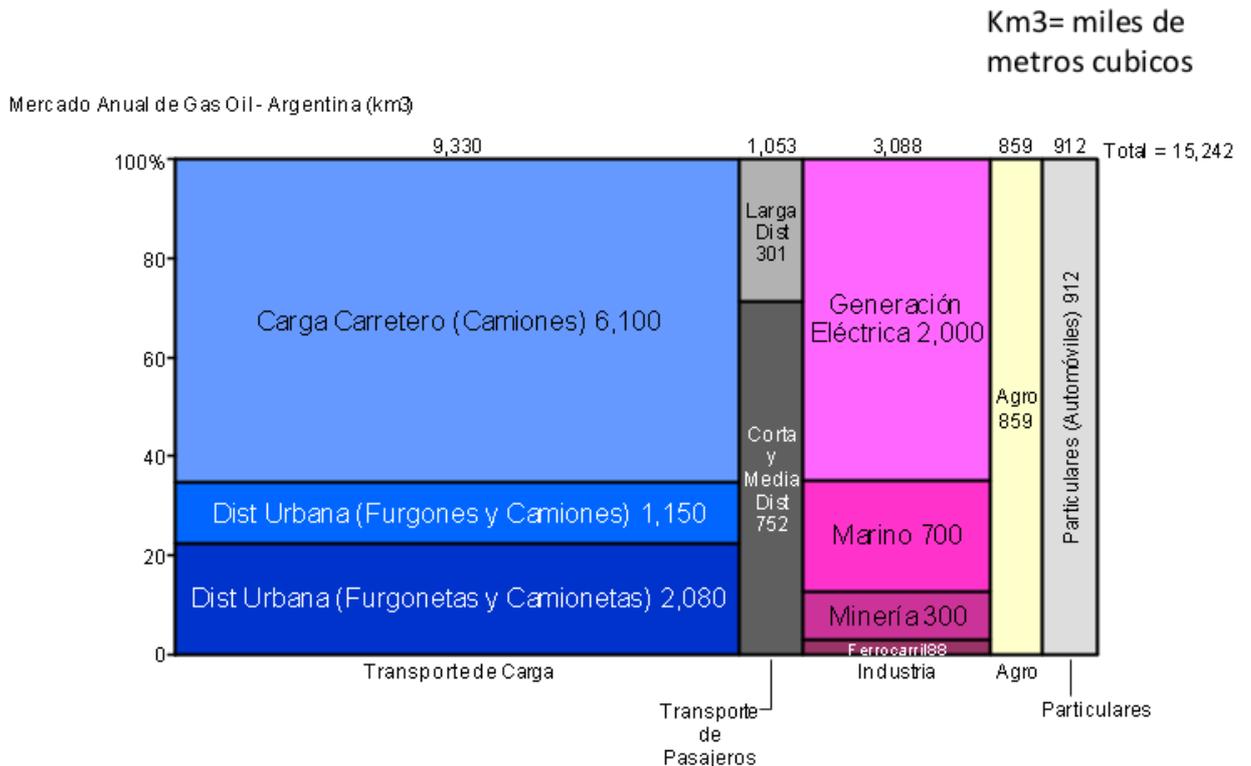


Gráfico 7: distribución del consumo de diésel por sectores para el 2012

El poder de negociación del consumidor es prácticamente nulo dado que la cantidad y el precio al que cada productor debe vender el biodiesel a cada refinería son establecidos por la Secretaría de Energía de La Nación.

En el mercado externo, el biodiesel también se utiliza para el corte obligatorio de diésel con biodiesel, con un porcentaje de corte que varía según la legislación de cada lugar. Existe exportación de biodiesel a distintos países del mundo que no alcanzan a cubrir la demanda de biodiesel con la producción local o que no poseen producción de biodiesel. Actualmente, las exportaciones de biodiesel son bajas en comparación con años anteriores.

En el año 2013 la unión europea estableció medidas antidumping al biodiesel argentino, cerrando prácticamente las exportaciones al mercado europeo que hasta el momento era el principal consumidor de biodiesel argentino. Esto fue luego de que se produjera la expropiación de Repsol en Argentina. De esta manera, cayó notablemente el consumo de biodiesel. El mercado europeo representaba el mayor destino de las

exportaciones argentinas, por lo cual el cierre de las exportaciones a ese mercado explica la gran capacidad ociosa de producción que existe actualmente.

Luego de cerrarse las exportaciones al mercado europeo, Estados Unidos se convirtió en el principal mercado a nivel internacional para el biodiesel argentino. En los últimos años, buena parte de la producción local de biodiesel se exportó a Perú. Sin embargo, del mismo modo que la Unión Europea, Perú decidió aplicar medidas antidumping para el biodiesel argentino, produciendo el cierre de ese mercado.

En el mes de marzo de 2016, la Organización Mundial de Comercio (OMC) falló a favor de Argentina respecto a las medidas antidumping establecidas por la UE, solicitando que se eliminaran tales medidas. De todas maneras, la UE apeló el fallo, por lo cual todavía no existe una resolución al respecto. Esto genera un panorama alentador respecto a las exportaciones de biodiesel argentino, ya que, en caso de removerse las medidas antidumping establecidas por la UE, podría reabrirse el mercado europeo y aumentar notablemente las exportaciones. De no suceder, seguirá habiendo una gran capacidad ociosa de producción de biodiesel en Argentina.

A su vez, la demanda de biodiesel en el mercado del sudeste asiático podría crecer notablemente, debido al aumento de los cortes obligatorios de diésel en algunos países de la región que aún no han sido cumplidos con rigurosidad. De todas maneras, en caso de exigirse el cumplimiento de los cortes propuestos en estos países, no alcanzaría la capacidad de producción que poseen para cubrir la demanda, con lo cual podría ser un mercado potencial de exportación para el biodiesel argentino.

Además, la situación en el país tiene perspectivas favorables. Por un lado, la Compañía Administradora de Mercado Mayorista Eléctrico SA (CAMMESA) está próxima a la apertura de una licitación para que industriales entreguen biodiesel a centrales térmicas. Esto es muy positivo si se toma en cuenta que en Argentina, aproximadamente un 60% de la energía producida es de origen térmico, y que para la mezcla con el diésel, es necesario contar con un 10% de biodiesel.

Por otro lado, en un evento de biodiesel organizado por la firma Evonik Metilatos S.A. y la Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno (AABH), con el auspicio institucional de PwC Argentina, organizaciones que se destacan por su compromiso con el desarrollo sustentable del medio ambiente, las energías renovables en general y los biocombustibles en particular con diversos disertores, se pudo llegar a la conclusión de que el porcentaje del 10% (B10) puede ser superado y llegar a un 12% (B12) en el corto plazo intentando llegar al 15% (B15) en un mediano/largo plazo.

ANÁLISIS DEL MERCADO DISTRIBUIDOR

El sistema de distribución consistirá principalmente en dos tipos de camiones, uno para el transporte de soja a granel desde los proveedores hasta la planta de biodiesel (necesario únicamente en caso de instalar una planta integrada) y el otro para el transporte de biodiesel y el aceite de soja, que se da desde la planta de biodiesel hasta los clientes finales. Igualmente, la responsabilidad sobre la contratación de dicho transporte dependerá del acuerdo que se haga con proveedores y clientes.

En el primer caso, los camiones que se utilizan para el movimiento de la soja a gran son camiones de chasis y acoplado, capaces de transportar una capacidad de 30 toneladas de soja por “equipo”.



Ilustración 4: Camión transportador de soja

En el segundo caso, los camiones a ser utilizados para el movimiento del biodiesel son los camiones cisterna. Este tipo de camión son capaces de transportar una capacidad de aproximadamente entre 30 y 35 mil litros.



Ilustración 5: Camión transportador de biodiesel

Para el estudio de la localización, será de importancia estudiar los costos asociados al transporte de cada uno de los elementos y el factor de conversión junto con los desperdicios, ya que para poder tener una menor estructura de costos, es importante que lo transportado sea lo que sature por masa y no por volumen y tener en cuenta el precio de cada uno. Es decir, si se tiene la soja a granel que contiene humedad, lo mejor sería secarla para no transportar agua, que no adiciona valor.

En el caso de que la planta utilice soja como insumo, debería estar ubicada más cerca de los proveedores, ya que se tiene que mover cantidades mucho más grandes de soja que de biodiesel. En el caso de que el insumo sea el aceite de soja, no es tan importancia la distancia entre la planta y los proveedores, sino que lo que se buscaría es una localización que minimice la suma de las distancias entre proveedores y consumidores, ya que los volúmenes a transportar de aceite de soja y biodiesel van a ser similares.

ANÁLISIS DEL MERCADO COMPETIDOR

Hay distintos indicadores para el mercado del biodiesel. En primer lugar se tiene lo que se denomina como capacidad instalada. Esto es la capacidad máxima de producción si todas las plantas trabajasen al 100% de su capacidad. En segundo lugar se encuentra la asignación, que el volumen que el gobierno le permite vender a las plantas en el mercado interno. En tercer lugar se tiene la producción, que es lo que realmente se produjo en ese año. Por último las exportaciones, que resultan de hacer la resta entre la producción, el

consumo del mercado interno y los stocks, aunque estos últimos al ser despreciables frente a los demás valores se considerarán como nulos.

Las empresas productoras de biodiesel tienen dos opciones a la hora de decidir qué hacer con todo el combustible que producen; venderlo en el mercado local o exportarlo. Si deciden venderlo en el mercado local, es el gobierno nacional quien decide cuánto venden, a quién y a qué precio.¹² Las empresas presentan la capacidad instalada que poseen y luego el gobierno le asigna una cuota de producción que deben cumplir. En la siguiente tabla se pueden ver las capacidades de producción y su correspondiente asignación para las empresas más grandes de Argentina en el año 2012.

Empresa	Capacidad de producción toneladas/año	Asignación toneladas/año 2012
Biocombustibles Tres Arroyos S.A.	6.600	6.600
BH Biocombustibles S.R.L.	10.800	10.800
Héctor Bolzán y Cía. S.R.L.	10.800	10.800
Soyenergy S.A.	18.100	18.000
Pitey S.A.	18.000	18.000
Colalao del Valle S.A.	18.000	18.000
Prochem Bio S.A.	20.000	20.000
ERA S.R.L.	22.000	22.000
Rosario Bioenergy S.A.	38.400	38.400
Advanced Organic Materials S.A.	48.000	48.000
Biomadero S.A.	48.000	48.000
Aripar Cereales S.A.	50.000	50.000
ENRESA	50.000	50.000
Agrupación de Colaboración San Antonio	50.000	50.000
Cremer y Asociados S.A.	50.000	50.000
Maikop S.A.	80.000	72.000
Diaser S.A.	96.000	83.203
Molinos Río de la Plata S.A.	100.000	46.339
Explora S.A.	120.000	84.488
Vicentin S.A.	158.400	54.725
Viluco S.A.	200.000	105.374
Unitec Bio S.A.	230.000	110.283
Cargill S.A.C.I	240.000	46.339
Patagonia Bioenergía S.A.	250.000	55.165
L.D.C Argentina S.A. (Dreyfus)	305.000	49.838
Renova S.A.	481.000	57.118
T 6 Industrial S.A. (Ecofuel)	480.000	89.227
Total 27 empresas	3.198.000	1.312.697

Tabla 8: Capacidades de producción y cuotas asignadas de los diferentes productores

Como se puede observar, hay un rango muy grande en cuanto a la capacidad de producción de las plantas, el cual va de 6.600 a 481.000 toneladas por año. Además se observa que el gobierno prioriza a las empresas más chicas, ya que a medida que aumenta

¹²<https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/216143/1122514/version/2/file/Informe+Bio+combustible.pdf>

su capacidad de producción, este le asigna proporcionalmente menos cuota. Esto causa que algunas de las plantas más grandes estén operando solamente al 12% de su capacidad abasteciendo al mercado interno, mientras que las empresas de menos de 50.000 toneladas al año trabajan todas al 100% de su capacidad.

Si no es posible para la empresa vender en el mercado interno, la empresa puede optar por exportar el biodiesel. Actualmente, es más conveniente intentar vender todo lo producido en el mercado interno que en el internacional, pero hay un limitante, que es que la capacidad instalada en la Argentina es mayor que la demanda, por lo que existe capacidad ociosa. La principal dificultad para exportar, como ya fue mencionado, comienza en el 2012 cuando España, en represalia por la expropiación de YPF, prohibió la compra de biodiesel proveniente de la Argentina¹³. Esta medida, junto con una disminución de compra del resto de la Unión Europea, provocó que cayeran las exportaciones en el 2013. Sin embargo existen pronósticos alentadores de que dicha situación se revertirá.¹⁴ En la siguiente tabla se puede observar la producción, las ventas al mercado interno y las exportaciones para el período 2008-2014.

Año	Producción	Varianza %	Ventas al mercado interno	Varianza %	Exportaciones	Varianza %
2008	712.066		274		687.645	
2009	1.179.150	65,6%	499	82,1%	1.148.488	67,0%
2010	1.814.902	53,9%	508.275	101758,7%	1.358.482	18,3%
2011	2.426.681	33,7%	748.915	47,3%	1.681.875	23,8%
2012	2.455.138	1,2%	874.292	16,7%	1.557.399	-7,4%
2013	1.997.071	-18,7%	884.981	1,2%	1.140.958	-26,7%
2014	2.584.290	29,4%	970.142	9,6%	1.597.624	40,0%

Tabla 9: Producción y exportación de biodiesel por año

Como se mencionó anteriormente, hubo una caída de producción y de exportaciones para el año 2013, debido a conflictos para exportar. Sin embargo el mercado se recuperó en

¹³ <http://www.lanacion.com.ar/1466729-espana-define-que-medidas-tomara-por-ypf>

¹⁴ <http://www.lanacion.com.ar/1897740-gesto-de-espana-levanta-una-traba-para-las-ventas-del-biodiesel-argentino>

el 2014. Además, se puede observar cómo incrementó rápidamente el mercado interno, en gran parte por la ley que establece un corte obligatorio del 10%.¹⁵

Hay dos factores que se combinan para que las grandes plantas no trabajen a su máximo potencial: la prioridad que el gobierno le da a las plantas pequeñas y las dificultades para exportar. Muchos países no tienen leyes de corte obligatorio o consideran que es muy importante alcanzar el autoabastecimiento energético como objetivo estratégico del país, y es por eso que el mercado externo es restringido. Estos factores combinados con el altísimo costo de construir una planta de gran capacidad llevan a tomar la decisión de considerar hacer una planta con capacidad menor a 50.000 toneladas por año, y de esta manera no apuntar a vender hacia el mercado externo, donde no sería posible competir con las grandes empresas que hoy en día tienen gran capacidad ociosa

ANÁLISIS DEL MERCADO DE PRODUCTOS SUSTITUTOS

Hoy en día, debida a la situación de precios en la cual se encuentra el petróleo, el precio del biodiesel está por encima del precio del diésel. Esto lleva a que, al ser ambos productos de muy similares características, no exista una diferenciación apreciable entre ambos, por lo cual cualquier posible comprador va a elegir el más barato. Previendo esto, existe una ley de corte obligatorio que hoy en día se encuentra en el 10%, es decir que todo el diésel que se venda debe tener al menos un 10% de biodiesel.

Por ende, el biodiesel hoy en día no puede ser considerado como un sustituto del diésel. Existe otra mirada para poder encontrar productos sustitutos que pueden ser de utilidad para el proyecto. Esto se deriva de analizar el biodiesel de soja como un producto particular, por lo que sus sustitutos serían otros tipos de biodiesel, hechos con las materias primas que fueron analizadas anteriormente. Como ya se explicó, en Argentina no sería rentable hacerlo con dichas materias primas, por lo que no hay sustitutos para el biodiesel de soja en el mercado local.

¹⁵<https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/216143/1122514/version/2/file/Informe+Bio+combustible.pdf>

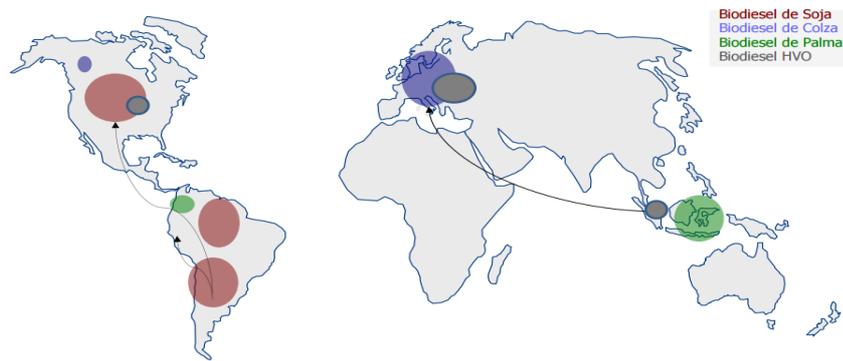


Ilustración 6: Situación mundial de materias primas¹⁶

En el cuadro anterior se puede apreciar que cultivo es el más usado a la hora de producir biodiesel en cada región.

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA OFERTA

A continuación se analiza la capacidad instalada local y externa y se proyecta cómo van a cambiar en el futuro. Por más que la empresa no va a dedicarse a la exportación, es importante analizar si va a existir demanda internacional de biodiesel. Esto es porque las plantas más grandes van a intentar exportar lo que no puedan vender internamente. Cuanto más puedan exportar, menor va a ser la asignación gubernamental para ellas para abastecer al mercado interno y por lo tanto mayor va a ser la asignación para las plantas pequeñas. Es decir que de poder exportar, las plantas grandes le van a dar lugar a las pequeñas para producir.

Capacidad instalada local

La capacidad instalada de biodiesel en Argentina creció rápidamente de 1.400.000 toneladas en el 2008 hasta 4.600.000 toneladas en el año 2014. Sin embargo, como se puede observar en la tabla que se muestra a continuación la tasa de crecimiento bajó considerablemente, en especial del 2013 al 2014. Este estancamiento de la industria se debe a que es difícil exportar el biodiesel y que la capacidad instalada superó a la demanda local. Es por esto que en el proyecto se asume que la capacidad instalada interna no va a crecer considerablemente en los próximos 10 años ya que es una industria madura. A partir de una

¹⁶ <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/wp-content/uploads/2014/12/4-El-mercado-mundial-de-los-biocombustibles-V%C3%ADctor-Castro.pdf>

entrevista con un experto en la industria ¹⁷, se pudo corroborar esta información. Éste afirmó que se producen ingresos de nuevos productores, pero debido a la capacidad ociosa que existe actualmente, hay plantas pequeñas que cierran, con lo cual la capacidad instalada tiende a mantenerse estable.

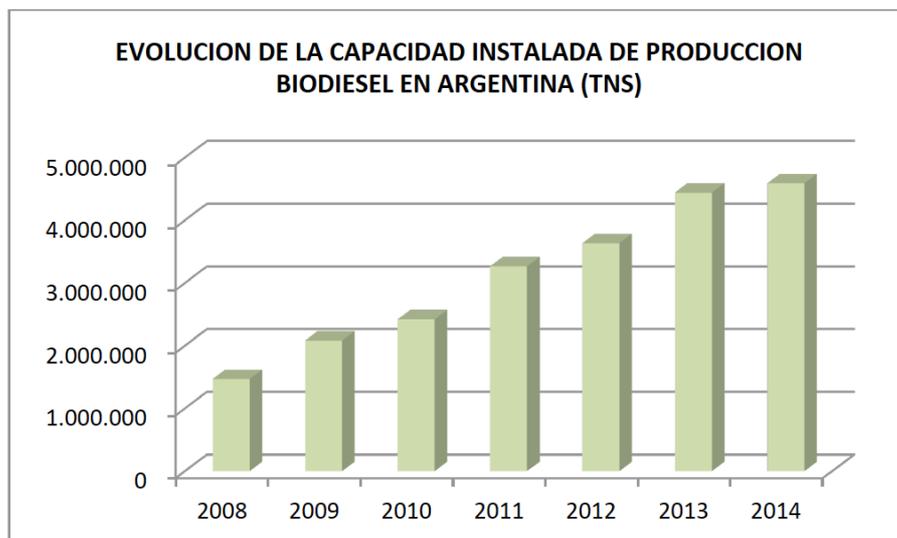


Gráfico 8: Capacidad instalada interna de biodiesel¹⁸

Actualmente se está usando aproximadamente un 55% de la capacidad instalada para producir biodiesel. Esto quiere decir que la demanda puede crecer más de un 75% y todavía va a haber capacidad ociosa en las plantas. Esto refuerza aún más la idea de que no va a haber un aumento de la capacidad instalada local en el corto plazo o mediano plazo. La gran capacidad ociosa existente actualmente se debe a que gran parte de la producción local era exportada a la Unión Europea principalmente. Luego del cierre de las importaciones por parte de la UE al biodiesel de origen argentino, los grandes productores que dedicaban gran parte de su capacidad a la exportación quedaron con una gran capacidad instalada que no pudieron utilizar para abastecer el mercado interno, dado que debido a la reglamentación vigente, se prioriza para la oferta local a los productores pequeños y medianos.

¹⁷ Entrevista realizada a Juan Tamini, desarrollador de pequeñas plantas modulares de biodiésel

¹⁸ Cámara Argentina de Biocomsutibles

Capacidad instalada externa

Los mayores productores mundiales de biodiesel son Estados Unidos y la Unión Europea, que en conjunto contribuyen al 75% de la producción total mundial. Con los datos de la capacidad instalada de estos, se puede estimar en gran parte la capacidad instalada que va a tener el mundo.

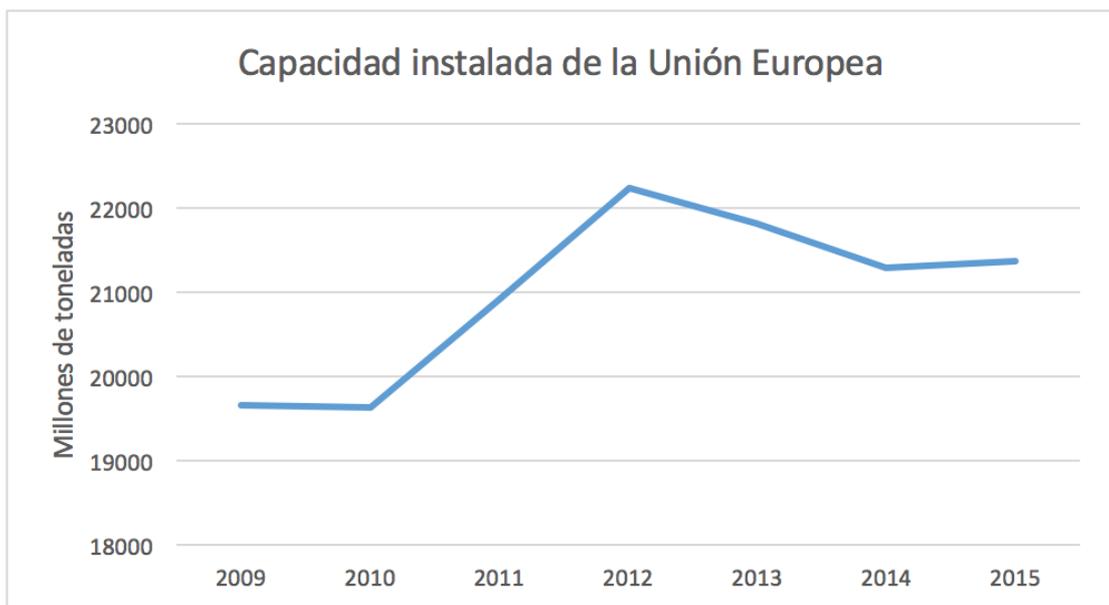


Gráfico 9: Capacidad instalada de la Unión Europea¹⁹

Como se puede observar, la capacidad instalada europea llegó a su máximo en el 2012 y luego cayó hasta el 2014 para luego estabilizarse. Por más que no se sepa con exactitud cómo va a evolucionar esta capacidad, la Argentina es más competitiva en cuanto a la producción de biodiesel que Europa. Esto significa que si continúa la apertura del biodiesel argentino a los mercados internacionales, se podrá exportar hasta saturar la capacidad instalada. Además, la Unión Europea consume más de lo que produce, por lo que tiene que importar el faltante.

¹⁹ USDA Foreign Agricultural Service

A continuación se muestra una tabla con la producción, capacidad instalada, consumo e importación para el período 2009 a 2016. Es importante notar que los años 2015 y 2016 son un pronóstico hecho por el USDA Foreign Agricultural Service.

Biodiesel (Million Liters)								
Calendar Year	2009	2010	2011	2012	2013	2014^e	2015^f	2016^f
Beginning Stocks	1,102	807	528	562	820	523	525	525
Production	9,857	10,707	11,041	10,778	11,676	12,661	12,560	12,590
Imports	2,192	2,400	3,164	3,293	1,393	626	650	650
Exports	76	117	100	116	416	181	150	150
Consumption	12,269	13,268	14,070	13,698	12,950	13,104	13,060	13,090
Ending Stocks	807	528	562	820	523	525	525	525
Production Capacity								
Number of refineries	248	250	266	268	251	247	248	248
Nameplate Capacity	23,239	23,201	24,727	26,281	25,791	25,165	25,256	25,256
Capacity Use (%)	42.4	46.1	44.7	41.0	45.3	50.3	49.7	49.9
Feedstock Use (1,000 MT)								
Rapeseed oil	6,300	6,700	6,600	6,150	5,770	6,170	5,970	5,970
Recycled vegetable oils (UCO)	330	500	750	840	1,280	1,610	1,650	1,670
Palm oil	550	690	700	1,050	1,640	1,620	1,630	1,620
Soybean oil	1,000	1,085	1,000	685	850	850	855	855
Animal fats	350	300	340	360	415	440	485	485
Sunflower oil	170	140	240	260	265	280	285	290
other (pine oil)	0	0	80	140	145	180	185	190
Market Penetration (1000 TOE)								
Biodiesel, on-road	9,357	10,222	10,721	11,492	10,293	10,400	10,370	10,390
Diesel, on-road	197,160	201,352	201,670	198,248	197,484	198,000	198,000	199,000
Blend Rate (%)	4.7	5.1	5.3	5.8	5.2	5.3	5.2	5.2
Diesel, total use	256,026	260,305	255,185	250,647	249,906	250,000	250,000	250,000

Tabla 10: Datos varios de interés de la Unión Europea

En cuanto a la capacidad instalada de Estados Unidos esta se redujo en los últimos años de más de 9.000 millones de toneladas en el 2012 hasta un poco menos de 7.000 millones de toneladas en el 2015. Además se puede observar claramente una tendencia a mantenerse constante en un futuro. Esta reducción de la capacidad instalada se debe a que en estos años cerraron muchas fábricas, ya que el precio del biodiesel se redujo y solo siguieron produciendo las plantas más competitivas.



Gráfico 10: Capacidad instalada de Estados Unidos²⁰

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA DEMANDA INTERNA

El consumo de biodiesel está atado principalmente al corte obligatorio que se establece por ley al diésel que comercializan las refinerías. Por ello, se procedió a realizar un análisis sobre el cumplimiento del corte obligatorio en los últimos años.

Para realizar este análisis, se partió de los datos históricos del consumo del diésel²¹ que debe ser mezclado con biodiesel obligatoriamente (hay determinados usos del diésel, como el que se utiliza para transporte marino y en minería que no requieren ser mezclados). A partir del valor del porcentaje del corte obligatorio de biodiesel, se obtiene el total de biodiesel que debería haber sido comercializado.

Luego, a partir de los valores históricos del consumo de biodiesel²² en el mercado interno, se obtiene el porcentaje de cumplimiento del corte obligatorio, donde un 100% indica que el corte se cumplió a la perfección y un 0% que no se respetó nada de éste. En la siguiente tabla se pueden observar dos valores del corte obligatorio para cada año. Esto se debe a las modificaciones del porcentaje obligatorio que se produjeron en ese período.

²⁰ <https://www.eia.gov/biofuels/biodiésel/production/biodiésel.pdf>

²¹ Estadísticas del Ministerio de Energía y minería.

²² Dirección de Agroingeniería, Informativo mensual de biocombustibles y productos relacionados con su elaboración, Febrero de 2016.

Año	Consumo diésel con Corte Obligatorio [Ton]	Consumo biodiesel [Ton]	% del Corte Teórico [%] ²³	Modificación Corte [%]	Cumplimiento del Corte Obligatorio
2010	11,589,052	466,587	5.0%	7%	63.0%
2011	12,107,251	739,490	7.0%	-	81.1%
2012	11,814,659	872,329	7.0%	-	98.1%
2013	12,165,718	884,357	7.0%	8%	89.6%
2014	12,079,850	968,990	9.0%	10%	72.9%
2015	12,011,663	1,080,000	10.0%	-	80.9%

Tabla 11: Análisis del cumplimiento del corte obligatorio de biodiesel

A su vez, en el siguiente gráfico se puede apreciar el consumo de biodiesel real y el consumo teórico que debería haber existido en caso de cumplirse el corte perfectamente.

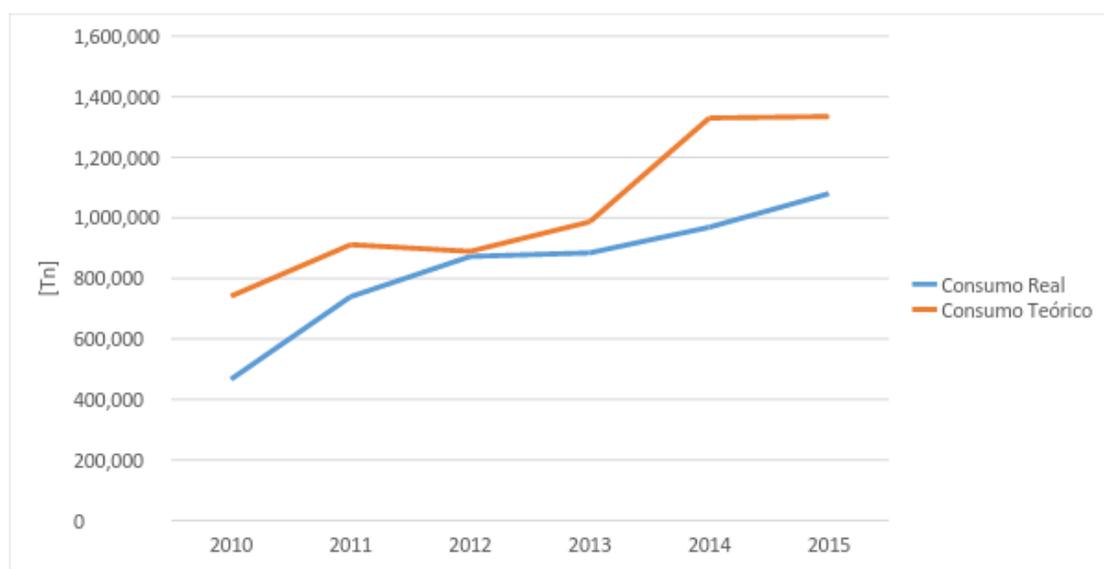


Gráfico 11: Comparativa entre el consumo real de biodiesel y el teórico

A partir del gráfico, se puede observar que el consumo real de biodiesel está siempre por debajo del consumo teórico. En primer lugar, a mediados del año 2010 se efectuó un cambio en el porcentaje de corte obligatorio, pasando éste de un 5% al 7%. Esto mismo

²³ Secretaría de Energía

ocurrió en el año 2013, donde a mediados del año se incrementó el corte de un 7% a un 8%. En 2014, se incrementó el corte de un 8% a un 9% para el mes de enero, y en el mes de febrero se incrementó nuevamente a un 10%. En base a estas observaciones, es posible remarcar que luego de cada cambio en el porcentaje del corte obligatorio, el corte no se cumple de forma estricta. Entre 2011 y 2012 no se produjeron modificaciones al corte obligatorio, y como puede observarse, el año 2012 fue donde se produjo un mayor cumplimiento del corte (98,1%). Luego del aumento en Febrero de 2014, el corte se mantuvo constante en un 10%, por lo que durante 2016 el corte debería tender a cumplirse efectivamente.

Esta información fue corroborada con una entrevista realizada a un experto en la industria del biodiesel²⁴, quien afirmó que históricamente el corte se cumplió, exceptuando los momentos en que se produjeron aumentos en éste. Además, aseguró que en el año 2016 el cumplimiento del corte estaba siendo efectuado según los valores establecidos y que a futuro se mantendrá de esta misma manera.

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA INTERNA

En base a la entrevista ya mencionada con un experto en la industria del biodiesel, se asume que a partir del año 2016, se cumple efectivamente el corte obligatorio establecido por el Ministerio de Energía. Debido al análisis histórico del cumplimiento del corte, se aplica un coeficiente de corrección de 0.95 a la opinión del experto de que éste se va a cumplir estrictamente.

Por ello, para poder proyectar la demanda interna de biodiesel, resulta necesario realizar una proyección de la demanda interna del diésel. Luego, a partir del valor del corte obligatorio, se obtiene el valor de la demanda interna del biodiesel. En este caso, para realizar las proyecciones se asume que el corte se mantiene en el valor actual del 10%. En caso de aumentar este valor, simplemente sería necesario modificar el valor del corte y se obtendría la nueva demanda de biodiesel, modificando a su vez el factor de corrección, debido a la evolución histórica observada luego de cada aumento en el corte obligatorio.

En primer lugar, es necesario proyectar la demanda interna del diésel. Para proyectar esta variable, inicialmente se buscó realizar un análisis de regresión entre la demanda interna de diésel y el PBI. Para ésta proyección, hace falta contar con una

²⁴ Entrevista realizada a Juan Tamini, actualmente desarrollador de pequeñas plantas modulares de biodiésel.

proyección de la variable utilizada para realizar el análisis de regresión, en este caso, el PBI. Dado que los valores históricos y proyectados obtenidos de fuentes oficiales para el PBI no resultaron del todo confiables, se procedió a buscar otra variable para realizar esta proyección.

De esta manera, se llegó a un modelo donde la variable utilizada para proyectar la demanda interna del diésel posee valores históricos y proyectados más confiables. Se realizó un análisis de regresión entre la demanda interna de diésel y el PBI PPA (Paridad del Poder Adquisitivo). El PBI PPA es una variable que permite comparar el PBI entre distintos países. En la siguiente tabla, es posible apreciar los valores históricos de la demanda de diésel²⁵ y los valores históricos del PBI PPA²⁶.

Año	Consumo diésel [Ton]	PBI PPA
1994	8,606,624	276,499
1995	8,597,035	274,128
1996	9,893,630	294,762
1997	10,128,601	323,973
1998	10,598,024	340,178
1999	10,053,987	333,417
2000	9,636,900	337,994
2001	9,742,237	330,844
2002	8,976,165	299,947
2003	9,184,211	333,399
2004	10,143,583	373,041
2005	10,945,094	419,568
2006	11,201,040	469,750
2007	12,359,119	525,196
2008	12,762,346	572,641
2009	11,210,999	583,513
2010	12,461,347	644,301
2011	13,018,549	717,690
2012	12,703,935	751,391
2013	13,081,418	791,212

²⁵ Estadísticas del Ministerio de Energía y minería.

²⁶ Estadísticas del Banco Mundial

Tabla 12: Valores históricos utilizados para el Análisis de regresión para la demanda de diésel

A partir de estos datos se realizó un análisis de regresión entre la demanda de diésel y el PBI PPA. Los valores obtenidos son aceptables estadísticamente, dado que se obtuvo un R2 de 0.86, y valores de “P – value” y “Significance F” menores al 5%. A su vez, los valores de los coeficientes son razonables dado que a mayores valores del PBI, mayor consumo de diésel en el mercado interno. Luego, a partir de este análisis de regresión, se procedió a proyectar la demanda de diésel utilizando los valores proyectados del PBI PPA.

La proyección de los valores del PBI PPA se obtuvo a partir del crecimiento anual del PBI proyectado por fuentes externas²⁷. Con dichos valores, se proyectó la demanda de diésel. Luego, se obtuvo el diésel que obligatoriamente debe ser mezclado con biodiesel para cumplir con el corte obligatorio. Esto, como se mostró en el gráfico de consumo de diésel por sector, representa un 93% de la demanda de diésel en cada año, dado que hay ciertos sectores, como el transporte marítimo y fluvial y la minería, que no deben aplicar un corte obligatorio al diésel consumido. Finalmente, teniendo la demanda del diésel al que debe efectuarse el corte obligatorio, se obtuvo la demanda de biodiesel, asumiendo que el corte obligatorio se mantendrá en su valor actual del 10%. Al valor obtenido de la demanda de biodiesel, se le aplicó el factor de corrección ya mencionado del 0.95.

Año	PBI PPA	diésel [Ton]	diésel mezclado [Ton]	biodiesel [Ton]
2016	866,297	14,204,473	13,210,160	1,394,406
2017	881,717	14,331,766	13,328,542	1,406,902
2018	901,644	14,496,262	13,481,523	1,423,050
2019	923,554	14,677,128	13,649,729	1,440,805
2020	949,044	14,887,549	13,845,420	1,461,461
2021	978,654	15,131,981	14,072,742	1,485,456
2022	1,010,362	15,393,733	14,316,172	1,511,152
2023	1,040,875	15,645,618	14,550,425	1,535,878
2024	1,070,436	15,889,643	14,777,368	1,559,833
2025	1,100,301	16,136,180	15,006,647	1,584,035
2026	1,130,000	16,381,342	15,234,648	1,608,102

Tabla 13: Proyección de la demanda de biodiesel

²⁷ HIS Global Insights, Jan 2016.

En caso de que el corte aumente, para proyectar la demanda simplemente haría falta modificar el valor del corte.

Cabe aclarar que la demanda de biodiesel no es simplemente un porcentaje del diésel que debe recibir un corte obligatorio, sino que el porcentaje del corte se especifica para la mezcla total de diésel y biodiesel. Es decir, para obtener la demanda de biodiesel fue necesario calcular la cantidad total de mezcla utilizando el corte a aplicar. Luego, a partir de ese valor se obtuvo la demanda de biodiesel como un 10% de la cantidad de mezcla.

PROYECCIÓN DE DEMANDA EXTERNA

El mercado global de biodiesel está muy concentrado en cubrir la cuota obligatoria o corte que muchos países exigen en el consumo de diésel. El biodiesel es un commodity, esto hace que pueda colocarse en el mercado externo a un precio de referencia internacional o precio FOB. Este precio FOB no depende de otra cosa que no sea las leyes de oferta y demanda. Otra característica de los commodities es que la producción de una empresa específica dentro del mercado global no debe cambiar el precio FOB del producto, es decir, que ninguna empresa puede ser formadora de dicho precio. Por lo tanto, colocar el biodiesel en el exterior no debería ser un inconveniente si uno es capaz de competir con los productores más grandes.

Para poder hacer una estimación de la demanda global futura de biodiesel en toneladas, buscamos su consumo histórico²⁸ y analizamos la correlación que pudiese tener con su precio FOB promedio del año n^{29} , el precio histórico del barril de petróleo WTI de año n^{30} , el consumo global de biodiesel para el año anterior ($n-1$) y los logaritmos de los precios mencionados.

Luego de analizar las regresiones de todas las combinaciones posibles de variables para estimar el consumo mundial futuro de biodiesel para un año n cualquiera, los únicos modelos que satisficieron los criterios de confiabilidad estadística, fueron:

- ✓ Modelo 1: Precio histórico del barril de crudo y consumo de biodiesel del año $n-1$
- ✓ Modelo 2: LN(Precio histórico del barril de crudo) y consumo de biodiesel del año $n-1$
- ✓ Modelo 3: Precio FOB histórico del biodiesel para el año n y consumo de biodiesel del año $n-1$

²⁸ Earth Policy Institute - www.earth-policy.org

²⁹ SIM ADUANA

³⁰ www.indexmundi.com

- ✓ Modelo 4: LN(Precio FOB histórico del biodiesel para el año n) y consumo de biodiesel del año n-1

Todos resultaron de alto nivel de confianza, por lo que fue necesario pensar con qué criterio se elegiría uno. Los modelos 3 y 4 no incluyen el precio del crudo pero sí el del biodiesel, mientras que en los modelos 1 y 2 pasa lo contrario. Es sensato creer que si bien la demanda de biodiesel parece estar relacionada a su precio, es sabido que la misma ha crecido principalmente por medidas impuestas por los gobiernos de los principales países consumidores del mismo. Es probable que estemos ante un caso en el que la correlación estadística avale los modelos 2 y 3, pero el sentido común hace que no los tengamos en cuenta y sea más apropiado utilizar el modelo 1. Se elige el modelo 1 y los resultados de su regresión resultaron:

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,998
R Square	0,997
Adjusted R Square	0,949
Standard Error	760216,068
Observations	23

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	2	3,56847E+15	1,78424E+15	3087,296697	1,23076E-25
Residual	21	1,21365E+13	5,77928E+11		
Total	23	3,58061E+15			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	0	-	-	-	-	-	-	-
Precio Petroleo	34658	6028,267	5,749	1,05E-05	22121,165	47194,102	22121,165	47194,102
Consumo n-1	0,97	0,033	29,75	1,18E-18	0,904	1,039	0,904	1,039

Tabla 14: Análisis de regresión del modelo adoptado

Finalmente, para calcular el consumo global de biodiesel se plantearon cuatro posibles escenarios con nivel de optimismo creciente, partiendo de uno muy pesimista, en el que el precio del petróleo alcanza valores de hasta un desvío por debajo de la media histórica, hasta uno muy optimista en el que el mismo alcanza valores de hasta dos desvíos sobre la media histórica. Tomando dichos escenarios y los coeficientes obtenidos en la regresión del modelo adoptado, los pronósticos de la demanda global de biodiesel en toneladas resultan:

Año	Demanda global
-----	----------------

2016	29.631.661
2017	30.428.022
2018	31.381.964
2019	32.363.328
2020	33.372.973
2021	34.411.785
2022	35.480.673
2023	36.580.573
2024	37.712.448
2025	38.877.289
2026	40.076.118

Tabla 15: Pronósticos de la demanda global de biodiesel

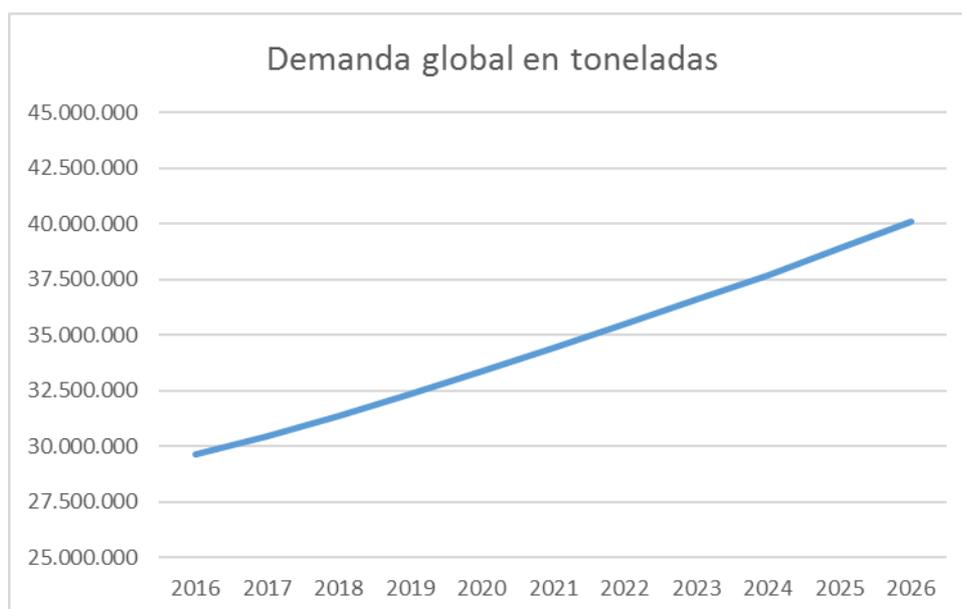


Gráfico 12: pronósticos de la demanda global de biodiesel según cada escenario

PROYECCIÓN DE LA OFERTA

Como ya se mencionó anteriormente, en Argentina existen productores de biodiesel que son capaces de competir internacionalmente debido a su escala de producción y otros que deben enfocarse exclusivamente al mercado local. Para poder hacer un análisis de la

proyección de la oferta en Argentina se tiene que hacer un análisis de cómo aumenta la demanda nacional e internacional. Un aumento de la demanda internacional sería beneficioso para todos los productores de biodiesel argentinos, aún para los que no exportan, ya que las grandes empresas se enfocarían en producir para abastecer dicha demanda, pudiendo en un caso extremo, dejar demanda insatisfecha interna, que sería atendida por las empresas más pequeñas.

Es muy probable que la demanda internacional vaya a crecer en gran medida. Para el año 2016 el consumo global se estima en aproximadamente 25 millones de toneladas, y para el año 2026 se espera que la esta crezca a un valor de 40 millones de toneladas. Esto significaría un aumento de hasta un 60% para los próximos 10 años. Este suceso podría causar que las empresas argentinas comiencen a utilizar la capacidad instalada actualmente ociosa para exportar el faltante a nivel mundial.

A su vez, suponiendo que el gobierno argentino mantendrá las políticas proteccionistas de economías regionales y Pymes, mediante las cuales se le otorga prioridad a las pequeñas plantas, parecería lógico pensar que ante este nuevo escenario beneficioso para los grandes productores, se le otorgasen permisos de elaboración y comercialización de biodiesel a nuevas plantas no integradas, disminuyendo las asignaciones a las grandes empresas.

Sin embargo, las grandes empresas disminuirían su capacidad ociosa y al mismo tiempo transferirían al mercado externo parte de la capacidad que actualmente se destina al mercado interno. Bajo estas condiciones, la capacidad instalada en argentina podría llegar aumentar a un mayor ritmo que la demanda interna. En lo que al presente proyecto respecta, bajo las condiciones mencionadas el aumento de la oferta no tendría ningún impacto debido a que como ya se ha explicado, el volumen de venta y los clientes son asignados por el gobierno.

Por otro lado, es importante considerar que la demanda local de biodiesel podría verse significativamente afectada por la variación del corte obligatorio impuesto por el gobierno, lo que haría que la situación descrita sea más pronunciada. El mismo solo debería aumentar o mantenerse constante, debido a la tendencia mundial hacia formas más sustentables de generar energía y con menor impacto ambiental.

Finalmente, hay un desconocimiento sobre la posible utilización de la capacidad instalada actual. Hoy en día, la capacidad instalada resulta demasiado grande cuando se la compara con la demanda local, por lo que es posible que estas máquinas se estén utilizando

con algún otro fin que no se esté considerando actualmente. Esto quiere decir que en la realidad la capacidad ociosa de las empresas podría ser menor de lo que se cree.

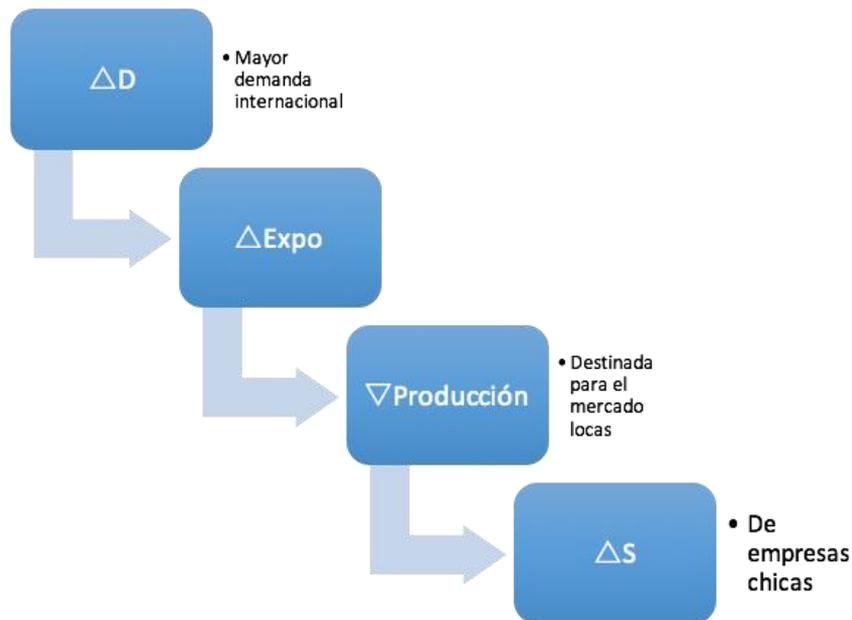


Ilustración 7: variables que afectan en la oferta de biodiesel

DETERMINACIÓN DEL PRECIO

El precio en el mercado interno de biodiesel está dividido según el tamaño de las empresas que lo producen y comercializan. Existen 4 categorías: empresas grandes integradas, empresas grandes no integradas, empresas medianas y empresas pequeñas. Los precios de venta son mayores para las empresas pequeñas y menores para las más grandes, para beneficiar a las más pequeñas, cuyos costos son mayores debido a que se produce en menor escala.

En este mercado, los precios están determinados para cada categoría según la siguiente fórmula establecida por el ministerio de Energía y Minería:

Precio=Costo de Aceite de Soja+Costo de Metanol+Costo de Mano de Obra+Resto de costos+Retorno de Capital

Dónde:

- Costo de Aceite de Soja: precio del aceite crudo de soja publicado por la Dirección de Mercados Agrícolas del Ministerio de Agricultura, multiplicado por un factor que comprende el consumo específico del aceite por tonelada de biodiesel y el costo de adquisición.
- Costo del metanol: promedio ponderado del precio por tonelada del último mes disponible del metanol utilizado para el mercado interno, multiplicado por el consumo específico de dicho producto por tonelada de biodiesel.
- Costo de mano de obra: valor actualizable en función de los acuerdos paritarios del sector.
- Resto de costos: valor actualizable por IPIM.
- Retorno de capital: 3% sobre los costos contemplados para cada categoría.

Desde Junio de 2015, se utilizan los siguientes valores de los parámetros para el cálculo del precio:

Categorías	Consumo específico de aceite Ton aceite / Ton Biodiesel	Costo de adquisición %	Consumo específico de metanol Ton metanol / Ton Biodiesel	Costo mano de obra \$/ Ton Biodiesel	Resto de costos \$/ Ton Biodiesel	Retorno de capital
Grandes	1.030	0	0,1	\$ 175,25	401	3%
No Integradas	1.030	7,8	0,12	265,00	772,1	3%
Medianas	1.045	11,9	0,14	278,25	1.195,40	3%
Pequeñas	1.050	11,9	0,15	284,88	1.219,80	3%

Tabla 16: Parámetros para el cálculo del precio del biodiesel según cada categoría

Las empresas Grandes integradas son aquellas que parten desde la producción de aceite de soja a partir de los granos de soja, mientras que las no integradas, las medianas y las pequeñas compran el aceite de soja para la producción de biodiesel.

Desde Noviembre del año 2012, existen diferentes precios para el biodiesel en Argentina según la categoría de empresa. Anteriormente, el precio era el mismo para todas las empresas, indistintamente del tamaño y de la capacidad de producción de cada una.³¹

PRECIO FOB DEL BIODIESEL EN PUERTO ARGENTINO

Para el precio FOB del biodiesel en puertos argentinos los cuales se ven en el gráfico 12, se obtuvieron datos de todos los movimientos de exportación de biodiesel que pasaron por puertos argentinos.³² A partir de estos datos, se calculó un precio promedio ponderado mensual desde enero de 2012 hasta mayo de 2016 (a partir de los importes y las cantidades de cada operación). A su vez, se obtuvieron datos de precios mensuales FOB de biodiesel desde 2008 hasta 2013, a partir de un estudio de mercado que se utilizó como fuente de consulta.³³

³¹ https://glp.se.gob.ar/biocombustible/reporte_precios.php

³² SIM Aduana (AFIP). <http://www.afip.gov.ar/aduana/sim/>

³³ Estudio de Mercado de Axion Energy realizado por abceeb.com (consultora)

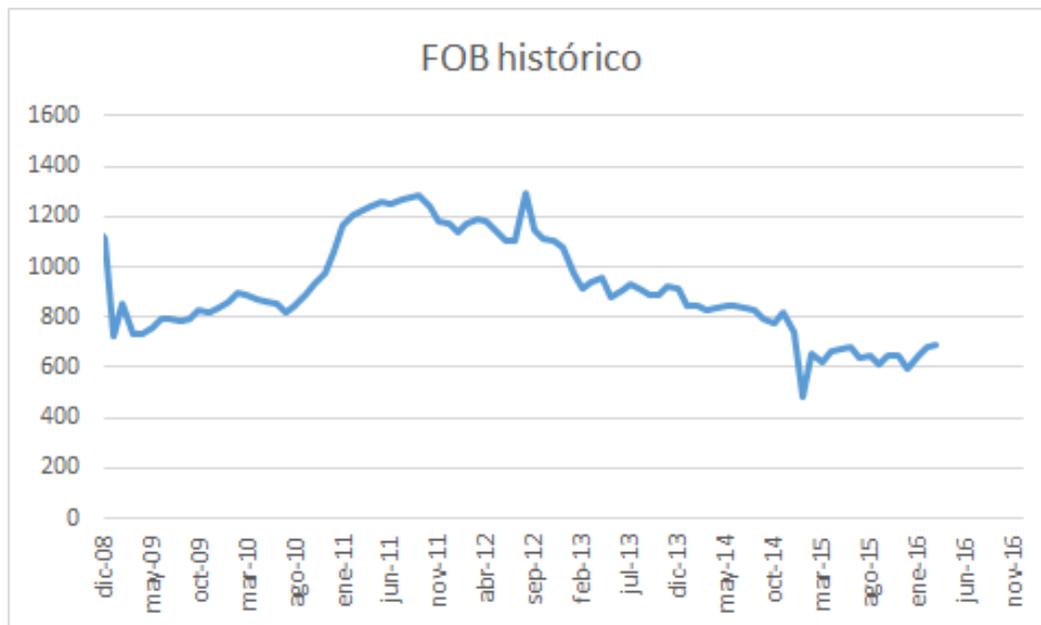


Gráfico 13: evolución histórica del precio FOB del biodiesel en puerto argentino

Teniendo estos datos (precios FOB mensuales desde 2008 hasta 2016), se analizaron diferentes variables para poder correlacionarlas con el precio FOB del biodiesel, incluyendo el precio del barril de petróleo WTI, el precio del aceite de soja, el precio de la soja, el precio FOB del biodiesel (n-1), entre otras. Los mejores resultados para proyectar el precio FOB del biodiesel se obtuvieron a partir de una regresión para el logaritmo natural del precio FOB del biodiesel, utilizando como variables independientes el logaritmo natural del precio del petróleo y el precio FOB del aceite de soja. Esta regresión arrojó los siguientes parámetros:

Regression Statistics	
Multiple R	0.83279776
R Square	0.69355211
Adjusted R Square	0.68716778
Standard Error	0.12861576
Observations	99

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	2	3.594032777	1.79701639	108.63348	2.2137E-25
Residual	96	1.588033204	0.01654201		
Total	98	5.18206598			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	5.52788406	0.200021198	27.6364911	1.7114E-47	5.130845124	5.92492301	5.13084512	5.92492301

Tabla 20: Análisis de regresión para la proyección del precio FOB del biodiesel

Tanto los valores de “P-Value” como “Significance F” son menores a 0.05, con los cual son aceptables. A su vez, el signo de los coeficientes tiene sentido lógico, dado que al aumentar el precio del petróleo y al aumentar el precio del aceite de soja, aumenta el precio del biodiesel. Para poder realizar esta regresión, fue necesario utilizar la proyección de precio del petróleo para los próximos 10 años, la cual se encuentra calculada en la sección de “*Mercado Externo*”. A su vez, fue necesario proyectar el precio de la soja FOB para los próximos 10 años, calculado en la sección “*Mercado Proveedor*”. A partir de estas proyecciones, se realizó la proyección de precios FOB en puertos argentinos para el biodiesel, desde 2016 hasta 2026. Al estar altamente relacionado con el precio del petróleo, el precio del biodiesel FOB presenta 4 escenarios distintos (a partir de los 4 escenarios proyectados para el precio del petróleo para los próximos 10 años).

El precio del aceite de soja se proyectó a partir del precio del petróleo y el precio de la soja. Los utilizados históricos de precios FOB de aceite de soja y FOB de soja en puertos argentinos fueron obtenidos de ministerio de agricultura.³⁴

Dado que se proyectó el precio FOB mensual de biodiesel en puertos argentinos para los próximos 10 años, mostrar todos los meses implicaría una gran cantidad de datos, con lo cual se muestra el mes de diciembre para cada año en la siguiente tabla.

³⁴ http://www.minagri.gob.ar/site//agricultura/precios_fob_-_exportaciones/02-series%20hist%C3%B3ricas/_archivo/000003-Precios%20FOB%20por%20mes.open.php?imp=1

Año	FOB Biodiesel
2016	\$ 648,10
2017	711,01
2018	726,16
2019	730,65
2020	735,22
2021	739,87
2022	744,51
2023	749,42
2024	754,31
2025	759,29
2026	764,35

Tabla 21: Proyecciones de escenarios del precio FOB del biodiesel

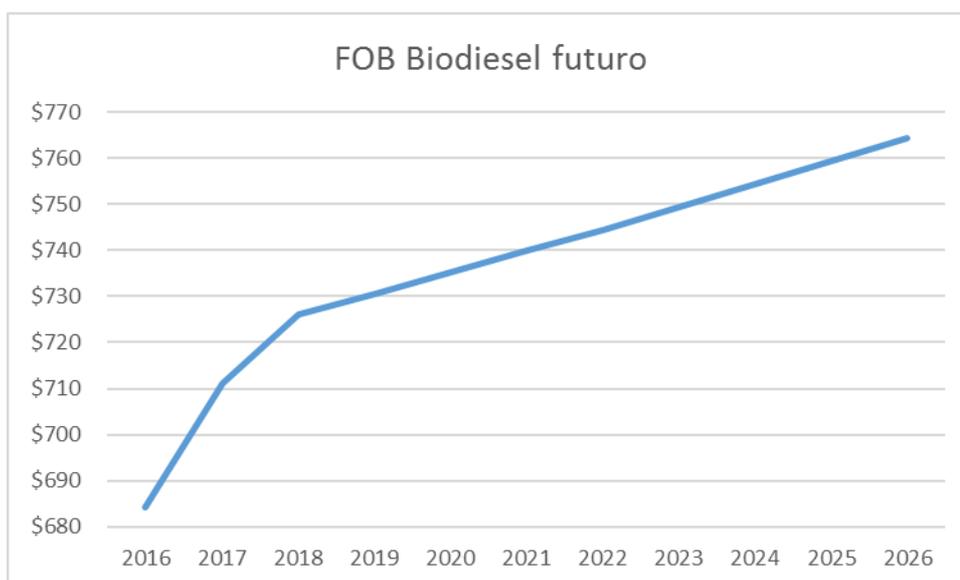


Gráfico 14: Proyecciones del precio FOB del biodiesel

PROYECCIÓN DEL PRECIO

Para poder proyectar el precio del biodiesel en el mercado interno, se realizaron diversos análisis, que llevaron a diferentes caminos de proyección.

En primer lugar, se buscó emplear la fórmula de cálculo de precios para los diferentes tipos de empresa, a partir de la proyección de los distintos parámetros que influyen en el precio. Se realizó la proyección de precios para el aceite de soja FOB (USD/Ton) a partir de una regresión utilizando como variables independientes el precio FOB de la soja (USD/Ton) y el precio del petróleo (USD/barril).

No se lograron obtener datos sobre los precios de metanol para el mercado interno, dado que no hay publicaciones oficiales sobre los mismos, ni tampoco publicaciones o investigaciones privadas de acceso público. Debido a esto, se procedió a buscar una relación entre el precio del biodiesel y el precio internacional del metanol, pero los resultados de las regresiones realizadas no fueron concluyentes, dado que se obtuvieron valores de R^2 demasiado bajos para ser aceptados. De todas formas, se proyectó el precio internacional del metanol a partir del precio del barril de petróleo, dado que junto con el aceite de soja representa la mayor parte del costo de producción del biodiesel. Este precio sirve como referencia para poder tener un aproximado sobre el costo del metanol en el mercado local.

Debido a esto, se procedió a buscar otro camino para poder proyectar el precio del biodiesel en el mercado local. Inicialmente, se realizaron análisis de regresión a partir de los precios del mes anterior, tomando todos los datos de precios según cada tipo de empresa. Se obtuvieron valores de la regresión que estadísticamente parecían aceptables, pero a la hora de realizar la proyección, se llegaba a valores irrisoriamente altos del precio de la tonelada de biodiesel dentro de los próximos diez años. Esto en parte se debe a que las proyecciones fueron realizadas para los precios en pesos argentinos, y el tipo de cambio ha variado mucho a lo largo de los últimos años. Dado que el biodiesel es un commodity, para poder comparar el precio en el mercado local con el precio en el mercado internacional, es necesario tener el precio del mercado local en dólares. Como los datos de precios obtenidos para el mercado local están en pesos argentinos, proyectar los precios en pesos argentinos implicaría tener que proyectar también el tipo de cambio para los próximos diez años. Conocida la dificultad que implica realizar un buen pronóstico del mismo, se procedió a convertir todos los precios obtenidos en el mercado local a dólares, a partir del tipo de cambio oficial publicado por el Banco Central de la República Argentina³⁵.

³⁵http://www.bcra.gov.ar/Estadisticas/estprv010001.asp?descri=20&fecha=Fecha_Ref&campo=Tip_Camb_Ref

Teniendo los precios locales en dólares, se realizaron diferentes análisis para ver con qué variables correlacionaba mejor el precio del mercado local. Se concluyó que la variable que mejor serviría para estimar el precio del mercado local es el precio FOB del biodiesel. El análisis de regresión se efectuó entre el precio FOB del biodiesel y el precio de las empresas grandes integradas, ya que la distinción de precios entre diferentes categorías de empresas se implementó a partir de Noviembre del 2012. Esto se debe a que la única categoría que se condice con los precios anteriores a esta fecha, es la de empresas grandes integradas, dado que los precios para las demás categorías son mayores para poder favorecerlas frente a los mayores costos de producción que poseen. Para poder proyectar los precios de todas las categorías, en primer lugar se buscó la relación existente entre el precio de empresas grandes y las empresas de las demás categorías. A partir de todos los precios mensuales desde Noviembre de 2012 hasta Mayo de 2016, se obtuvo el porcentaje que representa cada uno de los precios respecto al precio de las empresas grandes integradas.

A continuación, puede verse la media y el desvío obtenido para estos valores:

	Grandes no Integradas vs Grandes Integradas	Medianas vs Grandes Integradas	Pequeñas vs Grandes Integradas
Media	117%	127%	128%
Desvío	3.0%	3.8%	3.9%

Tabla 22: Relación entre precios de las distintas categorías de productores

El desvío obtenido de la muestra para cada tipo de empresa, implica que el porcentaje del precio para empresas grandes que representa el precio de las diferentes categorías varía poco en el tiempo, con lo cual, asumiendo que los precios de las diferentes categorías pueden ser representados por la media, se procedió a proyectar el precio para las empresas grandes integradas.

Se realizó una regresión entre el precio en dólares para las empresas grandes integradas y el precio FOB del biodiesel. Los datos de la regresión obtenida son los siguientes:

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.9954
R Square	0.9908
Adjusted R Square	0.9771
Standard Error	86.6983
Observations	74

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	59345029.31	59345029.31	7895.19804	2.4584E-75
Residual	73	548711.6493	7516.597935		
Total	74	59893740.96			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
X Variable 1	0.938777599	0.010565285	88.85492695	3.8228E-76	0.91772102	0.95983418	0.91772102	0.95983418

Tabla 23: Análisis de regresión entre el precio FOB y el de las empresas grandes integradas

Como se puede observar en la tabla 13, tanto el R^2 como el “Significance F” y el “P-Value” están dentro de los parámetros aceptables. El coeficiente indica que el precio del biodiesel en el mercado local es menor al precio FOB, pero se acerca bastante a este valor. Se realizó la proyección del precio del mercado interno mensual desde junio de 2016 hasta diciembre de 2026. A partir de la regresión realizada para el precio de las empresas grandes integradas, multiplicando el precio obtenido por la media del porcentaje que el precio de cada categoría representa respecto al de las empresas grandes, se obtuvo el precio para las diferentes categorías.

Año	FOB Biodiesel	Grande Integrada	Grande no Integrada	Mediana	Pequeña
2016	\$ 648,10	\$ 642,22	\$ 748,71	\$ 813,38	\$ 824,58
2017	711,01	667,48	778,16	845,38	857,01
2018	726,16	681,70	794,74	863,39	875,27
2019	730,65	685,92	799,65	868,73	880,68
2020	735,22	690,21	804,66	874,17	886,19
2021	739,87	694,58	809,75	879,70	891,80
2022	744,51	698,93	814,82	885,21	897,39
2023	749,42	703,53	820,19	891,04	903,30
2024	754,31	708,13	825,55	896,86	909,20
2025	759,29	712,80	831,00	902,78	915,21
2026	764,35	717,56	836,54	908,80	921,31

Tabla 24: Precio del biodiesel para cada categoría de productores en US\$/TN

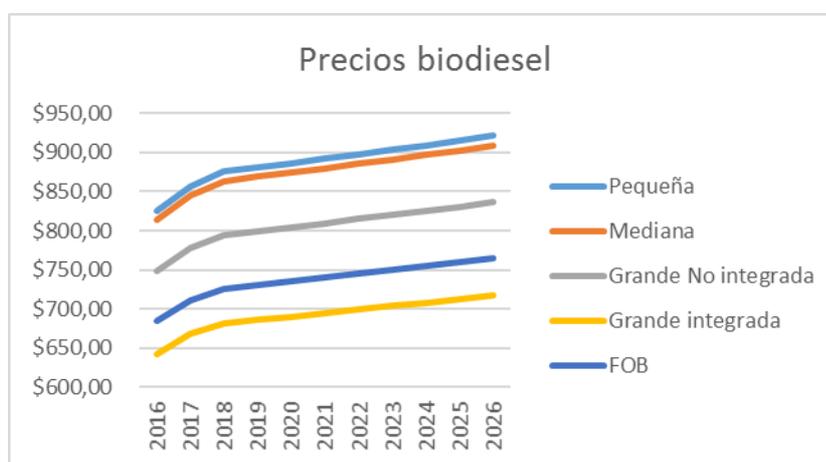


Gráfico 15: Escenarios de precios proyectados del precio de biodiesel para grandes empresas

En el gráfico anterior, se muestran los distintos escenarios para el precio del biodiesel en el Mercado local para empresas Grandes Integradas. Para tener mayor claridad en el gráfico, no se muestran los precios para todas las categorías. Estos se calculan a partir del porcentaje que representan del precio de empresas grandes integradas. Al estar altamente correlacionado con el precio del biodiesel FOB, el precio en el mercado local sigue la misma distribución en cada escenario que el precio para el mercado internacional.

ESTRATEGIA COMERCIAL

El mercado local de biodiesel presenta una fuerte regulación estatal. El estado decide cuánto puede vender cada empresa productora, a quién y a qué precio. El Ministerio de energía determinó cuatro categorías en función del nivel de producción. Las empresas que producen hasta 30.000 toneladas al año son “pequeñas”, hasta 100.000 toneladas al año “medianas” y más de 100.000 toneladas al año “grandes”. A su vez las “grandes” se dividen en “integradas” y “no integradas”. El estado prioriza, por ley, a las empresas que con capacidad productiva de hasta 50.000 toneladas por año, otorgándoles mayor cupo de ventas.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, concluimos que la mejor opción es ser una empresa de categoría “mediana” y producir 50.000 toneladas por año. También estamos trabajando bajo la hipótesis de que nuestra producción va a ser destinada a satisfacer la demanda de biodiesel para cubrir el corte obligatorio por parte de las refinерías de combustible ya que no vamos a ser capaces de competir con las empresas más grandes en la exportación del biodiesel.

En síntesis, vamos a vender 50.000 toneladas por año a refinерías de combustible para que puedan cubrir el corte obligatorio al precio proyectado para el mercado local.

PROYECCIÓN DE VENTAS

Acorde con la estrategia comercial, la cantidad a producir y a vender es de 50.000 toneladas por año. Se hicieron proyecciones de precios del mercado local para las empresas de la categoría “medianas” a partir del precio del barril del crudo. A partir de la producción (en Ton) y del precio (en \$/Ton) se obtuvo la proyección de ventas en U\$D (PxQ)

Año	Precio de venta para empresas medianas [US\$/TN]	Ventas en [US\$/TN]
2016	813	40.669.224
2017	845	42.269.018
2018	863	43.169.412

2019	869	43.436.586
2020	874	43.708.350
2021	880	43.984.845
2022	885	44.260.530
2023	891	44.552.138
2024	897	44.843.237
2025	903	45.139.195
2026	909	45.440.172

Tabla 25: Proyección de ventas para dos escenarios

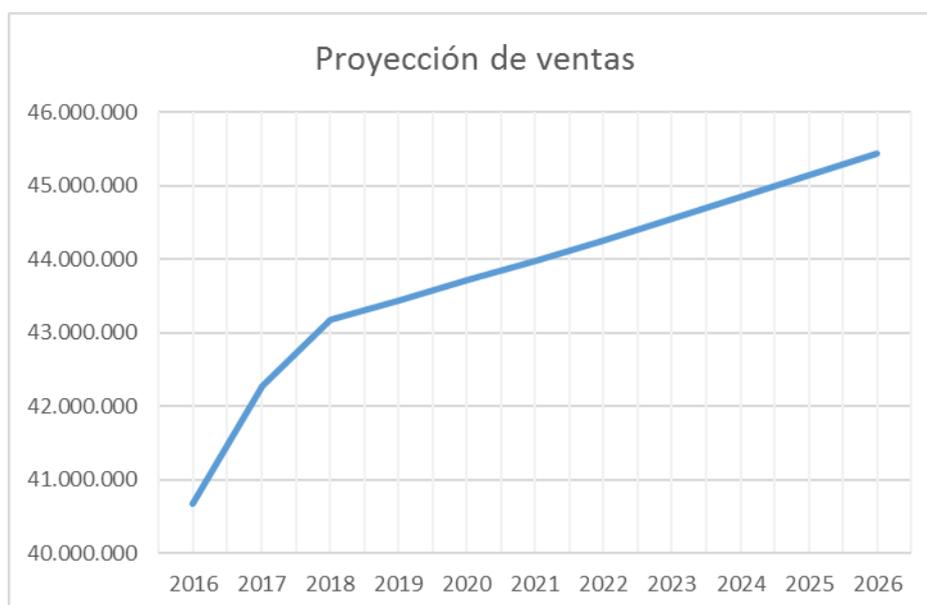


Gráfico 16: Proyección de ventas para dos escenarios

Como puede observarse en el gráfico anterior, las ventas crecen aproximadamente un 12% en 10 años, desde 40,7 a 45,4 millones de dólares de ingreso por ventas anuales.

PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO OBJETIVO

De acuerdo con la producción estimada, 50.000 toneladas anuales, y de la proyección de la demanda interna de biodiesel se estimó cuál va a ser la participación en el mercado local en los próximos años. Para hacer este cálculo se asumió que tanto el corte obligatorio se mantendría constante al igual que nuestra producción.

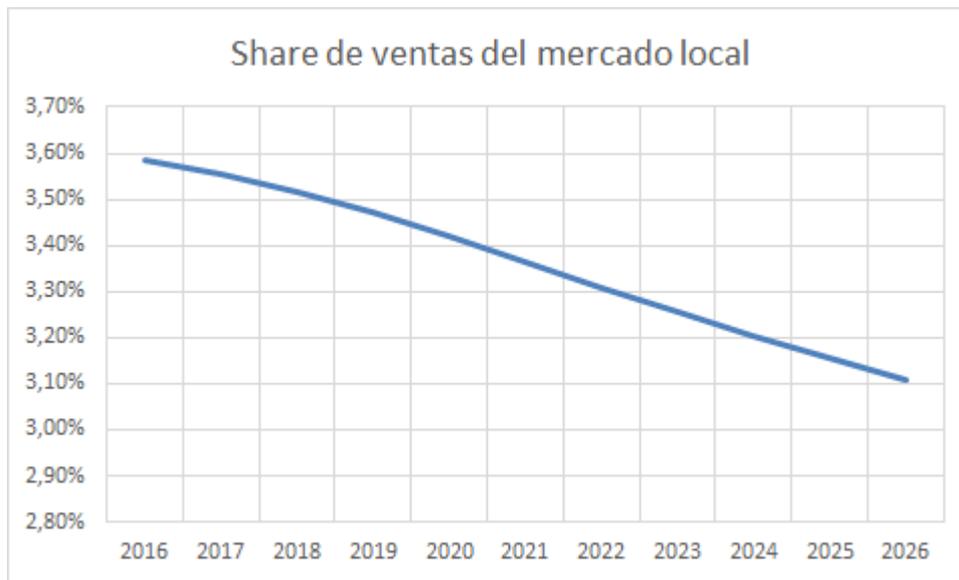


Gráfico 17: Proyección del share de ventas en el mercado local

Como puede observarse, el share de ventas en el mercado local es para el primer año de operaciones del 3,59% y en el año 10 del 3,11%. El share tiene una disminución interanual muy leve. Esto se debe al aumento de la demanda interna de biodiesel y que nuestra producción se va a mantener en 50.000 toneladas anuales, ya que al aumentar esta producción dejaríamos de tener prioridad para las ventas.

FODA

A continuación se realizará un análisis FODA para la empresa.

<p>Fortalezas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Red de contactos de la empresa ● Planta automatizada 	<p>Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Contexto económico más favorable para el sector agroindustrial ● Tendencia hacia los biocombustibles ● Leyes que protegen la industria ● No se depende exclusivamente de un
---	---

	solo producto
Debilidades: <ul style="list-style-type: none"> ● Falta de experiencia en la última etapa del proceso ● Empresa no verticalizada 	Amenazas: <ul style="list-style-type: none"> ● Dificultad de predecir a largo plazo ● Pocos proveedores de metanol ● Competencia creciente ● Dependencia de los precios de los commodities

ANÁLISIS DEL MERCADO DE SUBPRODUCTOS

Glicerina

En la producción de biodiesel, se genera como principal subproducto la glicerina. Por cada kg de biodiesel se generan 0.12 kg de glicerina cruda. La glicerina cruda contiene entre 40 y 88% de glicerina, según el tipo de materia prima que haya sido utilizada para la producción del biodiesel. La glicerina puede ser comercializada como subproducto o tratada como un residuo de la industria. Como subproducto, puede ser vendida cruda, o puede ser purificada y vendida a un mayor precio. Los costos de purificar la glicerina son elevados, por lo que actualmente la inversión requerida para la purificación se justifica únicamente en empresas grandes, que poseen volúmenes de producción que permiten que la venta de glicerina purificada rentable y no así en empresas medianas y pequeñas. Las empresas medianas y pequeñas pueden comercializar la glicerina cruda a empresas que se dediquen a purificarla, obviamente a un precio bastante menor al de la glicerina purificada.

La glicerina purificada tiene múltiples aplicaciones en diversas industrias. En el mercado argentino, la glicerina se emplea principalmente en la industria farmacéutica, en la producción de productos cosméticos y de higiene personal, y en la producción de poliéster, alimentos y bebidas.

La glicerina, además de ser un subproducto de la industria del biodiesel, es un subproducto de la industria del jabón y de la fabricación de propileno. Como la producción de glicerina cruda está directamente relacionada con la producción de biodiesel, un

incremento en la producción de biodiesel implica un incremento en la producción de glicerina cruda. En consecuencia, un aumento en la producción de biodiesel implica un incremento en la oferta de glicerina cruda, generando un descenso en su precio de venta. La oferta de glicerina generada por la producción de biodiesel es mayor a la demanda del mercado interno, con lo cual alcanza para poder cubrir el mercado interno y poder exportar. En 2015, se estima que el mercado mundial de la glicerina alcanzó las 2.2 millones de toneladas producidas.³⁶

En la tabla a continuación, se pueden observar las toneladas exportadas desde Argentina, divididas según el tipo de producto.

Producto / Año	2013	2014
GLICERINA CRUDA	72.891	160.414
GLICERINA REFINADA	100.999	102.220
Total	173.890	262.634

Tabla 17: Exportaciones Argentinas de glicerina años 2013-2014³⁷

A continuación, se muestra el rango de precios FOB de exportación de la glicerina en el puerto de Rosario para el mes de abril de 2016. Se da un rango de precios dado que este abarca todas las exportaciones realizadas en el mes.

Producto	Precio (USD/Ton)
Glicerina Refinada	462,97 – 518,09
Glicerina Cruda	110,23 – 132,28

Tabla 18: Rango de Precios FOB de exportaciones en el puerto de Rosario, Argentina para el mes de Abril de 2016³⁸

Se puede observar que el precio de exportación de la glicerina refinada es más de cuatro veces el precio de la glicerina cruda. A futuro, sería interesante analizar la

³⁶ http://www.magatem.com.ar/index_archivos/Page14314.htm

³⁷ <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/wp-content/uploads/2014/12/4-El-mercado-mundial-de-los-biocombustibles-V%C3%ADctor-Castro.pdf>

³⁸ Reporte de ICIS Chemical Prices del mes de Abril 2016

conveniencia de ampliar la capacidad de producción de la planta para pasar a ser una empresa de categoría “Grande Integrada”, con grandes volúmenes de producción que justifiquen la inversión en las instalaciones requeridas para la purificación de la glicerina cruda.

Expeller

El principal subproducto obtenido del proceso de fabricación del aceite de soja es el expeller o pellets de soja. Este subproducto es la principal materia prima para la fabricación de alimentos balanceados destinados al desarrollo de proteína animal.

El proceso transforma el 82% de los granos de soja en expeller, es decir, si uno procesa una tonelada de granos de soja, obtiene 820 kg de expeller de soja y 180 kg de aceite de soja. El consumo global de carnes a nivel global está creciendo impulsado por el incremento de la población. Esto hace que la demanda de proteína de soja para alimento balanceado suba. A nivel local el precio de la tonelada de expeller de soja en pizarra de la Bolsa de Cereales es el 90% del precio de pizarra de la tonelada de soja.

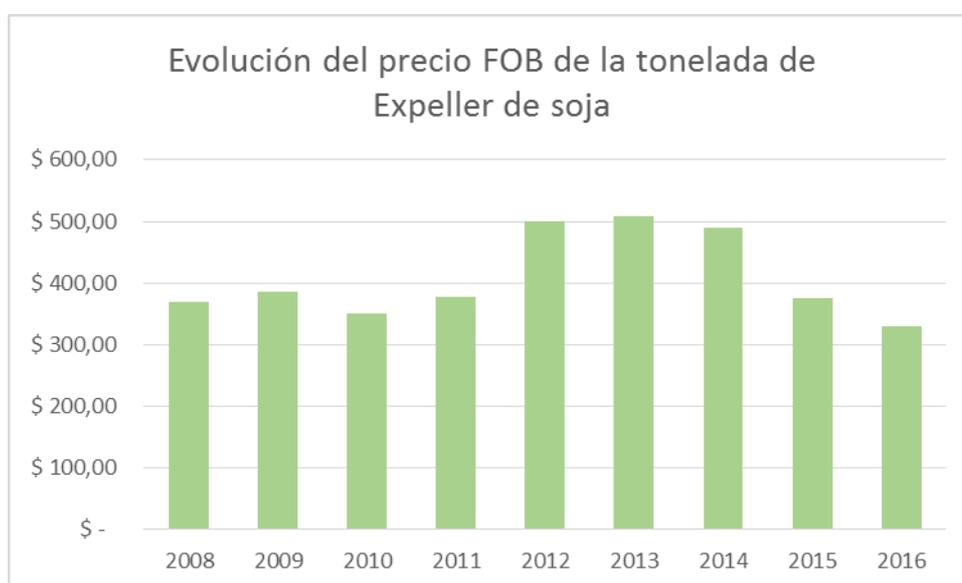


Gráfico 18: Evolución del precio FOB de la tonelada de expeller

Debido a las políticas de cupos internos para la venta local de biodiesel, la opción más viable actualmente es la producción de biodiesel a partir de aceite de soja, es decir, sin integrar la producción de aceite de soja y utilizando este último como insumo. Es por esto que no avanzamos en profundidad en el análisis de este mercado.

Eventualmente podría haber un cambio de contexto y que la demanda de biodiesel global incrementará más de lo estimado, haciendo rentable la escalabilidad de la producción. Este aumento en la producción de biodiesel justificaría el paso a una producción integrada del mismo.

En ese escenario deberíamos analizar el mercado de expeller de soja, y proyectar la demanda global y local del mismo, así como su precio.

MARCO REGULATORIO

Según la ley 26.093 se entiende por biocombustibles al 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.

El combustible diésel utilizado dentro del país debe tener un contenido mínimo de biodiesel. Existen pocos sectores o industrias exentos de esta regulación, como por ejemplo el combustible utilizado en embarcaciones fluviales y marítimas y en minería, entre otros ³⁹. Las empresas encargadas de realizar las mezclas de combustibles fósiles con biodiesel están obligadas a agregar una proporción obligatoria de 10% al total del volumen del combustible fósil gasoil que se comercialice en el Territorio Nacional, aunque el ente regulador puede indicar un porcentaje mayor para determinados sectores si lo considerase conveniente. A su vez, el estado nacional y todas los emprendimientos privados radicados en las cercanías de lagos, lagunas, ríos y parques nacionales (entre otros), utilizarán cortes especiales a determinar por la autoridad reguladora.

Sólo podrán producir biocombustibles las plantas habilitadas a dichos efectos por la autoridad de aplicación, basándose en la calidad de biocombustibles y su producción

³⁹ Artículo 2 - Resolución 56/2012 - Secretaría de Energía

sustentable, para lo cual deberá someter los diferentes proyectos presentados a un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que incluye el tratamiento de efluentes y la gestión de residuos.

Todos los proyectos de radicación de industrias de biocombustibles, gozarán de beneficios siempre y cuando cumplan con ciertos requisitos obligatorios. Estos deben acceder a un cupo fiscal fijado anualmente en la respectiva ley de Presupuesto para la Administración Nacional que es distribuido por el Poder Ejecutivo nacional, priorizando los proyectos que promuevan el desarrollo de pequeñas y medianas empresas, la producción agropecuaria y las economías regionales. Dentro de los beneficios más destacados se encuentra poder destinar el capital correspondiente al pago de IVA e IG para gastos de infraestructura y adquisición de bienes de capital. Si una planta ya habilitada llegase a entrar en incumplimiento de alguna norma establecida por el ente regulador, se le aplicarán sanciones de acuerdo con la gravedad de la infracción. Las mismas van desde penalizaciones monetarias en cantidades de litros de biodiesel al precio de la fecha de la infracción, hasta inhabilitaciones.

Las normas quedan sujetas a modificaciones establecidas por parte del ente regulador. A modo de ejemplo de esto, al sancionarse la ley 26.093 se estableció que el diésel debía tener un corte obligatorio del 5%. Sin embargo, la ley establece que el porcentaje del corte obligatorio puede ser modificado a futuro por la Secretaría de Energía de la Nación. De ese modo fue como el corte obligatorio pasó a ser del 10% en el año 2010, por decisión de la Secretaría de Energía.⁴⁰ Para realizar estas modificaciones, la Secretaría de Energía emite resoluciones que actualizan las anteriores, conteniendo distintos aspectos, como el porcentaje del corte obligatorio.

Para la comercialización de biodiesel en el mercado interno, la Secretaría de Energía de la Nación otorga cupos de comercialización a los distintos productores. Es decir, se divide la demanda local de las distintas refinerías entre los distintos productores, indicando qué cantidad debe comercializar cada uno e incluso a quién debe venderle. Para otorgar estos cupos, la Secretaría de Energía prioriza a los productores pequeños y medianos, debido a que tienen mayores costos de producción, por tener menores economías de escala que las empresas grandes no integradas y las grandes integradas. Se establece que las empresas encargadas de realizar las mezclas de combustibles fósiles con biodiesel deben priorizar a las empresas elaboradoras de biodiesel que cuenten con una capacidad de elaboración anual de hasta cincuenta mil (50.000) toneladas inclusive. En consecuencia, deberán adquirir las

⁴⁰ Artículo 7 - Ley 26.093

cantidades asignadas a dichas empresas, y agotadas éstas, continuar con el resto de las empresas que no cumplan con tales condiciones.⁴¹

Esto implica que para poder comercializar biodiesel para corte de diésel en el mercado interno, hace falta obtener un cupo que otorga la Secretaría de Energía de la Nación, que a su vez establece el precio de venta en el mercado interno⁴², diferenciando según el tamaño de la empresa productora (mayores precios de venta para las empresas más chicas y menores para las más grandes).

PROCESO

Descripción del proceso

El biodiesel es la mezcla de ésteres (metílicos o etílicos) obtenidos a partir de ácidos grasos de origen vegetal. Es posible usar cualquier tipo de aceite para su producción, pero los más empleados son los de soja, colza, palma, etc. En este proyecto se utilizará el aceite de soja para la producción de biodiesel.

El aceite de soja es una mezcla de ácidos grasos saturados y no saturados y algunos otros componentes. Los ácidos saturados están presentes entre un 12 y un 13 % y fundamentalmente son el ácido palmítico y el esteárico. Los ácidos grasos no saturados presentes en el aceite de soja son en orden de importancia el linólico y el oleico (octadecenoico), y en menor proporción el linolénico. También hay una pequeña proporción de carbono 16 y menores.⁴³ La presencia en el aceite de ácidos libres (no glicéridos) es contraproducente, principalmente los fosfátidos (gomas). En lo posible, el aceite a procesar debe estar compuesto exclusivamente por los triglicéridos de los ácidos grasos y tener cantidades mínimas de otros compuestos. El total de ácidos grasos no saturados está en el orden de 86 a 88 %.

⁴¹ Art. 5 - Resolución 56/2012 - Secretaría de Energía

⁴² Cláusula XI - NUEVO ACUERDO DE ABASTECIMIENTO DE biodiésel PARA SU MEZCLA CON COMBUSTIBLES FÓSILES EN EL TERRITORIO NACIONAL - 2012 - Secretaría de Energía

⁴³ Folleto informativo de Ambiental Solutions SA.

Para la producción de biodiesel propiamente dicha, se requiere mezclar un triglicérido (aceite de soja) con un alcohol (metanol), en presencia de un catalizador que acelere la reacción (puede utilizarse soda cáustica o hidróxido de potasio). Mediante la transesterificación se obtiene el Biodiesel. En la transesterificación, se produce la reacción de moléculas de triglicéridos (aceite) con alcoholes de bajo peso molecular (metanol) para producir ésteres y glicerina (principal subproducto del proceso).⁴⁴

En la reacción, el uso del catalizador permite que se mejore la velocidad de la reacción y el rendimiento final, de forma tal que sin la presencia del catalizador no sería posible realizar la reacción en condiciones razonables de presión y temperatura. Los catalizadores pueden ser ácidos homogéneos, ácidos heterogéneos, básicos heterogéneos o enzimáticos. Los más utilizados son los catalizadores básicos homogéneos (NaOH, KOH) dado que actúan de forma más rápida y permiten realizar la reacción en condiciones moderadas.

Existen diferentes métodos para la producción de biodiesel. Los procesos difieren en función de los tipos de reacciones que se realizan (según el tipo de catalizador que se utilice) y las condiciones de presión y temperatura en las cuáles éstas se llevan a cabo.⁴⁵

En relación al tipo de catalizador, el proceso puede ser un proceso base-base, mediante el cual se utiliza un catalizador básico homogéneo (NaOH, KOH). Este tipo de reacción es la más utilizada dado que se produce de forma más rápida y permite realizar la reacción en condiciones moderadas.

Al utilizar un catalizador básico homogéneo, se requiere que tanto el aceite como el alcohol sean anhídridos (< 0,06 %v/v) para evitar que se produzca la saponificación. La saponificación implica la formación de jabones por la reacción de triglicérido con el catalizador básico en presencia de agua. A su vez, la proporción de ácidos grasos libres en los triglicéridos debe ser baja para evitar que se neutralicen y que también se formen jabones.

Para evitar la saponificación, se debe eliminar el agua mediante evaporación en los aceites con altos contenidos de humedad antes de llevar a cabo la transesterificación. Por otra parte, para eliminar los ácidos grasos presentes en los aceites existen dos formas. Como ya fue mencionado, se puede proceder a su neutralización por la reacción con una base en

⁴⁴ <http://www.biodisol.com/biodiesel-que-es-el-biodiesel-definicion-de-biodiesel-materias-primas-mas-comunes/la-produccion-de-biodiesel-materias-primas-procesos-calidad/>

⁴⁵ http://palma.aceitescomestibles.com/index.php?option=com_content&view=article&id=131:procesos-industriales-para-obtener-biodiesel-&catid=1:biodiesel&Itemid=54

presencia de agua, produciendo jabones indeseados. La otra opción es mediante una reacción de esterificación con un catalizador ácido, formando un éster metílico.

De esta forma, es posible realizar primero un proceso ácido-base para luego seguir con el proceso base-base. Este proceso consiste en hacer primero una esterificación ácida y luego seguir con el proceso normal. Tiene la ventaja de permitir la utilización de aceites con alto índice de acidez, reduciendo los costos del aceite requerido para el proceso (permite utilizar aceite de menor calidad).

La reacción de esterificación de ácidos grasos se realiza mayormente a partir del calentamiento de una mezcla de alcohol y del ácido correspondiente con ácido sulfúrico. Los catalizadores utilizados en este tipo de reacción, a diferencia de la transesterificación, son ácidos o enzimáticos y no requieren trabajar a temperaturas elevadas y tiempos de reacción largos.

Por otra parte, existen procesos enzimáticos, donde se utilizan enzimas como aceleradores de la reacción aceite-alcohol. Este proceso no se utiliza en la actualidad dado que tiene altos costos que impiden producir biodiesel en grandes cantidades.

A su vez existen los procesos supercríticos, donde no es necesaria la presencia de un catalizador dado que se realiza a presiones elevadas en las que el aceite y el alcohol reaccionan sin necesidad de que un agente externo actúe en la reacción. Este tipo de proceso implica la necesidad de mayor control sobre las instalaciones, dado que las condiciones son peligrosas en caso de producirse alguna falla.

Por último, existen procesos donde la reacción realizada es ultrasónica. Esto implica que se utilizan ondas ultrasónicas que causan que la mezcla produzca y colapse burbujas constantemente. Esta cavitación proporciona simultáneamente la mezcla y el calor necesarios para llevar a cabo el proceso de transesterificación. De esta forma, se reduce el tiempo de reacción, la temperatura y la energía necesarias para la reacción. De esta manera, el proceso puede realizarse en línea en lugar de en lotes (los anteriores procesos mencionados, si no utilizan cavitación ultrasónica son generalmente realizados en lotes).

A partir de lo explicado anteriormente, el proceso puede realizarse en condiciones normales de presión y temperatura, pudiendo en este caso aplicarse o no una reacción de esterificación al aceite que ingresa al proceso y pudiendo realizarse con un cavitador ultrasónico o con una reacción convencional. Por otra parte, el proceso puede realizarse en condiciones elevadas de presión y temperatura en un proceso supercrítico.

Las alternativas de proceso de producción y de tecnologías requeridas en condiciones normales de presión y temperatura, por ende, son cuatro principalmente (se descarta el proceso supercrítico para evitar condiciones de trabajo riesgosas para la planta y para el personal).

- Alternativa "A": Proceso tradicional sin esterificación previa (en lotes)
- Alternativa "B": Proceso tradicional con esterificación previa (en lotes)
- Alternativa "C": Proceso con cavitación ultrasónica sin esterificación previa del aceite (continuo)
- Alternativa "D": Proceso con cavitación ultrasónica con esterificación previa del aceite (continuo)

Para determinar el proceso productivo y por ende el tipo de tecnología a utilizar en éste proyecto, se realizó una matriz de decisión entre las distintas alternativas, considerando factores deterministas (obligatorios) y factores deseables. Para los factores deseables se estableció una determinada ponderación y luego a partir del valor asignado a cada alternativa se obtuvo la alternativa más conveniente según las características buscadas.

Como factores obligatorio, se consideran la disponibilidad y calidad de los insumos, la disponibilidad de mano de obra y la disponibilidad de repuestos y servicios de mantenimiento. A su vez, debido a la localización elegida para la planta de producción se busca un proceso que no utilice agua para evitar tener que estar cerca de algún río para disponer los efluentes luego de su apropiado tratamiento, dado que esto implicaría estar más cerca de algún puerto. Para las cuatro alternativas propuestas, se tiene disponibilidad y calidad de insumos, disponibilidad de mano de obra y de repuestos y servicios de mantenimiento. Sin embargo, no todos los procesos son en seco, por lo cual este es el factor que se utiliza para descartar o no alternativas.

Como factores deseables para el proyecto se consideraron la flexibilidad de la tecnología, la elasticidad, el espacio y volumen físico, el grado de automatización y los factores económicos.

NECESIDADES			ALTERNATIVAS					
			A	B	C		D	
OBLIGATORIAS	Uso de Agua		Si	Si	No		No	
DESESABLES	Flexibilidad	10			8	80	8	80
	Elasticidad	10			10	100	10	100
	Espacio físico	10			10	100	9	90
	Calidad de MP requerida	40			6	240	10	400
	Costo	20			8	160	6	120
	Automatización	10			10	100	10	100
	TOTAL	100				780		890

Tabla 19: Matriz de decisión para la elección de la tecnología

Las dos alternativas descartadas, además de ser descartadas debido a que utilizan agua, son en lotes y no permiten automatización y alta eficiencia como si lo permiten las opciones C y D. La alternativa D permite un uso de materia prima de menor calidad que la alternativa C, debido al proceso de esterificación previa que se hace al aceite antes de la reacción de transesterificación. Debido a esto, tiene una ponderación de 10, mientras que la alternativa C tiene una ponderación de 6 en ese aspecto (dado que permite ahorro de costos de compra de materia prima). A su vez, al tener proceso extra, el costo de la alternativa D es mayor que el de la C, por lo que la alternativa D tiene menor ponderación que la C en este aspecto. A su vez, requiere mayor espacio, pero la diferencia no es muy grande entre ambas alternativas. En cuanto a la flexibilidad, la elasticidad y la automatización, las alternativas C y D tienen la misma ponderación dado que la reacción de esterificación previa no modifica estos factores. Sin embargo, en comparación con las alternativas A y B, las alternativas C y D presentan diferencias. La automatización es mayor en las alternativas C y D, dado que son procesos continuos frente a procesos batch. La flexibilidad a su vez también es mayor, dado que requieren de menor espacio por lo que pueden ser ampliadas con mayor facilidad.

A partir de la matriz, se optó por la alternativa "D". Esto implica una producción ultrasónica, con una reacción ácido-base previa a la reacción base-base (esterificación previa del aceite). Esto permite realizar una reacción controlada a temperatura y presión menores que las requeridas en un proceso supercrítico, aumentando el rendimiento y disminuyendo los tiempos de reacción. A su vez, la esterificación ácida realizada al aceite al comienzo del proceso permite utilizar aceites con mayor acidez que pueden ser obtenidos a menor costo. De esta manera, se logra un proceso de producción en línea, en condiciones controladas de

presión y temperatura y con una materia prima que puede ser de menor calidad que la requerida en otros procesos, sin disminuir la calidad del producto final. A continuación se describen las principales etapas del proceso de producción.

La reacción de transesterificación del proceso de producción es la siguiente:

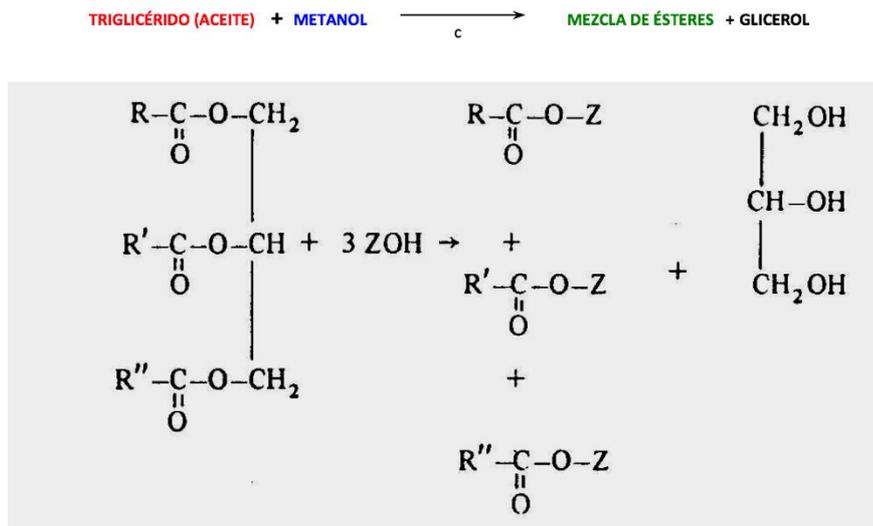


Ilustración 8: Reacción de transesterificación

Esta es la reacción químicamente pura. Sin embargo, y a pesar del tratamiento previo que se le hace al aceite, al reactor de transesterificación pueden ingresar impurezas con el aceite, con el alcohol o con el catalizador. Esto hará que se formen pequeñas cantidades de compuestos indeseados y es la razón por la cual se deben tener sectores adicionales en la planta, a fin de eliminar, reducir o minimizar los compuestos indeseados.

Por otra parte, siempre se usa metanol en exceso, para garantizar que la reacción se produzca en forma completa. Por ello la Planta productiva debe contar con otro sector adicional para recuperar el metanol y poder volver a utilizarlo.

La producción de Biodiesel comienza con la recepción del aceite de soja. Este aceite es transportado generalmente en camiones cisterna, y es descargado mediante mangueras hacia una bomba que eleva el aceite hacia los tanques de almacenamiento. De igual manera se recibe el metanol de manera líquida y es bombeado hacia su respectivo tanque de

almacenamiento. Es importante destacar que las tuberías y conexiones que son utilizadas en estos procesos deben estar contruidos en forma tal que se evite el ingreso de aire.

Luego del proceso que termina en la producción del Biodiesel, este es transportado por tuberías hacia los tanques donde se almacena hasta que es retirado por los camiones. Lo mismo ocurre con la glicerina, subproducto cuya comercialización es de importancia para la rentabilidad del proyecto.

A continuación se puede observar un diagrama de proceso para la producción de biodiesel, donde se encuentran representadas las diferentes etapas del proceso y los ingresos de materia prima, al igual que los egresos de subproductos y del producto final.

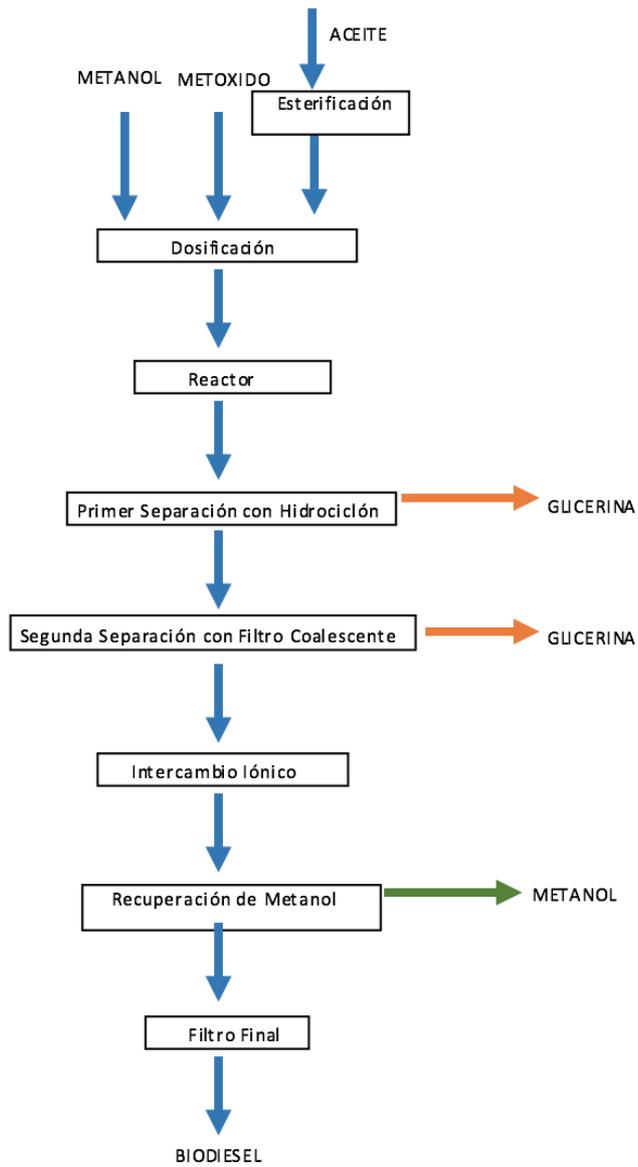


Ilustración 9: Proceso de producción del biodiesel

1) Almacenamiento de materias primas

Los tanques de almacenamiento deben contener suministros de las siguientes materias primas:

- a. Aceite de soja
- b. El catalizador, puede ser de potasio, sodio y se mezcla con metanol formando el metilato. El proceso del catalizador se realiza en forma abierta Los operadores no deben estar expuestos ni al metanol, ni a los materiales catalíticos.
- c. El metanol. Se utiliza en exceso en la reacción, por lo que se recupera metanol al finalizar el proceso y se reutiliza.

2) Esterificación Ácida

En éste módulo, se transforma la acidez de la materia prima en metil-éster. De esta manera es posible utilizar un espectro más amplio de materias primas con una acidez de hasta un 1.5%, permitiendo utilizar aceites de menor costo. La reacción consiste en calentar el alcohol con el aceite en presencia de ácido sulfúrico en exceso (funciona como catalizador), de forma tal de lograr reducir el contenido de ácidos grasos de la materia prima.

3) Módulo de Dosificación

Esta estación realiza la mezcla del catalizador y del metanol. Se incorpora la solución de metóxido que es mezclado con el metanol en la exacta proporción necesaria especificada para el proceso. La medición se hace por un circuito cerrado por cada módulo mediante una computadora. Los parámetros de proceso y las respuestas se hacen en tiempo real y están disponibles en la computadora de control y en sus pantallas los operadores pueden monitorear los flujos y su porcentaje en cualquier momento dado. Las proporciones dosificadoras son medidas usando un flujo predeterminado que se carga con anterioridad en la computadora al momento en que lo almacenado está entrando en el sistema.

4) Estación de secado

El agua, como ya ha sido explicado, es perjudicial para el biodiesel dado que genera jabón, que hace que el combustible sea inestable (saponificación). Por eso, el proceso cuenta con dos estaciones secadoras. La primera estación de secado re-circula y calienta el aceite en vacío para quitar cualquier humedad residual de la materia entrante. La segunda estación de secado, es la unidad de remoción de metanol, ubicada en las etapas finales del proceso.

5) Reactor de transesterificación

Inmediatamente después de la estación de secado la mezcla dosificada de metanol y el catalizador se introduce un tubo especial de mezcla y entonces entran al reactor, donde se produce la reacción con el aceite. El sistema presenta un solo proceso de transesterificación con cavitación de ultrasonido con el cuál se acelera la eficiencia de conversión y se maximiza el rendimiento. El resultado que se logra es gran rendimiento específico y el combustible obtenido es de alta calidad, superando en gran margen las normas de calidad internacional. Las ondas de ultrasonido son aquellas de frecuencia superior a 20.000 Hz, y son inaudibles para el ser humano. En el cavitador ultrasónico, se somete el líquido a ondas ultrasónicas hace que se produzcan compresiones y descompresiones súbitas. Las descompresiones dan origen a pequeñas burbujas que colapsan a continuación (cavitación). Esto produce que en el líquido se produzca una violenta agitación y un subsiguiente mezclado del líquido⁴⁶. De esta manera, se obtiene una mayor velocidad de reacción.

6) La remoción de glicerina

La separación inicial de la glicerina del flujo del producto se hace usando hidrociclones. Los hidrociclones⁴⁷ son una clase de equipos destinados a separar suspensiones líquido – sólido. La suspensión es bombeada bajo presión, y entrando al hidrociclón a través del tubo de alimentación se genera un movimiento de tipo espiral descendente debido a la forma del equipo (forma cónica) y la acción de la fuerza de gravedad. A razón de este movimiento se produce una zona de muy baja presión a lo largo del eje del equipo, por lo que se desarrolla un núcleo de aire en ese lugar. A medida que la sección transversal disminuye en la parte cónica, se superpone una corriente interior que genera un flujo neto ascendente también de tipo espiral a lo largo del eje central del equipo, lo que permite que el flujo encuentre en su camino al vortex (es el tubo de salida de la suspensión diluida) que actúa como rebalse.

Está ubicado directamente después de la reacción de transesterificación. La glicerina es dirigida al tanque de almacenamiento de glicerina y contiene aproximadamente 2 % de metanol. Esta pequeña cantidad ayuda a mantener la glicerina líquida a la temperatura del medio ambiente cuando las temperaturas descienden.

7) Remoción adicional de glicerina

En esta etapa, se remueve a través de filtros partículas remanentes de glicerina antes de enviar el biodiesel a las columnas de lavado.

⁴⁶ <https://www.google.com/patents/WO2011070445A2?cl=es>

⁴⁷ <http://taninos.tripod.com/hidrociclon.htm>

8) El Intercambio de Iones

En este paso, el biodiesel se mueve hacia la torre de intercambio de iones, lo que significa un lavado en seco base del proceso. El objetivo es separar el catalizador y todos los materiales no deseados del biodiesel. Existen distintos métodos, utilizando distintos tipos de resinas. El proceso utilizado por Greenline (proveedor de la tecnología elegida) emplea un sistema de purificación con un material de resina del ion único, llamado Xenolyte 320. La Xenolyte 320 funciona en forma muy análoga a un percolador (fluido que pasa lentamente por un material poroso). La corriente del biodiesel entra en la parte superior del percolador y gotea a través del cilindro de Xenolyte 320. El material activo del Ion en el Xenolyte 320, reacciona con el material no deseado en el biodiesel. La reacción química deja indefenso al catalizador neutral, y el resultado es que ese material se adjunta por si misma al Xenolyte 320, así removiéndolo completamente del biodiesel. El producto final está puro y absolutamente seco. Es necesario reemplazar el Xenolyte 320 aproximadamente en cantidad de 1 tonelada métrica para cada millón de litros de biodiesel procesado. Una vez que el Xenolyte 320 termina su vida útil es neutral, y no tóxico. No es un desecho peligroso, y puede ser usado como sustancia para relleno. El Xenolyte 320 puede ser cambiado sin detener el proceso. Los tanques son instalados en una serie configurada de tal forma que pueden ser rellenos sin parar el proceso. En otras tecnologías, se utilizan resinas que requieren ser tratadas antes de su disposición final, dado que pueden ser tóxicas. El Xenolyte 320 tiene varios proveedores y su costo ronda los 15 U\$S/Ton.

9) Filtro de terminación

El filtro de terminación quita cualquier partícula, aunque sea sumamente fina, que pudiera haber atravesado el procesador. Los filtros son configurados para cada elemento y pueden cambiarse sin parar el proceso.

10) La recuperación de metanol

Seguidamente que el flujo de producto pasa por el módulo de terminación, entra en la unidad de recuperación de metanol. Esto es necesario dado que la reacción utiliza metanol en exceso, y es posible recuperarlo para volver a usarlo. Esta unidad calienta el fluido por sobre 100° C en un sistema de vacío. El flujo se incorpora al tanque por un sistema de spray que a la temperatura de entrada y con el sistema de vacío incorporado permite la recuperación del metanol.

11) Los tanques de almacenamiento

Después de la recuperación de metanol, el biodiesel está listo para venta o almacenamiento. Los parámetros típicos para el almacenamiento del biodiesel requieren mantenerlo a una temperatura por encima de los 3.3° C. El biodiesel por cuestiones de calidad, no puede ser almacenado por más de seis meses, por lo que debería ser consumido antes de este período. Un manto de nitrógeno puede usarse para ayudar a proteger el producto terminado. Pueden ser requeridos tanques calientes si se almacena combustible por largo tiempo, en lugares con una temperatura menor de 3.9° C.

12) Sistema de monitoreo y control de calidad

En cumplimiento de las normas ASTM D 6751 y EN 14214, la tecnología utilizada por el proceso descrito (maquinaria de Greenline) incluye un laboratorio dentro del Procesador que se utiliza para pruebas regulares de biodiesel con fines de control de calidad. Se requiere un técnico de laboratorio que comprueba las muestras con una frecuencia de una vez cada dos horas. La comprobación se realiza sobre un Autosampler Termo electrónico. La muestra es analizada por cromatografía gaseosa (técnica en la que la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna cromatografía), luego del siliatizado con N-metil-N-trimetilsililtrifluoracetamida (MSTFA). El rango de detección de glicerina libre es de 0,005 a 0,05% de masa. La glicerina total es de 0,05 a 0,5% de la masa. La calibración se logra mediante el uso de dos regulaciones internas y cuatro muestras de referencia. Se utiliza además un tester del Punto de Inflamación Pensky Martens y un analizador de humedad. Se requiere que las muestras sean archivadas durante dos meses con fines de auditoría. Además del testeo interno, es posible complementarlo con un sistema basado en Internet por el cual las muestras son escaneadas localmente “in situ” pero son analizadas por computadora en un laboratorio remoto. Este sistema utiliza tecnología infrarroja y los resultados pueden ser transmitidos simultáneamente a diversos destinos. Los datos del análisis pueden ser archivados indefinidamente.

Elección de la Tecnología

Para la elección de la tecnología para el proceso de producción elegido, se evaluaron dos alternativas principalmente. En primer lugar, se analizó un proveedor recomendado por un experto de la industria⁴⁸, Greenline Industries, que se encarga de la fabricación de plantas modulares de producción de biodiesel de escala industrial. En este caso el proveedor se encarga de la fabricación, transporte e instalación de los módulos de producción, brindando una solución integrada. Por otra parte, la otra alternativa evaluada fue obtener las

⁴⁸ Entrevista con el Ing. Jose Luis Martínez Justo, Presidente de Ambiental Solutions S.A.

maquinarias necesarias para el proceso comprando a diferentes proveedores, contratando personal capacitado para la instalación y la puesta en funcionamiento de la planta.

La primera alternativa evaluada implica mayor confiabilidad en la integración entre las distintas maquinarias, dado que son provistas por un mismo proveedor que además se encarga de ensamblarlas. En caso contrario, la segunda alternativa brinda menor confiabilidad en este aspecto, dado que las máquinas serán compradas a distintos proveedores.

Ambas alternativas requieren la compra de tanques de almacenamiento de materia prima y de producto final, al igual que las bombas impulsoras. La cantidad es independiente de la tecnología elegida dado que va a depender de la capacidad deseada para la planta, por lo cual va a ser la misma para ambas tecnologías. Esto mismo ocurre con las máquinas requeridas para el control de calidad, dado que éstas no son provistas por Greenline.

Para poder llevar a cabo el proceso elegido de forma no integrada, sin considerar los tanques y bombas por el motivo ya descrito, se requiere la compra de distintas maquinarias e insumos que se detallan a continuación:

- Tanque de Mezcla
- Secadora
- Cavitador Ultrasónico
- Hidrociclones
- Filtros
- Resina de intercambio iónico
- Recuperador de metanol

Greenline Industries realiza la construcción de la mayoría de los módulos en Nevada, EE.UU, usando procesos industriales de alta tecnología. Sin embargo, actualmente se está comenzando a fabricar gran parte de los componentes requeridos en Argentina (un 70-80% de los módulos). Los componentes que se requieren importar son el cavitador ultrasónico, las resinas de intercambio iónico y los hidrociclones requeridos para la separación de la glicerina del biodiesel. De esta forma, se pueden reducir los costos hasta en un 20%⁴⁹, debido a la reducción de costos de importación.

⁴⁹ Jose Luis Martinez Justo, Presidente de Ambiental Solutions S.A.

La resina de intercambio iónico utilizada por Greenline es la llamada Xenolyte 320, que tiene varios proveedores y puede ser obtenida a un costo aproximado de 15 U\$\$/Ton. A su vez, en caso de llevar a cabo la alternativa de comprar los componentes por separado y ensamblarlos, se podría utilizar para este proceso de intercambio iónico una resina comercializada por la empresa Dow, que tiene características similares a la utilizada por Greenline y también debe ser importada. Esta resina se llama Amberlite BD10 Dry⁵⁰, y al igual que la resina Xenolyte 320, no es contaminante para el medio ambiente, por lo cual una vez que fue utilizada se puede disponer como relleno de suelos. Estas resinas son adecuadas para el uso en un proceso en línea, sin el uso de agua.

El cavitador ultrasónico es donde se produce la reacción de transesterificación. Este es un componente de alta tecnología que debe ser importado dado que no se produce localmente. Un productor importante de esta maquinaria es la empresa alemana Hielscher, que provee de cavitadores ultrasónicos a empresas de distintas industrias en todo el mundo. A su vez, tiene una sede en EE.UU. En este caso, el modelo adecuado para la capacidad que se desea para la planta de producción es el UIP4000⁵¹. Cada una de estas unidades permite producir entre 2 y 4 ton/h de biodiesel, por lo que será necesario utilizar más de una.

Greenline, al producir módulos de producción de biodiesel en mayor escala, puede obtener menores costos de importación de los componentes requeridos. Al no poseer experiencia en el rubro, se decidió que la alternativa más conveniente es la solución integrada provista por Greenline, dado que se garantiza un mejor funcionamiento de las máquinas debido a su ya probada calidad de producción. Por lo contrario, la otra alternativa implica tener que lograr un correcto ensamblaje entre los distintos componentes de diferentes proveedores, por lo cual el riesgo de que el funcionamiento no sea el adecuado es mayor.

En la alternativa elegida, al tener un único proveedor, se tiene mayor dependencia de los servicios de éste y por lo tanto el poder de negociación es bajo. En el caso de comprar los componentes a diferentes proveedores sería posible tener mayor poder de negociación debido a los diferentes proveedores de maquinaria existentes. Sin embargo, el proveedor Greenline tiene una reconocida trayectoria en el rubro con probada calidad de servicio, por lo cual se desestima este factor. Además, se evita tener que negociar y tener que encargarse de la importación de la maquinaria requerida, que suele requerir de diversos permisos y autorizaciones. Además, Greenline se encarga del mantenimiento anual que requieren los

⁵⁰ <https://www.utahbiodieselsupply.com/images/amberlite/amberlite.pdf>

⁵¹ <https://www.hielscher.com>

módulos de producción, capacitando a los operarios y proveyendo de los insumos requeridos.

Greenline Industries es la principal diseñadora y fabricante de tecnología innovadora de biodiesel en el mundo. Posee equipamiento eficiente y sumamente práctico para la operación, con costos de producción y de mantenimiento económicos. Es la única tecnología que por su excelencia ha sido premiada por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América en julio de 2006 (E.P.A.), por su innovador proceso continuo de producción, sin utilización de agua ni emisión de contaminantes al medio ambiente. El agua es muy perjudicial para el biodiesel, dado que ésta produce jabón (saponificación) que es causado en el proceso de transesterificación, lo que genera que el combustible sea inestable. El proceso comercializado por la empresa Greenline es completamente seco (libre de agua y de contaminación de humedad).

Características de la tecnología

La tecnología seleccionada se destaca por las siguientes características:

- bajos costos de operación
- proceso continuo
- totalmente automatizada
- diseño compacto.

Es muy difícil comparar los costos de instalación de esta tecnología con los de una planta con convencional. La segunda requiere una inversión inicial menor. Sin embargo, los mayores costos de los equipos de la tecnología elegida se traducen en una disminución significativa de los costos de producción, debido al gran espectro de calidades de materias primas que pueden utilizarse y a la recuperación total del exceso de metanol utilizado, entre otros factores. El ahorro comparativo con otras tecnologías puede llegar hasta US\$ 70 por ton lo que anualmente da un diferencial de US\$ 3.500.000 para la capacidad que buscará producir la planta en cuestión⁵².

⁵² Jose Luis Martinez Justo, Presidente de Ambiental Solutions S.A.

A modo de referencia, la inversión requerida para producir 11.000 toneladas de biodiesel al año es de US\$2.400.000. La empresa Greenline ofrece distintos formatos según la capacidad requerida y actualmente está instalando una planta productiva en Argentina, lo que abarataría los costos.

En cuanto a la seguridad del proceso, las reacciones se realizan de forma controlada, y es un ciclo completamente cerrado. No es agresivo al medio ambiente por ser un proceso libre de agua y tener la mínima generación de desechos. Este proceso no tiene impacto ambiental dado que los desechos generados pueden ser utilizados como relleno de tierras y no son contaminantes.

El procesador cuenta con un equipamiento que lo hace completamente automático. A su vez, es altamente eficiente por la no utilización de agua. El proceso continuo garantiza la utilización de bajas condiciones de presión y temperatura, contando con un pretratamiento de esterificación. Su proceso de esterificación sin agua extiende la vida útil de los tanques de almacenamiento. A su vez, las plantas son modulares a los requerimientos del usuario y expandibles, por lo que podría expandirse la capacidad deseada sin requerir grandes cambios de infraestructura.

La tecnología de Greenline se utiliza para la producción a nivel comercial de biodiesel en 28 plantas en el mundo, con tecnología de última generación sin uso de agua, flujo continuo y completamente automatizado. Las unidades de producción son modulares y se ensamblan en contenedores para su fácil instalación y transporte. Es una tecnología premiada por la EPA (Agencia de Protección del Medioambiente de EE.UU.) dado que no tiene afluentes o emisiones y a su vez, el combustible producido con este proceso se ajusta a la Normas ASTM 6751 y EN 14214.

La línea XJ-Series, presenta variantes en contenedores de 40 pies con capacidades de producción que van desde 0.5 a 5 Millones de Galones de biodiesel por año por cada módulo (0.5M, 1M, 1,5M, 3M, 5M). Esta línea está garantizada para producir biodiesel de calidad aprobada por ASTN/EN. A su vez, la empresa brinda el soporte técnico necesario, encargándose de brindar la disponibilidad de los repuestos necesarios. Esta característica brinda mayor confiabilidad para la obtención de los repuestos necesarios para mantenimiento. Los módulos requieren de un mantenimiento programado anual para el control de bombas e intercambiadores, que tiene una duración de 5 días (los 360 días restantes los módulos pueden operar sin necesidad de paradas).

La construcción de los módulos se realiza en menos de seis meses, dependiendo el tiempo de la capacidad total de producción deseada. A su vez, los módulos son de rápida

instalación, y son puestos en funcionamiento en fábrica para corroborar su funcionamiento, por lo que son altamente confiables. El diseño estandarizado dentro de un contenedor está aprobado para el embarque internacional.

La construcción modular dentro de contenedores permite una reducción de costos de instalación al igual que una fácil expansión al requerir el agregado de nuevos módulos. Esto brinda una buena flexibilidad en caso de querer ampliar la capacidad de la planta, dado que no hay que cambiar los módulos ya instalados, sino simplemente agregar adicionales requeridos, teniendo en cuenta otros elementos que requieran ser agregados, como pueden ser los tanques de almacenamiento, o modificación de las bombas impulsoras. A su vez, es transportable y fácil de reubicar.

La tecnología en las XJ-Series permite procesar aceites o grasas hasta un 9% FFA (medida de los ácidos grasos libres) o superiores incluyendo esterificación previa. Es decir, que esta tecnología permite utilizar aceites más económicos como materia prima, por lo que no requiere utilizar como materia prima aceites de alta calidad. Este es un factor muy importante a considerar para la localización de la planta de producción, dado que permite ubicarse en la cercanía de productores de aceite de menor calidad. El beneficio es que permite utilizar un aceite de menor costo debido a su menor calidad y a su vez, permite reducir el precio debido a la disminución de costos de transporte.

Al utilizar un proceso seco, se permite utilizar predios para su instalación sin provisión de agua dado que no se requiere su uso para la producción. A su vez, se reducen los costos del estudio de impacto ambiental, dado que no produce afluentes ni emisiones. Al no requerir el almacenamiento de agua o una unidad de tratamiento de afluentes, se reduce la inversión de capital requerida. El proceso seco también permite obtener un biodiesel de mayor calidad, por lo que no se requiere un equipamiento para remover agua del biodiesel.

La resina de intercambio iónico utilizada (Xenolyte 320) es fácil de disponer, ya que no es tóxica como otras resinas utilizadas en otro tipo de tecnologías utilizadas para la producción de biodiesel. Debido a esto, puede ser vendida o usada como relleno de tierras. Esta es una característica muy importante dado que evita tener que realizar un tratamiento a la resina antes de poder desecharla.

Al ser una proceso de flujo continuo, la instalación es de menor tamaño que en una producción por batches. A su vez, esto permite obtener una calidad constante y superior, con menor posibilidad de error humano.

El control y el monitoreo de la tecnología de las XJ-Series puede ser realizado tanto en planta como a distancia. Los módulos son simples de operar y poseen procesos de control automatizado. Un factor importante es que las necesidades de personal en este tipo de tecnología son mínimas. A su vez, los módulos son fáciles de encender y de parar.

El sistema de control consiste de un Software creado especialmente por Greenline, para el control de los procesadores de biodiesel. Se controla desde una consola de control en oficina integrada a la planta en un contenedor, y puede ser controlada a distancia vía internet.



Ilustración 10: Módulo instalado en una planta de producción en Coronel Suarez

Normas de calidad

En cuanto a las normas de calidad de biodiesel se encuentran las ASTM 6751, la EN 14214 y las IRAM 6515-1, que regulan las propiedades de las distintas mezclas de biodiesel en Estados Unidos, Europa y Argentina respectivamente. Si bien el presente proyecto tiene como foco la comercialización en el mercado interno, las diferencias entre las tres normas

no son tan grandes, por lo que estratégicamente conviene ver la posibilidad de cumplir las exigencias de todas, por si en algún momento surja la oportunidad de exportar.

Antes de analizar cada una de estas en más detalle se van a explicar algunos parámetros que se miden en los ensayos establecidos por estas normas⁵³:

- Flash Point: Temperatura mínima a la que combustiona el combustible. Es importante a tener en cuenta cuando se almacena y transporta.
- Cloud Point: A partir de que temperatura se forman en el combustible pequeños cristales. Muy importante a tener en cuenta cuando se trabaja en temperaturas frías para no dañar el motor.
- Viscosidad: Medida de su resistencia a las deformaciones. Es importante a la hora del diseño y tamaño de los motores.
- Cenizas sulfatadas: Compuestos que causan un desgaste prematuro del motor.
- Residuos carbonosos: Indica la tendencia de formar depósitos de carbón dentro de la cámara de combustión lo que puede causar un pre ignición, afectando el rendimiento del motor
- Índice de cetano: Evalúa la calidad de ignición del combustible
- Glicerina libre: Un alto contenido de glicerina dentro del biocombustible el perjudicial ya que puede llegar a bloquear los inyectores.

Normas ASTM 6751

Las normas ASTM 6751 fueron implementadas por el comité D02, un comité especializado de la ASTM cuyos miembros incluyen a fabricantes de biodiesel, refinerías de petróleo, productores de motores, fabricantes de automóviles e instituciones académicas y definen claramente los parámetros que debe cumplir el biodiesel para garantizar la calidad del producto. Estas normas se basan en especificaciones que miden el desempeño del combustible y que aseguran que es apto para el funcionamiento correcto del motor en el cual se quiere usar⁵⁴.

Dentro de estas normas se destacan las siguientes:

⁵³ <http://biodiesel.com.ar/normas-y-estandares-del-biodiesel/2>

⁵⁴ http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPJF09/nelson_spjf09.html

- ASTM D6751-08: Especificaciones sobre las mezclas de biodiesel y detalles sobre cómo funcionará en frío
- ASTM D975-08a: Especificación para el fueloil para los motores diésel ahora permiten hasta un 5% de biodiesel. El B5 (es decir una mezcla de fueloil con 5% de biodiesel) se puede tratar de la misma manera que el fueloil convencional a la hora de realizar ensayos.
- ASTM 7467-08: Especificaciones sobre los combustibles que van de B6 a B20 ⁵⁵

Estas normas ayudan tanto a los productores de biodiesel, ya que crea igualdad de condiciones, y los requerimientos que deben cumplir sus productos están claramente definidos, como a los fabricantes de motores, ya que se aseguran que los motores van a poder funcionar con mezclas de hasta B20. Dentro de las especificaciones para cada mezcla de biodiesel, la ASTM determina varias propiedades del combustible, de los cuales se destacan el análisis del "flash point" y el análisis de su viscosidad cinemática (que es el cociente entre su viscosidad y su densidad) Además, les informa a los usuarios que es lo que pueden esperar de cada mezcla de biodiesel.

A continuación se presentan dos tablas. La primera muestra de manera detallada todas las especificaciones que debe cumplir el B100 según la norma ASTM 6751, el método que se usa para determinarlo, los límites establecidos y las unidades. La segunda es una comparación entre las propiedades del B100 y las del diésel común y las unidades en que estos parámetros se miden⁵⁶.

⁵⁵ http://www.afdc.energy.gov/fuels/biodiesel_specifications.html

⁵⁶ <http://www.crimsonrenewable.com/biodiesel-specifications.pdf>

	Test Method	Limits	Units
Water and Sediment	ASTM D2709	0.05 max	% volume
Kinematic Viscosity @ 40° C	ASTM D445	1.9 - 6.0	mm ² /s
Sulfated Ash	ASTM D874	0.02 max	% mass
Sulfur			
S 15 Grade	ASTM D5453	0.0015 max	% mass
S 500 Grade	ASTM D5453	0.05 max	% mass
Copper Strip Corrosion	ASTM D130	No 3 max	
Alcohol Content (One of the following must be met)			
Methanol Content	EN 14110	0.20 max	% volume
Flash Point, Closed Cup	D93	130 min	° C
Cetane Number	ASTM D613	47 min.	
Cloud Point	ASTM D2500	Report to Customer	° C
Carbon Residue	ASTM D4530	0.05 max	% mass
Acid Number	ASTM D664	0.50 max	mg KOH/g
Free Glycerin	ASTM D6584	0.02	% mass
Total Glycerin	ASTM D6584	0.24	% mass
Phosphorus	ASTM D4951	10 max	ppm
Vacuum Distillation End Point	ASTM D1160	360 ° C max	° C
Oxidative Stability	EN 14112	3 min	hours
Cold Soak Filtration	Annex to D6751	360 max	seconds
Calcium & Magnesium (combined)	EN 14538	5 max	ppm
Sodium & Potassium (combined)	EN14538	5 max	ppm

Tabla 20: Especificaciones a cumplir por el B100 según la norma ASTM 6751

Fuel Property	Diesel	Biodiesel	Units
Fuel Standard	ASTM D975	ASTM D6751	
Lower Heating Value	~129,050	~118,170	Btu/gal
Kinematic Viscosity @ 40° C	1.3 - 4.1	1.9 - 6.0	mm ² /s
Specific Gravity @ 60° C	0.85	0.88	kg/l
Density	7.079	7.328	lb/gal
Water and Sediment	0.05 max	0.05 max	% volume
Carbon	87	77	wt. %
Hydrogen	13	12	wt. %
Oxygen	0	11	
Sulfur	0.0015	0.0 to 0.0024	wt. %
Boiling Point	180 to 340	315 to 350	° C
Flash Point	60 to 80	130 to 170	° C
Cloud Point	-15 to 5	-3 to 12	° C
Pour Point	-35 to -15	-15 to 10	° C
Cetane Number	40 to 55	47 to 65	
Lubricity SLBOCLE	2,000 to 5,000	>7,000	grams
Lubricity HFRR	300 to 600	<300	microns

Tabla 21: Comparación de propiedades del biodiesel y diésel

Norma EN 14214

Debido al uso creciente del biodiesel en Europa, fue necesario reglamentar ciertos requerimientos mínimos que debe cumplir para su correcto funcionamiento. Por lo tanto, se crearon las normas EN 14214, que serían el equivalente de las normas ASTM pero en Europa⁵⁷. El biodiesel es el único biocombustible que tiene normas provistas por el CEN (European Committee for Standardization), lo que indicaría su mayor importancia frente al resto de los biocombustibles. Las ventajas de esta estandarización son que incrementa la compatibilidad de los productos, promueve la seguridad, el conocimiento técnico común y provee una referencia para el mercado. Según el CEN, estas normas proveen un "grado de orden óptimo".

Las normas EN 14214 son válidas para todos los miembros de la UE y reemplazo las normas previamente existentes en algunos de los países. Sin embargo, Alemania continúa usando sus propias normas, las AGQM, que tienen unos requerimientos un poco más exigentes que las normas para el resto de los países.

Los objetivos principales que se buscan al aplicar esta estandarización del biodiesel son los siguientes:

- Evitar daños en motores
- Unificar las características de los distintos biocombustibles
- Definir los requerimientos mínimos
- Definir las variaciones de calidad permisibles.

Al igual que con las normas ASTM, se realizan experimentos para determinar las propiedades más importantes de cada tipo de biodiesel. A continuación se muestra una tabla con las propiedades requeridas, las unidades, el método a utilizar y los valores aceptados. Por una cuestión de practicidad se muestra una versión reducida de la misma⁵⁸.

⁵⁷ <https://www.biofuelsystems.com/biodiesel/specification.htm>

⁵⁸ https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/biofuel_marketplace_biofuel_standards_for_transport_in_the_eu.pdf

Property	Unit	Minimum	Maximum	Test Method
Ester Content	% (m/m)	96,5	-	prEN 14103
Density at 15 °C	kg/m ³	860	900	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Viscosity at 40 °C	mm ²	3,5	5,0	EN ISO 310
Flash Point	°C	Above 101	-	ISO / CD 3679
Sulfur Content	mg/Kg	-	10	-
Carbon Residue (10% Bottoms)	% (m/m)	-	0,3	EN ISO 10370
Cetane Number	-	51,0	-	EN ISO 5165

Tabla 22: Especificaciones a cumplir por el B100 según la norma EN 14214

Normas IRAM 6515-1 Biodiesel

Anteriormente se analizaron las normas ASTM 6751 y EN 14214 que en conjunto forman el estándar internacionalmente aceptado para el biodiesel. Estas normas son importantes ya que sirven de guía para el resto de los países. Sin embargo, es importante analizar también las normas IRAM 6515-1, ya que son las que tienen vigencia en Argentina.

Como se mencionó anteriormente, las normas establecen una calidad mínima que debe tener el combustible para poder ser comercializado, ya que de lo contrario causa problemas en los motores. Los procesos que garantizan una buena calidad del combustible son la remoción de la glicerina, metanol, y catalizador. Esto se hace para que el combustible tenga determinadas características que le permitan funcionar adecuadamente

La norma IRAM en Argentina tuvo como antecedentes a las ASTM y EN para su formación. Esto se va a observar más adelante, ya que los requisitos que pide la norma Argentina son en general, los requisitos más estrictos entre ASTM y EN. Como en el caso de Estados Unidos, hubo varios agentes que participaron en la elaboración de estas normas, como empresas, gobiernos provinciales y nacionales, institutos educativos y otros representantes de las industrias como la Cámara de Representantes de fábricas de automotores.

Los requisitos exigidos por las normas IRAM 6515-1 son:

- Pureza

- Densidad y viscosidad
- Punto de inflamación
- Contenido máximos de azufre, agua, impurezas sulfatadas, metanol libre, glicerina libre, yodo y residuos carbonosos
- Número cetano
- Contenido mínimo de grado de lubricidad

A continuación y a modo de resumen se presenta una tabla que compara las normas ASTM 6571, EN14214 e IRAM 6515-1⁵⁹.

	Europea	USA	Argentina
Norma	EN 14214	ASTM D-6751 ⁽¹⁾	IRAM 6515
Fecha	2003	Dic./01	Oct/01
Densidad 15°C g/cm ³	0.86-0.90	-	0.86-0.9
20°C			
Viscosity 20°C cSt			
40°C	3.5-5.0	1.9-6.0	3.5-5.0
Punto Ignición °C	≥ 120	≥ 100	
POFF verano °C		-	
invierno		-	
PE verano °C		-	
invierno			
Azufre total %P	10 mg/kg	≤ 0.05	10 mg/kg
CC 100% %P		≤ 0.05	
10% res. destilado	≤ 0.3		≤ 0.3
Ceniza sulfat %P	≤ 0.02	≤ 0.02	≤ 0.02
Cenizas %P		-	
Agua mg/Kg	≤ 500	≤ 0.05%	≤ 500
Impureza total mg/Kg	≤ 24	-	≤ 24
Corrosión-Cu 3h/50°C	1	< N° 3	1
Número Cetano	≥ 51	≥ 40	≥ 50
N° Neutralización mgKOH/g	≤ 0.50	≤ 0.80	≤ 0.50
Estabilidad Oxidación 110°C h	6		6
Metanol %P	≤ 0.20	-	≤ 0.20
N° Saponificación mg KOH/g			
Contenido Esteres %P	≥ 96.5 ⁽⁸⁾	-	≥ 96.5 ⁽⁸⁾
Triglicérido %P	≤ 0.2	-	≤ 0.2
Diglicérido %P	≤ 0.2	-	≤ 0.2
Monoglicérido %P	≤ 0.8	-	≤ 0.8
Glicerina combinada %P			

⁵⁹ http://www.acsoja.org.ar/images/cms/contenidos/439_b.pdf

Tabla 23: Comparación entre normas IRAM, EN y ASTM

INGENIERÍA

Balance de línea

La selección de la capacidad de la planta está ligada principalmente a la asignación de volumen de ventas por parte del gobierno, la cual será una incógnita hasta que haya sido presentado y aprobado el ante proyecto.

La tecnología elegida tiene una capacidad de 17.000 toneladas de biodiesel anuales por módulo productivo, funcionando las 24 horas durante 360 días, y dejando 5 días para tareas de mantenimiento (control del estado de las bombas e intercambiadores de calor). Existen formatos de mayor capacidad, pero es recomendable adquirir varios módulos para garantizar un mínimo nivel de producción en caso de desperfectos. Por otra parte, cabe aclarar que el funcionamiento continuo no representa un desgaste significativo para la máquina, por lo que no hay razón para establecer períodos de inactividad.

El objetivo establecido es ser una planta no integrada, por lo que la máxima cuota posible a recibir es de 50.000 toneladas anuales. Se establecerá un escenario optimista, en donde se recibe un permiso por el monto anual mencionado.

En consecuencia, la planta de este proyecto contará con tres módulos productivos, los cuales funcionarán las 24 horas del día, 360 días al año, dejando 5 días para las tareas de mantenimiento, a realizar por los propios operarios, los cuales deben haber sido previamente capacitados para dichas tareas. En caso de que la asignación gubernamental sea menor, deberá reevaluarse el número de módulos a utilizar.

Ahora bien, resulta conveniente hablar en términos de días para poder analizar las políticas de stocks. La planta en su totalidad es capaz de producir 141,47 toneladas diarias del biocombustible. Analizando el proceso a grandes rasgos, con 1 tonelada de aceite de soja y 0,1 toneladas de metanol, se obtienen 1 ton de biodiesel y 0,1 toneladas de glicerina. En la práctica suele agregarse un exceso de 40 por ciento de metanol para asegurar la correcta mezcla, es decir 0,14 toneladas por cada tonelada de biodiesel que se producirá, pero el mismo es recuperado en su totalidad.

Balance de masas	[Tn]
Aceite de soja	1
Metanol	0.1
Biodiesel	1
Glicerina	0.1
Catalizador	0.0012

Tabla 24: Balance de insumos y productos

Como regla general, en la industria se toman 10 días de stock tanto para el aceite de soja como para el biodiesel. Esto es principalmente para protegerse contra el desabastecimiento de la materia prima principal y contra el retraso en el despacho del producto final.

En cuanto al metanol, la política usual es de entre 10 días. El número resulta ligeramente mayor ya que existe solo un productor directo de gran importancia (YPF).

A continuación, se detallan las capacidades reales de los tanques de la planta, a modo de demostrar que el cumplimiento de las políticas de stock es factible:

Elemento	Capacidad [m3]	Cantidad	Capacidad Total [m3]	Capacidad Total [Tn]	Capacidad [Días de Stock]
Tanque Aceite	248.87	8	1990.98	1831.7	12.9
Tanque Biodiesel	248.87	8	1990.98	1685.1	11.9
Tanque Glicerina	53.01	2	106.03	133.6	9.4

Tanque Metanol	248.87	1	248.87	197.1	13.86
----------------	--------	---	--------	-------	-------

Tabla 25: Capacidades de los tanques de almacenamiento

Cabe aclarar que si bien los tanques están dimensionados para los volúmenes mostrados en la tabla anterior, los mismos no suelen usarse en su capacidad máxima por cuestiones de seguridad. Es por eso que se encuentran ligeramente sobre dimensionados. Los mismos serán cargados o descargados únicamente en los turnos mañana y noche. Todos los tanques tienen una altura de 7,5 metros, a excepción de los de metanol, cuya altura es de 5 metros.

Por otro lado, la planta establece según la cuota que debe venderle a cada refinería, los períodos de entrega, principalmente en base a las necesidades de la refinería. Si la refinería se encuentra a distancia relativamente cortas (viajes de menos de un día), se realizan los viajes diarios que sean necesarios. Si las distancias son mayores, se asigna una flota que viajará como máximo dos veces por semana. Por esta razón es de vital importancia contar siempre con un mínimo nivel de stock.

A modo de resumen se muestran a continuación los volúmenes manejados anualmente.

Material	Requerimiento/Producción [Tn/Año]
Aceite de soja	50.000
Metanol	5.000
Catalizador	59
Biodiesel	50.000
Glicerina	5.000

Tabla 26: Volúmenes anuales de insumos y productos

Puesta en Marcha

Lo pasos indispensables para poner en actividad la planta incluyen desde actividades de desarrollo de proyecto hasta construcción de infraestructura. En primer lugar, es fundamental el armado y la presentación del ante proyecto, ya que sin la aprobación del mismo el proyecto no sería otra cosa que una planta clandestina según lo establece la Ley Nacional. Por otro lado, también es necesario destacar que una vez aprobado el ante proyecto, se debe que aprobar por una inspección a cargo del ente regulador para poder iniciar las actividades.

A continuación se muestran los principales hitos necesarios para la puesta en marcha de la planta:

- Conseguir habilitación del proyecto y asignación de tasa productiva, mediante la presentación del ante proyecto
- Compra o alquiler del terreno donde se instalara la planta
- Compra de maquinarias
- Alisamiento del terreno si fuese necesario
- Construcción de infraestructura (galpón, red eléctrica, maquinarias)
- Contratación de personal
- Capacitación del personal
- Equipamiento de seguridad
- Equipamiento tecnológico y de oficinas general
- Habilitación de la planta por parte de los organismos de control
- Establecer políticas logísticas con los clientes y proveedores

Por otra parte, la puesta en marcha del proceso no presenta tiempos de set up ni mermas considerables, lo que evita tener un costo adicional al inicio de la operación.

Para poder lograr una puesta en marcha más rápida y con una menor cantidad de errores, es necesario tener el asesoramiento de un ingeniero con experiencia en plantas de Biodiesel, ya que esta persona está capacitada y ya sabe cuáles son los errores más comunes

de los proyectos de Biodiesel. Esta persona debe estar capacitada también para realizar la instalación de la maquinaria necesaria.

Como es una actividad muy específica y de una sola vez, no es necesario que sea de la zona, sino que es posible que venga de una localidad más alejada y se le abonen los gastos necesarios para que se hospede durante el tiempo de la puesta en marcha de la planta.

Análisis Renovación de Equipos

La empresa proveedora Greenline garantiza una vida útil de aproximadamente 20 años para sus equipos sin un esfuerzo adicional a las tareas de mantenimiento programadas. Por lo tanto, a fines de este proyecto, no se debería tener que realizar una renovación de los módulos productivos.

Una vez al año, la planta debe realizar una parada de 5 días. A grandes rasgos, se deben controlar las bombas, las bridas y los intercambiadores. Estas tareas serán realizadas por los mismos operarios, los cuales recibirán la capacitación correspondiente y los repuestos que fuesen necesarios por parte de la empresa que comercializa los módulos productivos (Greenline).

Tratamiento de desperdicios

El único output relevante del proceso a parte del biodiesel es la glicerina. Esta se va almacenando en tanques y luego se vende como materia prima principalmente a fábricas de jabones y otros productos cosméticos. En Argentina hay dos empresas que compran el mayor porcentaje de la glicerina de calidad (que es la que se produce con la tecnología utilizada en esta planta) para hacer glicerina farmacopea. Por otra parte, hay varios exportadores de la misma. Sin importar quien se la venda, la misma se retirara por la de planta y a un valor aproximado de 100 US\$ por tonelada⁶⁰.

Como se explicó en la sección de procesos, la tecnología elegida no tiene ningún tipo de desperdicio nocivo para el medio ambiente. Solo se produce una pequeña cantidad de resina no contaminante. La misma puede ser utilizada como relleno de suelos.

⁶⁰ Jose Luis Martin Justo, Presidente de Ambiental Solutions S.A

LAY OUT Y SUMINISTROS

Lay-out e instalaciones

A continuación se detallan todos los elementos que componen el lay out de la planta junto con sus características:

- Dársena de recepción de aceite y despacho de glicerina
- Dársena de recepción de metanol y metilato y despacho de biodiesel
- Senderos de circulación para camiones
- Estructuras tipo galpón (2)
- Tanques de almacenamiento de materias primas, subproductos y productos (23)
- Módulos productivos (3)
- Laboratorio equipado con:
 - Analizador de humedad
 - Tester de Punto de inflamación de Penski Martens
 - Auto Sampler Termoelectrónico
- Bombas centrífugas (10)
- 2 Piletas de recuperación API (1m x 2,3m x 13m)
- Caldera de aceite de 800.000 KCAL
- Válvulas y otros elementos controladores
- Conexiones mediante caños galvanizados de 3''
- Conexión a la red de corriente que garantice una alimentación de 1200 KVA
- Baño operarios

Las características de los tanques de almacenamiento se detallan en la siguiente tabla:

Contenido	Cantidad	Diámetro [m]	Altura [m]
Aceite de soja	8	6.5	7.5
Biodiesel	8	6.5	7.5
Glicerina	2	3	7.5
Metilato	1	6.5	7.5
Metanol	1	6.5	7.5
Metanol recuperado	1	3.7	7.5
Metanol intermedio	1	6.5	7.5

Tabla 27: características de los tanques de almacenamiento

La planta contará con 10 bombas, las cuales deberán tener una potencia de 3 HP y una capacidad de 30.000 litros por hora. La funcionalidad de los distintos cuerpos bombeantes se detallan a continuación:

1. Bombear el aceite de soja recibido, desde los camiones hasta los tanques de almacenamiento.
2. Bombear el metanol recibido desde los camiones hasta los tanques de almacenamiento.
3. Bombear el metilato recibido, desde los camiones hasta los tanques de almacenamiento.
4. Bombear el metanol desde el tanque de almacenamiento al tanque intermedio.
5. Bombear el metanol desde el tanque intermedio hasta el módulo de producción.

6. Bombear el metilato desde el tanque de almacenamiento hasta el módulo de producción.
7. Bombear el aceite de soja desde los tanques de almacenamiento al módulo de producción.
8. Bombear el metanol desde el tanque de recuperación hasta el tanque de almacenamiento.
9. Bombear biodiesel desde los tanques de almacenamiento hasta los camiones.
10. Bombear glicerina desde los tanques de almacenamiento hasta los camiones.

A continuación a modo ilustrativo, se presentan los planos de los módulos productivos:

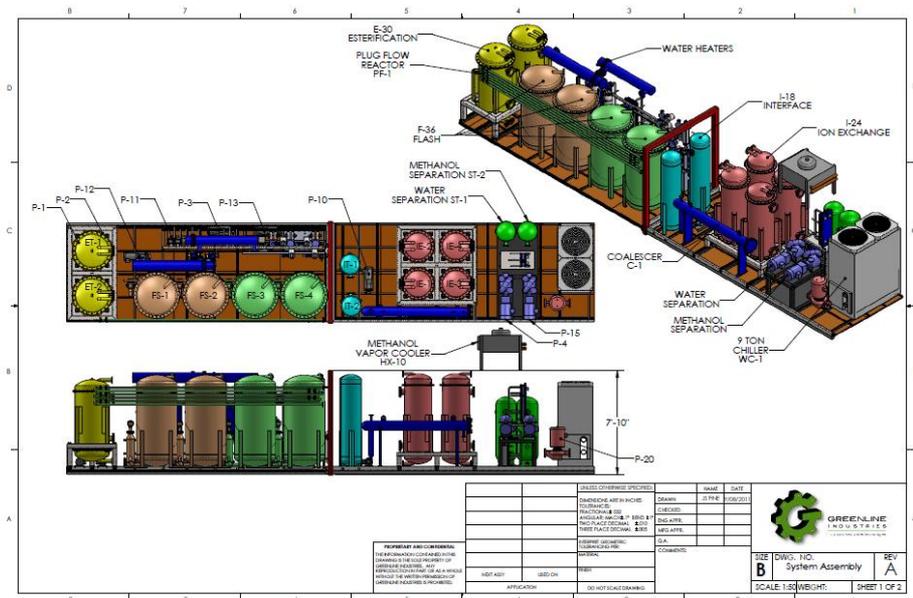


Ilustración 11: Esquematización de las partes que componen al módulo productivo

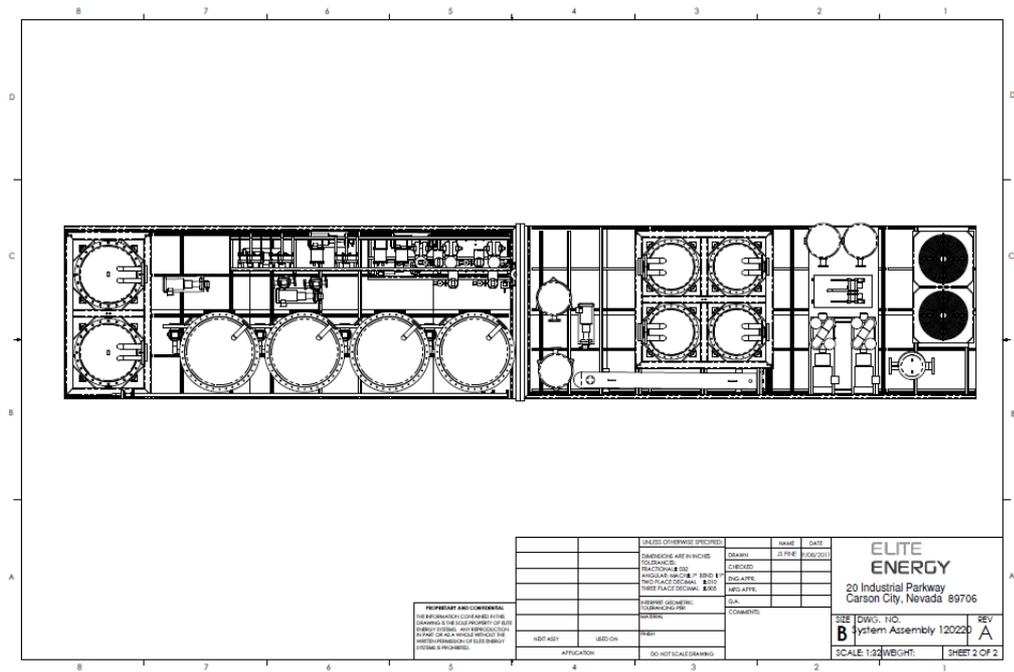


Ilustración 12: Vista superior del módulo productivo

A continuación se presenta es plano de la planta, junto con las cotas de distancias que se deben cumplir según las normas de seguridad establecidas por la legislación.

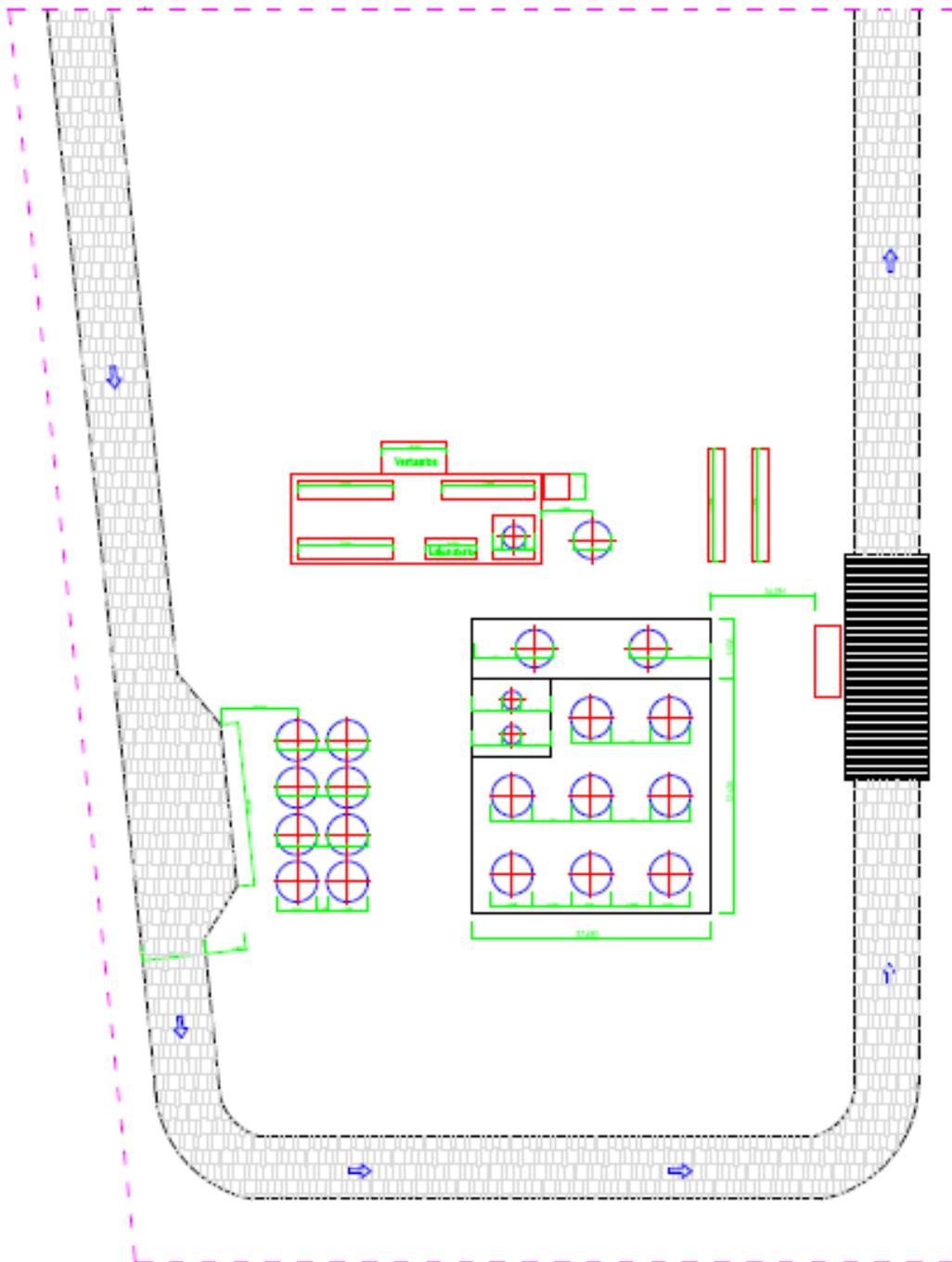


Ilustración 13: Lay Out

Equipos de control de calidad

Para asegurarse que el biodiesel que se produce sea capaz de cumplir con las normas expuestas anteriormente se utilizan varios equipos que controlan la calidad del producto final. Estos realizan distintas pruebas sobre el biodiesel para determinar sus características. A continuación, se analizarán con mayor detalle los equipos de mayor relevancia.

Tester del Punto de Inflamación Pensky Martens

Tal como lo indica el nombre de la máquina, esta está diseñada para medir el punto de inflamación del biodiesel. El punto de inflamación es la temperatura necesaria para que la sustancia comience a arder y se mantenga la llama aun cuando se retire el calor exterior. No se lo debe confundir con el “flash point”, que es en cambio la temperatura a la cual los gases comienzan a combustionar pero si se saca la fuente externa de temperatura estos se apagan devuelta. Este último tiende a ser menor que el punto de inflamación.

Para realizar este experimento se debe calentar la muestra lentamente y aplicar una pequeña llama en la superficie del fluido. El punto de inflamación ocurre cuando la temperatura es tal que la llama inflama los vapores de la muestra. Para que las mediciones se puedan utilizar es necesario tomar varias precauciones. En primer lugar, obtener la muestra según el método D 4057 de la ASTM. En segundo lugar, no se debe guardar las muestras en recipientes plásticos, ya que los gases pueden escapar de estos, dando como resultado un punto de inflamación exageradamente alto. En tercer lugar, es muy importante no calentar la muestra a una temperatura mayor a 17 grados centígrados por debajo de su punto de inflamación esperado cuando se la manipula, ya que puede resultar peligroso⁶¹.

A continuación se muestra una imagen de un equipo capaz de medir el punto de inflamación de 12 muestras automáticamente.

⁶¹http://www.sofofa.cl/ambiente/agenda%20ambiental/ResiduosPeligrosos/Copa_Cerrada_Pensky_Martens_EPA_1010.pdf



Ilustración 14: Tester de punto de inflamación de 12 muestras automático

Las especificaciones técnicas de dicho equipo se muestran a continuación⁶²:

Rango de aplicación	hasta 405°C (°C/°F seleccionable)
Ignición	Gas y eléctrica (intercambiable)
Refrigeración	Aire forzado incorporado (ventilador)
Detección de inflamación	Termopar
Temperatura de la muestra	Sonda de vidrio Pt100
Corrección de la presión barométrica	Corrección automática
Seguridad.	Protección para sobrecalentamiento, cierre automático, sistema para extinción de incendios
Interfaces	Depende de la configuración de PC
Alimentación eléctrica	115 V/230 V, 50 Hz/60 Hz, 1000 W
Dimensiones	900 mm x 490 mm x 620 mm (ancho x profundidad x alto)
Peso	35 kg

Tabla 28: especificaciones del tester de punto de inflamación.

De las especificaciones técnicas se observa que este equipo es capaz de funcionar en Argentina ya que la alimentación eléctrica es compatible a la que hay en nuestro país y hasta un rango de 405 grados centígrados, que es mucho mayor que el punto de inflamación del

⁶² <http://www.anton-paar.com/mx-es/productos/detalles/controlador-del-punto-de-inflamacion-pensky-martens-con-cambiador-de-muestras-pma-4-sc/>

biodiesel que es levemente superior a 130 grados. Por lo tanto cumple con los requisitos mínimos para su funcionamiento.

Analizador de humedad

Este equipo es un analizador de humedad coulombimétrico, específicamente diseñado para medir la cantidad de agua presente en el biodiesel. Como se mencionó anteriormente, es mejor que el combustible tenga la mínima cantidad de agua posible. Por esto, las normas establecen una cantidad máxima permitida de agua, y es este equipo el que determina que cantidad hay en la muestra para evaluar si se puede comercializar o no.

El método consiste en hacer reaccionar yodo con el agua presente en el biodiesel. Mediante la reacción de Karl-Fischer, el yodo reacciona con el agua formando distintos compuestos. Este proceso ocurre cuando se efectúa una electrólisis, en la que el yodo absorbe 2 electrones. Como en la reacción la proporción entre yodo y agua es 1:1, se sabe que por cada mol de agua que reacciona se necesitan 2×96500 coulombios. Por lo tanto se puede calcular la cantidad de agua presente en la muestra sabiendo la electricidad usada para la electrólisis. Las principales ventajas de este método es que es barato, simple y muy preciso⁶³.

A continuación se muestra un equipo Mitsubishi Chemical CA-200 que puede analizar la humedad en diversos combustibles y biocombustibles, como así también las diferentes opciones que se tienen de estos equipos (volumétrico y/o coulombimétrico).

⁶³ <http://www.icy.cl/documentos/pdf/ca-200.icy.cl.humedad.pdf>



Ilustración 15: analizador de humedad

A continuación, se muestra la tabla de especificaciones provista por Mitsubishi que produce estos equipos⁶⁴.

⁶⁴<http://pdf.directindustry.com/pdf/mitsubishi-chemical-analytech/ca-200-kf-200/62488-445935.html#open>

Measurement method	Coulometric Karl Fischer titration, 2-channel simultaneous measurement (option)
Control method	Constant current pulse time control
Detection method	Constant current polarization potential difference
Electrolysis current	430 mA
Titration rate	Avg. 2.2 mgH ₂ O/min (36 μgH ₂ O/sec)
Background	Automatic correction, constant display, background display at start of measurement
Measuring range	10 μg to 100 mg H ₂ O
Detection sensitivity	0.1 μg H ₂ O
Accuracy	Up to 0.3% RSD at 1 mg or more (n=10)
Stirring method	Magnetic stirrer
Titration cell	Volume: 150 ml
Display	5.7-inch color liquid crystal monitor (LED back light)
Calculation functions	Calculation of concentration, statistical calculation, recalculation
Printer	Built-in thermal printer
Vaporizer operating functions	Temperature range of VA-200, VA-210 or VA-236S, (stepped temperature control available for each vaporizer)
External I/O	Electronic balance : Automatic weight input USB memory port : Storage of measurement results, import/export of settings Computer: RS-232C interface (option)
Additional functions	GLP support function, help function, detection electrode conditioning
Operating environment	Temperature: 5-40°C Relative humidity: Up to 85% with no condensation of moisture
Power supply	AC100-120 V, 220-240 V, 50/60 Hz
Power consumption	AC100-120V, 80 VA; 220-240 V, 310 VA
External dimensions	Main unit: Approx. 330(W)×320(D)×148(H) mm Stirrer: Approx. 120(W)×180(D)×148(H) mm
Weight	Main unit: Approx. 5 kg Stirrer: Approx. 1 kg

Tabla 29: especificaciones de los analizadores de humedad Mitsubishi

Al igual que el equipo anterior, este también cumple con los requisitos básicos para poder ser usado en nuestro país. Sin embargo, este equipo debe estar en un ambiente con temperaturas entre 5 y 40 grados y una humedad menor al 85%, lo que requiere que se preste más atención a las condiciones externas de laboratorio que con el equipo anterior.

System Based on Coulometric Method (CA-200)			
Single channel	Basic Type CAOEF  Installed dimensions: Approx. 460(W) x 320(D) x 300(H) mm Weight: Approx. 6 kg		
Combinations	Coulometric/Coulometric CAECCF	Coulometric/Volumetric CAECKF	Coulometric/Volumetric (double burette*) CAECLF
Dual channels			
Installed dimensions Weight	590(W) mm Approx.7 kg	708(W) mm Approx.10.5 kg	826(W) mm Approx.14 kg

Ilustración 16: distintos formatos de analizadores de humedad

Autosampler Termoelectrónico

Este equipo está diseñado para medir la cantidad de metanol presente en el biodiesel. En la producción de biodiesel, el aceite vegetal se mezcla con metanol para formar ésteres metílicos de ácidos grasos o FAME por sus siglas en inglés⁶⁵. Sin embargo, puede suceder que no todo el metanol reaccione y por lo tanto queda sobrante en la mezcla. La presencia del metanol en el producto final, aún en pequeñas cantidades, puede causar diversos problemas tales como la disminución del flash point (aumentando la peligrosidad de manipuleo), afectar a los inyectores y una peor performance general del combustible. Por lo tanto, las normas EN 14214 como la IRAM 6515 establecen que el contenido máximo de metanol en la muestra debe ser de un 0.2%. Es por esto que es necesario contar con un método preciso que garantice que la presencia del metanol en el biodiesel sea mínima⁶⁶.

El método más comúnmente utilizado se denomina cromatografía gaseosa. Este método permite la separación del metanol, cuyo punto de ebullición es bajo, del resto de la muestra que tiene un punto de ebullición más alto. Para realizar el experimento se agita y calienta la muestra hasta los 80 grados. A esta temperatura, la mayor parte del metanol se encuentra en estado gaseoso. Cuando se alcanza el equilibrio líquido gas, se

⁶⁵ http://www.bioszeparacio.hu/_user/browser/File/Biodiesel/BioDiesel_productivity_solution.pdf

⁶⁶ http://www.analiticaweb.com.br/downloads/literaturas/metanol_biodiesel.pdf

retira parte de la muestra en estado gaseoso y se analiza su contenido utilizando la cromatografía gaseosa⁶⁷.

A continuación se muestran imágenes de los equipos usados junto con sus especificaciones técnicas.



Ilustración 17: Equipo TRACE GC Ultra utilizado para hacer el análisis de la cromatografía gaseosa

⁶⁷<http://www.hta-it.com/support/methanol-in-biodiesel.html>

Features and Technical Specifications			
Column Oven			
Programmability: 7 Ramps/8 Plateaus. Temperature range: few degrees above ambient to 450 °C. Maximum Temperature ramp: 120 °C/min. Typical heat-up: from 50 °C to 450 °C in 420 seconds. Typical cool down: 450 °C to 50 °C in 250 seconds. Sub-ambient: -99 °C with liquid N ₂ , -55 °C with CO ₂ options.			
Injectors			
Vaporizing Inlets SSL, Packed, Purged Packed B.E.S.T. PTV	Temperature range: 50-400 °C Heating rate: Up to 14.5 °C/sec (870°C/min). Programmability: 3 ramps/4 plateaus. Air-cooled down to few degrees above ambient temperature. Sub-ambient: -50 °C with liquid N ₂ , -30°C with CO ₂ options.		
Non-Vaporizing Inlets Cold On-column	Septumless injector. No heating of the injector is required. Suitable for manual and automated operations. Cryogenic coolant not required.		
Large Volume Options			
Large Volume Cold On-column	Up to 450 µL injectable volume. Uncorect type desolvation precolumn. Heated Solvent Vapor Exit valve. LVI software assistant for parameter optimization. Suitable for clean matrices.		
Large Volume B.E.S.T. PTV	Up to 450 µL injection volume. Heated Solvent Split valve. Compatible with optional Backflush kit for PTV. Suitable for large volatility range samples in dirty matrices.		
Large Volume Splitless	Patented technology. Up to 50 µL injection volume. Compatible with manual or automated injections. Suitable for samples amenable to split-splitless injector.		
Inlet Pneumatics			
Digital (250 and 1,000 kPa)	Ambient Temperature and Pressure compensation. Gas saver. Automatic column characterization. Automatic leak check. Pressure surge.		
Manual (600 kPa)	-		
Detectors			
Flame Ionization Detector	MDA 2 x 10 ⁻¹¹ gC/sec	Linearity Better than 10 ³	Selectivity or additional features Flameout detection and timed programming capability. Acquisition rate 300 Hz
Thermal Conductivity Detector	600 pg Ethane/mL He	10 ³	Automated software switch function
Electron Capture Detector	< 10 fg of Lindane	Better than 10 ³	⁶³ Ni source, micro cell volume design
Nitrogen Phosphorus Detector	5 x 10 ⁻¹¹ gN/s and 2 x 10 ⁻¹¹ gP/s	Better than 10 ³	N/C = 10 ³ :1; P/C = 2 x 10 ³ :1
Flame Photometric Detector	1 x 10 ⁻¹¹ gP/s and 10 ³ (PI), 5 x 10 ⁻¹¹ gS/s (Malathion)	10 ³ (S) after linearization with suitable s/w	P/C=10 ³ :1; S/C=10 ³ :1 Dual flame photometric capability
Photo Ionization Detector	1 x 10 ⁻¹¹ g of Benzene 1.3 x 10 ⁻¹¹ g of Toluene	Better than 10 ³	Patented lamp cooling system for temperatures up to 400 °C
Pulsed Discharge Detector	Low pg range	10 ³	Non radioactive source

Tabla 30: Especificaciones del equipo TRACE GC Ultra utilizado para hacer el análisis de la cromatografía gaseosa⁶⁸



Ilustración 18: Equipo Autosampler HT200H

⁶⁸https://www.brechbuehler.ch/fileadmin//tracegc/47491_Trace_GC_ultra_product_Specification.pdf

HT200H Specifications			
Shaking Method:	Orbital	Sampling	
Incubation Oven:	6 position	Syringe Temperature:	40 - 150°C
Syringe Size:	2.5, 5ml	Pre-fill Volume:	Steps of 0.01ml
Tray Capacity:	40 Vials, 10 or 20ml	Pull Up Strokes:	Up to 15 Strokes
Cleaning System:	Nitrogen flush	Equilibrium Delay:	Up to 60 secs
Conditioning		Sampling Volume:	Steps of 0.01ml
Oven Temperature:	40 - 150°C	Filling Speed:	0.1 - 100ml/min
Time:	0 - 23h 59m	Injection	
Progressive Increase:	0 - 9h 59m	Sampling Repeats:	Up to 15
Shaker Speed:	320 - 720 rpm	Waiting Time between Samples:	0 - 99 mins
Shaking Cycles On/Off:	0 - 9.9 mins	Injection Speed:	0.1 - 100ml/min
Physical Characteristics		Waiting Time (before and after injection):	0 - 99 secs
Dimensions (W x H x D):	420 x 620 x 400mm		
Mass:	11.5kg		

Tabla 31: Especificaciones del Autosampler HT200H

DIMENSIONS

Height	620 mm
Width	400 mm
Length	420 mm

Weight

With tray	11.5 kg
-----------	---------

Electrical

Voltage	230/115V
Frequency	50/60 Hz
Power	160 VA

Operating conditions

Ambient Temperature	15°C - 35°C
Humidity	5% - 85%

Tabla 32: Especificaciones del equipo HT200H⁶⁹

Al igual que con todos los equipos mencionados, estos son viables para ser usados localmente. Ninguno de estos equipos tiene un tamaño o peso considerable, por lo que pueden estar todos juntos en el mismo laboratorio y este no tiene que tener un gran tamaño. El hecho de que estos equipos sean pequeños y livianos significa una gran ventaja, ya que de ser necesario hacer un cambio en el layout, se los puede mover con facilidad. Todos estos equipos cumplen con las normas expuestas anteriormente y aseguran que el biodiesel sea de excelente calidad.

⁶⁹<http://www.hplc.com.tw/inf/hta/HT200H%20User%20manual%20Vr1.0.PDF>

MARCO LEGAL

Patentes y Royalties

Dado que se está adquiriendo para el proyecto una tecnología ya desarrollada, no se tendrían conflictos con patentes o royalties por uso de ésta tecnología. La situación sería distinta si se estuviese desarrollando tecnología a partir de productos protegidos con derechos de uso o tecnologías patentadas. La compra de las plantas modulares a Greenline, cubre cualquier tipo de gasto por derechos de uso o explotación de la tecnología.

Estudio impacto ambiental

En el artículo 41 de la Constitución Nacional se establece que "todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano". A partir de este artículo surgen leyes nacionales y provinciales que tienen por objetivo reducir el impacto ambiental que generan las diferentes industrias. Estas leyes se analizarán con más detalle a continuación.

Como se determinó en el trabajo, la planta va a estar localizada en la provincia de Santa Fe, por lo que va a tener que cumplir con las leyes y normas de dicha provincia. Las regulaciones nacionales están especificadas en la Ley Nacional 26.093 del año 2006 que establece el "Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentable de Biocombustibles". Esta ley abarca todo el territorio nacional y establece grandes beneficios para las empresas que cumplan con todas las condiciones. A su vez, esta ley "invita a las legislaturas provinciales y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires a que adhieran al presente régimen sancionando leyes dentro de su jurisdicción que tengan un objeto principal similar al de la presente ley". La provincia de Santa Fe se adhirió en el 2006 afirmando que las disposiciones de dicha Ley son complementarias a las previstas en la Ley Provincial 12.503 de Energías Renovables⁷⁰.

El artículo 4 de La Ley Nacional 26.903 menciona que la autoridad de aplicación (a ser determinada por el Poder Ejecutivo Nacional en el Artículo 2), debe "establecer los requisitos y condiciones necesarias para la habilitación de las plantas de producción y mezcla de biocombustibles". En este caso, para que se pueda comenzar la construcción de una

⁷⁰ <http://biodiesel.com.ar/104/base-legal-en-la-provincia-de-santa-fe-de-la-energia-no-convencional>

planta de biodiesel, esta tiene que aprobar una Evaluación del Impacto Ambiental, hecha por la autoridad provincial competente. El artículo 6 de dicha Ley especifica que la EIA debe incluir necesariamente el tratamiento de efluentes y la gestión de residuos⁷¹. Actualmente, no existe una Ley nacional en Argentina que determine las características específicas que deberá tener un EIA, por lo que muchas provincias han dictado normas propias⁷².

En el caso de la provincia de Santa Fe, se dictó la Ley 11.717, decreto 101/03. En esta Ley se detallan, entre otras cosas, los pasos a seguir para realizar un correcto estudio de EIA, la autoridad de aplicación, los formularios a presentar, las sanciones y una memoria descriptiva del proyecto. La memoria descriptiva del proyecto es una descripción minuciosa de las materias primas, procesos, servicios, emisiones gaseosas, efluentes líquidos y residuos sólidos que vienen aparejados con el desarrollo de dicho proyecto.

De esta ley surge que los puntos más relevantes a considerar en este proyecto son:

- Contaminación del aire
- Contaminación del agua
- Contaminación del suelo
- Contaminación acústica
- Contaminación visual

A continuación se va a analizar con mayor detalle cada uno de estos puntos, para garantizar que la planta de biodiesel a construir cumpla con todas las normativas.

En primer lugar, la contaminación del aire por parte de la planta se puede despreciar, ya que la planta no genera vapores contaminantes en el proceso. En segundo lugar, la planta no genera residuos líquidos, ya que no se trabaja con agua, por lo que no hay contaminación del agua. En tercer lugar, no hay contaminación del suelo, ya que el único residuo sólido que se genera en el proceso (resina), no es contaminante y se puede utilizar para el relleno de suelos. En cuarto lugar, no hay contaminación acústica. Esto se debe a que las maquinarias utilizadas no generan tanto ruido para que este se escuche a tres kilómetros, que es la distancia al pueblo más cercano. Además, el cavitador ultrasónico que utilizamos trabaja a una frecuencia de 20.000 Hertz, por lo que es inaudible para los humanos. Por último,

⁷¹ <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/115000-119999/116299/norma.htm>

⁷² <http://www.estrucplan.com.ar/Impacto.htm>

tampoco existe una contaminación visual apreciable, ya que no hay pueblos cerca de la planta y ésta tiene una altura máxima de 10 metros, por lo que no se ve a grandes distancias. En conclusión, las plantas de biodiesel que trabajan en seco cumplen con todas las normas expuestas por la ley.

Por lo tanto, la sección de la legislación que resulta desde mayor relevancia para el proyecto, es aquella que busca prevenir la posible contaminación del aire en caso de incendio, ya que como se expuso anteriormente, esta es la única posibilidad de contaminación por parte de la planta. Estas condiciones están estipuladas en la Resolución 1296/2008 por parte de la Secretaría de Energía que establece "las condiciones mínimas que deben cumplir las Plantas de Elaboración, Almacenamiento y Mezcla de Biocombustibles en relación a la seguridad en caso de incendio". Esta resolución consta de 159 artículos, en donde se describen en gran detalle las condiciones que deben tener cada planta de biodiesel.

Para hacer esto, la resolución define tres categorías de plantas. La categoría I corresponde a las plantas con una producción diaria menor a 30 m³, las de categoría II hasta 60 m³, y las de categoría III mayor a 60m³. Por lo tanto, la categoría a la que corresponde la planta a construir en éste proyecto es de categoría III, ya que produce 147 m³ de biodiesel por día. Además, esta resolución define tres zonas dentro de las plantas, en orden de peligrosidad decreciente.

Estas zonas son:

- Zona I: Zona de operación, almacenamiento y plataforma de descarga de líquidos inflamables
- Zona II: Zona de tanques de almacenamiento de biocombustibles y plataforma de carga
- Zona III: Instalaciones auxiliares

El capítulo 6 de esta resolución trata sobre las defensas activas y pasivas dentro de cada una de las zonas establecidas para una planta de categoría III. Por una cuestión de practicidad no se detalla sobre cada uno de los 34 artículos de esta sección y simplemente se

menciona que la planta del proyecto cumple con las disposiciones establecidas. A continuación se muestra la tabla presente en el artículo 125, que establece las distancias a fin de obtener una distribución adecuada dentro de la planta. Esta tabla se encuentra dentro de las defensas pasivas a tener en cuenta dentro de la zona I.

DISTANCIAS	CATEGORIA III
Distancia entre equipos	1 diámetro no inferior a 2 m
Distancia de zona de operación a almacenamiento de inflamables	15 m
Distancia de zona de operación a almacenamiento de combustibles	10 m
Distancia de zona de operación a pileta de recuperación	15 m
Distancia de zona de operación a cargaderos	10 m
Distancia entre tanques en el mismo endicamiento	1/6 de la suma de diámetros no inferior a 1,50 m
Distancia entre tanques enterrados	no inferior a 1 m
Distancia de la pared del tanque a la pared del endicamiento que lo contiene	no inferior a 1,50 m
Distancia de zona de operación o almacenamiento a quemadores o lugares con fuego	15 m
Distancia de zona de almacenamiento a pileta de recuperación	1 diámetro del tanque mayor, no inferior a 15 m
Distancia de zona de almacenamiento a cargaderos	7,50 m
Distancia al límite de la propiedad	1 diámetro del tanque mayor no inferior a 15 m
Distancia a vías férreas generales	1,5 diámetro del tanque Mayor, no inferior a 20 m
Distancia a casa habitación	2 diámetros del tanque mayor, no inferior a 15 m
Distancia mínima a bosques circundantes	100 m
Distancia de zona de operación a sala de bombas contra incendio	no inferior a 15 m
Distancia de zona de almacenamiento a sala de bombas contra incendio	no inferior a 15 m

Tabla 33: Normas de seguridad para el diseño del lay out

Como se puede observar, esta tabla describe de manera detallada todas las distancias que deben cumplirse dentro y fuera de la planta para que esta se considere segura y en cumplimiento de los requerimientos mínimos para poder operar. Es necesario destacar que la planta de éste proyecto cumple con todas las normativas provinciales y nacionales⁷³.

ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL

Estructura de la Organización

El funcionamiento de la planta de biodiesel se divide en dos partes. Por un lado está la producción propiamente dicha, y por el otro las operaciones relativas a la parte administrativa. En cuanto al segundo punto, es importante diferenciar las funciones que estarán tercerizadas de las que no.

⁷³ <http://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/147292/norma.htm>

Estructura productiva

Comenzando con la estructura de la producción, la planta en cuestión trabajará en dos turnos de 12 horas, los cuales se dividen de la siguiente forma:

- Turno mañana: de 06:00 a 18:00
- Turno Noche: de 18:00 a 06:00

El turno mañana de tres personas para operar. El turno noche solo requiere de dos personas. La diferencia radica en que las recepciones de materias primas y los despachos de biodiesel y subproductos solo se realizan durante el día. Sin importar de qué turno se trate, siempre deben haber dos operarios con conocimientos de mecánica para la operación de la planta y carga y descarga de camiones. Uno de ellos debe poseer conocimientos de química y computación para ocuparse de los análisis de control de calidad. Lo más recomendable es que dichos operarios sean un ingeniero junior y un técnico químico⁷⁴.

Para un mejor control, los técnicos químicos de cada uno de los turnos, son los responsables de mantener informada a la gerencia de los análisis. A su vez, uno de dichos técnicos debe hacer de capataz de la planta, encargándose de transmitir lo que se ordena desde la gerencia hacia la planta así como también informar cualquier problema que pueda surgir dentro de la misma a la gerencia. Es importante destacar que dicho técnico no tiene autoridad de grandes decisiones, solamente de coordinador en la planta.

Las principales tareas de los operarios son:

- Cargar las materias primas en los módulos
- Recepción de materias primas
- Despacho de biodiesel
- Despacho de subproductos
- Mantenimiento de maquinarias (una vez al año)
- Análisis de laboratorio (solo el técnico químico)

Estructura administrativa

En primer lugar, la dirección estratégica, la administración de recursos humanos y la contabilidad son funciones que no se deben tercerizar bajo ningún punto de vista. Las

⁷⁴ José Luis Martínez Justo, Presidente de Ambiental Solutions S.A

mismas serán realizadas por el equipo que lleva adelante el proyecto, en forma remota. No se requiere de la construcción de oficinas ya que estas tareas pueden ser realizadas desde el hogar del responsable de las mismas, interactuando con el resto del equipo y los operarios mediante tecnologías de trabajo colaborativo, como lo hacen la mayoría de las pequeñas plantas modulares⁷⁵. De ser necesario, puede evaluarse la posibilidad de tener una secretaria para tareas rutinarias.

Tercerizaciones de funciones

Las funciones a tercerizar son las siguientes:

- Servicios de salud para los operarios
- Asesoramiento legal
- Capacitación de personal. (También la puede dar Greenline)
- Higiene y mantenimiento general de las instalaciones (pintura, jardinería y sanitarios)
- Asesoramiento contable adicional de ser necesario
- Seguridad en planta

Dimensionamiento y disponibilidad de MOD

En base a lo expuesto en la sección anterior, el personal necesario sería:

- 4 técnicos químicos
- 8 ingenieros categoría junior
- 1 secretaria con base en el lugar de residencia de la gerencia (opcional)
- 1 apoderado de la empresa

Se les asignaran los turnos a los operarios, de modo de que entre las 6 am del lunes y las 6 am del sábado, cada uno trabaje 12 horas y descanse 36. En el periodo faltante, trabajarán la mitad de los operarios dos turnos cada uno, descansando 12 horas entre cada turno. La idea es que cada operario tenga dos fines de semana libres al mes.

⁷⁵ José Luis Martínez Justo, Presidente de Ambiental Solutions S.A

En cuanto a la disponibilidad de operarios, los mismos deben radicarse en la ciudad de San Justo, a unos 50 km de la planta. La empresa deberá estudiar la posibilidad de la compra de un auto para el transporte de dichos operarios desde la planta hasta la ciudad de San Justo y vuelta o la utilización de un remis. En esta zona será muy difícil encontrar técnicos e ingenieros. Es por esto que se apunta a utilizar ingenieros y técnicos junior, ya que estos son más propensos a aceptar un traslado. Esto a su vez implicara la necesidad de instalar o adquirir viviendas en la zona y vehículos.

Cabe aclarar que el proceso productivo en sí, es de carácter continuo y automatizado. Los operarios en su interacción con los módulos, a grandes rasgos solo deben controlar que el mismo esté dentro de los parámetros deseados e intervenir solo si esto no está ocurriendo. Es por esto que no tiene sentido hacer un análisis de capacidad real de la mano de obra.

Gremios

En la industria del biodiesel, los trabajadores pueden estar afiliados a dos tipos de sindicato. El más conveniente⁷⁶ es el sindicato del petróleo, gas y biocombustibles, pero también pueden pertenecer al sindicato de los químicos.

El sindicato del petróleo, gas y biocombustibles es la Federación Argentina Sindical del Petróleo, Gas y Biocombustibles (F.A.Si.P.G. y Bio.). Es dirigida y administrada a nivel nacional por una Comisión Directiva integrada por diecisiete miembros titulares, cuyo mandato es de cuatro años⁷⁷. Para este sindicato, en relación a la industria del biodiesel, actualmente rige un acuerdo, que aplica para todo personal que desempeñe sus actividades en refinerías, plantas de elaboración, almacenamiento y mezcla o puestos de comercialización de biocombustibles y sus derivados. A su vez, también aplica para servicios de distribución y servicios de oficinas administrativas de biocombustibles y sus derivados. Los principales aspectos de este acuerdo se detallan a continuación⁷⁸.

El personal comprendido en el convenio incluye personal de planta, personal técnico, personal de servicios de oficinas, personal administrativo, personal de maestranza y todo otro personal que desempeñe tareas dentro de las mencionadas plantas.

⁷⁶ Jose Luis Martinez Justo, Presidente Ambiental Solutions S.A.

⁷⁷ http://www.petroleoygas.com.ar/quienes_somos.asp

⁷⁸ <http://www.petroleoygas.com.ar/upload/convenios/Acuerdo%20Biocombustibles%20previo%20al%20CCT.pdf>

Para todos los puntos que no se detallan en el acuerdo, rigen las leyes en materia de legislación del trabajo (ley 20.744), como así también en materia de seguridad e higiene (ley 19.587), asociaciones sindicales (ley 23.551) y en materia de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales (ley 24.557).⁷⁹

Los trabajadores deben realizar un aporte del 2% del total de las remuneraciones sujetas a los aportes de ley. Las empresas deben realizar las retenciones y depositarlas en una cuenta bancaria del sindicato, en la misma fecha en que deben realizarse los aportes y contribuciones al sistema de la seguridad social. A su vez, las empresas deben informar mensualmente al sindicato el personal comprendido, sus remuneraciones y cualquier alta o baja que se produzca y los aportes correspondientes.

El personal se divide en las siguientes categorías, cada una de las cuales presenta un salario básico distinto (la categoría A es la de menor salario y la F la que tiene el mayor):

- A) Personal de Maestranza: Limpieza del establecimiento en general, mantenimiento de parques y jardines, mantenimiento edilicio
- B) Personal Administrativo: Administración en general, facturación, compras y ventas.
- C) Operador de Campo: Gestión de producción, carga y descarga de camiones, movimientos generales de productos, y tareas de mantenimiento en general como ayudante auxiliar del operador de mantenimiento.
- D) Operador de Mantenimiento: Gestión de mantenimiento en general, mecánico, eléctrico, soldaduras, mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.
- E) Operador de Laboratorio: Toma 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 la planta y operarios de campo.

Para las horas extras se considera un veinte por ciento (20%) extra sobre el sueldo básico diurno. A su vez, por cada año de antigüedad en el servicio, el personal debe percibir una bonificación del 1,5% del salario de la categoría más baja. Para medir la antigüedad considera interrupción de servicios las ausencias por enfermedad, accidentes, maternidad,

⁷⁹ Acuerdo Biocombustible previo al convenio colectivo de trabajo.

suspensiones, vacaciones anuales, licencias legales, gremiales o para ocupar puestos públicos.

Las empresas deben contribuir mensualmente a un fondo para subsidiar la provisión de medicamentos para el personal, con un valor por cada trabajador comprendido en el acuerdo.

Por otra parte, los trabajadores pueden adherir a los sindicatos químicos. Existen dos sindicatos principales de los químicos. Existen dos sindicatos principalmente en la industria química. Estos son, la Federación de Sindicatos de Trabajadores de Industrias Químicas y Petroquímicas de la República Argentina (FESTIQyPRA) y el Sindicato del Personal de Industrias Químicas y Petroquímicas de la Ciudad de Buenos Aires y Zonas Adyacentes (SPIQyP). Para este proyecto, como a partir del análisis de localización se determinó ubicar la planta en la Provincia de Santa Fe, se decidió hacer foco en el primero de los mencionados.

En este sindicato, los trabajadores se agrupan en diferentes categorías, cada una de las cuales posee un salario base que depende a su vez de la antigüedad en el puesto⁸⁰.

Para cada tipo de personal de la empresa existen diferentes categorías, cada una con un salario básico diferente. Es decir, que hay diferentes categorías para personal administrativo, para personal de producción, para personal de mantenimiento, entre otros. Las escalas salariales son publicadas anualmente por el sindicato, especificando el salario básico en función del tipo de personal, la categoría dentro de ese tipo de personal y la antigüedad en el puesto. A modo de ejemplo, a continuación se pueden ver las diferentes categorías que existen para el personal de producción en éste sindicato:

- Categoría "B": El personal comprendido en esta categoría, deberá poseer conocimientos básicos del proceso que realiza, siendo éstos de relación directa con la marcha normal y buen funcionamiento de las unidades operativas donde se desempeñe.
- Categoría "A": El personal comprendido en esta categoría es aquel que efectúa tareas en planta y/o secciones productivas, en procesos de fabricación o parte de él, que requiere conocimientos del proceso y experiencias necesarias adquiridas a través del trabajo realizado. A tal fin, deberán interpretar instrumentos de control y/o realizar análisis de rutina, pudiendo introducir modificaciones para la correcta marcha de las

⁸⁰ <http://www.festiqypra.com.ar/wp-content/uploads/cct-564-09-quimicos-y-petroquimicos.pdf>

unidades operativas donde se desempeña.

- Categoría "A 1": Están comprendidos en esta categoría quienes realizan tareas en cada una de las plantas que pueden ser independientes o formar parte de un conjunto más complejo vinculadas entre sí, controladas por medio de tableros unificados o no, que comandan dichas plantas, bajo cuya competencia se encuentra la conducción individual, integra y permanente de los procesos continuos. Este personal, basado en los riesgos operativos y complejidad de las Industrias Químicas y Petroquímicas, deberá acreditar conocimientos tales que puedan operar sin supervisión permanente, a los fines de adecuar la seguridad y la producción, conforme a las normas establecidas por la empresa.
- Categoría "A 2": Están comprendidos en esta categoría quienes realizan tareas a cargo de una o más plantas formadas por varias otras vinculadas o no entre si y bajo cuya competencia se encuentra la conducción individual, integra y permanente de los procesos continuos en los que el control se realiza por medio de tableros que comandan todas las unidades productivas de planta, conteniendo dichos tableros no menos de cinco lazos de control automáticos (sistemas controladores, registradores controladores, paneles de alarma centralizados, programadores, sistemas de información e indicación al resto de los operadores de planta, sean éstos neumáticos, oleoneumáticos, gráficos, mecánicos, eléctricos y/o electrónicos). Para que estas tareas puedan ser cumplidas con eficiencia, los operadores deberán rendir las condiciones de idoneidad adquiridas a través del desempeño en las tareas descriptas en las categorías anteriores, poseyendo aptitudes que demuestren su capacidad y responsabilidad para que se le pueda confiar la seguridad de las plantas que opera, debiendo poseer condiciones para operar con eficacia sin supervisión permanente.
- Categoría "A 3": Son aquellos operadores que estando comprendidos en la categoría anterior, utilizan para el desarrollo de sus tareas sistemas computarizados o con microprocesadores, no sólo para el control y operatividad corriente, sino también para programación de secuencias de procesos, siendo también mayor su nivel de responsabilidad por la seguridad y el funcionamiento de las unidades de producción y por su rendimiento y calidad. Para acceder a esta categoría, el operador deberá atender el funcionamiento de una o más plantas de proceso, a través de sistemas

computarizados, debiendo haber aprobado la capacitación previa recibida de la empresa.

A su vez, este sindicato establece adicionales a los salarios por trabajar sábados y domingos, como también por trabajar en turnos nocturnos y feriados.

Estructura de distribución

Las refinerías ubicadas a lo largo de todo el país son las principales consumidoras de biodiesel desde que se promulgó la ley 26.093 en 2006. En un primer momento, las plantas productoras del biocombustible eran las encargadas de hacer llegar el producto a dichas refinerías.

Con el tiempo las refinerías comenzaron a hacerse cargo de la logística por dos razones. Por un lado, legalmente debían cumplir con la tasa de corte, por lo que no podían correr el riesgo de quedarse sin abastecimiento por retrasos o ineficiencias en el sistema de transporte de las plantas productoras, acontecimiento que en ocasiones solía darse. Por otro lado, encargarse de la logística de abastecimiento del biocombustible permitiría alcanzar costos más bajos de transporte, por el hecho de concentrar todo el volumen a través de una flota propia (economía de escala).

Un ejemplo es lo ocurrido con la empresa Axion Energy. En 2006 recibía el cien por ciento del biodiesel directamente en sus refinerías mediante camiones ajenos. Poco a poco fue comenzando a hacerse cargo de parte de la logística de abastecimiento. Al día de hoy, el noventa por ciento del volumen del biodiesel que consumen, llega a sus refinerías a través de camiones de su propia flota. Según directivos de la empresa, su objetivo es llegar a cubrir la totalidad del volumen, sin importar la localización de su proveedor (parte de su flota llega hasta la ciudad de Tartagal, en Salta). Las prioridades son garantizar el abastecimiento y la calidad de la materia prima⁸¹.

En el siguiente gráfico se puede ver como en el año 2015 se comenzó la migración de un importante proveedor localizado en Santa Fe, el cual abastece la terminal de Axion de San Lorenzo. A modo de referencia, el costo promedio de transporte es de 30 US\$ por metro cúbico.

⁸¹ Fernando Cerruti, Jefe de fletes de Axion Energy

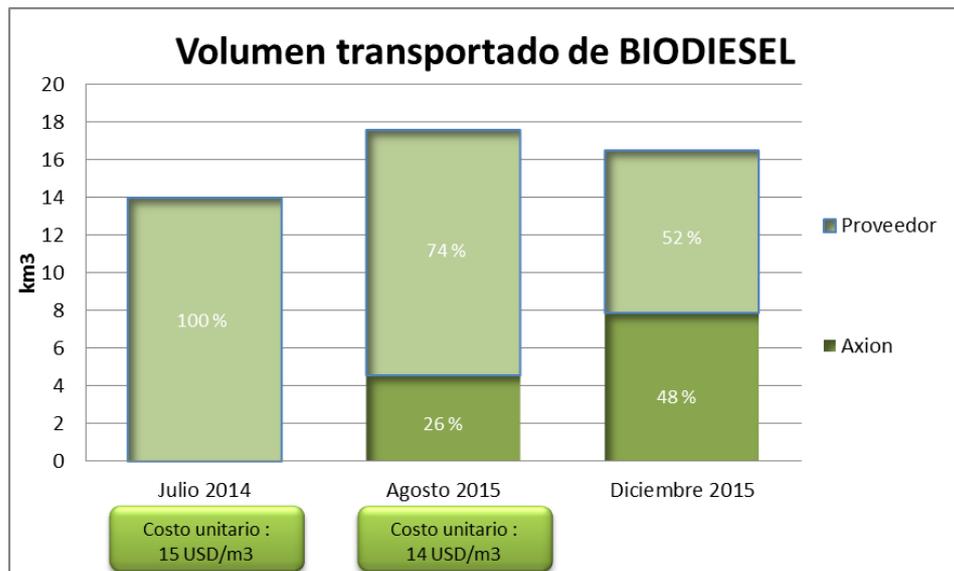


Gráfico 19: Migración de un proveedor de Santa Fe a flota propia

A modo de referencia, un camión de la flota de Axion tiene capacidad para 36.000 litros de biodiesel.

A su vez, la logística de la glicerina también está a cargo de comprador de la misma ya que su compra concentrada en dos grandes productores de productos estéticos y farmacéuticos.

LOCALIZACIÓN

Promoción Industrial

La ley Nacional 26.093 sancionada y promulgada en el año 2006, constituyó la base para la industria productora de biodiesel en Argentina. Sus objetivos fueron no sólo ambientales sino también sociales, considerando la producción y uso de biocombustibles como un medio para impulsar el desarrollo regional y su consecuente creación de empleo, y económicos, teniendo en cuenta la política de agregado de valor en los productos destinados al mercado externo impulsada por el Gobierno Nacional. Se diseñó una estructura tendiente a promover la producción de biocombustibles, a partir del aseguramiento de una demanda interna (corte obligatorio) y a su vez, por medio de la

aplicación de exenciones impositivas para favorecer la creación de precios competitivos para el biodiesel en relación al de los combustibles⁸².

La Ley establece un Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentable de los Biocombustibles. Define como biocombustibles al 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. Establece asimismo que sólo podrán producir biocombustibles las plantas habilitadas a dichos efectos por la autoridad de aplicación, la que se otorgará únicamente, a aquellas que cumplan con los requerimientos que establezca la autoridad de aplicación en cuanto a la calidad de biocombustibles y su producción sustentable, para lo cual los diferentes proyectos presentados deberán someterse a un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que incluya el tratamiento de efluentes y la gestión de residuos.

Establece incentivos a la inversión, consistentes en la devolución anticipada del Impuesto al Valor Agregado (IVA) y/o amortización acelerada de bienes de uso y la exención en el impuesto a la ganancia mínima presunta por tres ejercicios e Incentivos fiscales tales como la exención al impuesto a los combustibles líquidos y gaseosos, a la tasa del diesel y a la tasa hídrica.

Con el correr de los años, la secretaría de energía ha determinado un incremento en el corte obligatorio para mezclas de combustible, partiendo de un 5% hasta llegar luego de varias resoluciones hasta el 10%.

Estos cambios en el porcentaje de corte obligatorio también fueron acompañados por una política de precios. En sus orígenes, la Ley no discriminaba entre tipos de plantas según su volumen de producción anual o por su nivel de integración aguas arriba en el proceso. Esto cambió la forma en que se formaba el precio interno del biodiesel para cada una de las categorías de empresas productoras. Si bien las empresas de menor capacidad de producción y de menor integración siempre recibieron un mejor precio, es decir que el precio de venta de la tonelada de biodiesel era mayor para una empresa “pequeña” respecto al precio de venta de una de mayor capacidad de producción o nivel de integración, esta diferencia de precio a favor de las empresas pequeñas se fue intensificando hasta la actualidad. Hoy el precio de venta para una empresa mediana es de AR\$11.817,45 por tonelada de Biodiesel y el precio de venta de una empresa grande es de AR\$9219,57 por tonelada, aproximadamente un 22%.

⁸²http://santacatalina-pfp.com.ar/MD_upload/pfp_com_ar/Archivos/File/UNLZ_paperbiodieselunlz2015.pdf

La política de favorecimiento de las PYMES del sector también se vio reflejada en el cambio de metodología en la asignación de cupos de venta por parte de la Secretaría de Energía, que empezó a priorizar a las empresas pequeñas frente a las grandes. Hoy en día, el Ministerio de Energía prioriza a las empresas, medianas y pequeñas, con una capacidad productiva anual de hasta 50.000 toneladas y que no estén en una posición favorable para la exportación, es decir que el costo logístico de trasladar el biodiesel al puerto sea mayor.

A partir de la publicación de la Ley nacional 26.093, surge el interés por parte de la mayoría de las Provincias de promover la producción y uso de los biocombustibles en sus territorios. Este proceso, iniciado en el año 2006, llevó a que ya sean numerosas las provincias que cuentan con legislación referida a energías renovables no convencionales y que contienen, entre otras, a los biocombustibles. Ellas son: Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos, Buenos Aires, Corrientes, Jujuy, Mendoza, Río Negro, San Juan, Misiones, La Pampa, Tucumán, Neuquén, Santa Cruz, Salta. En la provincia de Córdoba se sancionó en junio de 2007 la Ley N° 9397 por la cual la provincia adhiere a la Ley N° 26093⁸³. La provincia de Santa Fe también ha adherido a la Ley nacional a través de la Ley Provincial N° 12691 y a su vez ha sancionado la Ley N° 12503 sobre Régimen legal de uso de energías renovables⁸⁴. La provincia de Buenos Aires también ha sancionado la Ley N° 13719, de adhesión al régimen nacional. También lo han hecho las provincias de Corrientes, Jujuy, San Juan y las restantes se encuentran en trámite de aprobación. Varias de ellas han declarado a los biocombustibles de interés provincial.

En la provincia de Buenos Aires, con el objeto de fomentar el desarrollo de la industria del Biocombustible, se determinó un régimen de promoción para proyectos cuyo fin sea el de la venta al mercado interno o para exportación, otorgándoles por 10 años un marco impositivo promocional donde dichos proyectos quedan exentos de pagar impuestos Inmobiliarios e Ingresos Brutos. Adicionalmente, los actos jurídicos relacionados quedarán exentos del impuesto al Sello⁸⁵.

En la provincia de Santa Fe, el régimen de promoción industrial para empresas productoras de biocombustibles consiste en la exención de los impuestos sobre los Ingresos Brutos, Aporte Patronal, Inmobiliario, de Sellos y de Patente Única sobre vehículos que se encuentren afectados a la actividad. Estos beneficios se extenderán por un plazo máximo de 15 años.

⁸³<http://web2.cba.gov.ar/web/leyes.nsf/85a69a561f9ea43d03257234006a8594/314b48788dbe6bdf832574cd00671c47?OpenDocument>

⁸⁴ [https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/194903/\(subtema\)/93793](https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/194903/(subtema)/93793)

⁸⁵ http://www.mp.gba.gov.ar/scyt/promocion_biocombustibles/index.php

En la provincia de Córdoba, los proyectos que tengan por fin la producción, elaboración y uso sustentable de biocombustible, están exceptuados de pleno derecho por el término de 15 años para el pago de los tributos que gravan los Ingresos Brutos, La producción, industrialización y almacenamiento y los sellados de actos, contratos y operaciones realizadas que tengan por objeto dicho producto.

El resto de las provincias adherentes a la Ley Nacional, también adoptaron un régimen similar a los anteriormente descriptos, variando su periodo de validez entre los 10 y 15 años.

Factores de decisión

La localización de la planta de biodiesel resulta vital para el desarrollo del proyecto ya que una vez instalada la planta, será muy costoso cambiarla de lugar. Además, al ser el biodiesel un commodity, el precio de venta está determinado por el mercado, por lo que los costos de producción deben ser lo más bajos posibles para lograr un buen margen. La localización afectará directamente a algunos costos, como por ejemplo la adquisición de materias primas.

Se deben analizar ciertos factores para poder tener una decisión más acertada a la hora de localizar. Estos pueden agruparse en tres grandes grupos: factores comerciales, costos y disponibilidad del terreno y marcos y regulaciones legales. Los factores antes nombrados son todos de carácter deseable, por lo que pueden tener una valorización para una futura decisión.

Factor comercial

En este grupo se tiene en cuenta la distancia de la planta de biodiesel a los proveedores (mayormente de aceite, ya que es el insumo principal), y a los clientes ya que incide directamente en los costos de transporte del proyecto e indirectamente en el poder de negociación con ambos actores.

Se debe considerar también la lejanía a los puertos por las cuestiones mencionadas en la sección de marco regulatorio, y por el otro la cercanía a los productores de soja en el caso que en el futuro se quisiese pasar a ser una planta integrada.

Además de las distancias se debe considerar la existencia y el estado de las rutas.

Disponibilidad materia prima para alimentación de la planta

El insumo más importante para el desarrollo del biodiesel es la provisión de aceite de soja (o granos en el caso de ser integrado), la cual debe ser ininterrumpida a lo largo del año. La expansión de las zonas agrícolas dentro del país hace que el aprovisionamiento de aceite de soja sea más flexible. Se debe considerar elegir un lugar cercano a más de un proveedor de aceite en lo posible, para poder evitar pérdidas por cortes en el aprovisionamiento o incurrir en altos costos ocasionales de transporte. El traslado de los insumos para elaborar el biodiesel suele incidir críticamente en los costos.

Disponibilidad de personal idóneo

Es importante que el personal que sea necesario para operar la planta viva en las cercanías de la planta, ya que si se debe trasladar a la mano de obra, los costos se verán incrementados.

Distancia a las refinerías

Es conveniente que el movimiento del biodiesel hacia el punto donde se produce la mezcla con el diésel sea corto para evitar costos de transporte, riesgos de accidentes y derrames y otros problemas. Dicho factor cobrará mayor o menor importancia si la distribución corre por cuenta de la planta productora o de la refinería. La tendencia del mercado

Provisión de energía

La provisión de combustibles y energía debe ser continua para mantener en funcionamiento la planta y cualquier necesidad extra para el bienestar del personal, considerando que una planta de biodiesel suele operar las veinticuatro horas del día, trescientos sesenta días del año, exceptuando un período de cinco días para mantenimiento anual.

Estados de los accesos a la planta

Para poder transportar correctamente la materia prima y el biodiesel se debe asegurar que el estado de las rutas y caminos sea óptimo para que no se produzcan daños en la mercadería y para que el producto llegue al lugar acordado en el tiempo acordado. En

lo posible, se debe tratar de evitar la dependencia del factor climático para el transporte de la materia prima y el biodiesel, por lo que los caminos de tierra no son recomendados.

Disponibilidad y costo del terreno

Resulta importante saber si hay terrenos disponibles en la zona analizada y también su costo ya que incidirá en el costo total del proyecto. Cerca de los grandes mercados el precio del terreno y los impuestos suelen ser más altos. A su vez debe considerarse la posible necesidad de tener que alisar el terreno para la colocación de los módulos productivos.

Repercusión en la zona elegida

Se debe tener en cuenta la cercanía a los centros urbanos. Por lo tanto este es un factor a tener en cuenta para cumplir con lo establecido por la ley.

Incentivos o trabas económicas/legales

Como se explicó en la promoción industrial, otro factor para la decisión es si existe alguna medida por la cual se pueden obtener beneficios impositivos para maximizar ganancias.

Macro Localización

Para poder determinar el sitio de implementación de la planta de Biodiesel, es necesario primero hacer un análisis macro de la posible localización. Mediante este estudio es posible seleccionar la provincia o zona donde es más conveniente situar la planta.

Para comenzar dicho estudio, se debe encontrar una posición de compromiso, mediante el balance de costos, entre las plantas refinadoras de crudo (en donde se va a realizar la mezcla del diésel con el biodiesel) y las plantas productoras de aceite de soja.

A continuación se muestran las principales refinerías instaladas a lo largo del país junto con el porcentaje aproximado de diésel y gasoil que producen sobre el total producido en todo el país⁸⁶.

Refinería	Volumen [%]
YPF S.A.	58,772%
ESSO S.A.P.A.	14,311%

⁸⁶ Ministerio de Energía

SHELL C.A.P.S.A.	12,655%
PETROBRAS ARGENTINA S.A.	6,311%
OIL COMBUSTIBLES S.A.	5,730%
REFINERÍA DEL NORTE S.A.	1,507%
NEW AMERICAN OIL	0,302%
Polipetrol S.A.	0,131%
Destilería Argentina de Petróleo	0,127%
PETROLERA ARGENTINA S.A.	0,061%
FOX PETROL S.A.	0,032%
ENERGIA DERIVADOS DEL PET S.A.	0,029%
Administracion del interior	0,019%
VERASUR S.A.	0,010%
HIDROCARBUROS DE ARG. S.A.	0,002%
GRASTA PETROL	0,001%
Refi Pampa S.A.	0,001%
TOTAL	100%

Tabla 34: porcentaje del volumen de diésel y gasoil producido por cada refinería del país



Ilustración 19: Refinerías de mayor relevancia para el proyecto en Argentina

Como se puede observar en la imagen anterior, la mayor parte de las plantas refinadoras (que manejan un volumen considerable), se encuentran en las provincias de Buenos Aires, con unas pocas más distribuidas en las provincias de Neuquén, Mendoza, Salta y Santa Fe.

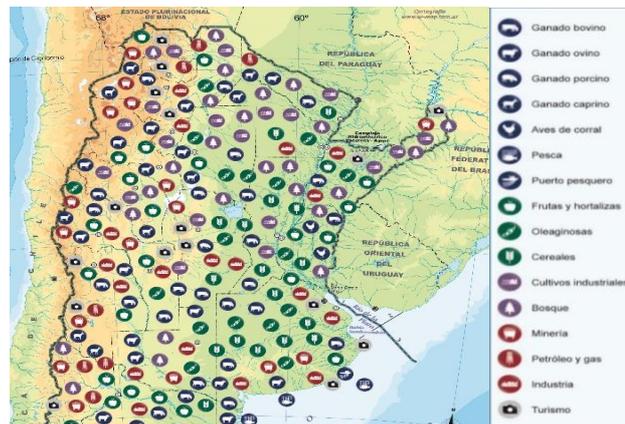


Ilustración 20: Principales productos por provincia



Ilustración 21: Plantas productoras de aceite vegetal en la Argentina

En la imagen superior izquierda se puede apreciar la distribución de las plantas productoras de aceite vegetal en la Argentina, y en la imagen superior derecha⁸⁷, se observa la producción por provincia. Si se combinan ambos mapas, se puede inferir con seguridad que la mayor parte de las plantas productoras de aceite vegetal lo hacen utilizando soja.

Se puede apreciar que las provincias donde se encuentra la mayor concentración de plantas productoras de aceite vegetal son Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba en gran medida, con algunas plantas en Entre Ríos, La Pampa y Salta.

Cabe aclarar que las plantas de producción de aceite vegetal que aparecen en la imagen superior izquierda son consideradas todas de gran tamaño, pero son útiles como referencia para entender en qué provincias se encuentran las de menores dimensiones. Dichas plantas de menor tamaño, no necesariamente están ubicadas en las cercanías del Rosario, ya que no son exportadoras directas.

Como ya se mencionó anteriormente, la planta de Biodiesel del proyecto va a adquirir el aceite de soja de los productores de menor tamaño que los que aparecen en el mapa, ya que estos suelen ofrecer mejores oportunidades de negociación de precio (generalmente estas suelen tener mayores distancias a los puertos y por volumen), debido a que se quiere aprovechar que la maquinaria que se utilizará tiene mayor robustez, por lo que no es necesario utilizar aceites de soja tan puros y con controles de calidad de rigurosos como los que utilizan las grandes aceiteras. Esta relación es de mutuo beneficio, ya que los productores de baja calidad suelen verse obligados a vender su producción a las grandes aceiteras teniendo muy poco poder de negociación ante estas.

Con la información antes presentada, las provincias que resultan dentro de las elegibles para poder instalar la planta de Biodiesel son Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba La Pampa y Entre Ríos. Las primeras cuatro tienen la mayor concentración de productores de aceite de baja calidad de todo el país⁸⁸. El resto de las provincias que no son nombradas en el estudio, son descartadas por el análisis antes explicado.

Luego, para poder tomar una decisión sobre cuál sería la de mayor conveniencia se debe trabajar con una matriz de decisión. Dicha matriz, cuenta con distintos factores, los cuales son ponderados, con una suma total de 100 entre los distintos factores, y a cada una de las provincias se le da un puntaje (es decir cuánto cumple con el factor en cuestión), y con

⁸⁷ <https://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=87369>

⁸⁸ José Luis Martínez Justo, Presidente de Ambiental Solutions S.A

una simple multiplicación y suma, se obtiene la provincia de mayor conveniencia para la Localización. Una vez elegida la provincia, se pasa a una segunda etapa, la de micro localización, en la cual se determina exactamente el sitio de colocación de la planta.

Los factores elegidos se muestran a continuación junto con una breve reseña de la importancia de cada uno:

- 1. Cercanía a las plantas productoras de aceite de soja.** Por un tema de costos de flete y por mayor poder de negociación.
- 2. Cercanía a los campos de soja.** En el caso que la planta pasara a ser integrada, es necesario para mantener los costos de flete lo más bajos posibles.
- 3. Disponibilidad y precio del terreno.** Influye en los costos de la implementación de la planta.
- 4. Cercanía de las refinerías.** Al igual que la cercanía a las productoras de aceite de soja, es importante para mantener los fletes lo menores posibles.
- 5. Disponibilidad de acceso a energía y combustibles.** Para poder tener la planta funcionando, es importante tener un acceso fácil. Principalmente energía eléctrica.
- 6. Disponibilidad de personal idóneo.** Contar con personal de manera barata, es decir sin tener la necesidad de trasladarlo desde otras zonas, para menores costos.
- 7. Estado de los accesos.** Contar con rutas adecuadas para el transporte de todos los materiales.
- 8. Incentivos económicos/legales.** Existen diferentes normativas dependiendo de cada provincia, bajando los costos de producción, aumentando así los beneficios

Alternativas											
F. Deseables	Ponderación	Bs As		E. Ríos		Sta. Fe		Córdoba		La Pampa	
1	25	9	225	6	150	9	225	9	225	4	100
2	5	9	45	6	30	9	45	9	45	4	20
3	15	6	90	9	135	9	135	8	120	9	135
4	5	9	45	5	25	7	35	5	25	3	15
5	15	8	120	6	90	7	105	7	105	6	90
6	15	8	120	6	90	8	120	7	105	6	90
7	10	8	80	6	80	7	70	7	80	6	60
8	10	5	50	5	50	9	90	9	90	5	50
Total	100	775		650		825		795		560	

Tabla 35: Matriz de decisión⁸⁹

Con la matriz antes desarrollada, la provincia elegida para iniciar la micro-localización es Santa Fe.

Micro Localización

El estudio de la micro localización comienza con el análisis de la provincia de Santa Fe en su totalidad. Dicho análisis brindará la locación exacta para la planta de Biodiesel. Para el análisis se debe comprender a la provincia desde los factores utilizados en la matriz de decisión de la macro localización.

Disponibilidad y costo del terreno

⁸⁹ Pablo Moens de Hase, Agropecuario con 40 años en el rubro

La provincia de Santa Fe puede ser dividida en 8 zonas como se puede ver en el mapa a continuación:

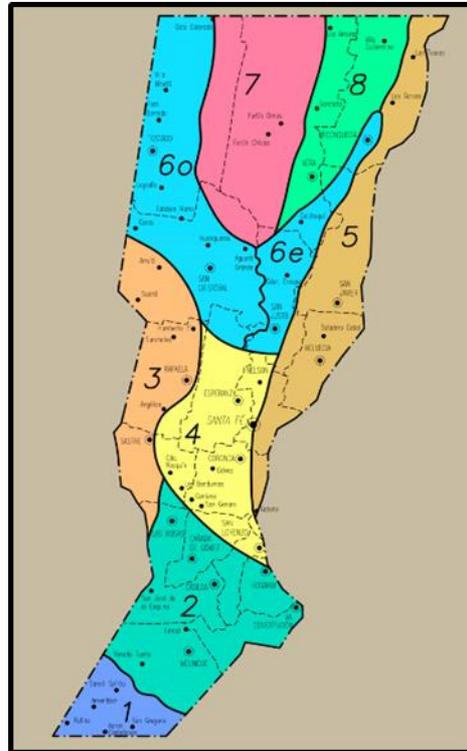


Ilustración 22: Valor de la hectárea en Santa Fe dependiendo de la zona⁹⁰

Se puede apreciar una clara diferenciación del valor de la tierra dependiendo de la zona de Santa Fe. Estos valores varían de acorde a la actividad que pueda ser desarrollada en dicha zona. Además del valor de la tierra, la información con la que cuenta el mapa son ciertas localidades dentro de esa zona y las actividades principales que se desarrollan dentro de dicha zona.

Esa información puede verse reflejada a continuación:

⁹⁰ <http://www.cadetierras.com.ar>

Cuenca Endorreica			
Zona 1	Actividad	Agricultura (soja, maíz, girasol, trigo) e invernada	Ganadería: cría y recría
	Localidades de referencia	Amenabar, Sancti Espiritu, San Gregorio	Rufino, Aaón Castellanos
	Precio (U\$S/Ha)	5500-9500	2200-3000
Pampa Ondulada Santafecina			
Zona 2	Actividad	Agricultura (soja, maíz, trigo, girasol)	
	Localidades de referencia	Zona de influencia de Rosario, Cañada De Gomez, Las Rosas, Casilda, Firmat, Venado Tuerto, Va Constitución, Melincué, S. J. De la Esquina	
	Precio (U\$S/Ha)	12000-15000	
Pampa Llana Santafecina Oeste			
Zona 3	Actividad	Agricultura (soja, maíz, sorgo, girasol, trigo), Tambo e Invernada	Ganadería: cría y recría
	Localidades de referencia	Sastre, Rafaela, Sunchales, Sardi	Angélica, Humerto I°, Arrufuó
	Precio (U\$S/Ha)	5000-7000	1600-2500
Pampa Llana Santafecina Centro			
Zona 4	Actividad	Agricultura (soja, maíz, sorgo, girasol, trigo), tambo e invernada	Ganadería: cría y recría
	Localidades de referencia	San Lorenzo, San Genaro, Gálvez, Coronda, Esperanza, Nelson	Centeno, Las Bandurrias, Cda. Rosquín
	Precio (U\$S/Ha)	5000-9500	1800-3000
Área de influencia del Paraná			
Zona 5	Actividad	Ganadería: cría e invernada a campo natural. Agricultura: arroz	Agricultura: arroz/tierras sistematizadas
	Localidades de referencia	Las Toscas, Las Garzas, San Javier, Helvecia, Santa Fe, Gaboto	San Javier, Saladero
	Precio (U\$S/Ha)	1000-2800	2500-3200
Llanura Chaqueña Oeste			
Zona 6 Oeste	Actividad	Ganadería y Agricultura: soja, girasol, sorgo	Ganadería: cría, recría e invernada
	Localidades de referencia	V. Minetti, Pozo Borrado, Tostado, Ceres, San Cristóbal	Gato Colorado, Logroño,

Esteban Rams, Huanqueros

Precio (U\$S/Ha)	1000-2500	500-1000
------------------	-----------	----------

Llanura Chaqueña Este

Zona 6 Este

Actividad	Ganadería: cría, recria. Agricultura: soja, maíz, trigo	
Localidades de referencia	San Justo, Gdor. Crespo, Calchaquí, Reconquista	
Precio (U\$S/Ha)	1600-4800	

Bajos Submeridiales

Zona 7

Actividad	Ganadería: cría extensiva	
Localidades de referencia	Fortín Chilcas, Fortín Olmos Aguará, Grande	
Precio (U\$S/Ha)	200-400	

Cuña Boscosa

Zona 8

Actividad	Ganadería: cría, recria	
Localidades de referencia	Vera, Garabato, Los Amores, Villa Guillermina	
Precio (U\$S/Ha)	400-650	

Tabla 36: Información por zona de Santa Fe⁹¹

Con la información antes dada, no solo tenemos información de la disponibilidad y precio de los terrenos, sino que también podemos obtener datos de las distancias a las zonas donde se produce aceite de soja y donde se produce la soja en sí.

Es por esto que las zonas que podemos descartar, tanto por precio elevado y por no producir soja son las siguientes

- × Zona 2 por altos precios en los terrenos
- × Zonas 5, 6 Oeste, 7 y 8 por no contar con producción de soja dentro de su territorio

Es decir que las Zonas que quedan dentro del espectro de estudio son las siguientes

- ✓ Zonas 1 (el sector agrícola), 3 (sector agrícola), 4 (sector agrícola) y 6 Este

⁹¹ <http://www.cadetierras.com.ar/>

A pesar de que los costos de los terrenos son muy variados, se debe entender también la distancia al puerto de Rosario, ya que a mayor distancia significa mejores precios del aceite de soja (o de soja si la planta pasara a ser integrada)

A continuación, hay que analizar la distancia al puerto, por lo cual hay que cruzar distancias con las zonas

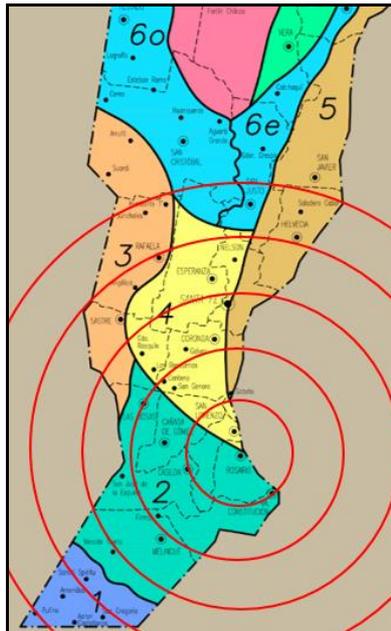


Ilustración 23: Distancias al Puerto de Rosario

En el mapa anterior se pueden ver distintos círculos, con centro en el puerto de Rosario, con distancias incrementales de 50km hasta los 250km. A medida que la distancia al puerto aumenta, es posible encontrar mejores precios tanto para el aceite y para la soja en grano.

Si se tiene en cuenta los precios de los terrenos y la distancia al puerto de Rosario, se puede descartar las siguientes zonas

- × Zonas 1 y 3 por elevados precios (comparativamente a la Zona 6 Este)
- × Zona 4 por elevados precios y por la distancia que tiene al puerto de Rosario

Como conclusión, se puede encontrar que la zona óptima para la localización de la planta de Biodiesel es la Zona 6 Este.

Analizando la zona, se puede ver que es una porción de terreno ubicada en forma longitudinal, acompañando el trazado de la Ruta Nacional 11. Esto nos proporciona uno de los factores buscados que es el de fácil acceso, ya que por esta vía es posible llegar a Santa Fe de manera muy simple al igual que a Resistencia.

Haciendo un análisis de mayor profundidad⁹², se puede apreciar que el sector norte de la Zona 6 Este tiene una mayor concentración de estancias de ganadería, mientras que en el centro y sur de dicha zona predominan los campos agrícolas, con la soja necesaria para este proyecto. Es por esto que se puede concluir que la superficie a ser investigada es la que se encuentra al norte del pueblo de Marcelino Escalada y al sur del pueblo de Romang.

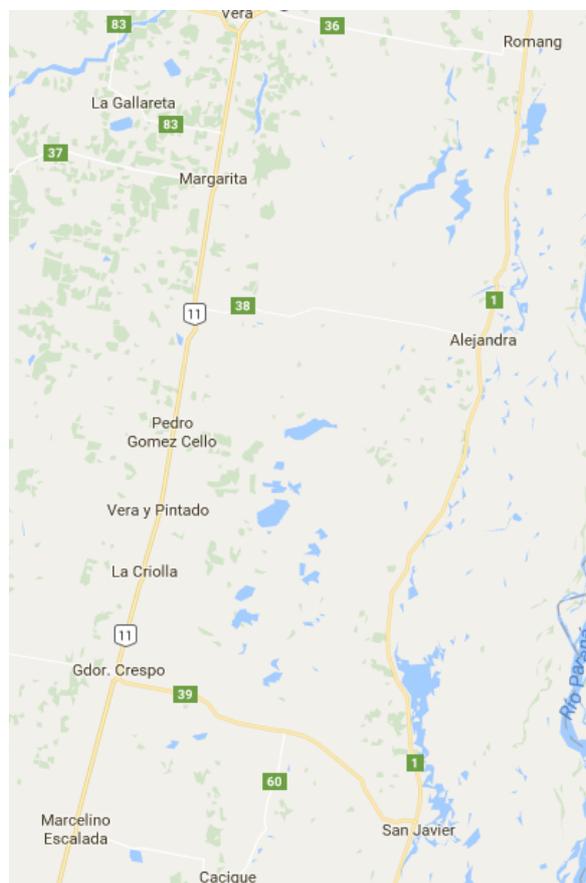


Ilustración 24: Mapa de la Zona 6 Este

En la ilustración superior se puede entender que existe una gran cantidad de asentamientos en la zona elegida, lo cual aumenta las probabilidades de encontrar los

⁹² Pablo Moens de Hase

factores descriptos en la macro localización, como ser personal capacitado, combustibles y energía eléctrica.

El sitio para una planta de Biocombustibles es idealmente lo más cerca posible de un proveedor de aceite vegetal de soja, y dentro de lo posible que sea a la orilla de una ruta pavimentada, para no depender de las condiciones climáticas.

Haciendo un análisis de las plantas de pequeño y mediano tamaño de la zona⁹³, se pudo encontrar que existe un sitio que cumple con todos los requerimientos. Dicho sitio es una zona industrial dentro de la localidad de San Justo, a unos 3 kilómetros al norte del pueblo de Gobernador Crespo, sobre la Ruta 11.



Ilustración 25: Gobernador Crespo y la zona industrial

1. Ruta Nacional 11
2. Zona industrial, ubicado en el km 622 de dicha ruta
3. Gobernador Crespo

Descripción del lugar elegido

El pueblo de Gobernador Crespo tiene aproximadamente 8000 habitantes⁹⁴, pero por la gran densidad de asentamientos que hay en el área la población aumenta hasta unos

⁹³ Ing. Agr. Esteban Gamarra

⁹⁴ Indec 2007

15.000 habitantes, sumado a las plantas en la zona, hace que la mano de obra calificada sea de gran facilidad para hallar.

Dicho pueblo se encuentra a unos 150km de la capital, Santa Fe, y a unos 315km de Rosario, haciendo que cualquier capacitación necesaria para el personal que opere la planta sea de bajo costo. Además, como ya se mencionó anteriormente, al estar a 315km de la ciudad de Rosario, los costos de llevar el aceite de soja (o grano) son de alrededor de \$370⁹⁵ por tonelada transportada. Dicho monto es el margen de negociación que se tiene con los productores de aceite de soja (o grano). Con una negociación pareja para el productor y para la planta, el precio de venta de aceite (o grano) debería rondar los \$185 por tonelada por encima del precio FOB. Así ambos, productor de aceite (o grano) y la planta, deberían estar ganando alrededor esos \$185 por tonelada por el ahorro de los costos de transporte.

En dicho centro industrial se encuentra la planta de lácteos de Tregar (tres García), la cual produce lácteos de todo tipo, desde quesos duros, untables hasta leche y dulce de leche. En ese mismo centro industrial, la empresa Tregar cuenta con una planta productora de aceite de soja, por la cual obtiene parte del expeler que necesita para la alimentación de las vacas utilizadas para obtener la leche.

Esta planta de aceite es la oportunidad ideal, ya que actualmente dicho aceite es vendido a través del puerto de Rosario. El siguiente mapa muestra la disposición actual y la oportunidad encontrada.

⁹⁵ José Luis Gonzalez y Fabián Mantica (camioneros)



Ilustración 26: Lugar elegido

En la imagen superior se puede apreciar que el lugar elegido va de acorde a las necesidades. El recuadro es el lugar donde se instalará la planta de Biodiesel. Dicho espacio (a la venta/en alquiler) tiene unas dimensiones de 135 metros de ancho en su lugar más angosto y 150 sobre la ruta por 200 metros de profundidad. A la izquierda de la imagen, se encuentra la planta productora del aceite de soja, con una capacidad actual de 70.000 toneladas de aceite anuales y a la derecha se encuentra la planta de Tregar lácteos.

En la zona se encuentran pocas industrias. En lo inmediato, están situadas la planta láctea Tregar Hnos y su correspondiente planta aceitera. Existen también en la zona planas de silos para almacenaje de granos, tales como maíz, soja, trigo, girasol, sorgo, etc. Existen también otras industrias pero a mayor distancia, tales como la empresa láctea Iloay y las válvulas Basso, ambas en Rafaela. En la ciudad de Reconquista se encuentran varias industrias frigoríficas, así como también en Santa Fe.

En dicha ubicación, contamos con los factores más importantes mencionados en la macrolocalización

- ✓ **Cercanía a una planta productora de aceite de soja.** El productor se encuentra dentro de la misma zona industrial, por lo que los costos de transporte son prácticamente cero, existe la posibilidad de la construcción de una cañería para evitar todo tipo de camiones.
- ✓ **Cercanía a los campos de soja.** Tal como se vio en la descripción de las diferentes zonas, esta es una zona puramente agrícola (centro y sur de la Zona 6 Este)
- ✓ **Disponibilidad y precio del terreno.** Dicho terreno está a la venta o alquiler actualmente
- ✓ **Disponibilidad de acceso a energía y combustibles.** Al estar en una zona industrial y tan cercano a un pueblo, el acceso a la energía y los combustibles de muy simple. De requerirse el acceso de camiones cisterna, el acceso no tiene ningún tipo de problema.
- ✓ **Disponibilidad del personal idóneo.** Como ya se vio, la cantidad de plantas de silos en la zona, sumado a una densidad de establecimientos alta, el personal es fácil de encontrar.
- ✓ **Estado de los accesos.** Como la planta se encuentra a tan solo metros de la Ruta Nacional 11, el acceso no tiene inconvenientes. La única obra necesaria para el acceso sería un pequeño puente para cruzar la banquina, pero es de tan solo unos pocos metros.
- ✓ **Incentivos económicos/legales.** Al estar en la provincia de Santa Fe, esta cuenta con dichos incentivos.

El único factor con el que no cuenta esta localización es el de la cercanía a las refinerías, pero como en la mayoría de los casos esto no es relevante, lo único que piden las petroleras para poder retirar el Biodiesel es tener un acceso fácil, y como se puede leer anteriormente, esta ubicación cuenta con eso.

COSTOS

Evolución de Stocks y Materiales

Las materias primas necesarias para la producción de biodiesel junto con sus características fueron expuestas en la sección de ingeniería. Las mismas son: aceite de soja, metanol, resina, ácido clorhídrico y soda caustica. Para poder hacer un análisis detallado de la evolución de materias primas en stock, es necesario asumir que las ventas anuales se van a distribuir uniformemente mes a mes, que el volumen de venta que se le asigne a la planta va a ser estable y que el volumen de producción va a estar fijado en 50.000 toneladas por año. A su vez se deben considerar las políticas de stocks de seguridad para cada materia prima. Para determinar el stock de seguridad de cada materia prima, se consultó con un especialista en la industria, quien aseguró que se trabaja con 10 días de stock para todas las materias primas, a excepción de la resina, de la cual se tienen 7 días de producción en stock. Con esta información, se puede calcular la cantidad de materia prima a tener en stock y en consecuencia el valor de la misma para cada año utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{Valor del stock (\$)} = \frac{\text{Consumo anual (\$)}}{365 \text{ (días)}} \times \text{días de stock (días)}$$

A continuación, se muestra a modo de ejemplo la tabla de Excel utilizada para calcular el valor del stock del aceite de soja.

Días de Stock	10
---------------	----

Precio

Año	2016	2017	2018	2019	2020
USD/tn	\$ 667,73	\$ 681,93	\$ 690,73	\$ 693,38	\$ 696,13
ARS/tn	10.519,39	12.970,81	15.039,43	16.519,46	17.282,07

Costo

Año	2016	2017	2018	2019	2020
Toneladas	-	50.000	50.000	50.000	50.000
USD	\$ -	\$ 34.096.488,21	\$ 34.536.476,25	\$ 34.669.108,79	\$ 34.806.644,83
ARS	-	648.540.399,44	751.971.516,66	825.973.132,20	864.103.683,79
Stock	-	17.768.230,12	20.601.959,36	22.629.400,88	23.674.073,53

Tabla 37: Valor del stock para el aceite de soja

Como se puede observar, el valor del stock del aceite incrementa año a año, aunque no aumenten las cantidades. Esto se debe a que la proyección del precio del aceite de soja en dólares (calculada en la sección de mercado) aumenta y como así también el tipo de cambio.

Es importante aclarar que, a la hora de calcular la evolución de los stocks, no todos los insumos están afectados en forma directa por el comportamiento de la inflación.

Por un lado, los precios FOB de las materias primas que representan el mayor porcentaje de los costos fueron proyectados en dólares, por los que solo se deben afectar por el tipo de cambio (metanol y aceite de soja).

Por otra parte, la resina es un insumo que se debe adquirir de un importador. Por el poco peso que tiene en comparación a los demás costos (debido a su precio y volumen necesario), y la falta de datos para realizar una proyección, se asume que su valor en dólares será constante a lo largo de todo el proyecto. Lo mismo ocurre con la glicerina, subproducto de poco valor comercial en comparación con el biodiesel.

Finalmente, el ácido clorhídrico y la soda cáustica son insumos de producción nacional, por los que se asume que su precio seguirá el comportamiento de la inflación.

Para cada materia prima se hizo una tabla similar a la anterior y se calculó el valor del stock de cada una de ellas. Luego, se sumaron todos estos valores para obtener el subtotal del valor de los stocks. El resultado se muestra a continuación:

Año	2016	2017	2018	2019	2020
ARS	\$ -	\$ 18.727.076,21	\$ 21.767.327,38	\$ 23.929.459,42	\$ 25.059.228,73

Tabla 38: Subtotal del valor en stock en pesos

En cuanto al cálculo del valor del stock de mercadería en curso o producto semielaborado, no aplica para este proyecto. Como se muestra en la sección de ingeniería, toda la producción se realiza en módulos continuos donde se introduce la materia prima y luego de un proceso automatizado se obtiene el producto terminado. Es por esto que no se considera el valor de la mercadería en curso.

Para el análisis del producto terminado, se debe considerar que la cantidad producida es 50.000 toneladas al año, la cual se supone está distribuida uniformemente a lo largo del año. El costo se evalúa por el sistema de absorción. Este último incluye los gastos de producción variables tales como la materia prima y mano de obra directa y los gastos de producción fijos tales como las amortizaciones y la ART entre otros. Luego, con el costo total de producción anual y los días de stock de producto terminado, en este caso 10 días, se calcula el valor del stock usando la siguiente fórmula.

$$\text{Valor del stock (\$)} = \frac{\text{Costo total anual de producción (\$)}}{365 \text{ (días)}} \times \text{días de stock (días)}$$

Sistema de Costeo

Se optó por utilizar el sistema de costeo por absorción. De esta forma se tienen en cuenta las amortizaciones de los bienes de uso y el costo del área fabril a la hora de calcular el costo total del producto. Como consecuencia, el costo unitario resulta mayor que si se utilizase el sistema de costeo directo. Como el proyecto contempla solamente la producción del biodiesel, tiene sentido atribuirle estos costos al costo de fabricación de este único producto, para alcanzar un valor más cercano al costo real de producción. Si bien también se obtiene glicerina, la misma es un subproducto cuyo volumen es proporcional a la

producción del biocombustible, por lo que se utilizará dicha relación constante para la asignación de sus respectivos costos.

Costos Directos y Gastos Generales de Fabricación

Gastos de Producción Variables

- Materias primas

- Aceite de soja:

Se realizó una proyección del precio del aceite de soja en USD y utilizando una proyección de tipo de cambio se pudo obtener el precio del aceite de soja en ARS. Luego se multiplico por la cantidad de litros necesarios por año y se proyectó desde el año 0 hasta el año 2026. El precio para el año 1 es de 667,73 US\$/tn o de 10.519,39 AR\$/tn y este monto va aumentando a través del tiempo ya que tanto el precio en dólares como la tasa de cambio aumentan.

- Resina

La resina como se expuso anteriormente se asume que mantiene su costo constante a través de los años fijo en USD y se multiplica luego por el tipo de cambio para obtener su costo en pesos. Su costo de año 0 es de 15 USD/tn.

- Metanol

Se realizó una proyección en USD considerando que existe una correlación con el precio del petróleo. El costo en USD se multiplica por el tipo de cambio de cada año para obtener su valor en ARS. El precio para el año uno es de 292,52 US\$/tn o de 4.608,45 AR\$/tn.

- Soda caustica y ácido clorhídrico

Estas dos materias primas se adquieren de proveedores locales. Como se dispone de pocos datos para hacer una proyección y no significan un gasto considerable en comparación al resto de los insumos, se tomó el precio de la industria argentina al 2016 para el año 0 (4.150 AR\$/tn para el ácido y de 4.950 AR\$/tn para la soda), y se ajustó año a año mediante el tratamiento de inflación. A modo informativo, se muestran estos costos en USD, para los cuales se realizó el mismo cálculo.

- Mano de obra directa AR\$40.000 por mes. Esto se ve afectado año a año por las paritarias, que fueron consideradas iguales a la inflación de cada año.

Además, otro factor a tener en cuenta es la antigüedad, que aumenta el sueldo base a una tasa de 1 por ciento anual. El sueldo anual se obtiene al multiplicar el valor mensual por 13, ya que se debe tener en cuenta el aguinaldo, cuyo valor equivale a un sueldo. Por último, se agrega un 19 por ciento por los aportes del trabajador por los diferentes conceptos que se indican en la tabla correspondiente. Este monto debe ser multiplicado por 4 personas, ya que se tiene un esquema de 4 brigadas de trabajo, las cuales trabajan turnos de 12 horas, con un operario de laboratorio en cada una de ellas.

APORTES TRABAJADOR	% del Sueldo Bruto
Jubilación	11,00%
Ley 19.032	3,00%
Sindicato	2,00%
Obra Social	3,00%
Total	19,00%

Tabla 39: Apertura de aportes de operarios

Adicionalmente se deben tener en cuenta los reemplazos vacacionales. Este monto se obtuvo multiplicando el costo anual de mano de obra por un porcentaje equivalente al tiempo vacacional que le corresponderá a cada operario a lo largo del proyecto. En los primeros 5 años se considera que les corresponden dos semanas de vacaciones anuales, y luego 3 semanas hasta la finalización del proyecto. Esto deriva del supuesto de que a partir de año 6, la antigüedad promedio de la mano de obra se mantendrá constante, debido al nivel de rotación que presenta la industria.⁹⁶

Por otro lado, existen otros importes llamados contribuciones patronales. Dichos conceptos son porcentajes los cuales afectan al sueldo bruto (sueldo básico sumado a la antigüedad). La estructura de los aportes patronales se compone de la siguiente manera:

APORTES TRABAJADOR	% del Sueldo Bruto
Jubilación	10,17%
Ley 19.032	1,50%
Sindicato 147	2,00%
Fondos de Desempleo	0,89%
Asignación Familiar	4,40%
Obra Social	6,00%
Otros	
Total	24,96%

⁹⁶ José Luis Martínez Justo, Presidente de Ambiental Solutions S.A.

Tabla 40: apertura aportes patronales

- Operarios Módulos

Al igual que en el caso de los operarios de los laboratorios, se tienen los mismos ítems que suman al sueldo básico. En este caso existen dos diferencias respecto a los operarios de laboratorio. El primero es la cantidad de personal (dos por cada brigada, dando un total de 8), y el segundo es el sueldo básico, el cual tiene un valor de AR\$35.000 mensuales.

Gastos de Producción Fijos

- ART

Los gastos relacionados con la Aseguradora de Riesgos de Trabajo (ART) son considerados como gastos generales de fabricación fijos dado que los mismos representan un seguro para los operarios. Dentro de los gastos generales de fabricación solo se tienen en cuenta aquellos referidos a los operarios, dejando de lado el de la secretaria para gastos de administración, así como también los de los apoderados. El costo del ART es calculado con un porcentaje del sueldo básico, el cual es de 8 por ciento.

- Electricidad

El gasto de electricidad se compone de una parte que se cobra en función de la potencia instalada (fijo) y otra que se cobra en función de la potencia consumida (variable). El consumo eléctrico resulta del uso de las bombas, los módulos, los equipos del laboratorio y la iluminación de la planta en sí. Para el cálculo de la tarifa básica se utilizó el cuadro tarifario de la empresa distribuidora, EPE, en la provincia de Santa Fe. Luego, para

estimar su precio futuro la tarifa fue ajustada utilizando la inflación. De esta manera, el gasto en energía se obtuvo a partir del consumo variable dependiendo de si es pico, resto o valle. Se estimó la cantidad de horas de uso que pertenece a cada uno de los anteriores parámetros, y luego se multiplicó el costo por hora de cada uno por la cantidad de horas. Luego, con esta tarifa básica, se le agregaron los impuestos tales como la Ley Provincial 6.604, la Ley Municipal 7.797 y la ordenanza 1.592/62

Si bien el consumo eléctrico está atado a la producción, la estructura del proyecto consideró que las máquinas operan las 24hs del día durante los 365 días del año para poder cubrir con la producción proyectada de 50.000 tn anuales. A su vez, el gasto en electricidad representa tan solo un 0,1 por ciento del costo total de lo vendido, por lo cual las posibles fluctuaciones debidas al cambio de la cantidad producida resultarían poco significativas frente al gasto total. La apertura de dicho cálculo implica una alta complejidad en relación a la información que aporta.

- Celulares Personal

Para el personal, se considera que se tienen diez líneas de celular a un costo de AR\$300 en el año base, y luego se ajusta ese monto por inflación. Dicho monto debe multiplicarse a su vez por doce para poder obtener el costo anual.

- Comida Personal

Se va a brindar el alimento al personal, el cual tiene un costo de AR\$90 por operario por día de trabajo. Este monto debe multiplicarse por los 12 operarios y por los 365 días del año en los cuales hay producción. Para poder realizar una evolución, se consideró que puede hacerse un análisis considerando la inflación anual.

- Amortizaciones

Las amortizaciones son un gasto general de fabricación fijo y se introducen dentro del gasto de producción dado que se utiliza un sistema de costeo por absorción, son tenidas en cuenta las amortizaciones de instalaciones tanto como las de maquinaria en esta sección. En la sección correspondiente a amortizaciones puede observarse como fueron calculadas.

- Vestimenta de seguridad

Todos los años se les debe dar la vestimenta de seguridad a los operarios que trabajan en la planta, con la siguiente estructura de costos. La evolución año a año se realiza

mediante la inflación con un valor inicial de AR\$3.867 para el total de la vestimenta de seguridad.

- Transporte

Para el transporte de los operarios, se analizaron dos alternativas. Por un lado, contratar un servicio corporativo de transporte y por el otro comprar dos Volkswagen Suran, uno por cada turno diario de trabajo, las cuales serían manejadas por los mismos empleados.

Para el análisis de contratación de un servicio de transporte, se consideró el costo promedio por kilómetro recorrido que registra la empresa LAN para los viajes de sus empleados con remises corporativos en la provincia de Santa Fe (14,22 AR\$/Km). Se asumió que el mismo seguiría la tasa de inflación proyectada.

Para la opción de adquirir vehículos, se consideró que el consumo promedio de combustible sería de 8,2 litros cada 100 kilómetros, como el fabricante lo indica. A su vez se tomó el precio de la nafta al mes de septiembre de 2016 en la estación Shell de la ciudad de San Justo (Santa Fe) y se consideró que el aumento anual del precio de la misma seguiría la inflación. Por último, se supuso que al año 2021 se deberían cambiar los automotores adquiridos.

Para ambos cálculos se consideró la distancia entre la planta y la ciudad de San Justo, donde se estima que estarán radicados los operarios. En el análisis comparativo no se incluyeron los efectos financieros y escudos fiscales generados, ya que a simple vista pudo observarse que obtener una flota propia sería considerablemente más barato.

- Mantenimiento

Los gastos de mantenimiento se estiman como un 0,26 por ciento del total de las compras de materias primas y la electricidad consumida. Este valor relaciona el desgaste de las instalaciones con producción de la misma, y fue sugerido por José Luis Martínez Justo, constructor de plantas de biodiesel.

Gastos de Administración y Comercialización

Los gastos de administración se dividen en fijos y variables.

En primer lugar, dentro de los gastos fijos, se encuentran los gastos del personal de administración. Estos son los sueldos, contribuciones, ART y aportes tanto para la secretaria como el apoderado de la empresa (único responsable de la dirección de la empresa).

Otros gastos fijos que se deben tener en cuenta son: alquiler de una oficina (junto con las expensas y los servicios correspondientes), internet, amortizaciones, servicios de un estudio contable y otros imprevistos.

En cuanto al alquiler, expensas y servicios básicos como energía eléctrica, gas y agua, se asumió que inicialmente el valor total sería de AR\$ 10.000 mensuales y que se actualizaría con la inflación.

La administración contable se encuentra a cargo de un estudio contable. Los honorarios de los mismos varían según las características de la empresa a asesorar. Los principales drivers son la cantidad de empleados y el número de operaciones realizadas con proveedores y clientes. A su vez, el valor suele evolucionar al mismo ritmo que los acuerdos sindicales del rubro de la empresa que contrata el servicio. Para el caso particular de este proyecto, los servicios requeridos son las realizaciones de liquidaciones de sueldo, cargas sociales, impuestos y cierre de balances entre otros. El costo aproximado al año 2016 es de AR\$8000 por mes y estará atado a la inflación, según TBO Consulting.

		GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN				
	AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
FIJO	Personal	\$ -	\$ 3.787.812	\$ 4.346.386	\$ 4.770.484	\$ 4.998.568
	ART	-	297.452	341.077	374.022	391.275
	Alquiler Oficina + Expensas + Sen	-	144.822	170.698	194.037	217.183
	Amortizaciones	-	-	-	-	-
	Teléfonos e Internet	-	19.493	22.976	26.117	29.233
	Otros e imprevistos	-	-	-	-	-
	Estudio Contable	-	115.858	136.558	155.229	173.746
VARIABLE	TOTAL	\$ -	\$ 4.365.438	\$ 5.017.695	\$ 5.519.890	\$ 5.810.005
21%	IVA (21%)	\$ -	\$ 882.236	\$ 1.013.044	\$ 1.112.945	\$ 1.168.354
27%	IVA (27%)	-	44.365	52.292	59.442	66.532
	IVA ADMIN & COMER	\$ -	\$ 926.601	\$ 1.065.336	\$ 1.172.386	\$ 1.234.886

Tabla 41: Gastos de administración y comercialización

En cuanto a los gastos variables de administración y comercialización, se realizó un análisis que muestra por qué no los hay en este proyecto.

En primer lugar, se podrían considerar los gastos de transporte y seguros de la materia prima. Para el precio de la materia prima, en la sección de mercado se proyectó el precio FOB para el horizonte temporal de proyecto. Transportar la materia prima a la planta directamente (en lugar de transportarlas al puerto), representa un costo menor para las empresas proveedoras de los alrededores, por lo que en principio resulta razonable asumir que dicho costo estará contemplado en el precio FOB utilizado. A su vez, un análisis más minucioso podría buscar la obtención de mejores precios. En el caso del metanol, el modo de operación regular en la industria es recibirlo con los mismos camiones de las refinerías que retirarán el biodiesel. Esto se considera una estrategia comercial que garantiza el aprovisionamiento en tiempo y forma para la mezcla demandada legalmente.

En cuanto a los gastos en seguros y transporte para el biodiesel, son las refinerías las que se hacen cargo del mismo, como se explicó en la sección de ingeniería. Finalmente, las empresas de cosméticos y las farmacéuticas se encargan de retirar la glicerina. Impuestos

Como se expuso en la sección de promoción industrial, la provincia de Santa Fe ha adherido a la Ley nacional 26.093 a través de la Ley Provincial N° 12691 y a su vez ha sancionado la Ley N° 12503 sobre Régimen legal de uso de energías renovables. El régimen para empresas productoras de biocombustibles consiste en la exención de los impuestos

sobre los Ingresos Brutos, Inmobiliario, de Sellos y de Patente Única sobre vehículos que se encuentren afectados a la actividad. Estos beneficios se extenderán por un plazo máximo de 15 años. En consecuencia, los únicos impuestos que se deben pagar son el IVA, aportes patronales y el Impuesto a las Ganancias.

En primer lugar, se analizará el impuesto que mayor impacto tiene en la empresa, el impuesto a las ganancias. La base imponible de este impuesto es el resultado de la empresa y la alícuota correspondiente es del 35 por ciento. Es importante destacar que el impuesto a las ganancias se calcula sobre los costos devengados, y no sobre el flujo de fondos percibido. En caso de que un resultado sea negativo en un período, se tiene un crédito fiscal con el estado, y se puede descontar los impuestos de los próximos ejercicios hasta que su valor llegue a 0 o se exceda el plazo de 5 años.

En el cuadro a continuación se muestra el impuesto a las ganancias que la empresa debe pagar en cada período.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
MONTO IMPONIBLE	-	89.079.581	110.571.805	123.261.230	128.694.277	130.512.414	146.764.380	152.666.371	159.610.465	168.595.898	177.994.750
Impuesto	-	(31.177.853)	(38.700.132)	(43.141.431)	(45.042.997)	(45.679.345)	(51.367.533)	(53.433.230)	(55.863.663)	(59.008.564)	(62.298.163)
Crédito Fiscal 2016											
Crédito Fiscal 2017											
Crédito Fiscal 2018											
Crédito Fiscal 2019											
Crédito Fiscal 2020											
Crédito Fiscal 2021											
Crédito Fiscal 2022											
Crédito Fiscal 2023											
Crédito Fiscal 2024											
Crédito Fiscal 2025											
MONTO A PAGAR	-	(31.177.853)	(38.700.132)	(43.141.431)	(45.042.997)	(45.679.345)	(51.367.533)	(53.433.230)	(55.863.663)	(59.008.564)	(62.298.163)

Tabla 42: Impuesto a las ganancias

Como se puede observar, en ningún momento se esperan resultados negativos, por lo que no se espera tener crédito fiscal en ningún momento y por lo tanto los impuestos coinciden con el monto a pagar.

El otro impuesto con gran impacto en la empresa es el impuesto al valor agregado (IVA). Este impuesto se analizará con mayor detalle en la sección IVA.

Bases de prorrateo

Los únicos productos que se obtienen y comercializan son el biodiesel y la glicerina. Como las cantidades de glicerina obtenidas son proporcionales a las toneladas de biodiesel que se desean producir, y no se requieren procesos adicionales para la venta de la misma

luego de su separación del biocombustible, se toman los volúmenes producidos de cada uno de estos productos como base de prorrateo de los gastos totales de producción.

Debido al modo de prorratear definido, los costos por tonelada para cada producto resultan iguales.

VOLUMEN DE PRODUCCION (TN)	2016	2017	2018	2019	2020
BIODIESEL	-	50.000	50.000	50.000	50.000
GLICERINA	-	5.000	5.000	5.000	5.000
TOTAL	-	55.000	55.000	55.000	55.000

COSTO ASIGNADO A PRODUCCION:						
BIODIESEL	\$	-	\$ 654.630.281	\$ 759.341.602	\$ 834.567.951	\$ 875.495.010
GLICERINA		-	65.463.028	75.934.160	83.456.795	87.549.501

COSTO POR TN PRODUCIDA						
BIODIESEL	\$	-	\$ 13.093	\$ 15.187	\$ 16.691	\$ 17.510
GLICERINA		-	13.093	15.187	16.691	17.510

Tabla 43: Costos prorrateados

INVERSIONES

Activo Fijo

Para analizar las inversiones en activos fijos, se dividen los mismos entre gastos internos y externos, para luego calcular el gasto total. En todos los casos estas inversiones se deben llevar a cabo en el año 2016, es decir, el año 0 del proyecto. Dentro de las inversiones de los activos fijos se distinguen varias categorías.

- Terrenos, sus mejoras y otros recursos naturales

Estos incluyen el terreno, el acondicionamiento del mismo, las dársenas de recepción y los senderos para la circulación de camiones. A continuación se muestra una tabla con las inversiones correspondientes.

RUBRO	Gasto Externo (U\$D)	Gasto Interno (AR\$)	Inversion Total \$
BIENES DE USO	154		
Terrenos, sus mejoras y otros recursos naturales			
Compra Terreno	28.500		448.991
Dársena de recepción		163.331	163.331
Dársena de despacho		163.331	163.331
Acondicionamiento del terreno		508.508	508.508
Senderos de circulacion para camiones		2.082.470	2.082.470
SUBTOTAL			3.366.631

Tabla 44: Inversión en bienes de uso

El valor por hectárea del terreno se toma en base a los precios promedio de la zona, la cercanía a la localidad de Gobernador Crespo, el acceso a la ruta y la disponibilidad de energía eléctrica. El valor resultó de 10.000 US\$ por hectárea. El área del terreno a comprar son 2,85 hectáreas, por lo que la inversión en el terreno es de 28.500 US\$, lo que equivalen a AR\$448.991. Es importante destacar que la compra del terreno no incrementa el valor del IVA crédito, ya que a los terrenos no se les incluye el IVA.

Los caminos de hormigón para el tránsito de camiones y dársenas de carga y descarga tienen un costo de AR\$1166,65 por metro cuadrado. Se necesitan aproximadamente 2065 metros cuadrados, para cubrir un recorrido alrededor del terreno (3,5 metros de ancho) y las dársenas de recepción y despacho (7 metros de ancho). Esto totaliza una inversión necesaria de 2.409.132 AR\$ para los caminos internos. Se tomaron como referencia valores aportados por Pio Martínez Ortiz, empresario de la construcción.

- Obras civiles

Dentro de este rubro se encuentran todos los tanques, las conexiones, el galpón, el laboratorio, las piletas API y los baños para los empleados. A continuación, se muestra una tabla con las inversiones necesarias para las mismas.

Obras civiles (edificios), complementarios e infraestructura			
Tanque Aceite			
Tanque Biodiesel			
Tanque Glicerina			
Tanque Metanol			
Línea Metanol Recupero			
Tanque Intermedio			
Cimientos tanques			
Conexiones mediante caños galvanizados de 3"			
Válvulas y otros elementos controladores			
Total red de almacenamiento interna	1.373.441		21.637.287
Estructura tipo galpón	223.194		3.516.214
Estructura Laboratorio		20.000	20.000
Baños operarios		85.000	85.000
Conexión a la red de corriente + Centro de transformación MT - BT	100.000		1.575.408
2 Piletas de recuperación API (1m x 2,3m x 13m)		700.000	700.000
SUBTOTAL			27.533.909

Tabla 45: Inversiones en obras civiles

Los costos de construcción y adquisición de todos los tanques de almacenamiento junto con las cañerías, válvulas y elementos de seguridad pertinentes (señalizaciones, matafuegos, sistema contra incendios, etcétera) se estimaron en base al costo que los

mismos representan para una planta de 10.000 toneladas (tamaño tomado como referencia en la industria). Para una planta de 50.000 toneladas los costos siguen una linealidad junto a un factor de corrección que se aproxima a 0,8.⁹⁷ Esto se debe a que, si bien el volumen de almacenamiento necesario aumenta linealmente y representa la mayor parte de la inversión, el resto de los elementos no varía en gran medida. En consecuencia, el costo para la planta de 50.000 toneladas es cuatro veces el de una planta de 10.000 toneladas. Considerando que el costo de estos elementos para una planta de 10.000 toneladas es de 350.000 US\$, el mismo para este proyecto representa 1.400.000 US\$. La instalación de los tanques requiere que se acondicionen 2717 metros cuadrados de terreno, por lo que del valor final se restó el costo pertinente, para no duplicar costos, el cual no será amortizable.

Los módulos productivos y el laboratorio se encuentran dentro de un galpón de 507 metros cuadrados de superficie y 7 metros de altura. El precio de construcción del mismo para dicha altura es de 450 US\$ por metro cuadrado e incluye la nivelación del suelo, la construcción de un piso de material capaz de soportar el peso de los módulos y la estructura del galpón propiamente dicha. El acondicionamiento del terreno representa aproximadamente 154 AR\$ de dicho costo. El área final a acondicionar es de 585 metros cuadrados por cuestiones constructivas. El costo de acondicionamiento se detalla por separado, ya que no es amortizable, pero está incluido en el costo de producción del galpón.

La construcción del baño incluye la grifería, la instalación de la cámara séptica, las cañerías, el tanque de agua y el termotanque. El precio total alcanza un valor de 85.000 AR\$.⁹⁸

En cuanto a la conexión a la red eléctrica, es necesario instalar una estación de transformación, ya que recibir energía en media tensión y transformarla a baja es más barato. La compra e instalación de la estación de transformación tiene un valor cercano a los 100.000 US\$, incluyendo los insumos necesarios y la mano de obra para su instalación.⁹⁹

El precio de las piletas API depende mucho del constructor elegido y de los líquidos a tratar o recuperar con las mismas. A grandes rasgos, se puede hacer una aproximación basándose en el precio de una planta de tratamiento de agua. En particular, para las medidas y finalidades de este proyecto, el precio es AR\$350.000

- Maquinarias y equipos

⁹⁷ José Luis Martínez Justo, Presidente de Ambiental Solutions S.A.

⁹⁸ Pio Martínez Ortiz, empresario de la construcción

⁹⁹ José Luis Martínez Justo, Presidente de Ambiental Solutions S.A.

En este rubro se encuentran tanto los módulos productivos, como la caldera de aceite y todo el equipamiento de laboratorio que controla la calidad del biodiesel. Para el cálculo del costo de los módulos productivos se partió de la base que cada módulo cuesta 2.5 millones de dólares y puede producir 17.000 toneladas por año. Como se planea producir 50.000 toneladas anuales de biodiesel se necesitan 3 de estos módulos, lo que lleva a la inversión a ser de 7.5 millones de dólares. En la tabla a continuación se muestran las inversiones necesarias para este rubro.

Maquinaria y/o equipos			
Analizador de humedad			
Tester de Punto de inflamación de Penski Martens			
Auto Sampler Termoelectrónico			
Total equipamiento Laboratorio	150.000		2.363.111
Módulos productivos	7.500.000		118.155.563
Caldera de aceite de 800.000 KCAL	113.000		1.780.210
Bombas centrífugas (10)		132.770	132.770
SUBTOTAL			122.431.654

Tabla 46: Inversiones en maquinarias

Además de estos rubros se identificaron otros a lo largo del trabajo, tales como, las instalaciones industriales, gastos de nacionalización, equipos auxiliares, muebles e imprevistos. Para gastos de muebles e instalaciones se cotizó AR\$ 15.000 en el año 0, tras ajustar por inflación, se estimó una inversión por el mismo concepto en el año 5 de AR\$30.130. La compra de la caldera de aceite en el exterior conlleva a un gasto de nacionalización del 25 por ciento de su valor, es decir de US\$28.250 o AR\$445.053. Se determinó un 2 por ciento del valor total de inversión en bienes de uso en concepto de imprevistos.

Todas estas inversiones en el año 0 a excepción del terreno generan un crédito de IVA. Es importante destacar que todas las inversiones en este proyecto no pagan el mismo porcentaje de IVA, ya que, por ejemplo, el equipo de laboratorio solo paga el 10,5 por ciento.

Destinos Asimilables y Gastos de Puesta en Marcha

Dentro de los destinos asimilables se encuentran los siguientes rubros:

- Investigaciones y estudios: Dentro de este conjunto se podría incluir el gasto en la planificación y evaluación del proyecto. Los mismos no fueron

considerados ya que toda la evaluación y diseño del proyecto fue hecha por el grupo, con ayuda de profesores y contactos.

- Constitución y organización de la empresa: En cuanto a los gastos de constitución de una SRL se consultó a Portal Societario, una empresa que se dedica a hacer los trámites para la inscripción de sociedades ante la IGJ. El monto a pagar es AR\$8980 más IVA. A este monto se le debe agregar el alta en la AFIP, la rúbrica de libros y el acta de constatación del depósito de integración a el Banco Nación. Si sumamos todos estos gastos tenemos un total de aproximadamente AR\$11000.
- Patentes y licencias: no existen gastos de esta índole. La tecnología necesaria se compra al iniciar el proyecto y luego no se deben pagar cargos extras.
- Gastos de administración e ingeniería durante la instalación: la instalación de una planta de las características presentadas, puede durar hasta un máximo de 12 meses, durante los cuales se requerirá una asesoría part-time para cuestiones ingenieriles y técnicas por un monto aproximado de US\$30.000.¹⁰⁰
- Gastos de puesta en marcha: los mismos se definen como el exceso de gastos variables incurridos hasta que el producto obtenido alcance el nivel de calidad deseado. La tecnología adquirida esta en condiciones de comenzar la producción de manera óptima una vez finalizada la instalación ya que no requiere calibraciones adicionales para lograr la calidad deseada.

Activo de Trabajo

El activo de trabajo comprende todo activo corriente que la empresa necesita para poder operar normalmente. Dentro de este rubro se encuentran las disponibilidades mínimas en caja y bancos, los créditos por ventas y los stocks de materias primas y producto elaborado. A continuación, se detallarán brevemente estos rubros.

- Caja mínima: Es la disponibilidad mínima que tiene que haber para poder hacer frente a cualquier gasto inesperado y poder operar con comodidad. Su valor es del 2 por ciento de las ventas anuales.
- Créditos por ventas: Estos son los créditos que surgen por no vender al contado. Como la empresa tiene un período de cobro igual a un mes (modo normal de

¹⁰⁰ José Luis Martínez Justo, Presidente de Ambiental Solutions S.A.

operación con las refinerías en la industria), los créditos por ventas se calculan como las ventas anuales dividido 12.

- **Stocks:** En la sección de stocks y materiales se detallaron estos valores. Se tuvieron en cuenta los requerimientos de materias primas y stocks de seguridad de los diferentes insumos y productos.

Estos rubros sumados representan la inversión inicial en activo de trabajo. Para cada año se calcula el nuevo valor del activo de trabajo y la diferencia entre dicho valor y su predecesor es la inversión extra de activo de trabajo que se necesita año a año. A continuación, se muestra el cálculo de dicho valor a lo largo del proyecto.

ACTIVO DE TRABAJO	2016	2017	2018	2019	2020
Disponibilidad Mínima en Caja y Bancos					
Caja Mínima	-	16.079.759	18.798.772	20.697.072	21.701.917
Créditos Por Ventas					
Créditos Por Ventas	-	66.998.996	78.328.219	86.237.802	90.424.656
Bienes de Cambio					
Stock de Materia Prima	-	18.727.076	21.767.327	23.929.459	25.059.229
Stock de Materiales					
Mercadería en Curso y Semielabora	-	-	-	-	-
Stock de Elaborados	-	19.727.488	22.883.171	25.150.267	26.383.685
Otros					
TOTAL ACTIVO DE TRABAJO	-	121.533.318	141.777.490	156.014.600	163.569.487
+ Δ Activo Trabajo	-	121.533.318	20.244.171	14.237.111	7.554.887

Tabla 47: Inversiones en activo de trabajo

Amortizaciones

Para las amortizaciones se considera un tipo de amortización lineal. Es decir que el monto a amortizar se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Cuota de Amortización} = \frac{\text{Inversión inicial} - \text{Valor Residual}}{\text{Vida útil}}$$

Por lo tanto, esta cuota va a ser constante para todos los períodos, y la suma de todas las cuotas será la diferencia entre la inversión inicial y el valor residual. En particular, se asumió que el valor residual de todos los activos se consideró nulo.

Los activos que se deben amortizar fueron divididos según su vida útil o período de amortización contable. En este proyecto se tienen activos amortizables a 3, 5, 10 y hasta 30 años. Los activos que se amortizan a 30 años son las obras civiles e infraestructura, que incluye la red de almacenamiento interna, el galpón, laboratorio y baños entre otros. Como el proyecto fue analizado a 10 años, estos activos no llegarán a amortizarse totalmente.

RUBRO	IO (\$)	VU (años)	VR (% de IO)	2016	2017	2018	2019	2020
Obras civiles (edificios), complementarios e infraestructura								
Tanque Aceite	-	30	0%	-	-	-	-	-
Tanque Biodiesel	-	30	0%	-	-	-	-	-
Tanque Glicerina	-	30	0%	-	-	-	-	-
Tanque Metanol	-	30	0%	-	-	-	-	-
Linea Metanol Recupero	-	30	0%	-	-	-	-	-
Tanque Intermedio	-	30	0%	-	-	-	-	-
Cimientos tanques	-	30	0%	-	-	-	-	-
Conexiones mediante caños galvanizados de 3"	-	30	0%	-	-	-	-	-
Válvulas y otros elementos controladores	-	30	0%	-	-	-	-	-
Total red de almacenamiento interna	21.637.287	30	0%	-	721.243	721.243	721.243	721.243
Estructura tipo galpón	3.516.214	30	0%	-	117.207	117.207	117.207	117.207
Estructura Laboratorio	20.000	30	0%	-	667	667	667	667
Baños operarios	85.000	30	0%	-	2.833	2.833	2.833	2.833
Conexión a la red de corriente + Centro de transformación MT - BT	1.575.408	30	0%	-	52.514	52.514	52.514	52.514
2 Piletas de recuperación API (1m x 2,3m x 13m)	700.000	30	0%	-	23.333	23.333	23.333	23.333
SUBTOTAL	27.533.909			-	917.797	917.797	917.797	917.797

Tabla 48: Activos con una VU de 30 años

Los activos que se amortizan con una vida útil de 10 años son las instalaciones industriales, las maquinarias y otros equipos. Dentro de las maquinarias y equipos tenemos todos los equipos de laboratorio, la caldera y los módulos productivos. El monto invertido en estos elementos es el más significativo del proyecto y se ve reflejado en sus correspondientes amortizaciones, llegando estas a ser aproximadamente un 85 por ciento del monto total a amortizar en cada período.

Maquinaria y/o equipos								
Analizador de humedad	-	10	0%	-	-	-	-	-
Tester de Punto de inflamación de Penski Martens	-	10	0%	-	-	-	-	-
Auto Sampler Termoelectrónico	-	10	0%	-	-	-	-	-
Total equipamiento Laboratorio	2.363.111	10	0%	-	236.311	236.311	236.311	236.311
Modulos productivos	118.155.563	10	0%	-	11.815.556	11.815.556	11.815.556	11.815.556
Caldera de aceite de 800.000 KCAL	1.780.210	10	0%	-	178.021	178.021	178.021	178.021
Bombas centrífugas (10)	132.770	10		-	13.277	13.277	13.277	13.277
SUBTOTAL	122.298.884			-	12.243.165	12.243.165	12.243.165	12.243.165

Tabla 49: Activos con VU de 10 años

Los activos que tienen una vida útil de 5 años son los rodados y equipos auxiliares, muebles y útiles e imprevistos. En el caso particular de los rodados, como su vida útil es

menor a la duración del proyecto, los mismos llegan a amortizarse por completo y deben ser recomprados una vez.

Rodados y Equipos auxiliares								
	-	5	0%	-	-	-	-	-
Automoviles traslado personal (2 Suran 1.6 Confortline)	600.000	5	0%	-	120.000	120.000	120.000	120.000
SUBTOTAL	123.031.654			-	120.000	120.000	120.000	120.000
Muebles y útiles								
	15.000	5	0%	-	3.000	3.000	3.000	3.000
SUBTOTAL	15.000			-	3.000	3.000	3.000	3.000

Tabla 50: Activos con VU de 5 años

Otros BU								
Computadoras, Telefonos (fijo y celulares)		3	0%	-	22.200	22.200	22.200	35.897
Imprevistos								
Imprevistos	3.087.845	5	0%	-	617.569	617.569	617.569	617.569
Gastos Preoperativos	3.719.381	5	0%	-	743.876	743.876	743.876	743.876
Cargos Diferidos	517.476	5	0%	-	103.495	103.495	103.495	103.495
SUBTOTAL	7.324.701			-	1.464.940	1.464.940	1.464.940	1.464.940
TOTAL AMORTIZACIONES								
				-	14.771.103	14.771.103	14.771.103	14.784.799

Tabla 51: Activos con VU de 3 años

Los activos con una vida útil de 3 años están compuestos por computadoras, teléfonos fijos y celulares, los cuales deberán ser recomprados en 3 ocasiones para este proyecto.

Finalmente se suman todas las amortizaciones de los distintos rubros obteniendo el monto total a amortizar para cada período.

Cronograma de Inversiones

Una vez que se calcularon las inversiones en activos fijos y en activos de trabajo, se puede establecer un cronograma que muestre cuánto dinero va a ser necesario invertir año tras año. Como puede observarse en la tabla, los dos primeros años resultan los de mayores requerimientos. El año 0 va a estar caracterizado por una gran inversión en activos fijos debido a la adquisición de las maquinarias y las distintas construcciones, mientras que el primer año por una gran inversión en activos de trabajo, debido al inicio de las actividades productivas y comerciales. En los años siguientes, las inversiones en activos de trabajo irán disminuyendo, ya que la empresa entra en una suerte de régimen con volúmenes de compra y venta constantes, donde las variaciones se deben únicamente al cambio de precio del

producto terminado o de las materias primas. A su vez, se producen inversiones en activos fijos que deben ser renovados durante el proyecto, como los automóviles, los celulares y las computadoras. A continuación, se presenta una tabla que muestra las inversiones.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
INVERSION EN ACTIVO FIJO					
Bienes de Uso	157,546,692	-	-	107,690	-
Asimilables	4,404,044	-	-	-	-
SUBTOTAL	161,950,736	-	-	107,690	-
Δ INVERSION EN ACTIVO DE TRABAJO					
Inversión en A.T	-	115,574,263	18,148,576	12,748,550	6,505,907
SUBTOTAL INVERSIONES	161,950,736	115,574,263	18,148,576	12,856,240	6,505,907
IVA					
Activo Fijo	18,989,543	-	-	22,615	-
Activo de Trabajo	-	8,075,458	1,301,146	930,138	496,269
SUBTOTAL IVA	18,989,543	8,075,458	1,301,146	952,753	496,269
TOTAL INVERSIONES	180,940,279	123,649,721	19,449,723	13,808,993	7,002,176

Tabla 52: Cronograma de inversiones

CUADRO DE RESULTADOS

Tratamiento de la Inflación

En un país con altos niveles inflacionarios como lo es la República Argentina, es indispensable analizar cómo será la inflación en dicho país a lo largo de todo el proyecto. Esto se debe a que la inflación puede distorsionar enormemente todo el proyecto.

Algunos de los conceptos del proyecto fueron impactados directamente por la proyección de la tasa inflacionaria. Estos costos son: sueldos, el ácido clorhídrico y la soda caustica. Por otra parte, otros insumos fueron afectados indirectamente por la tasa

inflacionaria, al atarlos al tipo de cambio. En la siguiente tabla se muestra la inflación proyectada hasta el 2026.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Inflación	30,15%	20,69%	17,87%	13,67%	11,93%	10,98%	10,04%	9,90%	9,75%	9,61%	9,47%
Inflación Acumulada	30,15%	57,07%	85,14%	110,45%	135,56%	161,43%	187,68%	216,15%	246,99%	280,33%	316,33%
Variación		-31,40%	-13,63%	-23,47%	-12,76%	-7,91%	-8,59%	-1,43%	-1,46%	-1,48%	-1,48%

Tabla 53: Tratamiento de la inflación

Como los datos provistos por la cátedra para la inflación llegan hasta el 2025 se asumió constante la variación inflacionaria en el último período para calcular la inflación en el 2026. Como se puede observar, la inflación va a ir decreciendo año tras año. Sin embargo, los valores siguen siendo muy grandes, ya que la inflación de la que se parte en el 2016 es del 30,15 por ciento. Esto causa que la inflación acumulada en el período del proyecto sea de 316,33 por ciento, lo que va a causar que algunos costos incrementen durante el desarrollo del proyecto.

Cuadro de Resultados

Luego de hacer un análisis de las ventas y costos se puede confeccionar un cuadro de resultados, que muestre los resultados después de impuestos o utilidades netas de cada ejercicio. Es importante mencionar que en este cuadro no se tienen en cuenta los gastos de financiación, ya que se verán más adelante en la sección de cuadro de resultados con financiación.

Cuadro de Resultados sin Financiación					
AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
Ventas	-	803,987,948	939,938,623	1,034,853,620	1,085,095,869
Otros Ingresos	-	9,510,369	10,886,628	11,912,235	12,412,913
INGRESOS TOTALES	-	813,498,318	950,825,251	1,046,765,855	1,097,508,782
Gasto de Producción	-	(720,053,298)	(835,235,751)	(917,984,735)	(963,004,500)
Gasto de Puesta en Marcha	-	-	-	-	-
Δ (-) mercadería en curso y semielaborada	-	-	-	-	-
Δ (-) stocks elaborados	-	-	-	-	-
Costo de Producción de lo Vendido	-	(720,053,298)	(835,235,751)	(917,984,735)	(963,004,500)
Costo de Administración & Comercialización	-	(4,365,438)	(5,017,695)	(5,519,890)	(5,810,005)
Costo Total de lo Vendido	-	(724,418,736)	(840,253,446)	(923,504,625)	(968,814,505)
RESULTADO TOTAL	-	89,079,581	110,571,805	123,261,230	128,694,277
Impuesto a las Ganancias (IG)	-	(31,177,853)	(38,700,132)	(43,141,431)	(45,042,997)
Degravaciones Promocionales	-	-	-	-	-
Resultado Despues de Impuestos y Degravaciones	-	57,901,728	71,871,673	80,119,800	83,651,280

Tabla 54: Cuadro de resultados sin financiación

El año 0 del proyecto (2016) no tiene ventas ni costos, ya que en el mismo se realizan las inversiones y obras de construcción iniciales. Para el resto de los períodos, los ingresos por ventas son consecuencia por la venta de biodiesel y su subproducto, la glicerina.

Los gastos de producción incluyen todos los gastos operativos, tales como la materia prima, mano de obra directa, ART, mantenimiento, transporte, amortizaciones, etcétera. La suma de estos gastos es igual al costo de producción de lo vendido, ya que no existen cambios en los stocks de productos elaborados ni mercadería semielaborada. Luego, los costos de administración y comercialización, tales como el personal administrativo, el alquiler de oficinas, el estudio contable entre otros, sumados al costo de producción de lo vendido, totalizan el costo total de lo vendido. Luego se calcula el resultado total de la siguiente manera.

Al resultado total se le aplica el impuesto a las ganancias.

PUNTO DE EQUILIBRIO

Por período

Para analizar el punto de equilibrio por período, se analizó la variación de las utilidades en función de la cantidad de biodiesel producida, considerando un esquema de inversiones igual al propuesto.

Al nivel de producción proyectado, 50.000 tn anuales de biodiesel, la mayor parte de los costos de producción la conforman los costos de compra de la materia prima, aproximadamente un 95 por ciento en el primer año. A su vez, el gasto de producción conformado por el salario de los operarios no se consideró variable con la cantidad producida para realizar este análisis, dado que, si disminuye la cantidad a producir en algún año, se asume que el personal en la planta de producción seguiría siendo el inicial, de modo de poder cumplir con los turnos de producción establecidos.

De la misma forma, el gasto de electricidad tiene una componente fija en función de la potencia instalada, y otra variable en función de la potencia consumida. En este proyecto se determinó que la cantidad a producir de biodiesel se mantendrá constante en 50.000 tn anuales durante los diez años analizados. Bajo dicho esquema, el consumo eléctrico es solo el 0,1 por ciento de los costos de producción del año 1. En el punto de equilibrio encontrado, operando de esta forma, este gasto no alcanza a representar un 0,2 por ciento del costo total de lo vendido. En consecuencia, no se determinó la variación del consumo eléctrico en función de la cantidad producida, dado que complejizaría demasiado el cálculo por la naturaleza de sus componentes, y no aportaría demasiada información.

Por otra parte, el costo de administración y comercialización se considera fijo, es decir que es independiente de la cantidad producida. A su vez, el costo de financiación también se considera fijo dado que el crédito se pide en el año 0, asumiendo una producción de 50.000 tn anuales por lo que, en caso de disminuir la producción en algún año, los intereses serán los mismos.

A partir de estos supuestos, se analizó la variación de las utilidades en función de la cantidad producida año a año, comenzando de un máximo de 50.000 tn y disminuyendo de a 1.000 tn. Es por ello que el resultado obtenido para el punto de equilibrio de cada año es un rango de 1.000 tn.

A su vez, existen ingresos adicionales por la venta de glicerina, que es proporcional a la cantidad de biodiesel producida, dado que se genera 0,1 tn de glicerina por cada tn de biodiesel producida.

A continuación, se presenta un gráfico con el punto de equilibrio por período, considerando un rango de 1.000 tn donde se encuentra año a año el punto en que las utilidades del período se vuelven nulas.



Gráfico 20: Punto de equilibrio por período

Como se puede observar en el gráfico, el punto de equilibrio año a año es bajo en comparación con las 50.000 tn anuales proyectadas. Esto se debe a que la mayor parte del costo total de lo vendido lo representa el costo de compra de las materias primas. En el año 1 del proyecto, el costo de financiación es más elevado y va disminuyendo a medida que pasan los años y se va pagando la deuda, por lo que los intereses pagados son menores (el crédito se pide en el año 0 únicamente). Debido a esto, la proporción que representa el costo de la materia prima en relación al costo total de lo vendido (Costo de producción + Costo de Administración & Comercialización + Costo de Financiación) va aumentando hasta que el costo de financiación se vuelve nulo y a partir de allí se mantiene relativamente constante.

Al considerar la utilidad unitaria generada teniendo en cuenta únicamente los ingresos por venta y los costos de materia prima, es posible explicar por qué el punto de equilibrio es bajo. Las toneladas de biodiesel requeridas para equiparar los costos fijos (de

producción, financiación y administración) son bajas debido a que estos costos son bajos en comparación con los ingresos y costos variables.

Por línea de productos

Determinar el punto de equilibrio por línea de productos no aplica a este proyecto, ya que solamente se va a producir biodiesel y la venta de glicerina es proporcional a dicha producción.

FINANCIACIÓN

Para definir la estructura de financiación óptima se realizó un análisis para determinar qué proporción de capital propio es la que minimiza el WACC.

Con este fin se modificó la proporción de capital en la estructura y se observó cómo variaba el WACC, para cada uno de los porcentajes. A su vez, se controló cómo se modificaban otros parámetros como la TIR, el TOR y el apalancamiento para cada uno de los porcentajes.

El análisis arrojó los siguientes resultados:

% CAPITAL	TIR	TOR	I	WACC
0%	27,53%	48,21%	1,7510	9,91%
5%	27,30%	43,24%	1,5839	10,05%
10%	27,06%	39,89%	1,4741	10,19%
15%	26,83%	37,40%	1,3939	10,34%
20%	26,60%	35,42%	1,3316	10,50%
25%	26,35%	33,76%	1,2809	10,66%
30%	26,10%	32,34%	1,2387	10,83%
35%	25,86%	31,11%	1,2033	11,01%
40%	25,61%	30,04%	1,1731	11,20%
45%	25,36%	29,09%	1,1470	11,39%
50%	25,12%	28,24%	1,1243	11,60%
55%	24,88%	27,47%	1,1043	11,81%
60%	24,64%	26,78%	1,0867	12,04%
65%	24,40%	26,14%	1,0711	12,28%
70%	24,16%	25,55%	1,0573	12,54%
75%	23,93%	25,00%	1,0449	12,81%
80%	23,69%	24,49%	1,0338	13,09%
85%	23,46%	24,02%	1,0239	13,40%
90%	23,23%	23,58%	1,0150	13,72%
95%	23,00%	23,16%	1,0071	14,07%
100%	22,77%	22,77%	1,0000	14,43%

Tabla 55: Variación del WACC, TIR y TOR en función al porcentaje de inversión de capital

Como puede observarse, el WACC aumenta a medida que se aumenta la proporción de capital en la estructura de financiación. Esto sucede ya que el costo de la deuda K_d es menor al costo del capital K_e , es decir, que es más barato utilizar fondos de terceros que los propios. Esta condición se cumple para los primeros años del proyecto, donde las necesidades de financiación son mayores debido a que se requieren fondos para la Inversión en activos fijos tanto como para el capital de trabajo inicial.

Al observar lo que sucede con el resto de los parámetros, se puede observar que siguen la misma lógica financiera, al aumentar la proporción del capital la TIR y el TOR disminuyen y el efecto positivo del apalancamiento es cada vez menor.

Al disminuir la tasa a la que se descuenta el proyecto (WACC), el rendimiento del mismo es mayor. Teniendo esto en cuenta, parecería lógico pensar que la estructura de financiación óptima es de 100 por ciento Debt y 0 por ciento Equity. Sin embargo, no es realista plantear una estructura de financiación donde esto ocurra. Es por eso que para este caso se decidió limitar al 40 por ciento la proporción de deuda, siguiendo los lineamientos de la cátedra para proyectos de este tipo.

Conforme lo expuesto, se decidió adoptar una estructura de financiación de 60 por ciento Equity y 40 por ciento Debt. A partir de la misma, se definió cual es el monto del préstamo a solicitar en el año 0 para cubrir las necesidades de inversión en activo fijo y capital de trabajo inicial. Con esta estructura, puede observarse que el WACC es de 12,04 por ciento, y el apalancamiento es de 1,0867, lo que quiere decir que hay apalancamiento positivo y que la financiación elegida es buena.

Adicionalmente, para cubrir las necesidades financieras futuras debidas a la variación de activo de trabajo o inversiones en activo fijo, se determinó utilizar las utilidades percibidas como resultado de las operaciones del proyecto.

Gastos Financieros

De acuerdo a la estructura de financiación elegida para este proyecto, queda determinado su respectivo gasto financiero. No se toman créditos renovables por lo que no existen intereses ni gastos bancarios de los créditos renovables. La financiación con deuda se realiza a partir de un crédito no renovable que se toma en el año 0. Al tomarse en el período de instalación, este crédito genera gastos bancarios pre operativos que son tomados como activos y luego se reflejan como costo a partir de las amortizaciones de intereses pre operativos. Estos gastos pre operativos se amortizan a 5 años por lo cual se reflejan en el gasto financiero del proyecto hasta el año 2021.

A su vez, el crédito genera intereses que se pagan semestralmente, durante 8 semestres a partir del año 2017. Es por ello que durante los primeros cuatro años del proyecto se pagan dos cuotas de interés por año, que van decreciendo a medida que se avanza en el proyecto. Esto se debe a que el crédito elegido es con sistema de amortización francés, que tiene una cuota constante, donde la amortización pagada crece y los intereses decrecen (dado que son sobre saldo de deuda).

El único crédito no renovable pedido ocurre en el período de instalación, por lo cual no hay gastos bancarios generados durante el período de explotación.

De este modo, el gasto financiero de este proyecto está compuesto por las amortizaciones de los gastos pre operativos generados en el período de instalación y de los

	Intereses Créditos Renovables	No	Amortizaciones Gastos Preoperativos	Total Gasto Financiero
2017	25,673,853		777,314	26,451,166
2018	20,642,680		777,314	21,419,993
2019	14,443,771		777,314	15,221,085
2020	6,806,096	169	777,314	7,583,410
2021	0		777,314	777,314
2022	0		0	0
2023	0		0	0
2024	0		0	0
2025	0		0	0

Tabla 56: Gasto financiero total por créditos no renovables

intereses sobre el crédito no renovable pedido en el año 0.

Intereses pre operativos

En el año 0 del proyecto se requiere un crédito no renovable que se utiliza para financiar 40 por ciento de la inversión requerida en bienes de uso a realizar en ese mismo año y 40 por ciento de la inversión requerida en activo de trabajo para el año 2017. Es por eso que este crédito, al ser generado durante el período de instalación, genera gastos bancarios pre operativos que se activan como cargos diferidos. Luego este gasto se refleja en los años siguientes a partir de amortizaciones, que como ya fue mencionado, conforman junto con los intereses de créditos no renovables el gasto financiero del proyecto.

Para determinar el gasto bancario pre operativo se consideró un 3,19 por ciento sobre el monto del crédito no renovable, en concepto de gastos, comisiones, seguros e impuestos requeridos para el otorgamiento del crédito. En este caso, es un porcentaje sobre el monto del crédito, y se produce por una única vez al momento del otorgamiento del crédito. Este porcentaje del gasto bancario pre operativo, junto con la tasa nominal anual (TNA) conforman el Costo Financiero Total (CFT), que es el costo que realmente se paga al banco por el financiamiento del crédito. De esta forma, con un 3,19 por ciento y un monto del crédito de AR\$121.836.000, el gasto bancario pre operativo es de AR\$3.886.568, y se refleja en los siguientes 5 años a partir de amortizaciones de AR\$777.314.

Servicios de crédito

Para hacer frente a las necesidades financieras del proyecto, se apeló al mercado de créditos. Al consultar con especialistas¹⁰¹¹⁰² en proyectos de inversión sobre opciones de financiamiento para nuestro proyecto, sugirieron que se utilicen entidades bancarias locales, o bien bancos o entidades financieras dedicadas a fomentar el desarrollo, como el BID o el Banco Mundial.

En primer lugar, se consultó la cartera de proyectos del Banco Interamericano para el Desarrollo, y al no encontrar la naturaleza del presente proyecto dentro de lista de industrias en las que el BID está interesada invertir, se descartó esta alternativa. Lo mismo ocurrió con otras entidades similares como el Banco Mundial o el I.F.C.

¹⁰¹ Maria Bugallo, ex gerente de desarrollo de negocios, AdecoAgro.

¹⁰² Cátedra "Proyectos de Inversión".

Siguiendo con el lineamiento sugerido por los especialistas, se centró la búsqueda en el mercado local. Debido al tamaño de la deuda a financiar, se descartaron los bancos comerciales como oferentes, ya que sus líneas de crédito para inversiones o PyMES tienen un tope máximo de préstamo muy inferior al necesario. La oferta de crédito quedó limitada a las entidades oficiales como el Banco Nación, el BCRA o los bancos provinciales.

Desde principio del año 2016, el BCRA tiene un plan de fomento de la inversión con créditos “blandos”, el cual plantea una línea de crédito para inversión productiva con una tasa nominal anual fija (TNA) de 22 por ciento y varios de los bancos provinciales oficiales han adherido a este plan, incluido el Banco de Santa Fe, entidad oficial de la provincia donde se radicará este proyecto. Dadas estas condiciones, se decide utilizar la línea de crédito del Banco de Santa Fe, con una TNA de 22 por ciento y un plazo de 48 meses, con capitalización semestral y adoptando el sistema de amortización francés. A su vez, la entidad otorga un período de gracia de hasta 12 meses para comenzar con los pagos.

IVA

Como ya se mencionó anteriormente, el IVA es un impuesto que va a tener un impacto financiero en el proyecto inicialmente. Esto se debe a que con la inversión en activos se va a tener un crédito fiscal de IVA que luego se va a ir recuperando con el IVA de las ventas. En este proyecto, se tiene crédito fiscal de IVA hasta el año 2017. Mientras se tenga crédito fiscal, el IVA a pagar se recupera del crédito fiscal, bajando el valor de este. A su vez, el IVA de los intereses pagados por los préstamos genera crédito para la empresa.

Cuando la empresa ya no tenga más crédito fiscal, se calcula el IVA diferencia como el IVA cobrado en ventas menos el IVA pagado en costo total de lo vendido. Este IVA diferencia genera el débito fiscal. Al IVA diferencia se le resta el recupero de crédito fiscal, que es igual al IVA inversión en bienes de cambio y activos fijos e IVA de intereses del crédito no renovable. La resta entre el IVA diferencia y el recupero fiscal es el monto a abonar a la DGI. La tabla que se muestra a continuación muestra los montos a pagar a la DGI año tras año.

	2016	2017	2018	2019	2020
Δ IVA de Inversiones en Activo Fijo	18,989,543	-	-	22,615	-
+ Δ IVA en Bienes de Cambio	-	8,075,458	1,301,146	930,138	496,269
IVA Intereses	-	5,391,509	4,334,963	3,033,192	1,429,280
IVA Inversión (incrementos)	18,989,543	13,466,967	5,636,109	3,985,945	1,925,550
IVA Cobrado en Ventas	-	170,834,647	199,673,303	219,820,830	230,476,844
- IVA Pagado en Costo de lo Vendido	-	149,233,076	173,567,451	191,058,395	200,578,722
IVA Diferencia	-	21,601,571	26,105,851	28,762,435	29,898,122
Recupero de Crédito Fiscal	-	21,601,571	16,491,048	3,985,945	1,925,550
Crédito Fiscal IVA	18,989,543	10,854,939	-	-	-
Incremento Crédito Fiscal	18,989,543	-	-	-	-
Pago al Fisco	-	-	9,614,803	24,776,490	27,972,573

Tabla 57: Pago de IVA a la DGI

CUADRO DE RESULTADOS CON FINANCIACIÓN

Luego de establecer cómo va a ser la estructura de la deuda en la empresa y así poder calcular los gastos de financiación, se confecciona el cuadro de resultados ajustado por el costo de financiamiento.

Los ingresos por ventas se calcularon con las ventas y el precio proyectados de biodiesel, sumando a estos los ingresos por la venta de la glicerina. Luego, se resta el costo total de producción, que incluye los costos de materia prima, mano de obra, electricidad, insumos, transporte, etcétera. A su vez, se restan los costos en administración y por último el costo de financiación para obtener el costo total de lo vendido, pudiendo obtener el resultado total. Los gastos financieros se calculan de la siguiente manera.

$$\text{Costo de fin} = \text{interéses} + \text{amortizaciones de gastos bancarios preoperativos}$$

Luego, al resultado total se le resta el impuesto a las ganancias para obtener el resultado después de impuestos.

Cuadro de Resultados con Financiación					
AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
Ventas	-	803,987,948	939,938,623	1,034,853,620	1,085,095,869
Otros Ingresos	-	9,510,369	10,886,628	11,912,235	12,412,913
INGRESOS TOTALES	-	813,498,318	950,825,251	1,046,765,855	1,097,508,782
Gasto de Producción	-	(720,053,298)	(835,235,751)	(917,984,735)	(963,004,500)
Gasto de Puesta en Marcha	-	-	-	-	-
Δ (-) mercadería en curso y semielaborada	-	-	-	-	-
Δ (-) stocks elaborados	-	-	-	-	-
Costo de Producción de lo Vendido	-	(720,053,298)	(835,235,751)	(917,984,735)	(963,004,500)
Costo de Administración & Comercialización	-	(4,365,438)	(5,017,695)	(5,519,890)	(5,810,005)
Costo de Financiación	-	(26,451,166)	(21,419,993)	(15,221,085)	(7,583,410)
Costo Total de lo Vendido	-	(750,869,903)	(861,673,439)	(938,725,710)	(976,397,915)
RESULTADO TOTAL	-	62,628,415	89,151,811	108,040,145	121,110,867
Impuesto a las Ganancias (IG)	-	(21,919,945)	(31,203,134)	(37,814,051)	(42,388,803)
Degravaciones Promocionales	-	-	-	-	-
Resultado Despues de Impuestos y Degravaciones	-	40,708,470	57,948,677	70,226,094	78,722,063

Tabla 58: Cuadro de Resultados con financiación

El proyecto tiene costos de financiación hasta el año 2021, año en el que se termina de pagar la deuda. Luego, los cuadros de resultados con y sin financiación resultan idénticos.

FUENTES Y USOS

Fuentes vs Usos

En esta sección se consideran todas las fuentes y los usos para cada período del proyecto. Es importante destacar que el saldo acumulado de los ejercicios anteriores está incluido en el cuadro de fuentes del ejercicio, por lo que para calcular el saldo neto del ejercicio es necesario calcular la diferencia entre fuentes y usos más las amortizaciones del período menos el saldo acumulado de los ejercicios anteriores.

En cuanto a las fuentes de cada período se tiene: el saldo del ejercicio anterior, aportes de capital, ventas, créditos no renovables, créditos renovables, recupero del IVA y otras fuentes. La suma de todas estas fuentes constituyen el total de fuentes. En cuanto a los usos se tienen: inversión en activo fijo, activo de trabajo, costo total de lo vendido y las 4 aplicaciones estándar de la utilidad (impuestos, cancelación de deudas, honorarios al

directorio y dividendos en efectivo). La diferencia entre fuentes y usos más las amortizaciones constituyen el saldo acumulado. La tabla que se muestra a continuación

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
FUENTES					
Saldo del Ejercicio Anterior	-	-	44,087,269	100,193,057	151,758,440
Aportes de Capital	108,564,168	74,189,833	19,449,723	13,786,378	7,002,176
Ventas	-	813,498,318	950,825,251	1,046,765,855	1,097,508,782
Créditos No Renovables	72,376,112	49,459,889	-	-	-
Créditos Renovables	-	-	-	-	-
Recupero del Crédito Fiscal IVA	-	21,601,571	16,491,048	3,985,945	1,925,550
Otras Fuentes:					
Beneficios Promocionales					
Reintegros Por Exportación					
TOTAL DE FUENTES	180,940,279.4	958,749,610.3	1,030,853,291.0	1,164,731,235.2	1,258,194,947.8
USOS					
Inversión Activo Fijo	161,950,736	-	-	107,690	-
Δ Activo Trabajo	-	121,533,318	20,244,171	14,237,111	7,554,887
IVA Inversión	18,989,543	13,466,967	5,636,109	3,985,945	1,925,550
Costo total de lo vendido	-	750,869,903	861,673,439	938,725,710	976,397,915
4 Aplicaciones de la utilidad					
IG / Impuesto Activos	-	21,919,945	31,203,134	37,814,051	42,388,803
Cancelación de Deudas	-	21,676,747	26,707,920	32,906,829	40,544,504
Honorarios al Directorio	-	-	-	-	-
Dividendos en Efectivo	-	-	-	-	-
TOTAL DE USOS	180,940,279	929,466,881	945,464,774	1,027,777,335	1,068,811,659
FUENTES - USOS	-	29,282,729	85,388,517	136,953,900	189,383,289
+ Amortizaciones del Ejercicio	-	14,804,540	14,804,540	14,804,540	14,818,237
SALDO ACUMULADO	-	44,087,269	100,193,057	151,758,440	204,201,526
SALDO PROPIO DEL EJERCICIO	-	44,087,269	56,105,788	51,565,383	52,443,086
Delta Saldo Acumulado	-	44,087,269	56,105,788	51,565,383	52,443,086
BACHE	-	-	-	-	-

Tabla 59: Fuentes y usos por período

muestra el saldo acumulado para cada período.

Como se puede ver en la tabla anterior, el saldo acumulado es positivo para cada período, por lo que no hay baches a cubrir y por lo tanto no es necesario pedir financiación para cubrirlos.

Financiación por evolución / baches

Como se vio en el punto anterior, en este proyecto no hay baches a cubrir, por lo que no es necesaria una financiación para cubrirlos. Eventualmente, en caso de que existieran, éstos podrían ser financiados a partir de las utilidades resultantes de ejercicios previos.

Del mismo modo, las variaciones de activo de trabajo que puedan generar necesidades financieras, serán cubiertas por las utilidades resultantes de los ejercicios anteriores.

BALANCE

Estructura de Balance

El balance se compone por un lado por los activos y por otro los pasivos y patrimonio neto. Dentro de los activos podemos distinguir entre activos corrientes y los activos no corrientes. La diferencia entre ellos es que estos últimos no se pueden hacer líquidos en un plazo menor a un año. Los activos corrientes incluyen: disponibilidad en caja, saldo acumulado, créditos por ventas, bienes de cambio e inversiones. Los activos no corrientes incluyen: bienes de uso, amortizaciones acumuladas y crédito fiscal IVA.

Los pasivos también se componen de pasivos corrientes y no corrientes, y se dividen con el mismo criterio utilizado para diferenciar los activos. Dentro de los pasivos corrientes tenemos: deudas comerciales, deudas bancarias de corto plazo y otras deudas. El pasivo no corriente se compone de: deudas comerciales, deudas bancarias de largo plazo, provisiones y otras deudas. Por último, el patrimonio neto se compone de: utilidad del ejercicio, aportes de capital y las utilidades de ejercicios anteriores.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
ACTIVOS					
Activo Corriente					
Disponibilidad Mínima en Caja y Banc	49,459,889	16,079,759	18,798,772	20,697,072	21,701,917
Saldo Acumulado	-	44,087,269	100,193,057	151,758,440	204,201,526
Crédito Por Ventas (sin IVA)	-	66,998,996	78,328,219	86,237,802	90,424,656
Crédito Fiscal IVA	-	-	-	-	-
Bienes de Cambio	-	-	-	-	-
Stock de MP	-	18,727,076	21,767,327	23,929,459	25,059,229
Stock de Elaborados	-	19,727,488	22,883,171	25,150,267	26,383,685
Inversiones	-	-	-	-	-
TOTAL ACTIVO CORRIENTE	49,459,889	165,620,588	241,970,547	307,773,040	367,771,013
Activo No Corriente					
Crédito por Ventas (sin IVA)	-	-	-	-	-
Crédito Fiscal IVA	18,989,543	10,854,939	-	-	-
Inversiones	-	-	-	-	-
Bienes de Uso (V.O)	157,546,692	157,546,692	157,546,692	157,654,382	157,654,382
Amortizaciones Acumuladas	-	(13,923,731)	(27,847,463)	(41,771,194)	(55,708,622)
Bienes de Uso (Neto)	157,546,692	143,622,961	129,699,229	115,883,188	101,945,760
Cargos Diferidos	4,404,044	4,404,044	4,404,044	4,404,044	4,404,044
AA Cargos Diferidos	-	(880,809)	(1,761,618)	(2,642,427)	(3,523,235)
TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE	180,940,279	158,001,135	132,341,656	117,644,806	102,826,569
ACTIVO TOTAL	230,400,168	323,621,723	374,312,203	425,417,846	470,597,582
PASIVOS					
Pasivo Corriente					
Deudas Comerciales	-	-	-	-	-
Deudas Bancarias	-	-	-	-	-
Otras Deudas	-	-	-	-	-
TOTAL PASIVO CORRIENTE	-	-	-	-	-
Pasivo No Corriente					
Deudas Comerciales	-	-	-	-	-
Deudas Bancarias	121,836,000	100,159,253	73,451,333	40,544,504	-
Previsiones	-	-	-	-	-
Otras Deudas	-	-	-	-	-
TOTAL PASIVO NO CORRIENTE	121,836,000	100,159,253	73,451,333	40,544,504	-
TOTAL PASIVO	121,836,000	100,159,253	73,451,333	40,544,504	-
PATRIMONIO NETO					
Capital	108,564,168	182,754,001	202,203,723	215,990,101	222,992,277
Utilidad del Ejercicio	-	40,708,470	57,948,677	70,226,094	78,722,063
Utilidades de Ejercicios Anteriores	-	-	40,708,470	98,657,147	168,883,241
TOTAL PATRIMONIO NETO	108,564,168	223,462,470	300,860,870	384,873,343	470,597,582
Pasivo + Patrimonio Neto	230,400,168	323,621,723	374,312,203	425,417,846	470,597,582
Activo - (Pasivo + Patrimonio Neto)	0	0	0	0	0

Tabla 60: Balance

Como se puede observar en la tabla anterior, para cada año la suma del pasivo y del patrimonio neto deben ser iguales a las del activo. Esto es porque todo lo que la empresa tiene se lo debe a un tercero o a sus dueños. En la tabla 24 se muestra que el balance “cierra” para todos los períodos.

Si se mira en detalle la evolución del pasivo, se puede observar que los pasivos corrientes son nulos para todos los ejercicios de acuerdo con lo que anteriormente se mencionó sobre los créditos renovables. El pasivo no corriente presenta una evolución descendente, es decir que va disminuyendo año a años, esto se explica por el saldo, ejercicio a ejercicio, de la deuda contraída en el año 0.

FLUJO DE FONDOS

Flujo de Fondos del Proyecto

Para la confección del flujo de fondos del proyecto se tomaron año a año todos los ingresos y egresos, siendo la diferencia entre estos el flujo de fondos neto para el proyecto.

En la parte de ingresos se tiene la utilidad antes de impuestos, y a esta se le suman los intereses pagados, el recupero del crédito fiscal y las amortizaciones para obtener los ingresos totales del período. La utilidad neta se obtiene del cuadro de resultados, y el recupero del crédito fiscal al calcular el flujo del IVA.

En cuanto a los egresos, se tienen la inversión en activo fijo, el cambio de activo de trabajo, el IVA de inversión, el IG y los honorarios al directorio. Las inversiones en activo fijo se obtuvieron del cuadro de fuentes y usos, al igual que los honorarios al directorio y el IVA inversión.

Luego de incluir todos los ingresos y egresos se puede calcular el flujo neto. Este flujo es negativo en los dos primeros años y luego se torna positivo. En el caso del año 0 (2016), se tiene un egreso de AR\$161.950.736 en inversión en activo fijo. En el segundo año, se observa una inversión en activo de trabajo de AR\$121.533.318 que en los años siguientes será mucho menor.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
EGRESOS					
Inversión Activo Fijo	161,950,736	-	-	107,690	-
Δ Activo Trabajo	-	121,533,318	20,244,171	14,237,111	7,554,887
IVA Inversión	18,989,543	13,466,967	5,636,109	3,985,945	1,925,550
IG / Impuesto Activos	-	21,919,945	31,203,134	37,814,051	42,388,803
Honorarios al Directorio	-	-	-	-	-
TOTAL DE EGRESOS	180,940,279	156,920,231	57,083,414	56,144,796	51,869,240
INGRESOS					
Utilidad antes de impuestos	-	62,628,415	89,151,811	108,040,145	121,110,867
Intereses Pagados	-	25,673,853	20,642,680	14,443,771	40,544,504
Recupero del crédito fiscal	-	21,601,571	16,491,048	3,985,945	1,925,550
Amortizaciones	-	14,804,540	14,804,540	14,804,540	14,818,237
TOTAL DE INGRESOS	-	124,708,379	141,090,080	141,274,401	178,399,157
FLUJO DE FONDOS NETO (AR\$)	(180,940,279)	(32,211,852)	84,006,665	85,129,605	126,529,918
FLUJO DE FONDOS NETO (U\$S)	(11,485,300)	(1,693,512)	3,858,250	3,573,200	5,096,705

Tabla 61: Flujo de fondos en US\$ y AR\$

Flujo de Fondos del Inversor

Para confeccionar el flujo de fondos del inversor se deben tener en cuenta los ingresos y egresos que van a impactar directamente a los inversores. Los egresos son los aportes de capital que harán en cada período. Para calcular cuánto debe ser el aporte de capital propio, se considera el cronograma de inversiones programadas y el porcentaje de estas que serán financiadas por dicho capital. Para los años 2016 y 2017, el 60 por ciento de las inversiones en activo fijo y activo de trabajo serán financiadas con el capital propio, mientras que el 40 por ciento restante con créditos. Para el año 2019 en adelante, el 100 por ciento de las inversiones, tanto en activo fijo como activo de trabajo, se van a financiar con capital propio. Con estos datos se puede calcular los egresos para los inversores.

En cuanto a los ingresos se tomó el saldo propio del ejercicio del cuadro de fuentes y usos. Este saldo se calcula con la siguiente fórmula.

$$\text{Saldo propio del ejercicio} = \text{fuentes} - \text{usos} + \text{amortizaciones} - \text{saldo anterior}$$

Este saldo del ejercicio es igual a los ingresos percibidos por los inversores. Luego, se restan los egresos calculados anteriormente para obtener el flujo de fondos neto para el inversor.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
EGRESOS					
Aportes de Capital	108,564,168	74,189,833	19,449,723	13,786,378	7,002,176
TOTAL EGRESOS	108,564,168	74,189,833	19,449,723	13,786,378	7,002,176
INGRESOS					
Saldo de Fuentes y Usos	-	44,087,269	56,105,788	51,565,383	52,443,086
Dividendos en Efectivo	-	-	-	-	-
TOTAL INGRESOS	-	44,087,269	56,105,788	51,565,383	52,443,086
FLUJO DE FONDOS TOTAL (AR\$)	(108,564,168)	(30,102,564)	36,656,065	37,779,005	45,440,910
FLUJO DE FONDOS TOTAL (U\$S)	(6,891,180)	(1,582,618)	1,683,536	1,585,723	1,830,389

Tabla 62: Flujo de Fondos para el Inversor

Como se puede observar en la tabla anterior, en los dos primeros años el flujo de fondos para el inversor es negativo. Luego, el flujo de fondos crece de manera sostenida por lo que resta del proyecto.

Tasa de Descuento

Para obtener la tasa de descuento a la que se va a descontar el flujo de fondos del proyecto se utilizó la siguiente fórmula.

$$WACC = K_d \frac{Debt}{Debt + Equity} + K_e \frac{Equity}{Debt + Equity}$$

El WACC o costo promedio ponderado del capital tiene en cuenta el costo de la deuda y el costo del capital propio, cada uno ponderado por el porcentaje que representa del activo total.

Para el cálculo del K_e se utilizó la siguiente fórmula:

$$K_e = R_f + \beta_{ap} \times (R_m - R_f) + R_c$$

donde R_f es la tasa libre de riesgo, tasa que pagan los bonos del tesoro de Estados Unidos. Se tomó la tasa de los bonos a 30 años de 2,39¹⁰³ por ciento. R_m es el rendimiento medio del mercado y la diferencia entre el R_m y la tasa libre de riesgo, es la prima de mercado. Se adoptó una prima de mercado de 6,5¹⁰⁴ por ciento, R_c es el riesgo país y para

¹⁰³ Reserva federal de los Estados Unidos.

¹⁰⁴ Prima sugerida por la Cátedra "Proyectos de Inversión".

Argentina es de 4,39¹⁰⁵ por ciento. Por último, el β es una medida del riesgo sistemático. En particular se utiliza un “Beta apalancado”, que es el producto entre el “Beta sin apalancar” de la industria en Estados Unidos y un factor que pondera el efecto del escudo impositivo y la relación Debt/ Equity propios del proyecto. El Beta sin apalancar utilizado es de 1,18¹⁰⁶ y es el promedio simple entre los Betas de cuatro sectores industriales similares al proyecto en Estados Unidos. Como el Beta apalancado depende de la estructura del balance, este varía hasta el año 2020, año en que la empresa termina de pagar sus deudas, y todo el activo de la empresa pasa a estar financiado por el patrimonio neto. Luego, el beta permanece constante, y por lo tanto también el Ke.

Para el cálculo de la Kd se desarrolló un flujo de fondos para el banco, y luego se calculó la TIR para dicho flujo. Como el pago de las cuotas es semestral, para calcular la TIR anual se elevó al cuadrado dicho valor. Es importante mencionar que el término Kd puede ser ajustado por $1-\alpha$, donde α es la tasa del impuesto a las ganancias, para que se tome en cuenta el escudo fiscal generado por la toma de deuda y el posterior pago de intereses. Debido a la estructura del Cuadro de Resultados, de donde parte la base imponible del impuesto a las ganancias, el efecto del pago de los intereses ya fue considerado por lo que no hay que tenerlo en cuenta en el cálculo del Kd.

Con los valores de Kd y Ke, y la estructura del balance, fue posible calcular el WACC para cada período y luego el WACC acumulado, que se utilizó para descontar el flujo de fondos neto para cada período.

Estructura para el cálculo de TIR y TOR

TIR:

Para el cálculo de la TIR del proyecto se parte del flujo de fondos netos para el proyecto. Se considera que al cabo de los 10 años se vende la planta de biodiesel en funcionamiento. Por lo tanto, es necesario calcular el valor al cual se la va a vender. Para ello, se asume que la planta va a poder operar 10 años más, ya que las máquinas están preparadas para trabajar 20 años según el fabricante. Además, se asume que el flujo neto y el WACC del año 10 se va a mantener para los próximos 10 años más.

¹⁰⁵ Periódico digital “Ambito”.

¹⁰⁶ Damodaran.

Valuación de la empresa al año 10 (perpetuidad)	
Años	10
FF al año 10	3.559.970
WACC al año 10	14,44%
a n/i	5,128612344
VR	18.257.705

Tabla 27: Cálculo de perpetuidad

Luego se suma este valor al flujo de fondos para obtener el flujo de fondos a descontar. Con este flujo de fondos a descontar se puede calcular la TIR del proyecto, que es la tasa que causa que el VAN sea nulo. En este proyecto la TIR es del 24.64 por ciento.

TOR:

Utilizando el mismo procedimiento que para el cálculo de la TIR, pero con el flujo de fondos para el inversor se puede calcular la TOR del proyecto. Se confecciona el flujo de fondos a descontar y mediante la función "IRR" del Excel se obtiene el TOR. En este proyecto el valor del TOR es 26.78 por ciento.

Cálculo del VAN

Para el cálculo del VAN del proyecto se parte del flujo de fondos a descontar calculado para la TIR. Luego, a este flujo de fondos se lo descuenta utilizando el WACC. Como se tiene un WACC que varía año a año, el van no se puede calcular de la manera tradicional, es decir, ajustando por un valor de $\frac{1}{(1+WACC)^t}$ el flujo de fondos. Por lo tanto, se calculó un WACC acumulado, para descontar cada flujo por su correspondiente WACC.

AÑO	0	1	2	3	4
FF	(11,485,300)	(1,693,512)	3,858,250	3,573,200	5,096,705
FF a descontar	(11,485,300)	(1,693,512)	3,858,250	3,573,200	5,096,705
WACC acum para descuento	1.12	1.28	1.47	1.69	1.94
FF descontado	(11,485,300)	(1,322,994)	2,620,298	2,108,171	2,627,703
VAN	5,784,397				
TIR	24.64%				

Tabla 63: VAN del proyecto

Otros indicadores

- Período de Repago Simple:** El período de repago se refiere al tiempo necesario para que se recupere la inversión. Esto se calcula con el flujo de fondos acumulado, que surge de sumar todos los términos del flujo de fondos y determinar en que período este flujo de fondos acumulado es 0. En este proyecto este período es de entre 4 y 5 años. Como puede observarse, es durante el ejercicio del 2021 cuando se llega a este punto.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021
FCFF (US\$)	\$ (11,485,300.10)	\$ (1,693,512.14)	\$ 3,858,250.13	\$ 3,573,200.41	\$ 5,096,705.39	\$ 5,096,705.39
FCFF acum	\$ (11,485,300.10)	\$ (13,178,812.24)	\$ (9,320,562.11)	\$ (5,747,361.70)	\$ (650,656.31)	\$ 75,695.80

Tabla 64: Período de repago simple

- Período de Repago Descontado:** El período de repago descontado se calcula de la misma manera que el anterior, pero en vez de usar el flujo de fondos neto se usa el flujo de fondos descontado. Este proyecto tiene un período de repago descontado de

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
FCFF (US\$)	\$ (11,485,300.10)	\$ (1,322,994.42)	\$ (2,620,297.52)	\$ (1,108,170.79)	\$ (2,627,702.98)	\$ (1,647,782.00)	\$ (1,311,657.87)	\$ (1,250,467.83)	\$ (1,084,383.19)	\$ (933,528.15)
FCFF acum	\$ (11,485,300.10)	\$ (12,808,294.52)	\$ (10,187,997.00)	\$ (8,079,826.21)	\$ (5,452,123.24)	\$ (3,804,341.23)	\$ (2,492,683.37)	\$ (1,242,215.54)	\$ (157,832.34)	\$ 75,695.80

entre 8 y 9 años, durante el ejercicio del año 2025.

Tabla 65: Período de repago compuesto

Tratamiento de inflación en los cuadros

En la sección del cuadro de resultados se analizó brevemente el tratamiento de la inflación y como impactaba en algunos precios. En esta sección se va a analizar con mayor profundidad en donde tiene más impacto la inflación dentro de nuestro proyecto. A continuación, se muestra la inflación proyectada, datos que fueron provistos por la cátedra.

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
Inflación	30,15%	20,69%	17,87%	13,67%	11,93%
Inflación Acumulada	30,15%	57,07%	85,14%	110,45%	135,56%
Variación		-31,40%	-13,63%	-23,47%	-12,76%

Tabla 66: Inflación proyectada

Como se puede observar en la tabla anterior, la inflación acumulada es importante, por lo que no se pueden despreciar los efectos que esta tendrá en el proyecto. La inflación acumulada hasta el 2026 es de 316 por ciento, lo que indica que los precios que dependen exclusivamente de la inflación se van a cuadruplicar en el transcurso del proyecto.

Para el aumento de los sueldos, a excepción del apoderado de la empresa cuyo sueldo está valuado en dólares y se modifica según el tipo de cambio, se consideró que las paritarias se van a ajustar con la inflación. Esto causa que el monto a pagar por mano de obra esté vinculado íntimamente con el nivel inflacionario.

En cuanto a la materia prima, el ácido clorhídrico y la soda caustica son los únicos que fueron tratados mediante una multiplicación directa con el valor de la inflación, partiendo de su precio en el año 2016. El resto de las materias primas, se proyectaron en dólares y luego se multiplicaron por la tasa de cambio para obtener su valor en pesos. Sin embargo, la inflación y la tasa de cambio están fuertemente relacionadas, por lo que sería incorrecto exponer que los precios de las demás materias primas no dependen de ninguna manera de la inflación.

Dentro del rubro de los gastos de administración, estos en su gran mayoría dependen exclusivamente de su precio actual y la proyección de la inflación. A modo de ejemplo, el estudio contable, internet, teléfono fijo, celulares y el alquiler de la oficina dependen solamente de la inflación proyectada. Se tomó la inflación como driver para proyectar estos precios ya que se consideró que sería la manera más precisa.

A su vez, se utilizó la inflación para calcular la inversión necesaria en bienes de uso tales como teléfonos y computadoras, ya que como estos bienes tienen un período de amortización menor que la duración del proyecto, resulta necesario reemplazarlos y hacer varias re inversiones en el transcurso del proyecto. Esto también se aplica en los gastos para los automóviles para el traslado del personal y el amueblamiento de la planta.

Por último se consideran los gastos operativos. El gasto en electricidad se calculó para el año 2016 como se explicó en la sección correspondiente, y luego se proyectó su precio usando el índice de inflación. El gasto de mantenimiento es el 0,26 por ciento del monto a abonar en materias primas y electricidad, y como éstas dependen de la inflación, el gasto en mantenimiento también. También fueron afectados la alimentación del personal, el

ALIMENTACIÓN PERSONAL					
AÑO	2016	2017	2018	2019	2020
Precio x Empleado diario	\$ 90	\$ 109	\$ 128	\$ 146	\$ 163
Comida	-	475.742	560.742	637.410	713.446
TRANSPORTE PERSONAL					
Combustible Automoviles Personal	\$ -	\$ 158.453	\$ 186.764	\$ 212.300	\$ 237.624
Seguro Automoviles		32430,97	38225,34	43451,80	48635,06
Sub total	-	190.884	224.989	255.751	286.259
CELULARES OPERARIOS					
Lineas telefónicas	-	\$ 43.447	\$ 51.209	\$ 58.211	\$ 65.155
TOTAL	-	43.447	51.209	58.211	65.155
VESTIMENDA DE SEGURIDAD					
Mameluco		\$ 34.424	\$ 40.575	\$ 46.123	\$ 51.624
Casco		6.372,2	7.510,7	8.537,6	9.556,0
Gafas de seguridad		4.344,7	5.120,9	5.821,1	6.515,5
Calzado		9.413,5	11.095,3	12.612,4	14.116,9
Guantes		1.448,2	1.707,0	1.940,4	2.171,8
Sub total		56.003	66.009	75.034	83.985

Tabla 67: Impacto de la inflación en los gastos

costo de los automóviles y los costos de la vestimenta de seguridad entre otros.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En este proyecto, los ingresos por ventas están determinados por las ventas de biodiesel y por las ventas de glicerina, que es un subproducto del biodiesel. Sin embargo, el biodiesel representa casi un 99 por ciento del total de los ingresos por ventas. Es por ello que el precio del biodiesel es un factor fundamental que tiene un alto impacto sobre el

cuadro de resultados de cada año y por consiguiente en el flujo de fondos y en el VAN del proyecto.

Por otra parte, la mayor parte de los costos totales de lo vendido lo representa la compra del aceite de soja, que es el principal insumo para la producción de biodiesel. Este costo representa aproximadamente un 88 por ciento del costo total de lo vendido, por lo cual una variación en su precio puede tener un gran impacto en el proyecto.

A continuación, se puede observar el porcentaje que representan las ventas de biodiesel sobre las ventas totales y el costo del aceite de soja sobre el costo total de lo vendido, año a año a partir de los valores proyectados del precio para cada año.

	Ingresos/Venta/ Biodiesel/Ingresos	Costo/Aceite de Soja/ Costo Total/Vendido
2017	98.83%	86.51%
2018	98.86%	87.37%
2019	98.86%	88.05%
2020	98.87%	88.53%
2021	98.88%	88.75%
2022	98.88%	88.90%
2023	98.89%	88.69%
2024	98.90%	88.49%
2025	98.90%	88.33%
2026	98.91%	88.16%

Tabla 68: Significancia del biodiesel y el aceite de soja en la estructura de ingresos y costos

Debido a la importancia que tiene sobre el proyecto el precio del biodiesel y del aceite de soja, se procedió a realizar un análisis de sensibilidad sobre el valor del VAN del proyecto, considerando variaciones simultáneas entre ambas variables. Se realizó una variación desde -10 hasta +10 por ciento de cada una, en intervalos de 2 por ciento. Es previsible que un aumento en el precio del biodiesel es favorable para el VAN del proyecto, mientras que un aumento en el precio del aceite de soja no lo es. A continuación, se pueden apreciar los resultados obtenidos de este análisis realizado para el VAN del proyecto,

		VAN del Proyecto										
		% del Precio Biodiesel										
		-10%	-8%	-6%	-4%	-2%	0%	2%	4%	6%	8%	10%
% del Precio Aceite de Soja	5,784,397											
	-10%	3,065,061	6,292,081	9,520,935	12,751,250	15,979,285	19,178,588	22,378,746	25,579,627	28,781,127	31,983,161	35,185,660
	-8%	367,758	3,608,684	6,836,254	10,065,581	13,296,314	16,520,241	19,719,894	22,920,379	26,121,569	29,323,364	32,525,681
	-6%	-2,351,996	918,480	4,152,433	7,380,536	10,610,323	13,841,463	17,061,276	20,261,274	23,462,081	26,663,576	29,865,661
	-4%	-5,088,154	-1,801,845	1,469,344	4,696,304	7,924,923	11,155,158	14,386,697	17,602,389	20,802,725	24,003,850	27,205,645
	-2%	-7,858,192	-4,530,702	-1,251,529	2,013,124	5,240,294	8,469,412	11,700,084	14,932,014	18,143,578	21,344,247	24,545,685
	0%	-10,193,793	-7,292,833	-3,973,044	-701,054	2,556,659	5,784,397	9,014,002	12,245,099	15,477,412	18,684,841	21,885,839
	2%	-10,812,263	-9,868,181	-6,728,478	-3,420,883	-150,427	3,100,324	6,328,612	9,558,688	12,790,202	16,022,889	19,226,178
	4%	-10,041,878	-10,728,824	-9,432,104	-6,171,411	-2,870,852	400,346	3,644,115	6,872,935	10,103,470	13,335,390	16,566,782
	6%	-8,993,013	-10,424,018	-10,791,520	-8,924,569	-5,614,116	-2,320,648	951,259	4,188,027	7,417,362	10,648,344	13,880,661
8%	-7,945,257	-9,374,737	-10,806,316	-10,797,684	-8,389,912	-5,056,605	-1,770,279	1,502,308	4,732,057	7,961,892	11,193,310	

Tabla 69: Análisis de sensibilidad del VAN con respecto a los precios de biodiesel y el aceite de soja

expresados en dólares.

Como se puede apreciar, hay un área favorable, marcada en verde, que abarca aumentos del precio del biodiesel junto con disminuciones del precio del aceite de soja, al igual que disminución del precio del aceite de soja en mayor porcentaje que las disminuciones del precio del biodiesel cuando ambos disminuyen. A su vez, cuando ambos precios aumentan en igual porcentaje, el VAN del proyecto aumenta.

Cuando ambos precios disminuyen en igual proporción, el VAN del proyecto empeora. Esto, junto con los escenarios donde el precio del aceite de soja aumenta y el del biodiesel disminuye o aumenta en menor medida que el del aceite de soja, se encuentran resaltados en color rojo en la tabla de resultados.

Es necesario destacar que hay escenarios muy poco probables, donde el precio del biodiesel baja y el del aceite de soja sube, o donde el precio del biodiesel sube y el del aceite de soja baja. La baja probabilidad de que sucedan estos escenarios se explica por la alta correlación entre los precios de ambos. Estos aspectos serán analizados con mayor detalle en la sección de riesgos del proyecto.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

En el análisis de mercado se realizaron las proyecciones para los próximos diez años de los precios de las principales variables a considerar. Como se expuso en dicha sección, no se proyectaron ventas esperadas, ya que tanto estas, como los compradores, estarán fijados por el gobierno.

A lo largo del análisis de riesgos, la utilización del simulador Crystal Ball permitió el seguimiento de indicadores como el VAN y la TIR, los cuales pudieron dar noción de cuan acertadas o erradas se encontraban las distintas metodologías adoptadas inicialmente.

A lo largo de la presente sección se expondrán las pruebas y análisis realizados más relevantes, que sirvieron para poder corregir las metodologías iniciales, obteniendo así el modelo más confiable que de una idea de la variabilidad a la que se puede enfrentar el proyecto.

PROYECCIONES INICIALES

Soja

Para la proyección del precio de la soja, se utilizó en el estudio de mercado el método de mean reversion, donde el precio a futuro tiende a la media histórica, considerando desvíos sobre dicho valor. Sin embargo, al momento de realizar el análisis de riesgos propios del proyecto, utilizando la herramienta “Predictor” del programa Crystal Ball, se encontró un método para proyectar el precio que ajusta mejor a los valores históricos que la proyección realizada mediante mean reversion, por lo cual se optó por este método. Para esta proyección, el predictor utiliza un método “ARIMA”. Este es un método de previsión de promedio móvil auto-regresivo integrado. Los valores actuales de una serie de datos se correlacionan con los valores anteriores de dicha serie para estimar los parámetros auto-regresivos. A su vez, los valores de un término de error aleatorio se correlacionan con valores pasados para producir el componente de promedio móvil. En el modelo, se supone que los valores de media y varianza de los datos actuales y pasados son estacionarios, es decir, que no varían a lo largo del tiempo.¹⁰⁷

Petróleo

El precio del petróleo es una variable que resulta muy compleja de proyectar a futuro, debido a la influencia que tienen distintas decisiones políticas a nivel mundial sobre su valor. Es por esto que se utilizó una proyección realizada por el Banco Mundial, que resulta una fuente confiable. Para analizar un desvío sobre esta proyección, se consideraron proyecciones realizadas por otras entidades, como el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Instituto Europeo de Universidades (EUI), y se analizó la varianza existente año a año entre las distintas proyecciones. A partir de este análisis, se calculó una varianza promedio y con ese valor se calculó el desvío a utilizar para la proyección.

Aceite de soja y metanol

El aceite de soja, como se determinó en el estudio económico financiero del proyecto, representa más de un 90% de los costos totales de producción de biodiesel. Es por esto que su precio resulta de vital importancia en el proyecto. Para proyectar esta variable, se realizó un análisis de regresión junto con el precio del petróleo y el precio de la soja. De

¹⁰⁷ Guía del Usuario de Crystal Ball, Oracle.

esta forma, para determinar su valor se toman como inputs las proyecciones para el precio del petróleo y el de la soja.

Otro insumo necesario para la producción de biodiesel es el metanol. El precio del metanol se proyectó también a partir de un análisis de regresión, en este caso entre el precio del metanol y el logaritmo natural del precio del petróleo.

Biodiesel

En primer lugar, la proyección del precio FOB Rosario del biodiesel se realizó a partir de un análisis de regresión. Este análisis se realizó para el logaritmo natural de dicho precio, considerando el logaritmo natural del precio del petróleo y el precio del aceite de soja como variables explicativas.

Seguidamente, se proyectó el precio del biodiesel para empresas grandes, también a partir de un análisis de regresión entre dicho precio y el FOB obtenido anteriormente. Luego, para calcular el precio de venta de biodiesel para empresas medianas, se partió del precio para las empresas grandes y se lo ajustó por un factor de conversión. La Secretaría de Energía establece mes a mes los precios del biodiesel para cada tipo de empresa en función de una fórmula la cual se muestra en la tabla 1, con distintos valores de los inputs según el tipo de categoría. Sin embargo, no se contaba con la información necesaria de todos los inputs para poder realizar la proyección y debido a esto, se buscó un método alternativo que dio como resultado el factor de conversión mencionado. Para ello se compararon los datos históricos de ambas categorías.

Adicionalmente se aplicó a priori una cota para evitar escenarios irreales a la hora de variar los inputs del modelo, en donde el precio obtenido se aleje demasiado del que se obtendría con la fórmula utilizada por el gobierno. Dicha cota consideró como precio mínimo la incidencia del precio del aceite de soja en el precio del biodiesel final. Esto parte del supuesto que el gobierno no va a obligar a los productores a vender a un precio menor que su costo variable, ya que es condenarlos a la quiebra. Esta es una forma conservadora de limitar el precio mínimo ya que no se están teniendo en cuenta los inputs que no pudieron ser proyectados confiablemente tales como el costo de la mano de obra y el resto de los costos.

CATEGORÍAS	CONSUMO ESPECÍFICO DE ACEITE TON ACEITE /TON BIODIESEL	COSTO DE ADQUISICIÓN %	CONSUMO ESPECÍFICO DE METANOL TON METANOL/TON BIODIESEL	COSTO MANO DE OBRA \$/TON BIODIESEL	RESTO DE COSTOS \$/TON BIODIESEL	RETORNO DE CAPITAL
Grandes	1,030	0	0,10	\$ 172,25	401	3%
No Integradas	1,030	7,8	0,12	\$ 265	772,1	3%
Medianas	1,045	11,9	0,14	\$ 278,25	1.195,40	3%
Pequeñas	1,050	11,9	0,15	\$ 284,88	1.219,80	3%

Tabla 70: Cálculo del costo de producción del biodiesel

Tipo de cambio e inflación

Para ambas variables se utilizaron proyecciones aportadas por la cátedra. Tanto el tipo de cambio como la inflación acumulada muestran una tendencia creciente desacelerada.

Para determinar las posibles fluctuaciones de las mismas, ante la falta de información relacionada con los métodos de proyección utilizados, se decidió siguiendo el consejo de los tutores, modelar el valor final de las variables, como una media igual a la proyección, más un desvío que seguiría una distribución triangular con media cero, máximo igual al mayor valor de crecimiento de la variable de dos períodos consecutivos y mínimo igual a la máxima variación entre dos períodos, pero tomando ese valor como negativo, considerando un posible decrecimiento.

Finalmente, se calculó la correlación entre estas variables. Para este cálculo se utilizaron como datos la variación porcentual del tipo de cambio y la inflación provistos por la cátedra, ambos en términos anuales. El valor de esta correlación resultó ser de 0.9199, lo que indica que dichas variables se mueven de forma conjunta. Este resultado era esperado, ya que es lógico que una variación en el tipo de cambio tenga un impacto en la inflación. Esta correlación se tuvo en cuenta a la hora de realizar el modelo inicial en Crystal Ball para evitar escenarios irreales.

Correlación TC-Inflación			Correlación
Año	TC Aumento Anual	Inflación	0.9199
2016	-	30.2%	
2017	20.7%	20.7%	
2018	14.5%	17.9%	
2019	9.4%	13.7%	
2020	4.2%	11.9%	
2021	2.4%	11.0%	
2022	9.1%	10.0%	
2023	3.7%	9.9%	
2024	4.1%	9.8%	
2025	4.9%	9.6%	
2026	4.9%	9.5%	

Tabla 71: Correlación entre TC e inflación

CORRELACIÓN PETRÓLEO VS SOJA

Durante el estudio de mercado del proyecto, se analizaron valores históricos de diversas variables para poder proyectarlas a futuro. En el caso de la soja, al observar su precio FOB Rosario histórico, se pudo apreciar que existe una alta correlación con el precio del barril de petróleo. Esto tiene sentido ya que la soja es un commodity y en general, históricamente, los precios de los commodities acompañan las variaciones del precio del petróleo.

Al analizar los valores históricos del precio de la soja y el del petróleo, se pensó inicialmente que, de acuerdo a la correlación existente entre sus precios históricos, debía marcarse una correlación en el programa Crystal Ball para analizar las proyecciones realizadas y el efecto de sus variaciones en el VAN del proyecto (de forma tal que no se presenten escenarios que contradigan la supuesta correlación).

Sin embargo, al discutir con la cátedra este tema, se llegó a la conclusión de que lo más apropiado era no hacerlo. Esto se debe a que el petróleo actualmente se encuentra atravesando una situación que poco se condice con su evolución histórica. El precio del petróleo es una variable cuyo valor depende en gran medida de cuestiones políticas a nivel mundial y actualmente se encuentra en valores muy bajos en comparación con su historia. Es por esto que resulta sensato asumir que el proyecto se está desarrollando en una etapa donde la correlación entre el precio del petróleo y el de los distintos commodities no sea acorde a la histórica. Las proyecciones del precio del petróleo indican que se espera que su

valor crezca de manera lenta para los próximos diez años. El precio de la soja, en cambio, puede presentar mayores variaciones y se considera que su valor no va a seguir la misma evolución, sino que puede presentar mayores fluctuaciones.

MODELO 1A: CONSIDERANDO TODAS LAS VARIABLES EXPUESTAS

En un primer momento se realizó un análisis del modelo considerando todas las variables que, siendo inputs del modelo, su variabilidad podría influir considerablemente en el VAN del proyecto. Estas fueron: el precio de la soja, el precio del petróleo, el tipo de cambio y la inflación. Como consecuencia, resultarían variables el precio del aceite de soja, el precio del biodiesel y el precio del metanol. Luego de realizar aproximadamente 500.000 corridas del modelo utilizando Crystal Ball, fue posible identificar el efecto que las fluctuaciones en cada una de estas variables tienen sobre el VAN del proyecto. A continuación, se muestra el análisis de sensibilidad obtenido.

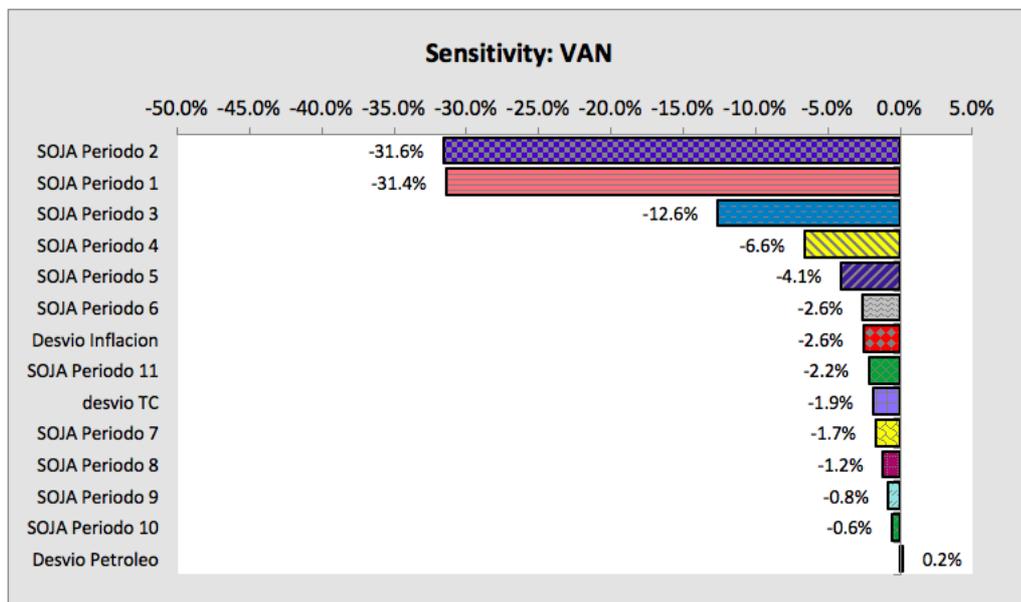


Gráfico 21: Análisis de Sensibilidad para Modelo 1A

Como se puede observar en la imagen, las variables que más impacto tienen son el precio de la soja para los primeros cinco períodos, especialmente los primeros dos. Esto se

debe a que los primeros flujos de fondos son los que más impacto tienen en el VAN debido a que con el correr de los períodos, la tasa de descuento impacta en mayor medida. Además, se puede observar que todas estas variables, excepto el precio del petróleo, cuando aumentan tienen un impacto negativo en el VAN. Esto resulta lógico si se tiene en cuenta que las variables analizadas son costos o inputs para proyecciones de los mismos, tales como el tipo de cambio y la inflación.

Es importante aclarar que, si bien el primer período proyectado de soja corresponde al 2016 y en el mismo no se compran materias primas, el valor del 2016 impacta en las siguientes proyecciones por utilizar un método auto-regresivo. De esta forma termina impactando también en el VAN.

A continuación, se muestra la distribución del VAN del proyecto para el modelo inicial junto con los percentiles correspondientes.

Summary:

Certainty level is 90,5525%

Certainty range is from 0 to Infinito

Entire range is from (6.132.532) to 44.088.032

Base case is 7.534.192

After 501.191 trials, the std. error of the mean is 17.138

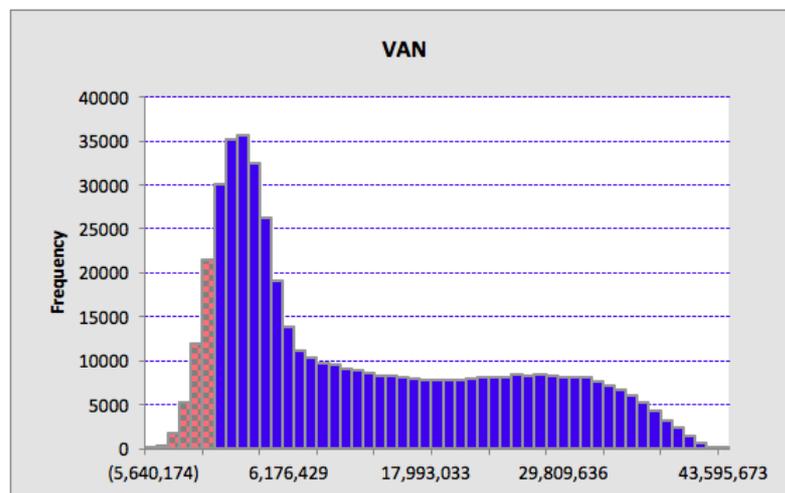


Gráfico 22: Distribución de probabilidad del VAN del proyecto para Modelo 1A

Forecast: VAN (cont'd)

Percentiles	Forecast values
0%	(6.132.532)
10%	95.127
20%	1.578.283
30%	2.973.255
40%	4.691.538
50%	8.187.724
60%	13.490.855
70%	19.609.779
80%	25.727.735
90%	31.698.593
100%	44.088.032

Tabla 72: Percentiles de la Distribución de probabilidad del VAN del proyecto para Modelo 1A

Como se puede observar, el VAN tiene un rango de valores que van desde (\$6.132.532) hasta \$44.088.032. El mismo tiene solamente 9.45% de posibilidades de ser negativo. Esto sucede en los casos que la diferencia entre el valor del aceite de soja y el del biodiesel se hace mínima. Dicha diferencia está atada al valor de la cota mínima que se tomó para el modelo del precio de una empresa mediana. Como se mencionó anteriormente, dicha cota es conservadora ya que no incluye los aportes relativos al metanol, la mano de obra y otros gastos que considera la fórmula del gobierno para establecer el precio. Parece sensato afirmar que, de haber tomado una cota más real, la totalidad de la distribución del VAN se encontraría dentro de un rango de valores positivos.

A continuación, se muestra la distribución obtenida para el valor de la TIR junto con los percentiles correspondientes.

Forecast: TIR

Cell: B33

Summary:

Entire range is from 0,10% to 79,69%

Base case is 27,33%

After 500.000 trials, the std. error of the mean is 0,02%

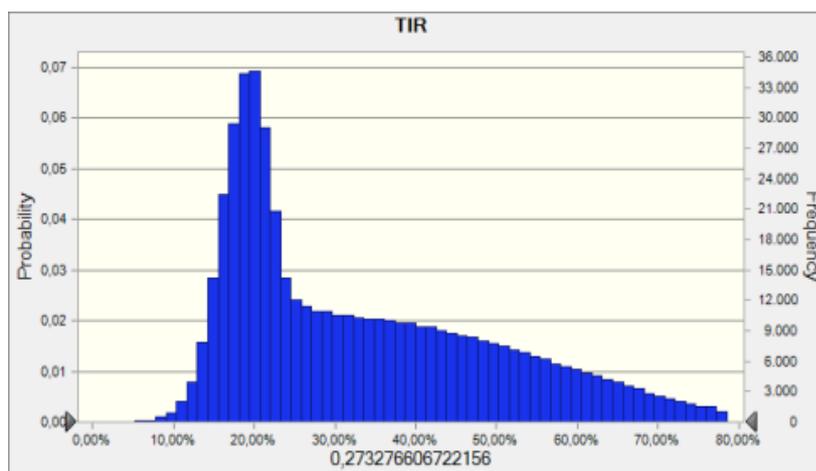


Gráfico 23: Distribución de probabilidad de la TIR para el modelo 1A

Forecast: TIR (cont'd)

Percentiles	Forecast values
0%	0,10%
10%	16,71%
20%	18,80%
30%	20,65%
40%	23,22%
50%	28,52%
60%	34,65%
70%	41,21%
80%	48,62%
90%	58,04%
100%	79,69%

Tabla 73: Percentiles de la Distribución de probabilidad del VAN del proyecto para Modelo 1A

En primer lugar, es importante aclarar que no se ven valores negativos de la TIR. Se ajustaron las fórmulas del Excel para que no registre dichos casos, ya que en los casos que la TIR daba cero, el simulador registraba errores de cálculo en las tablas, y se detenía el análisis. En particular, uno de los errores aparecía en el cálculo de TOR/TIR.

Por otra parte, como se puede observar en el gráfico de percentiles, alrededor de un 30% de la distribución de la TIR se encuentra por arriba de un 41%, llegando a valores cercanos al 80%. Esto es una clara señal de que existe un error dentro del modelo adoptado, ya que existe una probabilidad considerable de obtener magnitudes de TIR ilógicas.

A simple vista se puede afirmar que esta anomalía está atada a la falta de una cota superior en el precio proyectado del Biodiesel, lo que permite que en casos extremos el mismo se dispare.

En las secciones posteriores se buscará, en primer lugar, obtener una mejor cota mínima del precio de venta y, seguidamente, una cota superior, de forma tal de obtener un análisis más realista.

MODELO 1B: SOJA COMO ÚNICA VARIABLE

A modo exploratorio, se decidió en paralelo (sin tener el resultado final de todas las corridas del modelo 1A, pero habiendo observado un informe parcial), analizar un modelo en el que no se consideren las variaciones tanto del tipo de cambio como la inflación y el precio del petróleo, para comprobar efectivamente si dichas variables realmente tienen poco impacto en el VAN.

En primer lugar, el desvío calculado para el precio del petróleo respecto de la proyección del Banco Mundial, tomada como valor medio, no impacta significativamente en su valor final, por lo cual no produce una variación considerable en las demás variables, y por lo tanto tampoco en el VAN del proyecto.

Por otra parte, las fluctuaciones en el tipo de cambio¹⁰⁸ no representan grandes variaciones en el VAN del proyecto. Tanto los ingresos del proyecto (precio biodiesel mediana empresa), como los egresos (precio FOB aceite de soja y metanol), están atados al tipo de cambio, lo que atenúa dichas fluctuaciones.

A su vez, la variación del valor proyectado para la inflación¹⁰⁹, también tienen poca influencia en el VAN del proyecto. Esto se debe a que los costos afectados por la inflación representan un bajo porcentaje del costo total de lo vendido, debido a que como ya fue expresado, la mayor parte de este costo está representado por la compra de aceite de soja, la cual se encuentra valuada en dólares (precios FOB).

¹⁰⁸ Proyección proporcionada por la Cátedra de Proyecto Final

¹⁰⁹ Proyección de la inflación proporcionada por la Cátedra de Proyecto Final

A continuación, se muestran las distribuciones del VAN y la TIR obtenidas para el modelo 1B, junto con sus correspondientes tablas de percentiles.

Forecast: VAN

Summary:

- Certainty level is 92,8297%
- Certainty range is from 0 to 41.785.062
- Entire range is from (3.227.109) to 41.785.062
- Base case is 7.534.192
- After 500.719 trials, the std. error of the mean is 17.178

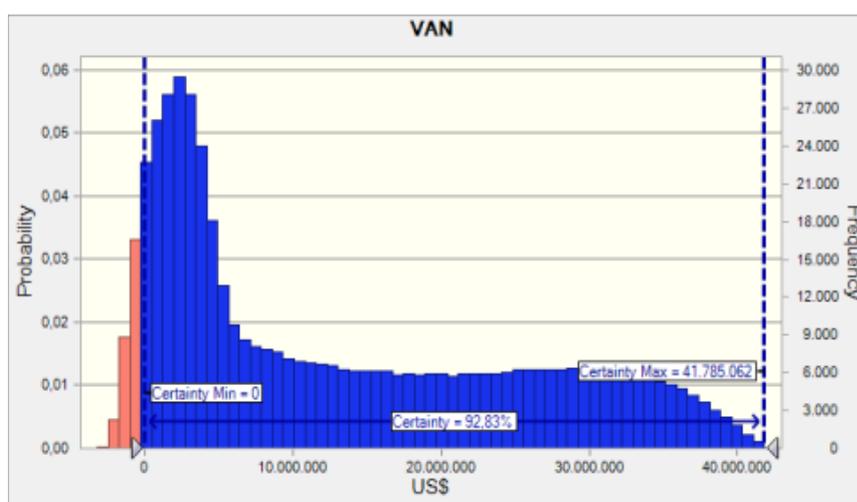


Gráfico 24: Distribución de probabilidad del VAN del proyecto para Modelo 1B

Forecast: VAN (cont'd)

Percentiles	Forecast values
0%	(3.227.109)
10%	448.831
20%	1.821.087
30%	3.093.132
40%	4.707.702
50%	8.467.448
60%	13.860.441
70%	20.034.427
80%	26.208.771
90%	32.112.863
100%	41.785.062

Tabla 74: Percentiles de la Distribución de probabilidad del VAN del proyecto para Modelo 1B

Forecast: TIR

Summary:

Entire range is from 10,75% to 77,91%

Base case is 27,33%

After 500.719 trials, the std. error of the mean is 0,02%

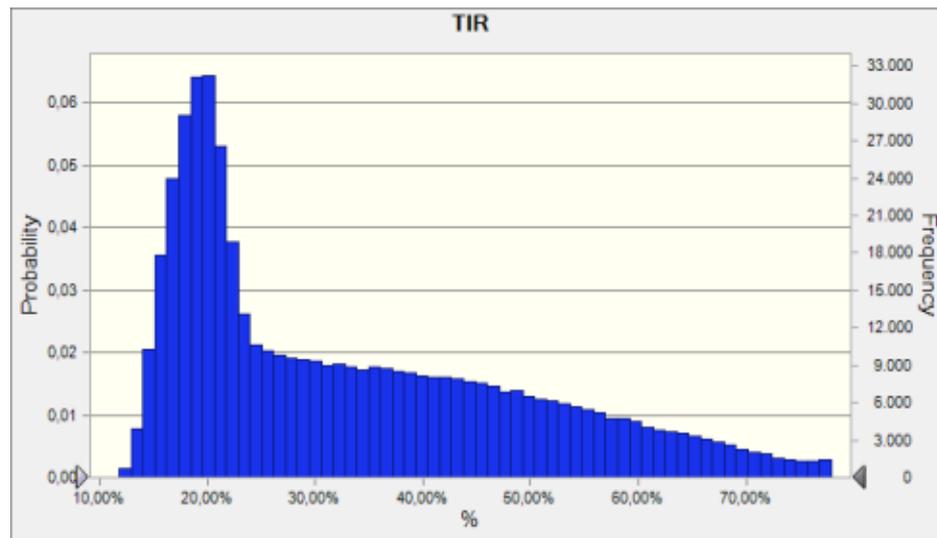


Gráfico 25: Distribución de probabilidad de la TIR para el modelo 1B

Percentiles	Forecast values
0%	10,75%
10%	17,08%
20%	18,97%
30%	20,67%
40%	23,24%
50%	28,57%
60%	34,68%
70%	41,19%
80%	48,51%
90%	57,89%
100%	77,91%

Tabla 75: Percentiles de la Distribución de probabilidad del VAN del proyecto para Modelo 1B

Si se comparan las tablas de los modelos 1A y 1B, se puede concluir que, bajo los supuestos tomados, no se producen variaciones significativas. Sin embargo, para los modelos subsiguientes, se procuró trabajar con todas las variables, ya que se introducirían nuevos supuestos.

MODELO 2: COTAS MÍNIMAS AJUSTADAS AL PRECIO DEL ACEITE DE SOJA Y EL METANOL

Los precios de venta del biodiesel son calculados por la Secretaría de Energía en función del tamaño de la empresa productora. Esto se hace con el objetivo de que las empresas pequeñas y medianas puedan competir frente a empresas grandes, ya que estas últimas tienen menores costos productivos. De esta forma, se busca otorgar un precio de venta mayor para las empresas de menor tamaño, logrando fomentar una industria que en otro caso no resultaría rentable.

Como se concluyó en el modelo 1A, la cota mínima que se ha tomado para el precio de venta (considerando solo los efectos del aceite de soja) es conservadora, ya que no incluye los aportes relativos al metanol, la mano de obra y otros gastos que considera la fórmula del gobierno, los cuales claramente no son despreciables.

Al analizar los resultados con dicha cota, se pudo observar que con el modelo 1A hay aproximadamente un 9.45% de probabilidades de que el VAN del proyecto sea negativo. Como el gobierno tiene una política proteccionista para las empresas pequeñas y medianas en esta industria, se busca que el precio del biodiesel contemple los aumentos en costos que puedan tener las empresas de forma tal que pueda ser rentable su funcionamiento. Es por esto, que se procedió luego a aumentar la cota del precio mínimo, considerando a su vez el componente que surge del precio del metanol. El factor equivale a un 14 por ciento del metanol por tonelada de biodiesel, valor equivalente al requerimiento de metanol por tonelada producida con las tecnologías convencionales. Cabe aclarar que la tecnología elegida en el presente proyecto solo requiere unas 0,1 toneladas de metanol por cada tonelada de biodiesel producida.

Al modificar este factor, los resultados obtenidos cambiaron considerablemente, como se puede observar a continuación.

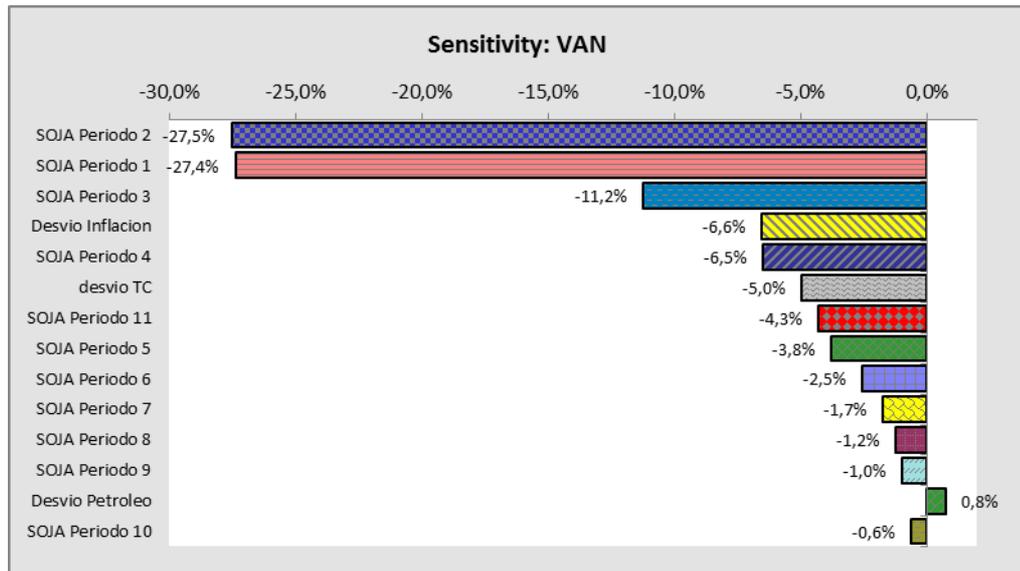


Gráfico 26: Análisis de Sensibilidad para Modelo 2

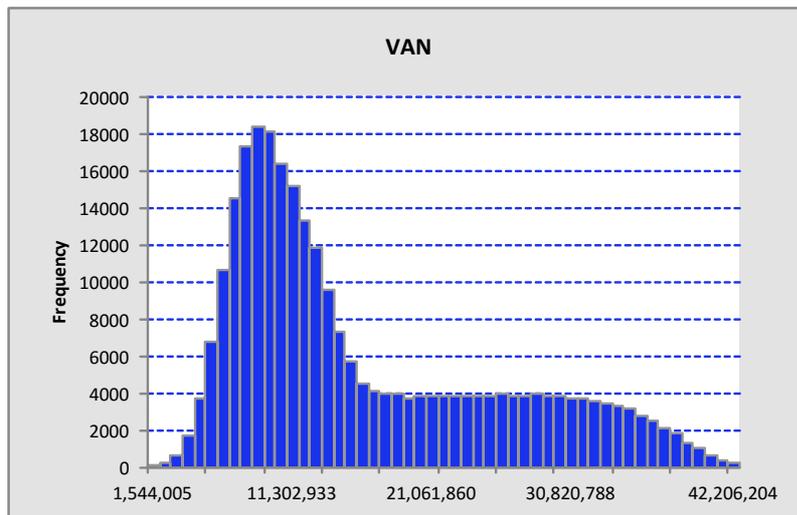
En primer lugar, el análisis de sensibilidad muestra que las variables que afectaban negativamente al VAN se han atenuado su efecto ligeramente. Esto resulta lógico ya que se han limitado los ingresos mínimos esperados. A su vez, el petroleo comienza a tener un efecto positivo ligeramente mayor.

Forecast: VAN**Cell: B32****Summary:**

Entire range is from 1.137.383 to 44.231.063

Base case is 7.534.192

After 274.861 trials, the std. error of the mean is 17.937

*Gráfico 27: Distribución de probabilidad del VAN para el modelo 2*

Percentiles	Forecast values
0%	1.137.383
10%	7.057.631
20%	8.428.452
30%	9.654.647
40%	10.975.934
50%	12.561.793
60%	14.902.472
70%	20.074.776
80%	25.917.482
90%	31.777.015
100%	44.231.063

Tabla 76: Percentiles de la Distribución de probabilidad del VAN del proyecto para Modelo 2

Como era de esperarse, el porcentaje positivo de la distribución del VAN aumentó al aumentar la cota del precio mínimo de venta. Al considerar el impacto del metanol en el cálculo de la cota mínima, se puede aproximar de mejor manera el modelo utilizado a la fórmula de la Secretaría de Energía. A su vez, el valor máximo del VAN no se ha modificado, lo cual es lógico.

Forecast: TIR

Cell: B33

Summary:

Entire range is from 18,95% to 79,54%

Base case is 27,33%

After 274.861 trials, the std. error of the mean is 0,02%

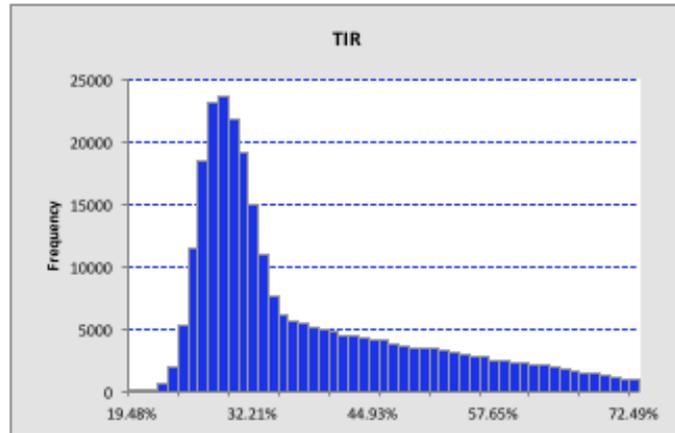


Gráfico 28 Distribución de probabilidad de la TIR para el modelo 2

Percentiles	Forecast values
0%	18,95%
10%	26,88%
20%	28,22%
30%	29,45%
40%	30,80%
50%	32,49%
60%	35,87%
70%	41,57%
80%	48,68%
90%	58,11%
100%	79,54%

Tabla 77: Percentiles de la Distribución de probabilidad de la TIR del proyecto para Modelo 2

Análogamente, la TIR mínima esperada ha aumentado, y su valor máximo no se ha modificado.

MODELO 3: COTAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS

Hasta este punto, solamente se han considerado cotas inferiores para el precio del biodiesel. No se han tenido en cuenta los aportes por la mano de obra y otros costos en este modelo, que en junio del 2015 totalizaban casi US\$100 por tonelada. Cuando al modelo 2 se le agregaron los costos del metanol, que representaban US\$40 en el escenario medio estático, el VAN pasó de tener 9.45% de probabilidades de un VAN negativo a 0%. Esto indica que los US\$100 que fueron dejados de lado por falta de información para proyectarlos a futuro, hubiesen tenido un gran impacto en el VAN.

Sin embargo, existe la posibilidad que la proyección del precio de venta tomada, de como resultado valores demasiado altos en los escenarios más positivos, incluso mayores a los que se obtendrían al considerar los US\$100.

Es por ello que se decidió agregar una cota superior al modelo. La misma estaría determinada por una aproximación de la fórmula utilizada por la Secretaría de energía, considerando los aportes del aceite de soja, el metanol y los demás costos de mano de obra y producción.

Como no se tuvo información suficiente para determinar cómo el gobierno establece el valor de la categoría "Otros costos", se optó por partir de su valor oficial en el 2015 y atarlos a la inflación proyectada. Seguidamente, se los convirtió a dólares según la proyección de tipo de cambio, para poder sumarlos al precio del biodiesel de una empresa mediana.

A continuación se muestran los resultados obtenidos por la simulación.

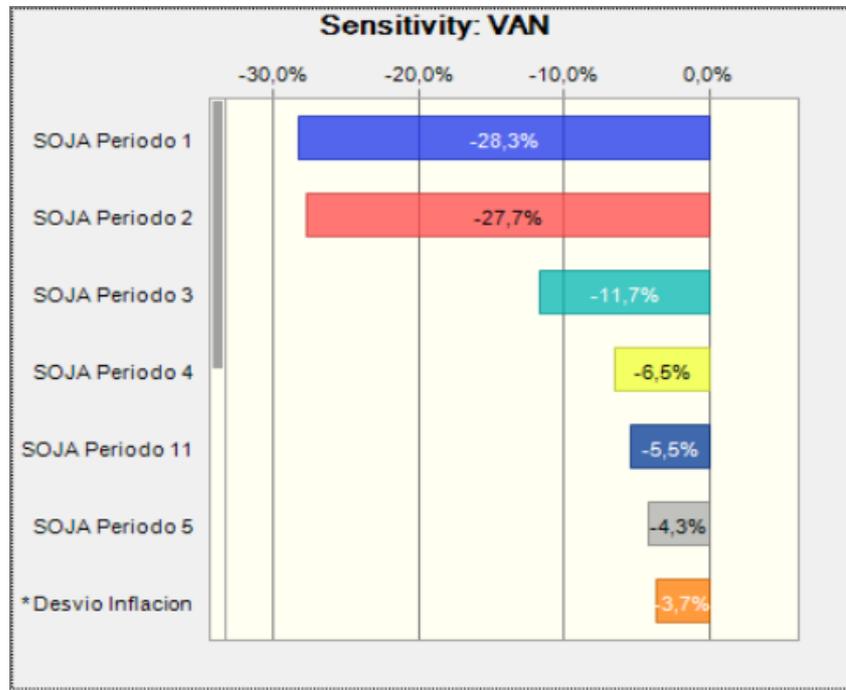


Gráfico 29: Análisis de Sensibilidad para Modelo 3

En el análisis de sensibilidad se observa que el petróleo ya no tiene un efecto considerable sobre el VAN. Esto se debe a que se ha limitado el precio máximo de venta. El resto de las variables sigue teniendo un efecto similar.

Forecast: VAN

Cell: B32

Summary:

Entire range is from 983.684 to 31.127.599

Base case is 7.534.192

After 303.291 trials, the std. error of the mean is 11.854

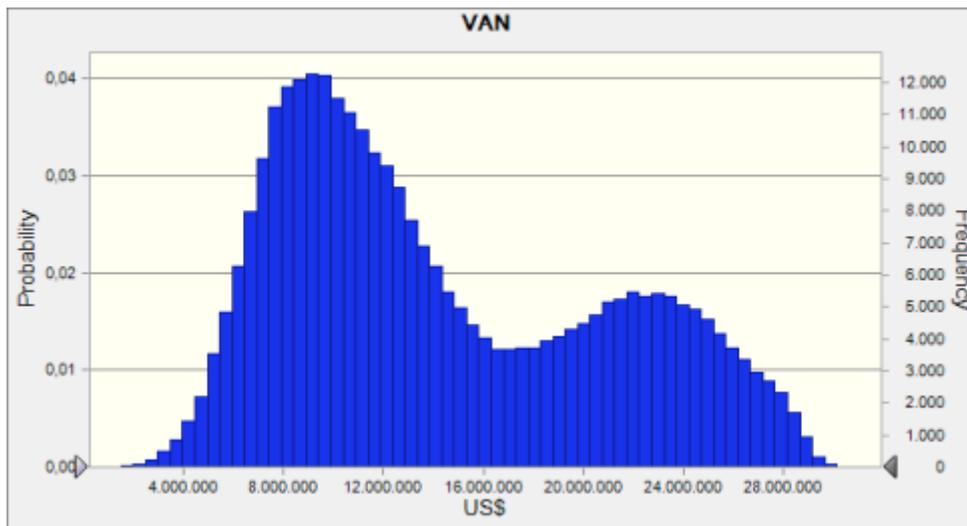


Gráfico 30: Distribución de probabilidad del VAN para el modelo 3

Percentiles	Forecast values
0%	983.684
10%	7.045.085
20%	8.396.575
30%	9.627.391
40%	10.934.781
50%	12.464.846
60%	14.567.860
70%	18.193.818
80%	21.528.833
90%	24.352.812
100%	31.127.599

Tabla 78: Percentiles de la Distribución de probabilidad del VAN del proyecto para Modelo 3

En el gráfico observamos dos picos para la distribución del VAN. Esto se debe a que todos los valores del precio de venta que excedían la cota superior, se acumularon en dicho

valor. Sin embargo, para cada caso en el que se forzó dicho precio máximo, el resto de las variables toma diferentes valores, por lo que no necesariamente, la concentración en el VAN se verá en su valor máximo.

A su vez, el valor máximo del VAN a disminuido considerablemente, presentando un valor mucho más razonable.

El ingreso medio esperado resulta de US\$14.300.000 con un desvío de US\$6.500.000.

Forecast: TIR

Cell: B33

Summary:

Entire range is from 19,59% to 54,27%

Base case is 27,33%

After 303.291 trials, the std. error of the mean is 0,01%

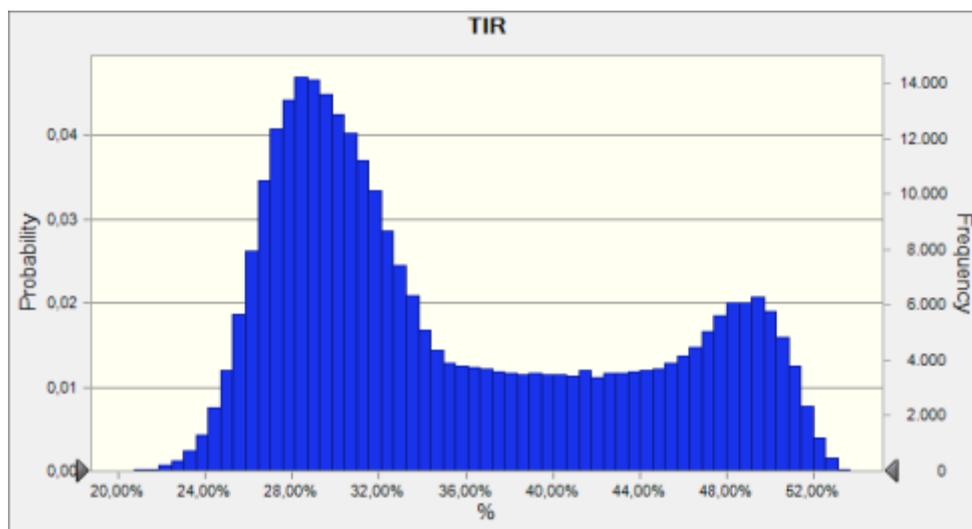


Gráfico 31: Distribución de probabilidad de la TIR para el modelo 3

Percentiles	Forecast values
0%	19,59%
10%	26,87%
20%	28,21%
30%	29,43%
40%	30,76%
50%	32,40%
60%	35,43%
70%	40,21%
80%	45,09%
90%	48,63%
100%	54,27%

Tabla 79: Percentiles de la Distribución de probabilidad de la TIR del proyecto para Modelo 3

Como ocurrió en la distribución del VAN, la TIR presenta dos picos, por las razones que ya fueron explicadas. La media de su distribución es de 35,50% con un desvío de 8,16%.

A su vez, para este escenario se buscó cual sería el período de repago simple del proyecto.

Al variar los ingresos y egresos del proyecto puede darse que varíe dicho período. A continuación se muestra los diferentes años en los que se puede dar el mismo junto con su probabilidad de ocurrencia.

Año	Probabilidad
2	10%
3	37%
4	53%

Tabla 80: Año y Probabilidad de periodo de repago

TRATAMIENTO DEL MODELO DE PROYECCIÓN DEL PRECIO DE VENTA

A modo de resumen, se explica a continuación como fue mutando la metodología para proyectar el precio de ventas a través de los distintos modelos.

La proyección realizada para el precio del biodiesel no fue calculada a partir de la fórmula que utiliza la Secretaria de Energía para el cálculo de su precio. Esto se debe a que

no se contaba con los datos históricos suficientes para poder proyectar todas las variables utilizadas en dicho cálculo. En particular, en el caso del metanol, no hay información pública disponible sobre su precio en el mercado interno. Es por esto que inicialmente se buscó aplicar la fórmula a partir de precios FOB del metanol, pero el método utilizado no tenía un buen ajuste a la realidad. Luego se procedió a realizar una correlación entre el precio FOB del aceite de soja y el precio FOB del biodiesel, y a partir de estos valores se determinó el precio del biodiesel para cada tipo de empresa, según su tamaño. De esta forma se obtuvo un mejor ajuste en comparación con el modelo adoptado inicialmente.

Al no utilizar la misma fórmula que la Secretaría de Energía para proyectar el precio del biodiesel, fue necesario establecer cotas para los valores de la proyección. Inicialmente se acotó el valor inferior del precio. Para ello, se tomaron los coeficientes que en la fórmula de la Secretaría multiplican al precio del aceite de soja. De esta forma, se adoptó una postura conservadora dado que únicamente se tuvo en cuenta este factor, que es el más influyente pero no es el único. Al analizar los resultados con la cota adoptada, se observó que existía un 9,5% de probabilidad de que el VAN fuera negativo. Luego de analizar estos resultados se concluyó que la cota inferior era demasiado conservadora ya que en esos casos donde el VAN era menor a cero, las proyecciones del precio del biodiesel tenían poca diferencia con las del aceite de soja. En el contexto actual de la industria, el gobierno aplica políticas proteccionistas para las pequeñas y medianas empresas de forma tal que puedan vender el biodiesel a un precio que resulte acorde a sus costos. De esta forma, fue necesario evitar considerar esos escenarios. Para ello, se incrementó el valor de la cota inferior considerando a su vez el coeficiente correspondiente al precio del metanol, para cuyo precio se utilizó el precio FOB proyectado. A pesar de que el precio proyectado para el metanol no sea el mismo que se utiliza en la fórmula, no se consideraron el resto de los factores que influyen en la fórmula que incluyen otros costos. De esta forma, se obtuvo una cota inferior que, al realizar nuevamente la corrida del modelo, no arrojó valores con poca diferencia entre el precio del aceite de soja y el precio del biodiesel. Es por ello que, con la nueva cota adoptada para el modelo, se obtuvo un 100% de probabilidad de tener un VAN positivo.

Sin embargo, al analizar el resto de los resultados arrojados por la corrida del modelo 2 con la nueva cota adoptada, se observó que había casos, aunque menores en proporción, donde el valor de la TIR del proyecto era cercano al 80%. Estos valores resultan ilógicos debido a que, tal como fue explicado por la Cátedra de Proyecto Final, valores cercanos al 70% de TIR son muy difíciles de encontrar en proyectos de inversión. En consecuencia, se procedió a analizar los casos donde la TIR resultaba tan elevada y se observó que en algunos pocos casos el valor del biodiesel proyectado era demasiado elevado en relación a los

precios de los insumos necesarios para su producción. Por ello, se concluyó que, a la proyección utilizada para el precio del biodiesel, era necesario aplicarle una cota superior. Para realizar dicha cota se analizaron otros componentes de la fórmula utilizada por la Secretaría de Energía para calcular su precio. En particular, la fórmula contempla dos costos, costo de mano de obra y otros costos, cuyos valores están dados en AR\$ de Junio de 2015. Estos valores pueden ser actualizados por el IPIM (Índice de Precios Internos al por Mayor). Debido a esto, para poder tener una aproximación suficiente para acotar el precio superior del biodiesel, se proyectaron estos valores para los 10 años de duración del proyecto utilizando los valores de inflación proporcionados por la Cátedra. De esta forma, la cota superior para el precio del biodiesel es igual a la cota inferior, sumándole los costos en AR\$ ya proyectados (convirtiéndolos a US\$ con el respectivo Tipo de Cambio proyectado para cada año). Una vez agregada la cota superior al modelo, se analizaron los resultados actualizados y no se obtuvieron valores de TIR poco coherentes como antes de realizar la modificación.

De esta forma, a partir de la nueva cota superior agregada al modelo en el cálculo del precio del biodiesel, se logra evitar que el modelo arroje valores poco coherentes. Esto implica que, con el modelo final, que consiste en una cota inferior y una superior para el precio del biodiesel, se evita tener casos donde el precio del biodiesel sea muy cercano al precio del aceite de soja y aquellos casos donde el precio pueda ser desproporcionadamente mayor.

MODELO 4: RIESGO POLÍTICO

A partir del análisis anterior, podría surgir la pregunta de porque, si el modelo de negocios es tan rentable, no existe una cantidad excesiva de proyectos presentados ante el gobierno, lo que dificultaría la aprobación de este.

El resultado demostrado anteriormente, se basa en la premisa de que, a lo largo del tiempo, el gobierno mantendrá la misma política proteccionista. El gobierno de turno durante el período 2007-2015 no demostraba tener una posición firme que permita predecir cómo sería el escenario futuro para el desarrollo del negocio, por lo que debido a la gran inversión que el proyecto significa, al 2015 solo habían presentadas 5 propuestas.

Por esta razón, resulta prudente tener en consideración los efectos negativos que podrían tener decisiones que reviertan la situación proteccionista. Se decidió realizar un

análisis cualitativo, considerando diferentes escenarios en los que el volumen de producción asignado por el gobierno variaría.

A continuación, se muestra la distribución asignada:

Asignación	Probabilidad de ocurrencia
50.000	50%
45.000	20%
40.000	12%
35.000	8%
30.000	6%
25.000	4%

Tabla 81: Probabilidad de baja de la capacidad

Los resultados arrojados por la simulación se observan a continuación:

Forecast: VAN

Summary:

Certainty level is 94,9630%
 Certainty range is from 0 to Infinito
 Entire range is from (7.617.250) to 31.021.063
 Base case is 7.534.192
 After 318.520 trials, the std. error of the mean is 12.849

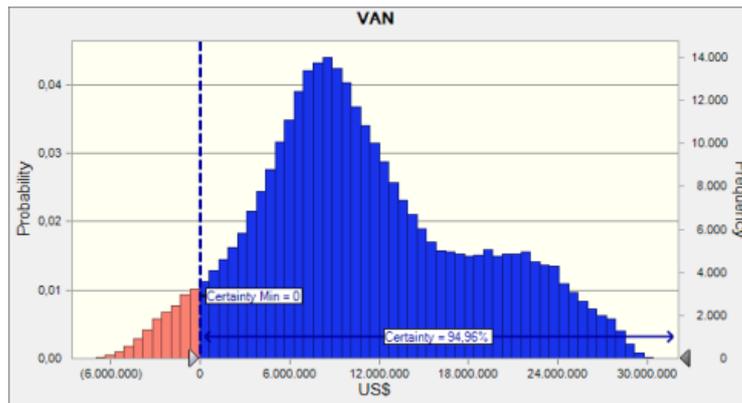


Gráfico 32: Distribución de probabilidad del VAN para el modelo 4

Como se puede observar en el gráfico, con las nuevas consideraciones se tiene un 5 por ciento de probabilidad de tener VAN negativo. Parece sensato considerar que el proyecto deja de tener un VAN positivo cuando el volumen de ventas asignado se encuentra cercano a las 25.000 toneladas. A su vez, una mayor proporción de la distribución del VAN se concentra en valores más bajos. La media esperada pasó a ser US\$ 9.898.095 con un desvío de US\$ 7.251.929

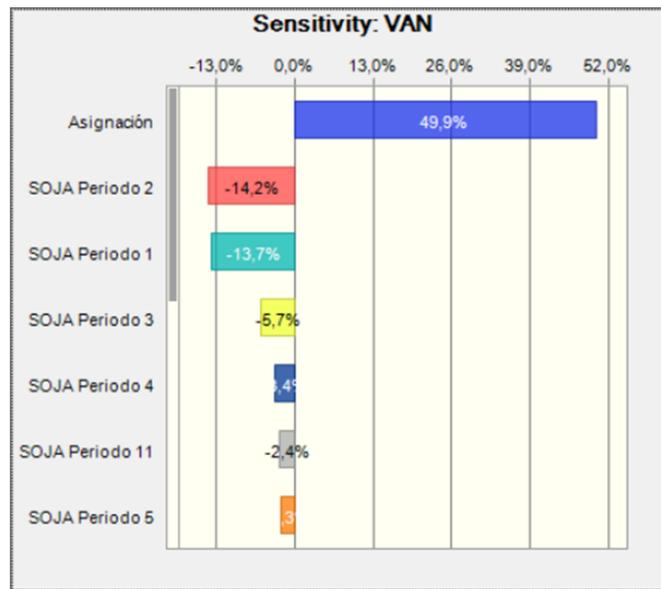


Gráfico 33: Análisis de Sensibilidad para Modelo 4

Como se puede observar, las proyecciones del precio de la soja para los primeros años del proyecto pasan a tener un menor impacto en el VAN, siendo desplazadas por la asignación de volumen otorgada por el gobierno.

GESTIÓN DE RIESGOS: FUTUROS Y OPCIONES

Previo a tener conocimiento de la probabilidad de tener un VAN positivo, se estudió el funcionamiento del mercado de opciones y futuros del aceite de soja, por si se diese el caso de que se tuviera que gestionar riesgos con estas herramientas. Sin embargo, como se vio anteriormente, la estructura de negocio de las pequeñas y medianas empresas productoras de biodiesel afrontan una realidad que no presenta riesgos en cuanto a rentabilidad operacional. A continuación, se detalla el análisis que posteriormente fue descartado.

Se consultaron los valores de futuros en la CBOT (Chicago Board of Trade). Estos valores muestran a qué precio se puede pactar comprar cierta cantidad de aceite de soja para determinados períodos, con un horizonte temporal máximo de 2 años. Al momento de buscar valores locales, no se tuvo éxito, por lo que se concluyó que en Argentina no se estarían vendiendo futuros por este producto. Se consideró como posibilidad potencial, negociar con proveedores contratos de este tipo.

En el caso de las opciones, tampoco se encontraron ofertas locales. Por ello fue necesario analizar otros mercados para poder tomar como referencia para el cálculo de una posible prima, en el caso de que se quisiese poner en práctica esta metodología, una vez más, negociando con un proveedor local. En la “Chicago Board of Trade” (CBOT) se utilizan contratos de opciones para aceite de soja, que pueden ser comprados con fecha de hasta dos años a futuro. En este mercado, se utilizan contratos por cantidades fijas que, en el caso del aceite de soja, se realizan por 60.000 libras, que equivalen aproximadamente a 27 toneladas métricas. Según la fecha de la opción de compra, existen diferentes alternativas de contrato. Esto se debe a que hay distintas combinaciones posibles de strike Price y prima de la opción. En el CBOT los precios se expresan en centavos de dólar por libra. Las variaciones entre cada alternativa de contrato son constantes. De esta forma, entre cada opción existe una diferencia de 0.5 centavos de dólar para el strike Price, acompañado de una variación de 0.02 centavos de dólar para la prima. A mayor strike Price para la opción de compra, menor es la prima y viceversa. De esta forma, a medida que aumenta uno el otro disminuye.

En el CBOT, considerando opciones de compra para diciembre de 2017, el strike Price más bajo disponible es de 49.5 centavos de dólar por libra¹¹⁰, que equivalen a 1091.3 dólares por tonelada. Este precio es muy elevado en comparación al precio FOB proyectado para el puerto de Rosario para ese año (670 dólares por tonelada aproximadamente). Al ser mercados diferentes, tienen diferentes precios FOB, por lo cual no tendría sentido tomar los precios del mercado CBOT para la compra de aceite de soja en Argentina. Debido a esto, se optó por tomar el modelo de cálculo de la prima del mercado CBOT como referencia para poder tener un parámetro en el caso que se quisiera aplicar en el mercado argentino.

Se realizó la disminución del strike Price del contrato de call en intervalos de 0.5 centavos de dólar por libra, de la misma forma que se realiza en el CBOT, aumentando al mismo tiempo la prima del contrato en 0.02 centavos de dólar por libra. Para poder realizar lo descrito, se asumió la linealidad del modelo a pesar de que en ese mercado los precios mínimos sean considerablemente mayores a los de Rosario. Luego, al realizar la conversión del strike Price a dólares por tonelada métrica, se determinó un valor cercano al precio proyectado y a partir de ello su correspondiente prima. Luego, se obtuvo la prima como valor porcentual del strike Price. A partir de este análisis se obtuvo que la prima representa un 3.84% del valor del strike Price. Este valor porcentual se tomó como fijo para proyectar la prima para los años siguientes, de modo que dependa del strike Price estimado para cada año.

¹¹⁰ CME Group – Opciones aceite de soja CBOT

OPINIÓN DE LOS EXPERTOS

Luego de realizar el análisis de riegos, se le consultó a José Luis Martínez Justo, Presidente de Ambiental Solutions S.A., cual era su opinión respecto al futuro del negocio. A partir de dicha entrevista surgieron las siguientes conclusiones.

Actualmente el 70 por ciento del abastecimiento local de biodiesel para mezclar diésel es producido por Pymes y medianas empresas con un máximo de 50.000 toneladas de capacidad anual. El 30 por ciento restante se les otorga a empresas mediana no integradas (con una capacidad entre 50.000 y 100.000 toneladas), ya que por su falta de competitividad se les dificulta exportar. Sin embargo, si una pyme presenta un proyecto y se lo aprueban, se le quita el porcentaje asignado a una mediana empresa.

El mercado de exportación se encuentra con varias complicaciones debido a las medidas anti-dumping que en el pasado le aplicó el mercado europeo a los productores argentinos. Sin embargo, algunas empresas gozan del privilegio de poder comerciar con USA ya que este solo les compra a productores que utilicen soja que no haya desplazado a otros cultivos o desforestado bosques.

La política del gobierno a cargo en el período 2007-2015 nunca estuvo totalmente definida, por lo que el nivel de riesgo político era demasiado alto para la inversión que representa una planta de estas características.

El gobierno actual parecería estar tomando una posición un poco más clara. A partir de febrero de 2017, la tasa de corte para transporte se adaptará al régimen B20. A su vez, se comenzará a utilizar un sistema similar al de licitaciones, donde los permisos se otorgarán a los proyectos que presenten una mejor alternativa tecnológica, de mayor eficiencia tanto económica como ambiental. Esto está directamente relacionado con el Acuerdo de París COP 21.

Por otra parte, se está estableciendo un marco de economías regionales especial, en el cual se permitirá la formación de cooperativas con pequeños productores de aceite de baja calidad (solo prensado y venta de expeler de soja). Las plantas involucradas serán abastecidas por 4 o 5 productores y como medio de pago se le entregará biodiesel. Estos intercambios estarán exentos de varios impuestos, reduciendo los costos de combustibles, transportes y materias primas.

Si bien el riesgo político siempre existirá, las expectativas actuales indican que con o sin el volumen de venta asignado por el gobierno, la actividad de las pequeñas y medianas plantas productoras seguirá siendo rentable.

CONCLUSIÓN FINAL

El proyecto en las condiciones presentadas (sin considerar el modelo 4) tiene una probabilidad del 100% de un VAN positivo. Esto es lógico, si se tiene en cuenta que el gobierno evalúa el proyecto antes de aprobarlo. En este análisis, se determina si la empresa va a poder operar bajo las condiciones que se tienen previstas relativas a los precios impuestos por categoría. En caso de aprobarse el proyecto, la manera en que se determina el precio de venta del biodiesel causa que los resultados de cada ejercicio sean positivos. Además, se supone que el proyecto no se va a aprobar si se tiene un VAN negativo, ya que se buscarían productores más eficientes para realizarlo.

Sin embargo como se vio en el modelo 4, es importante tener claro que una probabilidad del 100% de un VAN positivo, se basa en varios supuestos. En primer lugar, se asume que se mantienen las políticas actuales durante toda la duración del proyecto. Esto puede no ser así, ya que en un futuro es posible que el gobierno cambie la manera en que calcula el costo de producción del biodiesel y como determina su precio de venta. Además, puede suceder que el gobierno relaje sus controles sobre la industria y que establezca un precio común para todos los productores, sin importar si son grandes integradas, no integradas, medianas o pequeñas, permitiendo una competencia entre los distintos tipos de empresa que perjudicaría a las de menor tamaño. Es decir que las políticas proteccionistas actuales pueden no sostenerse en el tiempo, y el modelo 4 fue una primera demostración de ello.

En resumen, el VAN del proyecto es fuertemente dependiente de las decisiones políticas y el contexto externo, ya que la empresa no actúa directamente con el mercado, sino que siempre a través del Estado Nacional como intermediario, el cual termina ocasionando que la probabilidad de obtener un VAN positivo sea de 100%. Al no contar con información suficiente, es muy difícil de predecir cuales van a ser las decisiones futuras del gobierno y su correspondiente impacto en el proyecto.

Bajo los supuestos establecidos y el modelo diseñado, este proyecto tiene un VAN medio esperado de US\$14.300.000 con un desvío de US\$6.500.000 y una TIR media esperada de 35,50% con un desvío de 8,16%.