# PROYECTO DE IMPLEMENTACION DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE ETANOL EN BASE A LA CAÑA DE AZÚCAR, EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA, PROVINCIA DEL GUAYAS

Gary Cox Toala, Juana Irene Astudillo , Constantino Tobalina
Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas
ESPOL
Campus La Prosperina, Km. 26.5 Vía Perimetral Norte, Guayaquil – Ecuador
garynando@yahoo.com, ctobalina@espol.edu.ec

## Resumen

*Con las crisis recurrentes de los precios del petróleo a nivel internacional y las consecuentes repercusiones en las economías de los países en vía de desarrollo, la búsqueda de productos capaces de reducir la dependencia del petróleo es una tarea importante y urgente. Desde esta perspectiva, este proyecto de producción y comercialización de etanol como producto sustituto de los combustibles reviste una importancia capital. Para la elaboración de este proyecto, se ha usado una metodología mixta donde se combinó la investigación documental con el trabajo de campo. Para los datos internacionales, se revisaron un total de 9 documentos relacionados con el tema y recogidos principalmente de fuentes publicadas en Internet. En cuanto a la experiencia nacional en la producción y comercialización del Etanol, se usaron los datos oficiales de exportación y producción del Banco Central del Ecuador, y algunas entrevistas con informantes claves en el tema. Este proyecto esta dividido en cuatro partes principales: la primera parte es la introducción y antecedentes del documento, como segundo punto se realiza un análisis del producto y el entorno internacional del proceso de producción, comercialización y las tendencias de precio del Etanol. En este acápite se realiza la investigación de campo por medio de encuestas. Un tercer acápite se miran temas como el proceso productivo, la cadena productiva, la producción mundial y sus principales usos, analizando los desafíos y limitaciones en la producción local de etanol y las principales recomendaciones aplicando factores de éxito de otros países. En el cuarto acápite, se analiza la factibilidad y viabilidad financiera de implementar el presente proyecto en la Península de Santa Elena, teniendo por último las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.*

## Abstract

*With the common crisis of the oil prices in the international market and the repercussions within the economies of development countries, the search for products capable of reduce the dependence for oil is very important and urgent task. Since this perspective, this project of production and trade of ethanol as a substitute product of the gasoline had within a capital importance. For the elaboration of this project, it has been used a mix methodology that combines documentary investigation with outside work. For the international values, it has been recompiled a total of 9 works related to the item and found at the Internet As far as the national experience in the production and commerce of the Ethanol, it has been used official dates of exports and production from the Central Bank of Ecuador, and some interview with key-informers in this subject. This project is divided in four principal parts: the first one is the introduction of the document, as a second point it has been realized an analysis of the ethanol and the international market of the production process, trades and tendencies of the ethanol's prices. In this point, it has been made an outside work trough a market investigation. A third point looks trough the productive process, the chain product, the world production and its principals uses, analyzing the challenges an limitations of the local production of the product and the most important recommendations applying success factor of other countries. In the four chapters, is it analyzes the financial viability of the "making of" the present project in Santa Elena, making at the end the conclusions, recommendations, biography and annexes.*

# CAPÍTULO 1
# ANTECEDENTES DEL ESTUDIO PROPUESTO

## 1.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO PROPUESTO

Denominado también bioetanol, alcohol etílico, anhidro o alcohol carburante. El etanol es un alcohol líquido de fórmula química $C_3H_5OH$, que se produce de la fermentación de cultivos agrícolas que contienen azúcares (caña de azúcar, remolacha), o aquellos que pueden convertirse en azúcares como los almidones (maíz, papas, etc.), o de celulosa (madera). Es un combustible sustitutivo de la gasolina. Comercialmente existen dos tipos de alcohol:

1. Alcohol hidratado: Se obtiene de la destilación convencional y contiene alrededor de un 5% de agua
2. Alcohol anhidro: Se obtiene de procesar el alcohol hidratado y contiene menos de 1% de agua.

El etanol se utiliza como combustible en motores, en sustitución de la gasolina básicamente de dos maneras: a) en mezcla con gasolina y alcohol anhidro, y b) como alcohol puro hidratado.

En países como Brasil, considerado el líder mundial en la producción de etanol, existe un parque automotor muy importante que funciona con etanol puro (E100)

Para obtener etanol existen tres procesos: a) directamente del jugo de un vegetal como la caña de azúcar, que produce alrededor del 15% de azúcares diluidos, b) por disolución de una solución concentrada de azúcar, como las melazas o mieles resultantes de la producción de azúcar, y c) por la sacarificación de sustancias celulósicas, como el bagazo o amiláceas como el almidón de maíz o de yuca.

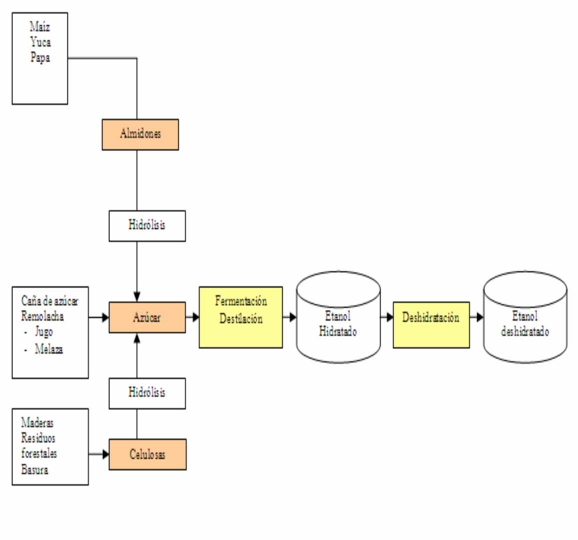


**Gráfico No. 1** Proceso de producción del etanol

América Latina es una de las regiones con más potencial para ofrecer biocombustibles dadas sus ventajas climáticas combinadas con una baja densidad poblacional. Así se refleja si comparamos los mayores productores de etanol, Brasil y EE.UU., que producen el 80% de la oferta mundial. Para producir el mismo volumen de etanol, EE.UU. necesita el doble del área de maíz que Brasil con caña de azúcar (lo mismo ocurre con los productos básicos para biodiesel).

La obtención de etanol a partir de almidón (maíz) es más complejo debido a que éste debe ser hidrolizado previamente para convertirlo en azúcar.

A partir de la celulosa es aún más complejo porque primero se debe realizar un pretratamiento de la materia vegetal, para que la celulosa pueda ser atacada por las enzimas hidrolizantes.

El rendimiento en la obtención de etanol es mayor a partir de sustancias con alto contenido de azúcares (como la caña de azúcar), el rendimiento es intermedio para sustancias que contienen almidón (como el maíz), y el rendimiento es bajo para las celulosas.

"Brasil ha probado que el etanol puede ser producido competitivamente de la caña de azúcar", dice Daniel M. Kammen, profesor de la Universidad de California en Berkeley, quien estima que el costo de producir etanol con azúcar, incluyendo la materia prima y el procesado, es de seis a siete dólares por cada giga joule (una unidad de energía), frente a 14 dólares por un giga joule de gasolina. Según el Banco Mundial, Brasil produce etanol a 0,83 por galón, frente a los 1,09 dólares de Estados Unidos (a base de maíz), o 1,20 de Francia (lo fabrica con uvas)

Por tanto, para implementar una mezcla del 10% en la gasolina, EE.UU. tendría que transformar la mitad de la producción de maíz en etanol, utilizando un 15% de su tierra agrícola para la producción de etanol. Brasil, por el contrario, con el 1% ó 1,5% de sus tierras actualmente cultivadas, podría reemplazar totalmente su gasolina por etanol. Para producir el etanol necesario para sustituir 10% de gasolina en Estados Unidos, Brasil necesitaría el 3% de su tierra actualmente utilizada para agricultura.

Una de las características más importantes del etanol es que es un recurso renovable, lo que disminuye la dependencia del petróleo en los países no productores que deben importarlo. Por otro lado, es energéticamente eficiente, porque produce un tercio más de energía que la que requiere su elaboración y transporte. Además tiene altas ventajas comparativas con los combustibles fósiles, porque produce menos emisiones de contaminantes; según el Departamento de Energía de EE.UU. el etanol produce menos monóxido de carbono e hidrocarburos que la gasolina común y corriente.

Su uso como combustible para automóviles reduce la producción de gases de invernadero en un 85%, por lo que es el principal candidato para reemplazar y renovar los estándares de los países firmantes del Protocolo de Kyoto. Sin embargo, existe un consenso en que el uso de etanol sin mezclarlo con gasolina sería mucho menos contaminante, pero tendría la desventaja de requerir la transformación de los vehículos para su uso.

Brasil es el mayor productor (con 14 mil millones de litros anuales) y consumidor mundial de etanol. Con su producción, ha logrado bajar hasta en un 40% la importación de petróleo. En EEUU, es usado mayoritariamente mezclado con gasolina, aunque en menor grado que en Brasil.

Por su parte, Suecia también tiene experiencias con el etanol, pues se usa como un sustituto para el diesel en aproximadamente 300 autobuses en la ciudad de Estocolmo. Otros países latinoamericanos que se están sumando a la iniciativa del etanol son Colombia, Nicaragua y Argentina.

Gracias al auge del etanol en el mundo, se creó la Comisión Interamericana de Etanol, organismo que cuenta con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Para el presidente del BID, Luís Alberto Moreno, el etanol es “claramente una alternativa real al petróleo que además mejorará sustancialmente el ingreso campesino en Latinoamérica”, algo que plantea, según dijo, “un reto para los gobiernos: la inversión en tecnología”.

La Unión Nacional de Cañicultores del Ecuador (UNCE) cree que esta será una oportunidad no solo para mejorar la calidad del ambiente, sino también la economía de los campesinos. El gremio señala que la producción masiva de etanol hará que la superficie de tierra ociosa sea cultivada, con lo cual los agricultores tendrán una opción para trabajar.

El parque automotor del Ecuador, tal como esta diseñado, puede utilizar gasolina con etanol hasta una mezcla de 10%. Además, el etanol sirve para motores de combustión interna (avionetas, lanchas, generación eléctrica).

En el país existen alrededor de 72.000 hectáreas cultivadas con caña para la producción de azúcar blanca. Solo en la Península de Santa Elena, donde hay un área con riego y preparada para cultivarse, existen alrededor de 10.000 hectáreas listas para la siembra de caña, que pertenecen a un grupo de empresarios nacionales y extranjeros. Se pretende levantar allí una infraestructura para procesar la caña, especialmente para etanol.

## 1.2 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

### 1.2.1 General

Determinar la factibilidad financiera y económica de implementar una planta productora de etanol en la Península de Santa Elena como alternativa de desarrollo sustentable

### 1.2.2 Específicos

1. Analizar la situación actual del etanol en el mercado nacional e internacional

2. Identificar la población objetivo que demandará este biocombustible en la ciudad de Guayaquil

3. Definir el tamaño óptimo de la planta de fabricación, número de hectáreas de caña de azúcar a cultivar, el método de producción más eficiente que garantice un producto de calidad internacional.

4. Establecer la viabilidad técnica y financiera de la planta de producción de etanol en la Península de Santa Elena

5. Determinar los beneficios sociales, económicos y ambientales de la implementación del presente proyecto.

# CAPÍTULO 2
# INVESTIGACIÓN Y ESTUDIO DE MERCADO

## 2.1 EL SECTOR AZUCARERO ECUATORIANO

El azúcar tiene una importante participación en la economía nacional, su contribución al PIB es del 1.4 % y con relación al PIB agrícola es del 12%. En los últimos años se ha dado una integración vertical cada vez más significativa del sector, convirtiéndose en una de las agroindustrias más importantes del país.

En los seis ingenios azucareros laboran en época de zafra, 30.000 personas directamente y 80.000 indirectamente, que representan el 9 % de la población económicamente activa del sector agropecuario. Las remuneraciones totales ascendieron a un poco más de 108 millones de dólares con un salario promedio mensual de USD 300. La disponibilidad de mano de obra para la producción de caña y para la zafra, proviene de las zonas de Cañar, Chimborazo, Naranjito, La Troncal y Milagro.

## 2.2 EL PRODUCTO Y EL ENTORNO INTERNACIONAL[1]

### 2.2.1 ¿Qué es el etanol?

"El alcohol etílico o Etanol, cuya formula química es $CH_3$-$CH_2OH$, es el componente activo esencial de las bebidas alcohólicas. Puede obtenerse a través de dos procesos de elaboración: la fermentación o descomposición de los azúcares contenidas en distintas frutas, y la destilación, consistente en la depuración de las bebidas fermentadas"[2]

El alcohol etílico, no solo es el producto químico orgánico sintético más antiguo empleado por el hombre, sino también uno de los más importantes. Sus usos más comunes son industriales, domésticos y medicinales. La industria emplea mucho el alcohol etílico como disolvente para lacas, barnices, perfumes y condimentos; como medio para reacciones químicas, y para recristalizaciones.

Además, es una materia prima importante para síntesis; su obtención puede darse de dos maneras fundamentalmente: preparamos alcohol etílico por hidratación del etileno o bien por fermentación de melazas (o a veces de almidón); por tanto, sus fuentes primarias son el petróleo, la caña de azúcar, la remolacha azucarera y varios granos.

El alcohol etílico es el alcohol de las bebidas "alcohólicas". Para este propósito se prepara por fermentación de azúcar, contenida en una variedad sorprendente de fuentes vegetales. La bebida especifica obtenida depende de lo que se fermente (centeno o maíz, uvas o saúco, pulpa de cacto o diente de león), como se fermenta (dejando escapar el dióxido de carbono o embotellándolo, por ejemplo), y de lo que se haga después de la fermentación (se destile o no). El sabor especial de las bebidas alcohólicas no se debe al alcohol etílico, sino a otras sustancias especiales que se usan en la elaboración de esas bebidas.

Debido a su posición exclusiva como bebida muy gravada y como reactivo industrial, el alcohol etílico plantea un problema especial. Debe estar al alcance de la industria en forma no bebible. Este problema se resuelve agregándole un *desnaturalizante*, una sustancia que le confiera muy mal sabor, o, incluso, eleve su toxicidad. Por ejemplo, uno de los ochenta y tantos *desnaturalizantes* legales son el metanol y la gasolina de alto octanaje. Cuando surge la necesidad, se dispone también de alcohol etílico puro, sin desnaturalizantes para propósitos químicos, pero su empleo es controlado estrictamente por los Gobiernos.

Excepto para bebidas alcohólicas, prácticamente todo el alcohol etílico que se consume es una mezcla de 95% de alcohol y 5% de agua, conocida simplemente como alcohol de 95%. Cualquiera que sea su método de preparación, primero se obtiene alcohol etílico mezclado con agua, y luego se concentra esta mezcla por destilación fraccionada.

## 2.3 EL MERCADO NACIONAL DE ETANOL

Ecuador produce diariamente 125.000 litros de alcohol para bebidas alcohólicas, especialmente. La producción privada de etanol esta a cargo de tres fábricas: Producargo, asociada al ex Ingenio Azucarero Aztra (75 mil litros/día); Sideral S.A., asociada al Ingenio San Carlos (20 mil lt/día), y Codona S.A., asociada al Ingenio Valdez (30 mil lt/día). El costo promedio de etanol anhidro por litro en estas fábricas es de USD 0,55.

Ecuador exporta entre el 70 y el 80% del alcohol que se fabrica, es decir, entre unas 20 y 30 mil toneladas, según los industriales guayaquileños.

El etanol se lo puede generar no solo de la caña, sino también del banano, yuca, arroz, maíz, trigo, sorgo, cebada y otros productos.

El costo de producción de cada litro en Brasil, es aproximadamente $0,23; en EE.UU. de $0.35 y en Centroamérica de 33 centavos de dólar; pero el precio internacional sobrepasa los $0,65. El costo de Ecuador está en la media de lo que cuesta en Brasil y Centroamérica.

En la actualidad el país cuenta con aproximadamente 78.000 hectáreas de cultivo de caña de azúcar, que producen alrededor de 10 millones de sacos de 50 kilos de azúcar anualmente, pero el consumo interno es de solo 7,5 millones de sacos.

---

[1] Basado en el documento "Cadena Agroindustrial – Etanol" del Instituto Interamericano para la Cooperación de la Agricultura, Nicaragua 2004.

[2] Tomado de "Efectos del consumo de alcohol etílico en la cavidad oral: Relación con el Cáncer", articulo publicado en Internet: http://www.medicina/patologia/oral

Además existen 55.000 hectáreas de caña de azúcar cultivadas en todo el territorio nacional para la producción de otros derivados como panela, aguardiente, mieles, confites, caña fruta, etc.

Mil hectáreas de caña de azúcar producen, en 180 días, 23.333 litros diarios de alcohol con una inversión de 5 millones en la industria y de $ 3'000.000 en la siembra.

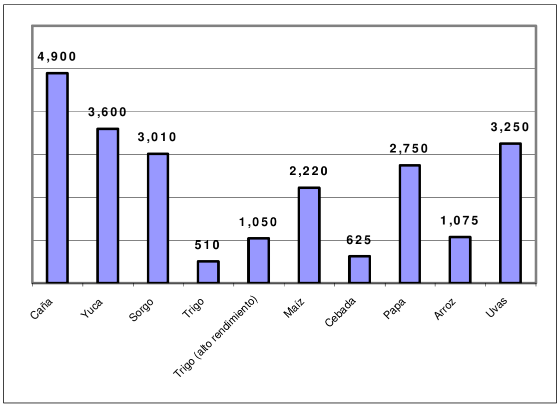


**Grafico No. 13.** Producción de Alcohol en el Ecuador (En litros de etanol por hectárea)

Los cañicultores ecuatorianos dicen que el país está listo para empezar el plan piloto que el actual Gobierno propulsa, con la asistencia técnica del Gobierno de Brasil. La mezcla inicial sería del 5% hasta llegar al 10%. Para lograr el objetivo inicial Ecuador requerirá 100 millones de litros de etanol al año y para lograr una mezcla del 10%, alrededor de 200 millones de litro.

Los industriales y agricultores señalan que el país se ahorraría año a año una gran cantidad de dinero, que se usa actualmente para la importación de combustibles de alto octanaje.

Inicialmente el Consejo Consultivo del Biocombustible habría fijado un precio de 55 centavos por litro de etanol, pero como este tiene 115 octanos (es de excelente calidad) se lo mezclaría con combustible de menor calidad, y por ende, de menor precio.

### 3.1.2 Producción de etanol de jugo directo de caña

Para incrementar la producción de etanol, se desvía progresivamente más jugo de caña hacia la producción de etanol, hasta la situación en que no se produce ningún azúcar. Para condiciones así y considerando el contexto de los ingenios ecuatorianos, a partir de una tonelada de caña con 13 a 14% de sacarosa se estima obtener de 75 a 80 litros de alcohol anhidro, significando una recuperación de ART de la caña entre 82 y 85%. En ese caso, se espera un consumo de vapor cerca de 10% inferior al consumo en la producción de azúcar, debiendo mantenerse el tratamiento térmico del jugo y el ajuste del nivel de concentración buscando mejorar las condiciones en la fermentación.

Evidentemente la producción de etanol directamente del jugo de la caña reduce la flexibilidad del ingenio en términos de producir diferentes productos y determinar, según las condiciones de mercado, una composición de mayor rentabilidad. Por otro lado, la producción solamente de etanol reduce las inversiones significativamente, no siendo requerido cualquier equipo de la sección de cocimiento (tachos, turbinas de centrifugación, etc.), que pueden corresponder a 20% de las inversiones totales en un ingenio.

## 3.2 REQUERIMIENTOS TECNOLÓGICOS

### 3.2.3 Capacidad Instalada de la Planta

Es importante estimar hasta que punto la demanda de alcohol podría crecer a lo largo de la vida útil del proyecto. Esto se debe a que los costos de instalación son muy altos, y es preferible tener una capacidad instalada ociosa entre el 20 y 30 por ciento, a tener que realizar nuevas ampliaciones para poder satisfacer una potencial demanda creciente. Esa capacidad subutilizada, ha de variar conforme la demanda de etanol se vaya modificando a través de los años.

El análisis económico del Plan Piloto, a cargo del Comité Técnico que asesora al Consejo Consultivo de Biocombustibles, señala que hay que partir de una demanda de 5.000 barriles/día de gasolina extra para la ciudad de Guayaquil, o sea, de 1'800,000 barriles/año; el 5% de alcohol anhidro en la formulación implica un requerimiento de 250 bls/día de etanol anhidro, o sea de 90,000 bls/año, que equivale a 39,742.5 litros/día, o 14'307,300 litros/año.

Considerando que un galón tiene aproximadamente 4 litros, la demanda actual de gasolina extra para la ciudad de Guayaquil es de 71'536,500 galones/año.

Como existen seis ingenios que pueden cubrir parte de la oferta de etanol, gracias a sus excedentes en la producción de caña de azúcar, la planta que se implementaría con el presente proyecto, que dispone de 10,000 Has. en la Zona de Riego Azúcar – Zapotal, Península de Santa Elena, solo cubriría el excedente de la demanda de etanol.

Con un rendimiento de 6,71 TM/has, y una demanda insatisfecha actual de 1,500 has de caña de azúcar para abastecer plenamente a la ciudad de Guayaquil de una mezcla 5% etanol y 95% gasolina extra, la planta producirá 10,065 TM anuales de bagazo para la obtención de jugo de la caña de azúcar, que servirá para abastecer al parque automotor guayaquileño del biocombustible suficiente para satisfacer plenamente su demanda interna.

Como se cuenta con 10,000 has en la zona donde se va a implementar el proyecto, es factible que la planta pueda expandirse en el largo plazo para incrementar la producción de alcohol carburante, y también producir azúcar y otros subproductos para comercializarlos local o externamente.

La planta tendrá un período de producción de 320 días.

### 3.2.4 Terreno y ubicación de la Planta

Para poder tomar una decisión de ubicación de una planta de esta naturaleza, es importante tomar como criterio de selección el costo de transporte de la materia prima principal.

Es claro que tiene que ubicarse en la Península de Santa Elena, Provincia del Guayas, debido a que ahí es donde se encuentra el mercado que se quiere captar y porque la materia prima principal (caña de azúcar) tiene su mayor producción en dicha provincia.

También es importante anotar que la experiencia que se tiene en la provincia del Guayas con dicho cultivo, y la mano de obra mas experimentada, hace tener los rendimientos más altos del país en esta provincia.

En el caso de los ingenios azucareros, ellos solo compran caña de azúcar que sea transportada dentro de un radio máximo de 30 kilómetros del ingenio. Esto se debe a que ellos aplican el criterio del costo de transporte, que es el mismo que debe aplicarse para el caso de la planta productora de etanol.

La planta deberá ubicarse siguiendo un diámetro máximo de 30 kilómetros de los cultivos que se encuentren cerca de tierras disponibles para nuevos cultivos de caña de azúcar y ocupará un área de 15,000 metros cuadrados (1,5 hectáreas)

La ubicación exacta de la planta será en la Zona de Riego Azúcar – Zapotal, entre Santa Elena y Cerecita en los alrededores del Río Verde

## 4.1 PLAN DE INVERSIONES

### 4.1.1 Inversión en activos fijos, diferidos y capital de trabajo

El cuadro resumen que contiene los activos fijos, separados por el destino de los mismos; operación y administración y ventas; activos diferidos y capital de trabajo (requerimientos de caja) necesarios para implementar el proyecto e iniciar operaciones se denomina plan de inversiones.

La información necesaria para estructurar el plan de inversiones se obtiene de los requerimientos en el capitulo técnico.

El plan de inversiones inicial del proyecto es el siguiente:

| | FASE PREOPERATIVA |
|---|---|
| **ACTIVOS FIJOS OPERATIVOS** | |
| Terreno * | $0.00 |
| Obra Civil ** | $345,000.00 |
| Fomento Agrícola | $1,185,313.50 |
| Mesa caña | $60,000.00 |
| Molino completo | $300,000.00 |
| Clarificador | $33,750.00 |
| Torre Sulfitación | $6,000.00 |
| Evaporadores | $30,000.00 |
| Secador | $37,500.00 |
| Tanques de almacenamiento | $20,000.00 |
| Columnas de destilación | $10,000.00 |
| Tanques de suministro | $6,500.00 |
| Camión transportador de caña | $22,000.00 |
| Camioneta transportador de producto final | $16,500.00 |
| **ACTIVOS FIJOS ADMINISTRACIÓN Y VENTAS** | |
| Bodega | $7,500.00 |
| Garita | $3,600.00 |
| Equipos de oficina | $5,000.00 |
| **SUBTOTAL** | **$2,088,663.50** |
| | |
| **ACTIVOS DIFERIDOS** | |
| Gastos Preoperativos | $29,646.53 |
| Gastos de constitución | $2,000.00 |
| Imprevistos (5% de los activos diferidos) | $100.00 |
| **SUBTOTAL** | **$31,746.53** |
| | |
| **CAPITAL DE TRABAJO** | |
| Capital de Trabajo Operativo | $685,923.60 |
| Capital de Trabajo Administración y Ventas | $125,349.50 |
| **SUBTOTAL** | **$811,273.10** |
| | |
| **INVERSIÓN TOTAL** | **$2,931,683.13** |

**Cuadro 4.1.** Plan de Inversiones

1/ Se va a alquilar las 1,500 Has. del terreno

2/ Se ha considerado un costo de $230 por $m^2$

***Fuente:*** *Varios proyectos, UNCE*

*Elaborado por los Autores*

En los proyectos agrícolas perennes o semiperennes, debe calcularse el fomento agrícola, que constituyen las inversiones vinculadas al desarrollo de la caña en el campo, desde la preparación del suelo hasta la primera cosecha. En el proyecto, el fomento agrícola directo de una hectárea de producción, y del modulo de 1,498.5 Has es el siguiente:

| | VALOR (HÉCTAREA) US$ | | VALOR (US$ MÓDULO) 1498.5 Hectáreas | |
|---|---|---|---|---|
| RUBROS | 1 | TOTAL | 1 | TOTAL |
| Preparación de Suelos | $74.00 | $74.00 | $110,889.00 | $110,889.00 |
| Materiales directos | $369.00 | $369.00 | $552,946.50 | $552,946.50 |
| Mano de obra directa | $149.00 | $149.00 | $223,276.50 | $223,276.50 |
| Mano de obra indirecta | $9.00 | $9.00 | $13,486.50 | $13,486.50 |
| Otros | $190.00 | $190.00 | $284,715.00 | $284,715.00 |
| TOTAL | $791.00 | $791.00 | $1,185,313.50 | $1,185,313.50 |

**Cuadro 4.2** Fomento Agrícola del módulo
***Fuente:*** *UNCE, Proyecto SICA Ecuador*
*Elaborado por los Autores*

**4.2.3 Plan de Ventas**

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

**Ventas**
Ventas de etanol anhidro 80%
Ventas de subproductos 15%

**Desperdicios**
% desperdicios
5% de la producción bruta
**Precios**
Etanol anhidro US$ 1.97/galón
Vinaza US$ 0.45/litro
Cachaza US$ 0.65/Kg.
Levadura US$ 1.08/Kg.

## 4.5 EVALUACIÓN FINANCIERA

### 4.5.1 Valor Actual Neto (VAN)

### 4.5.1.1 Obtención de la tasa de descuento (costo de oportunidad)

El costo de oportunidad del dinero se refleja en el "costo promedio ponderado del capital", cuya fórmula es[3]:

CppK = (Cre * %financiamiento externo) + (Crp * % financ. propio)

CppK: costo promedio ponderado del capital
Cre: (costo recursos externos): gasto financiero (intereses) / total pasivos
Crp: (costo recursos propios): tasa libre de riesgo + percepción porcentual de riesgo del proyecto

El costo promedio ponderado de capital es:

[3] El presente acápite tomo como referencia el documento de Valoración de Empresas de Rodrigo Sáenz

| | |
|---|---|
| Prima por riesgo pertinente asignada a la empresa<br>Tasa pasiva referencial del Banco Central del Ecuador | 8.00%<br>5.00% |
| Tasa pasiva efectiva del Banco Central del Ecuador<br>Tasa nominal del costo del patrimonio | 5.09%<br>13.50% |

| | Saldo inicial | % particip. | Costo nominal | Costo Ponderado |
|---|---|---|---|---|
| Pasivos | 898,524.75 | 30.65% | 12% | 3.68% |
| Patrimonio | 2,052,178.19 | 70.00% | 13.50% | 9.45% |
| Activos | 2,931,683.13 | | | |

Costo promedio ponderado proyectado del capital → 13.13%

**Cuadro 4.27.** Costo promedio ponderado de capital

El Valor Actual Neto del proyecto fue de **US$ 485,547.36**, descontado a una tasa del 13.05%, y al ser este valor mayor que cero, se acepta que el proyecto es viable desde un punto de vista financiero.

### 4.5.2 Tasa interna de retorno

Considerando el flujo de fondos obtenido en el cuadro anterior, la rentabilidad del proyecto resultó ser del **16.26%**, y al ser esta tasa mayor que la tasa de costo de oportunidad del capital (13.05%), se acepta que el proyecto es rentable

## BIBLIOGRAFÍA


CARSLTEIN, R. "El Biodiésel como solución Energética"

GARCÍA, J.; GARCIA, J. "Biocarburantes líquidos: biodiésel y bioetanol". Informe de Vigilancia Tecnológica.

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

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

Revista GESTIÖN, Artículo: "Etanol, alternativa para el ambiente". Febrero de 2007 #152, Ecuador

INTERNET 1, 2007. http://www.eco2site.com

INTERNET 2, 2007. http://www.sica.gov.ec

INTERNET 3, 2007. http://www.inec.gov.ec

INTERNET 4, 2006. http://www.fedepalma.com.col

INTERNET 5, 2006. http://www.biodiesel-uruguay.com/