



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

TEMA:

**El residuo Vinaza como una estrategia de Energía
Sustentable para la Adquisición de una Planta de Biogás
en la compañía Sociedad de Destilación de Alcoholes S.A.
en el cantón Marcelino Maridueña.**

AUTORA:

Ing. Ángela Daniela Andrade Velarde

**Previa a la obtención del Grado Académico de:
MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

TUTOR:

Econ. David Coello Cazar, Mgs.

Guayaquil, Ecuador

2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la **Ingeniera Comercial Ángela Daniela Andrade Velarde**, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de **Magister en Administración de Empresas**.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Econ. David Coello Cazar, Mgs.

REVISORA

Econ. Laura Zambrano Chumo, Mgs.

DIRECTORA DEL PROGRAMA

Econ. María del Carmen Lapo Maza, Ph.D.

Guayaquil, 14 de agosto del 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Ángela Daniela Andrade Velarde**

DECLARO QUE:

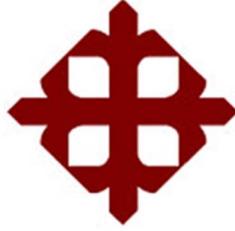
El Proyecto de Investigación **El residuo Vinaza como una estrategia de Energía Sustentable para la Adquisición de una Planta de Biogás en la compañía Sociedad de Destilación de Alcoholes S.A. en el cantón Marcelino Maridueña**, previa a la obtención del **Grado Académico de Magister en Administración de Empresas**, ha sido desarrollada en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de investigación del Grado Académico en mención.

Guayaquil, 14 de agosto del 2018

LA AUTORA

Ángela Daniela Andrade Velarde



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Ángela Daniela Andrade Velarde**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del **Proyecto de Investigación Magister en Administración de Empresas** titulada: **El residuo Vinaza como una estrategia de Energía Sustentable para la Adquisición de una Planta de Biogás en la compañía Sociedad de Destilación de Alcoholes S.A. en el cantón Marcelino Maridueña**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 14 de agosto 2018

LA AUTORA:

Ángela Daniela Andrade Velarde

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la bendición de culminar esta etapa profesional y personal, a mis padres Enrique y Sonnia por sus consejos y enseñanzas, a mis hermanos.

A mi esposo Álvaro por todo su apoyo incondicional y a mis hijos Álvaro Daniel y Julio Enrique por ser el motor principal de mi vida.

A Soderal por el apoyo en mi crecimiento profesional y laboral, al Ing. Mario Aguilera por ser un guía profesional.

Ángela Daniela Andrade Velarde

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, a mi esposo Álvaro e hijos Álvaro Daniel y Julio Enrique, a mi familia por ser pilar fundamental para la culminación de esta etapa.

Ángela Daniela Andrade Velarde

Tabla de contenido

RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
Introducción	1
Antecedentes del Problema	2
Objeto de Estudio	3
Campo de Acción	3
Planteamiento del Problema.....	3
Formulación del Problema	4
Justificación del Problema.....	4
Preguntas de la Investigación.....	4
Objetivos de la Investigación	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
Delimitación	6
Limitaciones	6
Capítulo 1: Marco Teórico y Conceptual.....	7
Desarrollo Sustentable (DS): Definiciones y objetivos.....	7
Tres Ejes de Base del Desarrollo Sustentable	10
La Sustentabilidad y su Relación con otras Teorías.....	15
Energías Renovables	17

Biocombustibles	17
Tipos de biocombustibles	18
Biomasa	18
Biomasa natural.....	19
Biomasa residual	19
Melaza	20
Vinaza.....	21
Biogás	22
Fases de producción del biogás	23
Usos del biogás	23
Ventajas del uso del biogás	24
Energías Renovables en América Latina.....	24
Marco Legal	25
Ley de biocombustibles en el Ecuador.....	27
Capítulo 2: Marco Referencial	31
Plantas de Biogás en el Mundo	31
Plantas de Biogás en Latinoamérica.....	33
Energías renovables en el Ecuador y su generación	34
Plantas de Biogás en Ecuador	35
Plantas de Biogás a partir de la Vinaza	37
Capítulo 3: Marco Metodológico	41
Diseño de Investigación	41

VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
Alcance de la Investigación.....	42
Tipo de Investigación	42
Método o enfoque de Investigación	43
Técnica de recopilación y análisis de datos.....	44
Técnica de análisis de la entrevista	45
Unidades de Análisis y Tipo de Muestreo.....	48
Resultados de la investigación.	50
Capítulo 4: Análisis de factibilidad de la sustitución del búnker por biogás	58
Objetivo	58
Reseña Histórica de SODERAL.....	58
Estructura Organizacional SODERAL.....	60
Política Integral	60
Principales Productos	61
Alcohol etílico rectificado extraneutro al 96% volumen a volumen (v/v).	61
Alcohol anhidro al 99.5% volumen a volumen (v/v).	61
Dióxido de Carbono (CO ₂)	62
Leyes y Organismos.	62
Alcance	64
Evaluación financiera de la propuesta.....	66
Discusión de los resultados del análisis financiero	88
Conclusiones	89

Recomendaciones	93
Referencias	95
APÉNDICE A	107
APÉNDICE B.....	108
APÉNDICE C.....	118
APÉNDICE D	119

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Resultados de las entrevistas</i>	51
Tabla 2	<i>Resultados de las entrevistas (continuación)</i>	51
Tabla 3	<i>Inversión Inicial (tabla 1 de 2)</i>	67
Tabla 4	<i>Inversión Inicial (tabla 2 de 2)</i>	68
Tabla 5	<i>Variables de análisis para la operación del reactor anaeróbico, estimado a junio 2017</i>	69
Tabla 6	<i>Variaciones del mercado de derivados de petróleo</i>	71
Tabla 7	<i>Cálculo de la dispersión del mercado</i>	72
Tabla 8	<i>Cálculo del ahorro por sustitución de búnker</i>	72
Tabla 9	<i>Variación de escenarios del proyecto</i>	74
Tabla 10	<i>Cálculo de la dispersión del proyecto</i>	75
Tabla 11	<i>Cálculo del Beta del mercado</i>	75
Tabla 12	<i>Cálculo del Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC) y Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) para capital propio</i>	76
Tabla 13	<i>Cálculo del Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC) y Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) para capital apalancado</i>	77
Tabla 14	<i>Análisis de la combinación óptima de crédito</i>	78
Tabla 155	<i>Criterios para el crédito en escenario óptimo (70% capital bancario y 30% capital propio)</i>	80
Tabla 16	<i>Tabla de amortización del crédito en escenario óptimo (70% capital bancario y 30% capital propio)</i>	80
Tabla 17	<i>Flujo de Caja con capital propio (primer escenario)</i>	82
Tabla 18	<i>Flujo de Caja con capital propio (segundo escenario)</i>	83
Tabla 19	<i>Flujo de Caja con capital propio (tercer escenario)</i>	84

Tabla 20 <i>Flujo de Caja con capital apalancado (primer escenario)</i>	85
Tabla 21 <i>Flujo de Caja con capital apalancado (segundo escenario)</i>	86
Tabla 22 <i>Flujo de Caja con capital apalancado (tercer escenario)</i>	87

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Aprovechamiento de la Biomasa. Tomado de (Schallemberg Rodríguez, Piernavieja Izquierdo, & Hernández Rodríguez, 2008).	20
<i>Figura 2.</i> Proceso de fabricación del Azúcar a partir de la Caña. Tomado de “Proceso de Producción”, por Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos, 2017.	21
<i>Figura 3.</i> Proceso de producción de alcohol en la Planta MDT. Tomado de “Manual de Procesos”, (SODERAL , 2017).....	22
<i>Figura 4.</i> Proceso de Producción de Biogás. Tomado de http://medioambienteynaturaleza.com/que-es-el-biogas-definicion-biodigestores-y-otra-informacion/	23
<i>Figura 5.</i> Usos del biogás. Tomado de Molina, C., & Quiñonez, W. (2012). Biodegradación anaeróbica de vinaza generada en la destilería Soderal y aprovechamiento energético del biogás como medio para bajar el impacto de gases de efecto invernadero. Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2029	23
<i>Figura 6.</i> Planta MDT Anhidro. Tomado de (SODERAL , 2017)	58
<i>Figura 7.</i> Proceso de biodigestión anaeróbica. Tomado de (SODERAL , 2017).	65
<i>Figura 8.</i> Plano de Biodigestor. Tomado de (SODERAL , 2017).....	119
<i>Figura 9.</i> Plano de Biodigestor. Tomado de (SODERAL , 2017).....	119

RESUMEN

Sociedad de Destilación de Alcoholes S.A. (SODERAL) es una compañía industrial que fue creada en el año 1992 por Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A. (ISC), su principal actividad es la producción de alcohol etílico al 96% volumen a volumen (v/v), alcohol anhidro al 99.5% volumen a volumen (v/v), y dióxido de carbono (CO₂) a partir de la caña de azúcar. La vinaza obtenida como residuo del proceso de producción genera un problema que comprometen costos para la empresa, además del impacto generado social y ambientalmente, por lo que la empresa se encuentra en la necesidad de dar un tratamiento sustentable a este desecho. En este contexto, la empresa está evaluando la posibilidad de invertir en un biodigestor para la transformación de la vinaza en biogás que será reutilizado en el proceso productivo. Para el efecto, se realizó una investigación con enfoque mixto, bajo el marco del desarrollo sustentable. Los resultados de las entrevistas determinaron que las principales barreras para la ejecución del proyecto corresponden al alto monto de inversión y a la falta de incentivos de Gobierno, al mismo tiempo que resaltaron el beneficio económico para la empresa y el impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente. Finalmente, los resultados de la evaluación financiera indican que, en cualquiera de los tres supuestos para la inversión con capital propio, el resultado es factible. No obstante, el proyecto no es viable con capital apalancado en ninguno de los tres supuestos analizados, en todos los casos la TIR fue inferior a la TMAR y el VAN siempre fue negativo.

Palabras Claves:

Vinaza, biogás, energías sustentables, residuo orgánico, sustentabilidad corporativa, responsabilidad ambiental, responsabilidad social empresarial.

ABSTRACT

Sociedad de Destilación de Alcoholes S.A. (SODERAL) is an industrial company founded in 1992 by Sociedad Agrícola & Industrial San Carlos S.A. (ISC), its main activity is the production of ethyl alcohol at 96% v/v, anhydrous alcohol at 99.5% v/v and carbon dioxide (CO₂) from sugar cane. The vinasse obtained as waste from the production process generates a problem that commits costs for the company, in addition to the social and environmental impact generated, so the company is in need of sustainable treatment to this waste. In this context, the company is evaluating the possibility of investing in a biodigestor for the transformation of the vinasse into biogas that will be then reused in the production process. For this purpose, an investigation under the framework of sustainable development was carried out. The results of the research determined that the main barriers to the execution of the project correspond to the high amount of investment and the lack of government incentives, at the same time. Finally, the results of the financial evaluation indicated that, in any of the three scenarios for investment with own capital, the result is feasible. However, the project is not viable with leveraged capital in any of the three scenarios analyzed, in all cases the IRR was lower than the TMAR and the NPV was always negative.

Key Words:

Vinasse, biogás, sustainable energies, organic waste, corporate sustainability, environmental responsibility, corporate social responsibility.

Introducción

La tendencia a nivel mundial y en Ecuador se enfoca en el uso de energías alternativas a través del aprovechamiento de desechos orgánicos y residuos de los procesos de producción; las leyes ambientales han trasladado a las industrias su preocupación por los impactos ambientales y sociales que generan sus procesos productivos, este comportamiento amigable con el medio ambiente, permite que la investigación e implementación de tecnologías ayuden a disminuir los efectos que estos originan y a su vez generan un valor agregado a los residuos. Debido a esta orientación marcada hacia el mejoramiento de los procesos productivos, optimización del uso y reutilización de recursos renovables; se escogió a la empresa Sociedad de Destilación de Alcoholes S.A. (SODERAL), la cual se dedica a la producción de alcohol a partir de la melaza, miel B y jugo de la caña de azúcar, de cuyo proceso productivo se generan subproductos, a partir de los gases el dióxido de carbono y efluentes, como la vinaza; la cual contiene una gran variedad de componentes que en conjunto le confieren características especiales y su descarga indiscriminada puede ocasionar daños al medio ambiente (Molina & Quiñónez, 2012). La finalidad del presente estudio es evaluar la factibilidad económica para la adquisición de una planta de biogás para el uso de la vinaza como estrategia de energía sustentable en la compañía SODERAL en el cantón Marcelino Maridueña. Se revisará la bibliografía sobre estrategias de energía sustentable para elaborar el marco teórico conceptual; así mismo se analizará los casos de implementación de plantas de biogás en Latinoamérica como una estrategia de energía sustentable para construir el marco referencial. También se establecerá la metodología para estudiar la factibilidad económica para la adquisición de una planta de biogás en SODERAL

y finalmente se demostrará mediante un análisis financiero la reducción de costos al reemplazar el uso del búnker por el biogás.

Antecedentes del Problema

Según Zalaveta (2016) se puede mencionar que de la región latinoamericana destacan Costa Rica, Uruguay, Brasil, Chile y México, como los países con el mayor potencial de generación de energía a partir de fuentes renovables y limpias. Cabe mencionar que México es uno de los países de la región con uno de los mayores potenciales de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables y limpias, y en virtud de su reciente reforma energética se están definiendo los incentivos y las regulaciones apropiadas para propiciar una mayor generación de electricidad a partir de estas fuentes. En Ecuador, se estima que aproximadamente el 60% de los residuos sólidos urbanos producidos son de naturaleza biodegradable (biomasa), y pueden ser aprovechados con fines energéticos, es decir se pueden convertir los residuos urbanos y agrícolas en materia prima para generación de energía, ya que se transforman en azúcares y sirven como insumos de la producción de alcohol, siendo una alternativa interesante y económicamente viable para reducir el impacto ambiental. El biocombustible con este proceso puede contribuir a diversificar la matriz energética, disminuyendo la dependencia de productos de origen fósil, además, de que se convierte en una solución al tratamiento de los residuos orgánicos, tanto agrícolas como domésticos.

SODERAL instaló una nueva planta de alcohol anhidro en el año 2016, donde su capacidad productiva instalada aumentó de 110.000 a 210.000 litros por día, debido al convenio con Petroecuador para abastecer de alcohol anhidro, para la generación del biocombustible ECOPAIS; esta ampliación incrementó los niveles de los efluentes como la vinaza. Por lo tanto, en el año 2017 se realizó el montaje

de una concentradora de vinaza para poder manejar el incremento del volumen generado y hace seis años realizaron un trabajo experimental basado en los conceptos de ecoeficiencia donde se demostró que es posible generar Biogás a través de los efluentes de la destiladora conocidos como vinaza, la misma que tiene una carga orgánica elevada lo que hace que se convierta en un residual de alta agresividad para el ambiente si no se lo maneja con precaución (Molina & Quiñónez, 2012).

Objeto de Estudio

El objeto de estudio es determinar la factibilidad económica para la adquisición de una planta de Biogás a partir del residuo vinaza como una estrategia de energía sustentable en la compañía SODERAL en el cantón Marcelino Maridueña.

Campo de Acción

El campo de acción está enfocado en la formulación y evaluación de proyectos y en análisis de factibilidad.

Planteamiento del Problema

Según el estudio realizado en SODERAL por cada litro de alcohol que se produce en la destiladora se generan entre 11 y 15 litros de vinaza, esta materia orgánica puede ser tratada mediante un sistema de biodegradación anaeróbica y se puede obtener el gas metano, el mismo que puede ser utilizado como energía alternativa para reemplazar el consumo de búnker en las calderas que generan vapor para los procesos de producción. El Problema de estudio es la determinación de la factibilidad económica del uso de la vinaza como estrategia de energía sustentable para la adquisición de una Planta de Biogás en la compañía SODERAL (Molina & Quiñónez, 2012).

Formulación del Problema

¿Es factible económicamente utilizar el residuo vinaza como una estrategia de energía sustentable para la adquisición de una planta de Biogás en la empresa SODERAL en el cantón Marcelino Maridueña?

Justificación del Problema

A nivel mundial existe una preocupación por mitigar los daños ambientales y utilizar de forma amigable y sustentable los desechos generados por el hombre. En países como Argentina existe un claro ejemplo de cómo los ingenios azucareros –el complejo productivo Ledesma, en Jujuy– diversifican sus negocios y apuntan cada vez más a la generación de energía renovable, a través de la generación de biogás a partir de vinaza, que es un residuo de la producción de etanol, es decir, biocombustible derivado del alcohol de caña. Mediante este estudio se plantea la opción de reemplazar o disminuir el consumo de los combustibles tradicionales como el búnker, por los combustibles alternativos generados de efluentes conocidos como vinaza y que otras industrias puedan observar las ventajas y desventajas del uso de las energías alternativas, la medición de los impactos sociales, ambientales y económicos que se generan y plasmar la viabilidad económica-financiera de implementar la planta de biogás. El principal beneficiario del presente estudio es la propia empresa, así como la comunidad del cantón Marcelino Maridueña, que podrá vivir junto a una planta que se preocupa por mantener el equilibrio entre sus operaciones y el cuidado del medio ambiente.

Preguntas de la Investigación

Se enumeran a continuación las preguntas de investigación de la presente tesis que forman parte fundamental del planteamiento de la investigación:

1. ¿El uso de biogás es una alternativa de energía sustentable para las industrias en Latinoamérica y en Ecuador?
2. ¿Los procesos productivos de SODERAL generan suficientes efluentes como la vinaza que pueden ser transformados en Biogás?
3. ¿Es viable económicamente para SODERAL la adquisición de una planta de biogás?
4. ¿La adquisición de una planta de biogás cómo afectará a la empresa SODERAL?

Objetivos de la Investigación

Objetivo general

Evaluar la factibilidad económica del uso de la vinaza como estrategia de energía sustentable para la adquisición de una planta de biogás en la compañía SODERAL en el Cantón Marcelino Maridueña.

Objetivos específicos

1. Revisar y sintetizar la literatura existente con respecto a la viabilidad de implementar plantas de energías renovables.
2. Analizar los casos de adquisición de plantas de biogás en Latinoamérica como una estrategia de energía sustentable para construir el marco referencial.
3. Establecer la metodología para estudiar la factibilidad económica para la adquisición de una planta de biogás en SODERAL.
4. Demostrar mediante un análisis financiero la reducción de costos al reemplazar el uso del búnker por el biogás.

Delimitación

El problema se encuentra delimitado en el campo económico. La investigación se basa en la factibilidad de crear una planta de biogás a partir de la vinaza y reemplazar o disminuir el consumo de los combustibles fósiles. El estudio se ubica en la destiladora de alcohol SODERAL en el cantón Marcelino Maridueña en el año 2018. El análisis está delimitado a demostrar financieramente la factibilidad de implementar un biodigestor, es decir que no se han tomado en cuenta consideraciones ambientales en la evaluación. La investigación se limitará a los aspectos económicos de la adquisición de una planta de biogás a partir del residuo vinaza y su impacto en SODERAL, no se discutirá sobre el uso de otros tipos de residuos del proceso para generar energía. El análisis está delimitado a demostrar la factibilidad del ahorro en el proceso de producción del etanol, mas no se ha considerado la transformación del biogás en energía eléctrica.

Limitaciones

En cuanto a las limitaciones en la presente investigación se ha tomado en cuenta principalmente las limitaciones de tiempo, puesto que, debido a la magnitud del proyecto es necesaria una investigación técnica especializada. Otra limitante, se presenta en la información obtenida; debido a la sensibilidad de la misma, no pueden publicarse información financiera exacta, por lo tanto fue necesaria la estimación de muchos datos para la realización del estudio.

Capítulo 1: Marco Teórico y Conceptual

La revisión de la literatura permitirá establecer el marco teórico para el desarrollo del presente trabajo. Considerando que el biogás es un tipo de energía renovable, el diseño de un proyecto para la obtención de bioenergías se enmarca dentro de las teorías y conceptos alrededor del Desarrollo Sustentable. La revisión de la literatura incluye, además, la conceptualización de términos relacionados tales como: Sostenibilidad Corporativa, Producción Sustentable, Responsabilidad Social Corporativa y Energías Sustentables.

Desarrollo Sustentable (DS): Definiciones y objetivos

En la última mitad del siglo 20, cuatro temas emergieron de la preocupación pública y las aspiraciones mundiales: paz, libertad, desarrollo y medio ambiente. El concepto del Desarrollo Sustentable surgió de dos grandes fuentes: (a) la creciente preocupación por la degradación evidente de la ecología y otros daños a la biósfera, a pesar y debido al gran crecimiento económico; y (b) el pobre esfuerzo registrado en términos de desarrollo después de la segunda guerra mundial, lo cual incrementó los niveles de pobreza, aún en periodos de crecimiento de riqueza global (Kemp, Parto, & Gibson, 2005).

En 1987, la Comisión Bruntland publicó su reporte *Our Common Future* en un esfuerzo por vincular los problemas del desarrollo económico y la estabilidad ambiental. En ese esfuerzo este informe proveyó una definición ampliamente citada de Desarrollo Sustentable: “es el desarrollo que permite satisfacer las necesidades humanas del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades” (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1987). La meta final del Desarrollo Sustentable es la estabilidad a largo plazo, lo

cual es sólo alcanzable a través de la integración y comunicación entre la economía, el medio ambiente y la sociedad en las decisiones concernientes al desarrollo.

Con respecto al Desarrollo, el informe establece que la satisfacción de las necesidades humanas es algo básico y esencial; y que el crecimiento económico debe ser equitativo con los pobres para que sea sostenible y que la equidad debe ser motivada a través de la participación en las decisiones concernientes a desarrollo. El concepto de Desarrollo Sustentable y el medio ambiente implica limitaciones impuestas al estado de tecnología y organización de los recursos ambientales no pueden ser mayores que la capacidad de la biósfera de absorber los efectos de las actividades humanas (Kates, Parris, & Leiserowitz, 2005).

A pesar de que la Comisión Bruntland es la definición más aceptada, con respecto al desarrollo sustentable existieron otras definiciones propuestas en las últimas décadas (Gladwin, Kennelly, & Krause, 1995).

“Maximizar simultáneamente las metas del sistema biológico (diversidad genética, resiliencia, productividad biológica), las metas del sistema económico (satisfacción de las necesidades básicas, incremento de la equidad, aumento del acceso a bienes y servicios) y las metas del sistema social (diversidad cultural, sostenibilidad institucional, justicia social y participación)” (Barbier, 1987, p.103).

“Mejorar la calidad de la vida humana mientras se lleva a cabo la capacidad de sostener el ecosistema” (The World Conservation Union, United Nations Environment Programme & Worldwide Fund for Nature, 1991, p. 10).

“Una sociedad sustentable es una que puede persistir por generaciones, una que se puede observar a largo plazo, lo suficientemente flexible y lo suficientemente sabia para no sobreexplotar sus sistemas físicos o sociales de sustento” (Meadows, Meadows & Randers, 1992, p. 209).

“La sostenibilidad es un estado económico donde las demandas colocadas sobre el ambiente por las personas y el comercio pueden ser satisfechas sin reducir la capacidad del medio ambiente para proveer para las futuras generaciones. Puede ser expresado también como: deja el mundo mejor de lo que lo encontraste, no tomes más de lo que necesitas, trata de no dañar la vida o el medio ambiente y enmienda el daño si lo hiciste”. (Hawken, 1993, p.139).

Viederman (1994) define a la Sustentabilidad como un proceso participativo que crea y persigue una visión de comunidad que respeta y hace uso prudente de todos sus recursos. Para el autor, la sustentabilidad busca asegurar, a todo grado posible que las presente generaciones alcancen un alto grado de seguridad económica y puedan lograr la democracia y la participación popular en el control de las comunidades, mientras mantienen la integridad de los sistemas ecológicos sobre los cuales toda la vida y la producción depende y mientras se asume la responsabilidad para que las futuras generaciones puedan proveerse de todo lo necesario, esperando que ellas tengan la sabiduría e inteligencia de utilizar lo que se les es provisto de manera sabia.

En la aplicación de esta definición un tema de importancia es la sustitución del capital. Existen varios tipos de capital: social, natural y elaborado por el hombre. Una definición de desarrollo sustentable débil explica solo el valor agregado del capital, es decir que el capital hecho por el hombre es una buena alternativa al capital natural. Por otro lado, una sustentabilidad fuerte reconoce las características únicas del capital natural, el cual no puede ser reemplazado por el capital elaborado por el hombre (Stoddart, 2011).

El desarrollo sustentable plantea cambios también en la forma de producir y consumir. En cuanto al consumo, la clave para un futuro sustentable es el rechazo

al consumo material más allá de lo necesario para alcanzar una “buena vida”. En dicho mundo, sería la calidad del conocimiento humano, la creatividad, la autorrealización representan el desarrollo, mas no la cantidad de bienes y servicios consumidos. Sin embargo, los detalles de lo que se considera una buena vida aún no han sido ampliamente descritos (Kates, Parris, & Leiserowitz, 2005). Con respecto a la producción el desarrollo sustentable se refleja en las mejoras para reducir la contaminación en los procesos de producción (Porter & Van der Linde, 1999). Estos autores argumentan que las ventajas competitivas descansan sobre la capacidad para innovar, por lo tanto, al estimular la innovación, las regulaciones ambientales terminarían por incrementar la competitividad. Según su hipótesis, las políticas ambientales correctamente diseñadas que hacen uso de los incentivos de mercado pueden promover la introducción de nuevas tecnologías, que permiten la reducción de la contaminación y el desperdicio en los sistemas de producción.

Tres Ejes de Base del Desarrollo Sustentable

Para entender de mejor manera al Desarrollo Sustentable es comprender lo que busca alcanzar específicamente. Para ilustrarlo es importante entender los tres pilares que comprenden el concepto (Kates, Parris, & Leiserowitz, 2005):

Económico: Un sistema económico sustentable debe ser capaz de producir bienes y servicios en una base continúa para mantener niveles manejables de deuda de los gobiernos, tanto internos como externos y debe evitar los desbalances sectoriales que arremeten contra la producción agrícola e industrial.

Ambiental: un sistema ambientalmente sustentable debe mantener una base estable de recursos, evitando la sobre – explotación de los recursos renovables o el estancamiento de las funciones ambientales y limitar el uso de los recursos no – renovables tan solo en medida que dichas inversiones permitan reemplazar el uso

de recursos naturales con los sustitutos adecuados. Esto incluye el mantenimiento de la biodiversidad, la estabilidad atmosférica y otras funciones del ecosistema que necesariamente clasificadas como recursos económicos. Como norma de aplicación incluye reducir, reutilizar y reciclar.

Social: un sistema social sustentable debe alcanzar la equidad en la distribución, una provisión adecuada de servicios sociales que incluyen salud, educación, equidad de género y presencia y participación política de la sociedad.

Cada una de estas tres áreas es comúnmente referida como un sistema: sistema económico, sistema ambiental y sistema social, cada uno con su propia lógica, lo cual implica que debemos utilizar diferentes indicadores para medir las diferentes dimensiones de sustentabilidad. Los indicadores implican medida y la medida implica una definición teórica de los conceptos a medir.

Seis metas del Desarrollo Sustentable para el 2030

Las metas propuestas por la comisión Bruntland para el 2030, buscan en términos generales la prosperidad de la vida y los medios de vida, la seguridad alimentaria y del agua, energía limpia universal, ecosistemas productivos y saludables y la gobernanza sostenible de las sociedades (Griggs, 2013). Las seis metas son:

Primera meta: La prosperidad de la vida y los medios de vida. Esto significa el fin de la pobreza y el mejoramiento del bienestar a través del acceso a la educación, empleo e información, mejores condiciones de salud y vivienda y la reducción de la inequidad mientras se promueve el consumo y la producción sostenible.

Segunda meta: Seguridad alimentaria sostenible. Esto significa el final del hambre y el logro a largo plazo de la seguridad alimentaria, incluyendo una mejor nutrición a través de sistemas sustentables de producción, distribución y consumo.

Tercera meta: Seguridad del agua sustentable. Esto significa alcanzar un acceso universal al agua limpia y a servicios sanitarios básicos, además de asegurar la asignación eficiente a través de sistemas eficientes de administración de recursos hídricos.

Cuarta meta: Energía limpia universal. Esto significa mejorar el acceso universal y económico a energía limpia que minimice la contaminación local y el impacto en la salud, al mismo tiempo que mitigue el efecto del calentamiento global.

Quinta meta: Ecosistemas saludables y productivos. Esto significa biodiversidad sostenible y servicios del ecosistema a través de una mejor administración, valoración, medición, conservación y restauración.

Sexta meta: Gobernabilidad para sociedades sostenibles. Esto significa, transformar la gobernabilidad y las instituciones en todos los niveles para conseguir los otros cinco objetivos del desarrollo sustentable (p. 307).

El presente trabajo de investigación se encuentra contemplado dentro de la tercera meta, toda vez que el diseño e implementación de un biodigestor para la obtención de biogás es una forma de generar energía sustentable limpia, que permitirá reducir el impacto ambiental generado por el desecho de la vinaza, lo cual mejorará la calidad de vida de la sociedad circundante, al mismo tiempo que permitirá generar un beneficio económico para la empresa. Como conclusión parcial, se puede argumentar que el desarrollo del presente proyecto se encuentra perfectamente enmarcado en los supuestos conceptuales del Desarrollo Sustentable.

Sustentabilidad Corporativa

Swarnapali (2017) realizó una revisión a la literatura para traer un mejor entendimiento del campo de la sustentabilidad corporativa estudiada por otros académicos. El trabajo provee una revisión de 50 artículos que datan desde el 2002 hasta el 2016 publicados en revistas relacionadas con los negocios, la contabilidad y la administración. Los resultados resaltan que el campo de la sustentabilidad corporativa aún sigue en evolución y que diferentes enfoques han sido utilizados para definir, medir y teorizar el término. Desde una perspectiva histórica, el desarrollo de la sustentabilidad y términos relacionados es variada (Swarnapali, 2017). En los 1970s y 1980s, la mayoría de estudios se refería al reporte social, mientras que, en los 1990s el tema ambiental era el centro de atención. Al terminar el milenio, la terminología se dirigió al análisis de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) o la sustentabilidad (Fifka, 2012).

En cuanto a la distinción del término, la literatura en las ciencias administrativas utiliza tanto, la Responsabilidad Social Corporativa (RSC), como la Sustentabilidad Corporativa (SC) para referirse a temas sociales y ambientales, pero no existe una distinción clara entre los dos conceptos. Históricamente, los problemas sociales han sido abordados por la RSC y los temas ambientales han sido estudiados por la Administración Ambiental (AA) (Chabrak, 2015). Sin embargo, en años recientes la Sustentabilidad Corporativa (SC) ha entrado en el discurso, haciendo más difusos los límites de la investigación. Aunque la RSC y la SC evolucionaron a partir de diferentes historias, parecen tener un futuro común. Ambos comparten la misma visión, la cual busca balancear las responsabilidades económicas con las sociales y ambientales (Montiel, 2008).

Con respecto a la SC, algunos académicos identifican a la SC como un simple enfoque para conceptualizar la RSC o viceversa. El concepto de RSC encapsula un rango amplio de temas inmersos en la relación entre las acciones que toma la empresa y aquellos afectados por la aplicación de dichas acciones. En esencia, son formas diferentes y grados de responsabilidad administrativa (Murray, Haynes, & Hudson, 2010).

La RSC se encuentra limitada a los aspectos socio – ambientales de las actividades de negocios, lo cual significa que los compromisos de la RSC contribuyen en parte al Desarrollo Sustentable (DS), El concepto de SC puede ser visto como una transferencia holística de la idea del DS a nivel de los negocios. Esto implica que la identidad de una compañía sustentable tiene una perspectiva multidimensional, lo cual determina como integrar los tres elementos anteriormente mencionados de manera sistemática (Przychodzen & Przychodzen, 2013).

Según Aras y Crowther (2008) existen cuatro etapas diferentes de madurez que refleja la adopción de los términos Responsabilidad Social Corporativa y Sustentabilidad Corporativa. Inicialmente, las empresas comenzaron a vincular las actividades dirigidas hacia la RSC sin reflejar una distinción sustancial. La segunda etapa hacía referencia a los costos de la contaminación, en donde las empresas modificaron sus sistemas de negocios para reducir el consumo de agua y energía a fin de reducir los costos y mejorar el desempeño financiero. El involucramiento de los interesados es la tercera etapa, en donde las firmas comienzan a preocuparse por la satisfacción del empleado y el consumidor. La cuarta etapa consiste en comunicar estas iniciativas para desarrollar la Responsabilidad Social. La quinta etapa es la sustentabilidad, la cual implicaría cambios radicales a las prácticas de negocios y reingenierías significativas a los procesos. En este contexto, aparece que el

concepto de Sustentabilidad Corporativa (SC) tiene un brillante futuro, ya que captura la relación entre los negocios, la sociedad y el medio ambiente.

La Sustentabilidad y su Relación con otras Teorías

Algunos estudios con respecto al DS y sus términos relacionados se encuentran enmarcados dentro de ciertas teorías como la institucional, agencia, legitimidad, señales, de los interesados o la basada en recursos (Aguinis & Glavas, 2012; Cormier, Magnan, & Van Velthoven, 2005; Manetti, 2011).

La teoría institucional enfatiza los contextos sociales dentro de las cuales opera la empresa (Bansal, 2005). Los investigadores de la SC encuentran las premisas de esta teoría útil para explicar el proceso de institucionalización alrededor del surgimiento y crecimiento de las industrias sostenibles (Russo, 2003) y la adopción, extensión y calidad de la SC y prácticas relacionadas (Campbell, 2007). De acuerdo a la teoría de la agencia, los gerentes y administradores proveen manifestaciones de sustentabilidad; al reducir los costos de agencia, minimizar el estricto control interno y beneficiarse de mostrar manifestaciones de sustentabilidad en los mercados de capitales (Shamil, Shaikh, Ho, & Krishnan, 2014). La estrategia de la legitimidad es ampliamente utilizada en la literatura para explicar las prácticas reportadas como SC (Lu, Abeysekera, & Cortese, 2015). Según la teoría de la legitimidad, una empresa necesita tener legitimidad en el sentido de consentimiento social para operar (Deegan, 2002). Esta teoría sugiere que una empresa se compromete con reportar sustentabilidad buscando legitimidad y esto es de gran importancia estratégica para la firma (Haniffa & Cooke, 2005). La teoría de las señales postula que, en situaciones de asimetría en la distribución de información, una parte busca credibilidad al transmitir información acerca de si misma a una segunda parte (Muttakin, Khan, & Azim, 2015). Ha sido utilizada como marco

teórico importante para explicar las diferencias en las manifestaciones de sustentabilidad (Charumathi & Ramesh, 2015).

De acuerdo a la teoría de los interesados (*stakeholders*), la aplicabilidad de la empresa en la sociedad está directamente vinculada con el pensamiento de todos los interesados, lo cual sugiere que la preocupación de los administradores debería extenderse en un espectro mucho más amplio que tan sólo sus constituyentes (Bird, Hall, Momente, & Reggiani, 2007; Ioannou & Serafeim, 2015). La teoría sugiere que las manifestaciones del SC pueden ser interpretadas como mecanismos para asegurar el compromiso al contrato social (Muttakin, Khan, & Azim, 2015). La Administración de las Relaciones con los Interesados (SRM), por sus siglas en inglés, es una forma a través de la cual las corporaciones son confrontadas con las demandas de los interesados en lo económico, social y ambiental. El DS y la SRM se relacionan una a otra y estos a su vez se relacionan con otros conceptos tales como Sustentabilidad Corporativa y Responsabilidad Social Corporativa (RSC) (Steurer, Langer, Konrad, & Martinuzzi, 2005).

La teoría basada en los recursos argumenta que las estrategias corporativas efectivas constituyen un recurso para la generación de renta y capacidades de este modo basadas en recursos racionales que son bien aplicados para la Sostenibilidad Corporativa (Bansal, 2005).

Producción Sustentable

Mientras el consumo sustentable se orienta a los consumidores, la producción sustentable está relacionada con las compañías y organizaciones que hacen productos o que ofrecen servicios (Veleva & Ellenbecker, 2001). Alcanzar el DS requerirá de cambios en los procesos industriales, en el tipo y cantidad de

recursos utilizados, en el tratamiento de desperdicios, en el control de emisiones y en los productos producidos (Krajnc & Glavic, 2003). La creación de bienes y servicios utilizan procesos y sistemas que no son contaminantes; conservan la energía y los recursos naturales; que son económicamente viables; seguros y saludables para los empleados, comunidades y consumidores; y socialmente creativos y gratificantes con la gente trabajadora (Veleva & Ellenbecker, 2001).

Según Veleva y Ellenbecker (2001) la producción sustentable considera seis aspectos de suma importancia: (1) la utilización de energía y materia (recursos), (2) la preservación del medio ambiente, (3) la justicia social y el desarrollo comunitario, (4) el desempeño económico, (5) el bienestar de los trabajadores y (6) la calidad de los productos.

Energías Renovables

Según Schalleberg (2008) las energías renovables son las que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana; se renuevan continuamente, a diferencia de los combustibles fósiles, de los que existen unas determinadas cantidades o reservas, agotables en un plazo más o menos determinado. Las principales formas de energías renovables que existen son: la biomasa, hidráulica, eólica, solar, geotérmica y las energías marinas. Las energías renovables provienen, de forma directa o indirecta, de la energía del sol; constituyen una excepción la energía geotérmica y la de las mareas.

Biocombustibles

La biomasa es un recurso renovable a partir de la cual se derivan los biocombustibles, definidos como combustibles que producen energía a causa de la fijación del carbono biológico en su estructura. Es necesario recordar que todo proceso que convierte el dióxido de carbono en una molécula de un organismo vivo,

se llama “fijación del carbono”. Si el compuesto resultante de la fijación del carbono se puede utilizar para producir energía en un entorno mecánico, se denomina biocombustible. Todos los biocombustibles, para serlo, deben producirse a partir de los organismos vivos y contener más de 80 por ciento de materiales renovables. La conversión de la biomasa puede ser térmica, química o bioquímica (Bioenciclopedia, 2014).

Tipos de biocombustibles

Existen dos tipos de biocombustibles: de primera generación, se refiere a los biocombustibles comunes obtenidos del azúcar, el almidón o el aceite vegetal, y producidos mediante fermentación y digestión anaerobia (Bioenciclopedia, 2014) y estos biocombustibles son, entre los principales: residuos agrícolas y domésticos orgánicos, bioalcoholes (etanol, metanol, butanol, propanol, biobutanol) y el biogás que es parte esencial de este trabajo, el mismo que se obtiene por medio de la digestión anaerobia de desechos biodegradables o de cultivos energéticos.

Por otra parte, los de segunda generación, se obtienen a partir de materias primas sostenibles que tienen la posibilidad de convertirse en celulosa, como la vegetación leñosa (Bioenciclopedia, 2014). Estos son algunos ejemplos de biocombustibles de segunda generación: (a) etanol de celulosa: se origina de la lignocelulosa y requiere un procesamiento más complejo que en el caso del etanol, (b) biohidrógeno: es hidrógeno producido mediante el procesamiento de las algas y las bacterias y (c) combustible de algas: es combustible obtenido exclusivamente de las algas.

Biomasa

El término biomasa abarca un conjunto muy heterogéneo y variado de materia orgánica y se emplea para denominar a una fuente de energía basada en la

transformación de la materia orgánica utilizando normalmente un proceso de combustión (Schallemberg, Piernavieja & Hernández, 2008).

Biomasa natural

Se refiere a la leña de los árboles que sin ser cultivados y que han sido utilizados por el hombre para calentarse y cocinar. No se debe hacer un uso sin control de este tipo de biomasa ya que se podrían destruir sus ecosistemas. La biomasa natural constituye la base del consumo energético de muchos países en vías de desarrollo, pero su sobreexplotación está ocasionado el aumento de la degradación ecológica en el suelo, lo que ocasiona la pérdida total o parcial del potencial productivo de los suelos (Schallemberg et al., 2008).

Biomasa residual

Se produce en explotaciones agrícolas, forestales o ganaderas, residuos orgánicos en la industria y en núcleos urbanos (residuos sólidos urbanos). Además de producir electricidad, que puede hacer que las instalaciones sean autosuficientes aprovechando sus propios recursos, generan un beneficio adicional que es evitar la degradación del medio ambiente (Schallemberg et al., 2008). En la figura 1 se detalla los orígenes de la biomasa residual.

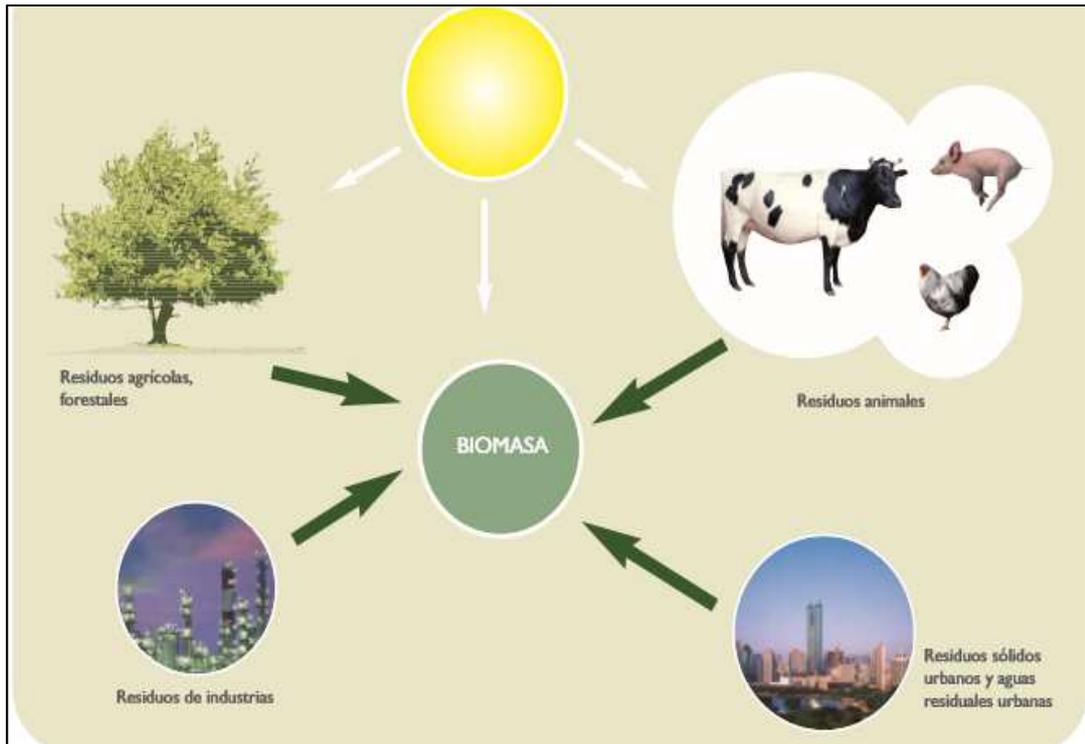


Figura 1. Aprovechamiento de la Biomasa. Tomado de (Schallemborg Rodríguez, Piernavieja Izquierdo, & Hernández Rodríguez, 2008).

Melaza

El proceso para la elaboración de este líquido viscoso de color caramelo (café) es cortar y lavar la caña de azúcar e introducirla en una molienda con rodillos como se grafica en la figura 2. Luego se obtiene el jugo, que se cocina por dos horas, a 80 grados centígrados, hasta que se evapore el agua. Este producto tiene potasio, glucosa, vitaminas y minerales que incrementa la producción de carne y pollo, y mejora la estructura de la tierra. Esto, porque es materia orgánica líquida, explica el ingeniero agrónomo Pablo Cuesta. Por ser un producto beneficioso para los cultivos y alimentación de animales tiene mucha acogida; sobre todo porque Ecuador es un país dedicado a la agricultura, indica Cuesta. La industria azucarera ha identificado una oportunidad en el mercado con la melaza. Como su materia

prima es la caña de azúcar, algunas empresas azucareras compiten en este segmento (Revista Lideres, 2012).

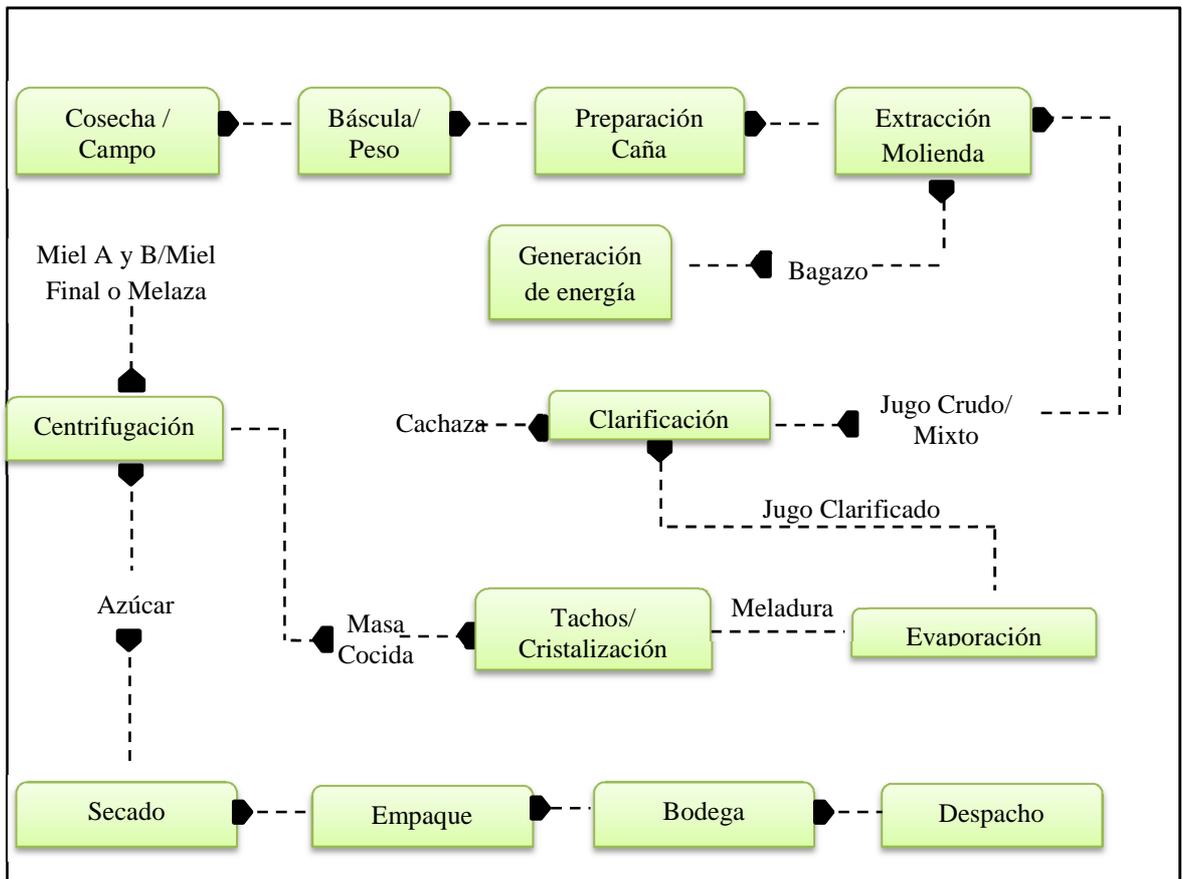


Figura 2. Proceso de fabricación del Azúcar a partir de la Caña. Tomado de “Proceso de Producción”, por Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos, 2017.

Vinaza

Líquido espeso que queda después de la fermentación y destilación de la caña de azúcar. Es un subproducto de la fabricación del alcohol según se detalla en la figura 3. Por cada litro de alcohol se obtienen 13 litros de vinaza. Las vinazas, en general, contienen un gran contenido de materia orgánica y nutriente como nitrógeno, azufre y fósforo. También contienen una gran cantidad de potasio. Entre los compuestos orgánicos más importantes, están los alcoholes, ácidos orgánicos y aldehídos (Ecured, 2003).

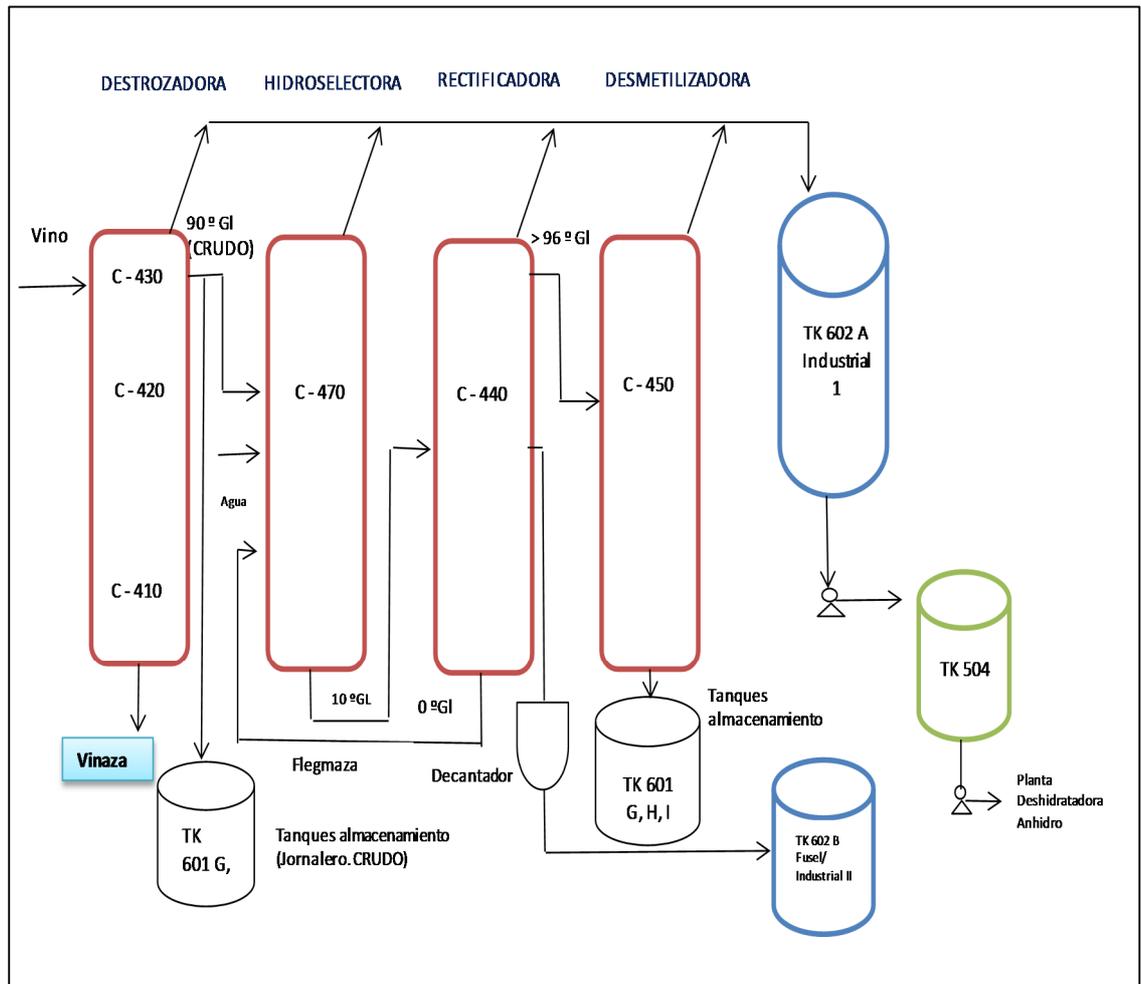


Figura 3. Proceso de producción de alcohol en la Planta MDT. Tomado de “Manual de Procesos”, (SODERAL , 2017).

Biogás

El biogás es un gas combustible que se obtiene a partir de un biodigestor y la utilización de recursos naturales basados en materia orgánica. Esta materia orgánica se va degradando gracias al efecto anaeróbico (ausencia de oxígeno) y por supuesto a la acción de los microorganismos. Pero durante el proceso de obtención de biogás a través de un biodigestor no sólo vamos a obtener dicho gas, sino que además también nos va a servir para producir fertilizante, lo que significa que sacaremos el máximo partido a toda la materia orgánica que utilicemos (Valvermont, 2017).

Fases de producción del biogás

Las fases para la producir biogás son las siguientes: (a) fase de hidrólisis, (b) fase de acidificación y (c) fase metanogénica (Molina & Quiñónez, 2012).

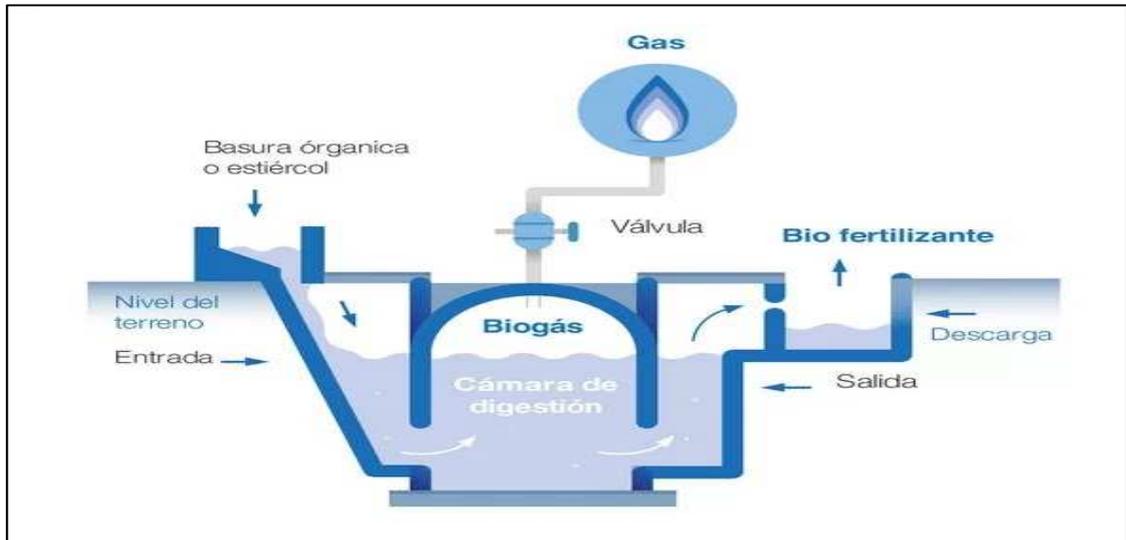


Figura 4. Proceso de Producción de Biogás. Tomado de <http://medioambienteynaturaleza.com/que-es-el-biogas-definicion-biodigestores-y-otra-informacion/>.

Usos del biogás

El biogás puede ser utilizado en cualquier equipo comercial diseñado para uso con gas natural. En la figura 5 se detallan los diferentes usos del biogás.

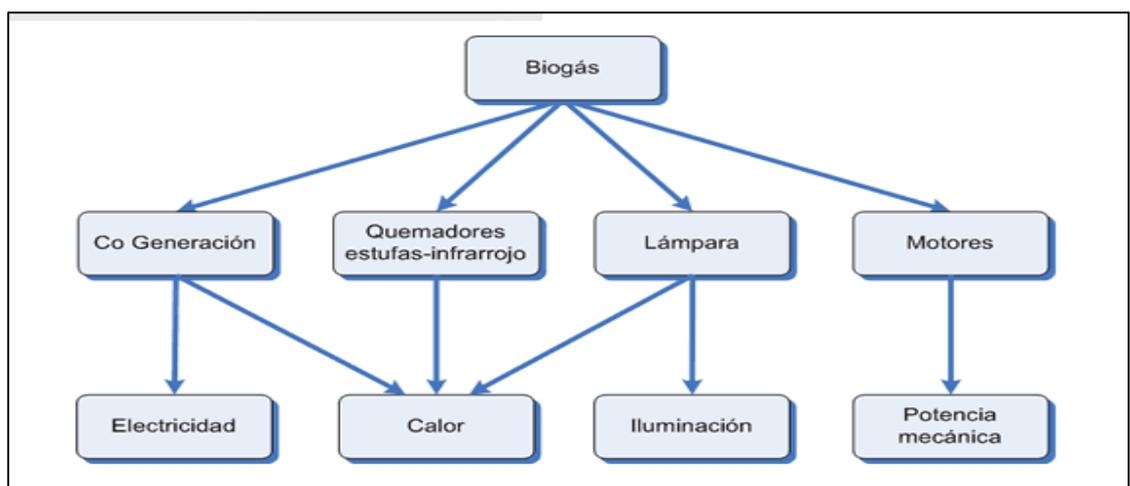


Figura 5. Usos del biogás. Tomado de Molina, C., & Quiñónez, W. (2012). Biodegradación anaeróbica de vinaza generada en la destilería Soderal y aprovechamiento energético del biogás como medio para bajar el impacto de gases de efecto invernadero. Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2029>.

Ventajas del uso del biogás

Según Ávila (2009) la fermentación anaeróbica de la materia orgánica produce un residuo de excelentes propiedades fertilizantes que beneficia al suelo; es decir es un mejorador de las características físicas, facilitando la aireación, la capacidad de retención de humedad, la infiltración del agua y la capacidad de intercambio catiónico. A continuación se detallan algunas de las ventajas más relevantes del uso del biogás (Tobal, 2013):

Ventajas energéticas. Es una fuente de energía renovable, de uso eficiente y de generación distribuida en el desarrollo rural.

Ventajas ambientales. La descontaminación de residuo y reducción contaminante del suelo, aire y agua y actúa como un depurador ambiental ecológico.

Ventajas agrícolas. Es un fertilizante natural, genera un efluente rico en nutrientes como el nitrógeno, fósforos, potasio o magnesio.

Ventajas sociales. Es ideal para el desarrollo de proyectos energéticos de comunas rurales aisladas de los servicios de distribución eléctrica convencional.

Energías Renovables en América Latina

Según Zalaveta (2016) América Latina representa una de las fuentes de energía natural, renovable y limpia, más grandes en el mundo. Los países de esta región cuentan con un potencial enorme para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables. Se estima que, en la actualidad, sólo el 6% de la electricidad que se genera en esta región proviene de fuentes alternativas como el viento, el sol, la biomasa o fuentes geotérmicas. En el 2013 se invirtieron en la región más de 16 mil millones de dólares en proyectos de energías renovables

aunque, en la actualidad, todavía la mayor parte de la electricidad se genera a partir de combustibles fósiles.

Los principales retos a los que se enfrenta el sector energético en América Latina y el Caribe son varios, pero podemos mencionar los siguientes (Banco Mundial, 2017): (a) gran aumento de los niveles de urbanización y concentración económica, y su consecuente impacto en el suministro de energía y en la calidad del aire; (b) la aparición de nuevas tecnologías disruptivas (energías renovables, sistemas y redes inteligentes, infraestructura de medición, sistemas almacenamiento y otros), que impulsarían la rápida transformación del modelo actual de prestación del servicio de energía y que requieren mayor conocimiento técnico; (c) cambios en los patrones de los mercados energéticos mundiales (como el exceso de oferta de petróleo) con implicaciones para la seguridad energética, el comercio y el costo de la energía; (d) aumento del impacto del cambio climático en el suministro de energía y la seguridad energética (como la hidrología, daños a la infraestructura energética por condiciones climáticas extremas, etc.), y los compromisos políticos para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y (e) aumento de las restricciones financieras, el financiamiento de infraestructuras energéticas seguirá siendo un reto, y serán necesarios instrumentos de financiamiento innovadores como garantías, seguros climáticos, etc. para abordar los nuevos retos de carácter multidimensional.

Marco Legal

Según la Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador (2008) en la Constitución en el artículo 15 menciona que el Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, en el artículo 313 señala que el

Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia y en el artículo 413 señala que el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

El Plan Nacional del Buen Vivir y la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo han establecido como estrategia que la producción, transferencia y consumo de energía debe orientarse radicalmente a ser ambientalmente sostenible a través del fomento de energías renovables y eficiencia energética. Para lo cual han implementado la Política 4.3 que enfoca en diversificar la matriz energética nacional, promoviendo la eficiencia y una mayor participación de energías renovables sostenibles y cuya meta es alcanzar el 6% de participación de energías alternativas en el total de la capacidad instalada de generación de electricidad (SENPLADES, 2009).

Según Moreno (2013) en su artículo Proyectos de energías renovables en Ecuador detalla el marco legal para el desarrollo del potencial renovable en Ecuador: (a) Ley de Régimen del Sector Eléctrico y su Reglamento, que norman la actividad de generación y la prestación de los servicios públicos de transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, para satisfacer la demanda nacional, mediante el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales, (b) Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas: procedimientos y medidas aplicables al sector eléctrico en el Ecuador, para que las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, en todas sus etapas: construcción,

operación - mantenimiento y retiro, se realicen de manera que se prevengan, controlen, mitiguen y/o compensen los impactos ambientales negativos y se potencien aquellos positivos, (d) Regulación CONELEC - 002/11 : Establece los principios y parámetros que permitan aplicar los casos de excepción para la participación privada en generación de electricidad, definidos en el párrafo segundo del artículo 2 de la Ley del Régimen del Sector Eléctrico y (e) Regulación CONELEC - 004/11: Establece los requisitos, precios, su período de vigencia, y forma de despacho para la energía eléctrica entregada al Sistema Nacional Interconectado y sistemas aislados, por los generadores que utilizan fuentes renovables no convencionales.

El Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER), en el camino hacia el uso de la biomasa residual con fines energéticos, está desarrollando varios proyectos que tienen como objetivo el aprovechamiento de los recursos naturales para el uso eficiente de la energía. En el Ecuador, debido a su naturaleza agrícola, la biomasa residual constituye una fuente renovable de energía con un alto potencial de aprovechamiento. La bioenergía o energía de biomasa, es un tipo de energía renovable procedente del aprovechamiento de la materia orgánica formada en algún proceso biológico. Se puede decir que es energía solar captada y almacenada por los organismos fotosintéticos como las plantas. (INER, 2017)

Ley de biocombustibles en el Ecuador

Según el Ministerio de Minas y Petróleos (2010), el Reglamento Autorización Comercialización de Mezclas de Combustibles, acuerdo ministerial 135, registro oficial 123 del 04 de febrero del 2010, en el artículo 1 que el presente reglamento se aplicará a nivel nacional a las actividades de comercialización de mezclas de combustibles líquidos derivados de los hidrocarburos con

biocombustibles, realizadas por personas naturales o jurídicas nacionales o extranjeras, en artículo 2 señala las definiciones: Biocombustibles.- Son alcoholes, éteres, ésteres, aceites y otros compuestos producidos a partir de biomasa, tal como las plantas herbáceas, oleaginosas y leñosas, residuos de la agricultura y actividad forestal, y una gran cantidad de desechos industriales, como los desperdicios y los subproductos de la industria alimenticia y en el artículo 20 señala que el proyecto Piloto "Formulación y Comercialización de la Gasolina Extra con Etanol Anhidro" en la ciudad de Guayaquil, PETROECUADOR a través de su filial PETROCOMERCIAL diariamente realizará la formulación de la gasolina extra oxigenada con etanol anhidro y emitirá un certificado de calidad del producto, el cual deberá cumplir con las especificaciones de la Norma Técnica INEN 935. El porcentaje de etanol anhidro en la mezcla para el proyecto Piloto, inicialmente será de un 5% en volumen.

En las instalaciones del Ingenio San Carlos, ubicado en la provincia de Guayas, el 22 de diciembre de 2017, la ministra de Industrias y Productividad, Eva García Fabre, participó en la asamblea anual del gremio de alcoholeros industriales y artesanales del país, cuyo objetivo fue informar el avance del proyecto de biocombustibles en Ecuador, en el que participan 14 organizaciones productoras de alcohol artesanal e industriales, como los ingenios San Carlos y Valdéz, quienes informaron sus propuestas para dinamizar la economía del país y aportar al cambio de la matriz productiva. Donde se destacó que en el sector productivo es importante el trabajo conjunto para generar mejoras en la producción y dinamizar la economía del país. El Programa Ecopaís inició con un plan piloto entre enero de 2010 a septiembre de 2014, con un alcance de 39 gasolineras en Guayaquil y 2 en Durán. Actualmente representa el 52 % de cobertura nacional, lo que significa una

inversión del Estado de casi 16 millones. Este programa impulsa la producción y comercialización de gasolina con componentes de producción nacional, es decir, el etanol anhidro obtenido de la caña de azúcar reemplaza parcialmente las naftas de alto octano que son importadas. Desde 2012, la industria biocombustible en Ecuador ha generado plazas de trabajo directo e indirecto, tanto en el sector industrial como en el agrícola. En la actualidad, 865 productores artesanales entregan sus productos al Programa Ecopaís (Ministerio de Industrias y Productividad, 2017).

Sumario del marco teórico

Para efectos del presente trabajo, el concepto de desarrollo sustentable y sus teorías relacionadas proveen el soporte teórico al proyecto a implementar, puesto que el reciclaje, transformación y reutilización la vinaza producida como desecho del proceso de obtención de etanol, cumple todos los supuestos contemplados en la conceptualización del Desarrollo Sustentable. Es más, el proyecto cumple los criterios contemplados en la cuarta meta de la sustentabilidad para el 2030. En su significancia teórica, el proyecto para la implementación de un biodigestor para la obtención de biogás cumple los tres ejes fundamentales de la sustentabilidad: (a) económico, al permitir a la empresa mejorar sus costos de producción debido a la obtención de energía a partir de la vinaza; (b) ambiental, al reducir el impacto de la vinaza en el ambiente y (c) social, al mejorar la calidad del aire de las comunidades adyacentes y la generación de empleo en la operatividad del biodigestor.

El proyecto también puede ser estudiado como una manifestación de la empresa de su Responsabilidad Social Corporativa o de su Sustentabilidad Corporativa, lo cual puede ser analizado desde el punto de vista de varias teorías. Para efectos de este trabajo se considera como marco principal la teoría de todos

los interesados (*Stakeholders Theory*), puesto que se analizará el impacto del proyecto desde la óptica del directorio, la administración, los trabajadores, los consumidores, la sociedad y el gobierno. El proyecto cumple también los criterios de producción sustentable según los criterios estipulados por la literatura.

Otros conceptos relevantes para efectos de este estudio son las de energías renovables y biocombustibles, toda vez que el biogás cumple con estos criterios, tanto el de energía con fuentes de materia prima con rendimientos crecientes o constantes, como el criterio de obtención de energía a partir del procesamiento de la biomasa.

La empresa SODERAL es parte del Grupo SAN CARLOS quienes han sido pioneros en la generación de energías renovables, cumpliendo los criterios contemplados en el Desarrollo Sustentable. Por otro lado, existe el marco legal adecuado para el desarrollo de energías sustentables, desde la Constitución, El Plan Nacional del Buen Vivir y la Ley, por lo tanto, el contexto macro es favorable para el desarrollo de este proyecto. Bajo estas premisas, el objetivo final de este trabajo será evaluar la viabilidad financiera del proyecto, cumpliendo los intereses de los accionistas; al mismo tiempo que proponer los mecanismos para determinar el impacto en el ambiente y la sociedad.

Capítulo 2: Marco Referencial

En este capítulo se revisará la adquisición de plantas de biogás en el mundo, en Latinoamérica y en el Ecuador, la aplicación de energías renovables en América Latina y en el Ecuador.

Plantas de Biogás en el Mundo

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) ha desarrollado diversos proyectos sobre biomasa a través de su división IEA Bioenergy. La agencia calcula que el 10% de la energía primaria mundial procede de los recursos asociados a esta fuente, incluidos los relacionados con biocombustibles líquidos y biogás. En África, Asia y Latinoamérica representa la tercera parte del consumo energético y para 2.000 millones de personas es la principal fuente de energía en el ámbito doméstico. Pero, en muchas ocasiones, esta utilización masiva no se realiza mediante un uso racional y sostenible de los recursos, sino como una búsqueda desesperada de energía que provoca la deforestación de grandes áreas, dejando indefenso al suelo frente a la erosión (Roca, 2016). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), considera que el uso eficiente de estas fuentes de energía ayudarían a alcanzar dos de los objetivos de desarrollo del milenio: “erradicar la pobreza y el hambre y garantizar la sostenibilidad del medio ambiente” (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2008). Estas son las 10 mayores plantas productoras de energía eléctrica a partir de biomasa en el mundo (Roca, 2016):

- Ironbridge. 740 MW. Reino Unido: es la planta de energía de biomasa pura, desde el año 2013 empleando pellets de madera para generar energía de biomasa.

- AlholmensKraft. 265 MW. Finlandia: la planta entró en funcionamiento en el 2002, y suministra 60 MW de calefacción urbana para los habitantes de Jakobstad.
- Toppila. 210 MW. Finlandia: es una de las mayores centrales en el mundo que utilizan turba como combustible, con una capacidad instalada de 210 MW de energía eléctrica y 340 MW de potencia térmica.
- Polaniec. 205 MW. Polonia: Es la cuarta planta de energía de biomasa más grande del mundo, entró en operación en 2012 y usa subproductos agrícolas y residuos de madera; genera electricidad para abastecer las necesidades de 600.000 hogares y reduce 1,2 millones de toneladas las emisiones de dióxido de carbono al año.
- Kymijärvi II. 160 MW. Finlandia: sus instalaciones están basadas en gasificación que utiliza combustibles sólidos recuperados (CSR), tales como plástico, papel, cartón y madera. La planta inició 2012, integrando un gasificador que convierte el combustible derivado de residuos en gas combustible. Genera electricidad y calefacción urbana.
- Vaasa. 140 MW. Finlandia: inició las operaciones en 2013, produce biogás a partir de madera proveniente principalmente de residuos forestales, tratándose para producir calor y generar energía.
- Wisapower. 140 MW. Finlandia: desde su puesta en marcha en 2004 la central utiliza lejía negra como combustible primario.
- Florida Crystals. 140 MW. Estados Unidos: utiliza la fibra de caña de azúcar (bagazo) y madera reciclada para la generación de electricidad, proveyendo energía necesaria para el procesamiento de la caña de azúcar y para el suministro de electricidad para alrededor de 60.000 hogares.

- KaukaanVoima. 125 MW. Finlandia: la central fue inaugurada en 2010, hacen uso de madera y turba para la generación de energía y calefacción urbana.
- Seinäjoki. 125 MW. Finlandia: la central entró en funcionamiento en el año 1990, produciendo electricidad y calefacción urbana a partir de astillas de madera y turba como combustible principal.

Plantas de Biogás en Latinoamérica

El desarrollo del biogás en América Latina a través de la transformación de desechos agropecuarios en energía limpia, depende del apoyo y de la investigación de los gobiernos. Si los pequeños agricultores se asocian para producir biogás, pueden venderlo a redes nacionales de gas natural y de electricidad, tal como lo hacen en Brasil el Condominio de Agro-energía para la Agricultura Familiar, que vende biogás a la central eléctrica Itaipú Binacional. Brasil y México son los países latinoamericanos con mayor desarrollo del biogás, seguidos por Colombia y Perú. Todos tienen sistemas de producción de biogás que van desde los muy avanzados y de gran tamaño, a otros muy simples, con un estanque de 200 litros. Chile genera 132 millones de metros cúbicos al año de biogás, de los cuales solo el 15 por ciento se aprovechan energéticamente, según el Centro de Energías Renovables de CORFO. Actualmente, existe un interés creciente por el biogás en la mayoría de los países latinoamericanos. Un ejemplo es la creación del Centro Internacional de Energías Renovables con énfasis en Biogás (CIER-Biogás), que busca soluciones para masificar la producción del biogás en América Latina, incluyendo el diseño de biodigestores para cada tipo de desecho y ayudará a los gobiernos a pasar leyes sobre producción y uso del biogás (Hurtado, 2012).

Energías renovables en el Ecuador y su generación

El cambio de la matriz energética en Ecuador es una realidad, el Gobierno Nacional ha realizado importantes inversiones para reemplazar el consumo de combustible fósiles por un 51,78% en la producción de energía renovable. El propósito es alcanzar el 93% de energía limpia y renovable, aprovechando el potencial de los recursos naturales como los hídricos, solares, eólicos, y desechando de manera gradual la producción de energía contaminante; permitiendo un incremento en la capacidad instalada de generación a 6.009,83 megavatios (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2016).

El Ingenio San Carlos fue pionero en la generación de energía a partir de recursos renovables en el Ecuador, con su proyecto de aprovechamiento del bagazo de caña (biomasa) remanente del proceso de fabricación de azúcar, lograron en diciembre de 2004, producir el primer kilovatio hora de este tipo de energía limpia en la red pública. Este proyecto no se trató de un generador de energía convencional, sino de un productor de azúcar que también auto genera sus necesidades y vende excedentes de energía. El balance entre estas dos operaciones fue motivo de aprendizaje continuo en un negocio que, por su carácter agroindustrial, tiene algunos imponderables; el primero de ellos, que el "combustible" del que disponen proviene de lo que el campo produce. El Ingenio, si bien había logrado aprovechar el combustible renovable que poseía por el proceso de fabricación de azúcar, había identificado que quedaba espacio todavía para mejorar. En noviembre de 2012, tomaron la decisión de implementar la segunda etapa del proyecto de cogeneración eléctrica a partir de bagazo. Las nuevas inversiones le permitió al Ingenio tener disponible para vender aproximadamente 3.5 veces más de lo que hasta el momento habían generado. El 30% de la energía obtenida es utilizada dentro de los procesos

de obtención de la azúcar, el 70% restante es entregado a la red del sistema nacional interconectado, contribuyendo en la reducción de alrededor de 122.000 toneladas de dióxido de carbono anuales y en el cambio de la matriz energética nacional. Lograron convertirse en el primer proyecto ecuatoriano de generación eléctrica a partir de biomasa y en lograr un registro internacional en la Organización de las Naciones Unidas, como proyecto de mecanismo de desarrollo limpio (Ingenio San Carlos, 2014).

Plantas de Biogás en Ecuador

En Cuenca se construyó la primera planta de Biogás en Ecuador la cual fue inaugurada en el mes de julio del 2017, situada en Cuenca, la misma que generará desde el año 2019 la energía eléctrica que abastecerá a 7.300 familias, con un consumo promedio de 160 kW/mes. La producción prevista será de dos megavatios que se conducen directamente al Sistema Nacional Interconectado. Lo más importante es la eliminación de cerca de 70.000 toneladas de gas metano de la atmósfera, que es 21 veces más contaminante que el CO₂. Es la primera planta en Ecuador con licencia ambiental de la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC). El proceso de generación termoeléctrica a biogás inicia con la descomposición de la materia orgánica depositada en el relleno sanitario, que recibe casi 500 toneladas diarias de desechos, y por un proceso bacteriológico se genera el biogás. Este combustible, que es extraído a través de un sistema de ductos y tuberías, es transportado, tratado y purificado en un bioprocesador y posteriormente será enviado al equipo generador, en donde el metano contenido en el biogás funciona como combustible para generar movimiento mecánico que se convierte en energía eléctrica, en la actualidad la energía producida en la planta ya se distribuye por medio del Sistema Nacional Interconectado. A decir del Cabildo cuencano, en

este momento ya operan como operadores comerciales, venden en \$ 0,11 el kilovatio, lo que permitirá que el proyecto sea autosustentable (Alcaldía de Cuenca, 2017).

En el mes de octubre del año 2017 la empresa municipal de gestión de residuos sólidos de Quito inauguró una planta de generación eléctrica que opera a partir de biogás. El combustible se obtiene de la descomposición de parte de alrededor de 2.000 toneladas de basura que producen a diario los habitantes de la capital. La estructura, que se encuentra ubicada en el relleno sanitario ubicado en el sector de El Inga, fue construida a través de una alianza público-privada establecida con la empresa Gas Green. En una primera fase se instalaron dos generadores que producen 40 megavatios de energía eléctrica al día, los mismos que fueron integrados a la red nacional de energía. En marzo de 2017 arrancó la segunda fase del proyecto completando la instalación de cinco generadores eléctricos que producirán un total de 5 megavatios por hora. El biogás es un producto que se origina de la descomposición de los residuos sólidos y que contiene metano, convirtiéndolo en combustible para el funcionamiento de los generadores de energía eléctrica. Al ser 25 veces más contaminante que el dióxido de carbono, se implementó este sistema para capturarlo con el objetivo de reducir el impacto que ocasiona al ambiente y, a la vez, establecer alternativas de energía renovable. Con este proyecto se captarán 24,5 millones de metros cúbicos de biogás al año, evitando una huella de 215.107 toneladas de dióxido de carbono y con lo cual se beneficiarán a 20.000 hogares con energía limpia cada mes. Los generadores fueron construidos a la medida porque se debe contemplar la altura para el tema de combustión. El relleno sanitario capitalino está a 2.500 metros sobre el nivel del mar y hay menos

oxígeno que a alturas más bajas. Por eso son motores especiales que se fabricaron en seis meses (Quito Alcaldía, 2017).

Plantas de Biogás a partir de la Vinaza

En Cuba la agroindustria azucarera reutiliza todos sus efluentes líquidos y sólidos para generar un producto de valor económico y de bajo impacto ambiental. Las vinazas de destilería tienen como propuestas de solución: la producción de biogás. Sus efluentes se disponen en los campos de caña como opción final de tratamiento, solución que contribuye a no utilizar fertilizantes químicos ni agua de riego. Brasil, luego de ser el principal país donde se aplicó el fertirriego de vinazas de destilerías en el cultivo de la caña de azúcar que “aunque este método produce buenos resultados en la producción total agrícola, no alcanza a resolver todos los problemas asociados, en particular en las destilerías, donde se acumulan grandes cantidades de vinazas en excedente” informando también que la producción de biogás a gran escala, particularmente en Brasil, parecía muy prometedora; en el 2013 el Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior de Brasil realizó el estudio técnico económico de las principales tecnologías de tratamiento de residuales implementadas y evaluadas a escala comercial en la industria azucarera, dicho estudio mostró que este país se había alejado completamente del uso de las vinazas puras para riego, utilizando solo la tecnología del fertirriego como alternativa de pos-tratamiento y cierre de ciclo de plantas de biogás, luego del uso del mismo para generar electricidad y/o como combustible alternativo en motores flex diesel. El documento evidenció que todas las alternativas de tratamiento de las vinazas estaban encaminadas a generar energía, por proporcionar mayor valor agregado a la solución ambiental (Curbelo & Acosta, 2014).

Evaluación Económica de Proyectos de Biogás a Nivel Mundial

Adeoti, Ilori, Oyebisi, y Adekoya (2000) realizaron un análisis de factibilidad técnica y económica para la implementación de un proyecto de biogás de tamaño familiar de 6.0 m³ en Nigeria. El proyecto tuvo una inversión inicial de 41.088 Naira (aproximadamente US\$ 115,09), unos gastos anuales de 5909 Naira (US\$ 16,55) y un beneficio anual de 13.347 Naira (US\$ 37,39). El Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación fueron de 0.050 millones de Nairas, 17,52%, 2.26 y 6,6 respectivamente. Esto muestra que la implementación de un proyecto familiar de biogás a partir del tratamiento del desecho de ganado en Nigeria tiene un buen potencial económico.

Estos autores analizaron el desempeño de un biodigestor anaerobio de una planta a través de los indicadores viabilidad financiera. El escenario de análisis creado se fundamenta en un modelo de programación lineal para identificar las materias primas que optimicen la producción de electricidad y determinar la aplicación óptima de la digestión. Los autores presentaron además otros escenarios de análisis y políticas para el desarrollo del proyecto.

Maeng, Lund, y Hvelplund (1999) realizaron un análisis descriptivo del desarrollo tecnológico de este tipo de energía renovable en términos de precios de producción del biogás. Los autores realizaron un análisis longitudinal de los 15 años de implementación de este tipo de plantas en Dinamarca. Los resultados de su investigación determinaron que los precios del biogás han disminuido dramáticamente durante el periodo estudiado. Basado en el análisis, el artículo discute los costos socio – económicos del desarrollo tecnológico, incluyendo el presupuesto del estado y los efectos en el empleo. Los autores hacen también referencia a los estudios de factibilidad socio – económicos realizados desde

principios de los 1990s, cuando los precios de producción del biogás eran mucho más altos que el gas natural.

Patterson, Esteves, Dinsdale, y Guwy (2011) realizaron una evaluación de los costos de producción actual, las tasas y el máximo valor de compra de la obligación de combustibles renovables de transporte (*renewable transport fuels obligation*), la cual es una obligación impuesta a los proveedores de combustibles para garantizar que cierto porcentaje de sus ventas agregadas esté constituido por biocombustibles. Los resultados de su estudio sugieren que, en términos energéticos, el biometano es más económicamente viable que el diesel, el biodiesel o el etanol. A decir de los autores, los recientes incrementos en el costo del gas natural también hacen al biometano tan competitivo como el gas natural.

Tsagarakis y Papadogiannis (2006), con la data disponible de 5,5 años de operación de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Iraklio - Grecia, realizaron una evaluación económico – técnica. Los autores concluyeron que el costo por kilowatt - hora producido es de 0,072€, mientras que el comprado es de 0,07€, un precio altamente subsidiado, puesto que el costo de la materia prima para producir un 1 kW /h es de 0,085€. Los autores demostraron que la energía producida cubría el 15,9% del total de energía que las instalaciones necesitan. Los autores realizaron la evaluación financiera considerando costos de eficiencia, costos de recuperación, costos marginales, costos de oportunidad, costos de mantenimiento, costos sociales y ambientales.

Sumario del marco referencial

Luego de la revisión de los trabajos referenciales más significativos para este estudio, se puede concluir que los proyectos para la generación de energías renovables y, en este caso la producción de biogás, se encuentran en su etapa de

madurez en Europa. Esto se puede inferir, puesto que los resultados de los estudios señalan que el costo promedio de producción de biogás ha disminuido con los años, lo cual indica su eficiencia. Existen también referencias de proyectos en Asia y en África, pero no de igual magnitud que los señalados en Europa. En América Latina también existen proyectos para la generación de energías alternativas, en donde el pionero es el Brasil. Finalmente, existe ya en Ecuador un proyecto para la obtención de biogás en Cuenca, lo cual sugiere que se puede aprender de experiencias en el país.

En cuanto al método utilizado para la evaluación económica de los proyectos analizados, los autores recurrieron a varios criterios utilizados en la valoración de proyectos de cualquier otra industria, tales como: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recuperación; otros autores agregaron los costos de oportunidad, los costos sociales y ambientales a la valoración.

Capítulo 3: Marco Metodológico

En este capítulo se detallan los componentes del proceso de investigación. En primer lugar se debe tomar en cuenta que el objetivo de este estudio es determinar la factibilidad de invertir en la implementación de un biodigestor para la obtención de biogás que será utilizado en el proceso de producción de alcohol, es decir que el proyecto no considera la evaluación de una demanda, puesto que el producto final será utilizado por la empresa. En este contexto, se describe el alcance, enfoque, diseño, las unidades de estudio y el tipo de muestreo utilizado; se describe también, los instrumentos de recolección y análisis de la información utilizados en la investigación.

Diseño de Investigación

El proyecto expuesto es una investigación no experimental, ya que se revisó información de los escenarios actuales de la empresa sin modificar las variables sujeto de estudio. Desde el punto de vista metodológico, se levantarán datos de tal forma que se evite cometer sesgo de parte del investigador. Según Hernández, Fernández, y Baptista (2006) el diseño no experimental podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables, es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre las variables respuesta. En un estudio no experimental no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza; las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir sobre ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

Variables de la Investigación

De acuerdo al propósito de investigación; el cual es demostrar que la implementación del biodigestor para la generación de biogás a partir del residuo de vinaza como sustituto al bunker para el proceso de producción de etanol, es factible. Para el efecto se consideraron como variable respuesta a los costos de producción, los cuales se evaluarán antes de la implementación del proyecto y serán comparados con el ahorro generado por la ejecución del mismo, esto a su vez tuvo un impacto en la rentabilidad de la empresa que fue medida en el análisis de flujo de caja y evaluada a través de la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Actual Neto (VAN) y el Periodo de Recuperación.

Alcance de la Investigación

Para SODERAL el alcance de la investigación fue exploratorio, ya que se desea conocer un tema poco conocido por la compañía, puesto que no ha realizado inversiones de este tipo y se desconocen los posibles resultados. Mediante esta investigación, se desea conocer más del Problema de Investigación, que es determinar si es sustentable desde el punto de vista económico la planta de biogás (Bernal, 2010). El objetivo de estudio fue la determinación de la factibilidad de adquirir una planta de biogás a partir de la vinaza para sustituir el consumo de combustibles fósiles, lo cual es un tema que tiene relevancia con el estudio de las energías renovables. Si bien, la revisión de la literatura presenta varios estudios pertinentes a este tema, para SODERAL, la inversión en energías es de carácter meramente exploratorio.

Tipo de Investigación

En este caso el tipo de investigación es aplicada, puesto que es el tipo en la cual el problema está establecido y es conocido por el investigador, por lo que

utiliza la investigación para dar respuesta a preguntas específicas. Este tipo de investigación busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto (Vargas, 2009). En este estudio se busca determinar la utilidad que tienen las energías renovables, particularmente el biogás, como fuente alternativa al bunker para la operación del proceso de producción de SODERAL.

Método o enfoque de Investigación

En el diseño de investigación de un estudio existen dos tipos de enfoques cuantitativo y cualitativo, en algunos casos mixtos que significan los dos enfoques antes mencionados son aplicados en un mismo estudio de investigación (Hernández, 2010).

Según Hernández (2010) el enfoque cuantitativo se define como: “el uso de la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (p. 4).

Por otra parte, Hernández (2010) menciona que:

El enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos (p. 7).

Finalmente, Hernández (2010) define los métodos mixtos como:

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández & Mendoza, 2008, p. 546).

Una vez mencionadas las definiciones de los tipos de enfoque que existen, se puede determinar que esta investigación en particular es de enfoque mixto puesto que en el proceso se utilizaron técnicas de recolección y análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos. En el desarrollo de este trabajo se revisaron documentos y bases de datos secundarias de información, para establecer los criterios que fueron cuantificados en la determinación de la factibilidad del proyecto. El enfoque cualitativo permitió establecer los criterios para la posterior evaluación financiera, además de permitir comprender su impacto desde diferentes ópticas y el enfoque cuantitativo fue utilizado para la valoración del proyecto.

Técnica de recopilación y análisis de datos

En el proceso de investigación se realizaron cuatro entrevistas a profundidad a personas con conocimiento en el tema, con poder de decisión en la gerencia de la empresa y con relevancia en la sociedad civil. Este método cualitativo de recolección de datos permitió establecer los criterios de la gerencia en cuanto a la implementación del proyecto, la capacidad del personal técnico para la puesta en marcha y la opinión de la sociedad civil en cuanto al impacto del proyecto.

A decir del método cuantitativo, en el análisis se revisaron bases de datos secundarias con el comportamiento del precio de los derivados del petróleo, con el objetivo de establecer una tendencia que permita cuantificar el comportamiento

futuro del precio del bunker a fin de pronosticar el ahorro por este concepto. Se realizó, además, el cálculo del Costo Promedio Ponderado del Capital, considerando el riesgo de la industria y finalmente se evaluó la factibilidad financiera del ahorro generado por la implementación del proyecto tomando en cuenta los criterios de la Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y el periodo de recuperación.

Técnica de análisis de la entrevista

Para el análisis de la entrevista se utilizó el proceso de inducción analítica. La inducción analítica involucra la colección y análisis de datos a partir de un rango de casos individuales con el propósito de identificar patrones para el desarrollo de categorías conceptuales. Esencialmente, a partir de una pregunta de investigación, se examinan los casos para constatar si estos son consistentes con las explicaciones hipotéticas de la pregunta de investigación (Gray, 2009).

El proceso consiste en seis pasos: (a) transcripción de los datos, (b) recolección y codificación, (c) familiarización, (d) lectura dirigida, (e) revisión de la codificación, (f) generación de teoría. Para esta investigación en particular se aplicaron los seis pasos, en primer lugar se transcribieron las entrevistas realizadas al Gerente Financiero, al Gerente de Producción, al Ingeniero responsable de medio ambiente y al Concejal. Luego se codificaron las respuestas en una matriz comparativa que permitió visualizar las respuestas de manera más organizada para obtener conceptos relacionados. Una vez codificada la información se realizó el análisis de los resultados y la familiarización del contenido. Luego de realizar una lectura más profunda, se revisaron los códigos para finalmente derivar en la construcción de teorías.

Determinación de la confiabilidad de la investigación cualitativa

El propósito de la entrevista fue obtener el punto de vista de los interesados (*stakeholders*) en el desarrollo del proyecto y su implicancia con el desarrollo sustentable. Debido a la aplicación del enfoque cualitativo de investigación, se ha establecido la triangulación de la fuente de las entrevistas, con el fin de establecer los criterios de la gerencia financiera, gerencia de producción, medio ambiente y la comunidad con respecto a la implementación del proyecto. Desde la gerencia se busca establecer los motivos que generaron el proyecto y sus expectativas con respecto al rendimiento de la inversión. Desde el punto de vista de la gerencia de producción y medio ambiente, se busca observar si los diferentes niveles de mando coinciden en los motivadores del proyecto. En ambos casos se busca identificar, además, las barreras que podrían impedir el desarrollo del biodigestor, tanto desde la gerencia financiera, producción y medio ambiente y saber el nivel de entendimiento del concepto de desarrollo sustentable. Finalmente, se realizó una entrevista a un miembro reconocido de la comunidad al Ing. Julio Delgado Pesantes quien se ha desarrollado por más, de 37 años como docente y 14 años como concejal del cantón conviviendo de cerca con las inquietudes y necesidades de la población marcelinense, que proveerá su percepción de la empresa y su impacto en la comunidad. Por otro lado, se busca conocer desde la comunidad las implicancias de la implementación del biodigestor y determinar su impacto en el medio ambiente. Para el efecto se utilizaron preguntas adaptadas del Instituto Internacional de Desarrollo Sostenible (IISD, 2003).

Entrevista No: 1

Nombre: Arturo Feraud Noboa

Cargo: Gerente Financiero

Perfil: Ingeniero Comercial, con una Maestría en Administración de Empresas con énfasis en finanzas y mercado, tiene 6 años como gerente financiero, anteriormente laboró como gerente general en el sector camaronero y sub gerente de análisis financiero y presupuesto en varias empresas privadas. Participó en la obtención de créditos para la financiación del proyecto de la ampliación de la planta de anhídrido del año 2015-2016.

Entrevista No: 2

Nombre: Mario Aguilera Salazar

Cargo: Gerente de Producción

Perfil: Ingeniero Químico y Comercial, Master en Administración de Empresas y Master en Ingeniería Química, con 25 años de experiencia en la industria alcoholera ecuatoriana, catedrático de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil, con amplia experiencia en la dirección de proyectos del montaje y ampliaciones de plantas destiladoras de alcohol etílico y anhídrido, dióxido de carbono, vinaza.

Entrevista No: 3

Nombre: Camilo Molina Betancourt

Cargo: Ingeniero de Medio Ambiente

Perfil: Ingeniero Químico y Master en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad, Ambiente y Seguridad con 25 años de experiencia en la industria alcohólica, se ha desempeñado como supervisor de producción y en la actualidad maneja la parte ambiental de SODERAL, en el año 2012 realizó el estudio de Biodegradación anaeróbica de vinaza generada en la destilería SODERAL y aprovechamiento energético del biogás para bajar el impacto de gases de efecto invernadero.

Entrevista No: 4

Nombre: Julio Delgado Pesantes

Cargo: Concejal del Cantón Marcelino Maridueña

Perfil: Concejal del cantón Marcelino Maridueña en los años 1992 - 1996; 2009-2014; 2014-2019; 45 años como Ingeniero Civil, 37 años como profesor de matemáticas y dibujo técnico en el Colegio San Carlos aportando al desarrollo de la juventud marcelinense. Gestor de la cantonización del cantón Marcelino Maridueña desde el año 1986; Rector del Colegio Provincia del Guayas por 6 años y vicerrector del Colegio San Carlos por 2 años. Fue Vicealcalde en el periodo 1994-1996 y en el periodo 2012-2014.

Unidades de Análisis y Tipo de Muestreo

Unidades de análisis.

En la investigación cualitativa una importante decisión gira alrededor de la determinación de las unidades de análisis. Debido a que la investigación cualitativa

aborda los fenómenos de estudio de manera específica, no es posible generalizar los resultados obtenidos en una población, es decir que los resultados no son extrapolables. Esto significa que, en esta investigación en lugar de establecer una población de estudio, que apela al enfoque cuantitativo, se determinaron las unidades de estudio que hacen mejor referencia al enfoque utilizado. Típicamente, estas pueden incluir: individuos, grupos, organizaciones y comunidades (Gray, 2009). En este caso las unidades de estudios fueron individuos que representan a la gerencia financiera de la empresa, a cargo del Ing. Arturo Feraud Noboa; al gerente de producción, Ing. Mario Aguilera Salazar; a un experto ambiental, Ing. Camilo Molina Betancourt; y un individuo representante de la comunidad civil, como es el caso del Concejal Ing. Julio Delgado.

Tipo de muestreo.

Ha sido mencionado ya que la investigación cuantitativa necesita de la determinación de muestras que representen a la población de estudio, por lo tanto, se aplica generalmente un muestreo aleatorio o probabilístico (Gray, 2009). No obstante, en investigación cualitativa este tipo de muestreo muchas veces resulta ser poco práctico. La investigación cualitativa trabaja con muestreos intencionales no probabilísticos porque busca obtener luces en cuanto a prácticas particulares que existen en un contexto específico de tiempo y espacio, por lo tanto, los informantes son seleccionados porque permiten la exploración de un comportamiento particular o una característica relevante a la investigación (Gray, 2009). El criterio para la selección de los individuos de las entrevistas se fundamentó en su conocimiento del tema y en su relación con la organización y la comunidad.

Sumario de la metodología

El proyecto expuesto es una investigación no experimental, toda vez que se revisó información de los escenarios actuales de la empresa sin modificar las variables, de estudio. Para SODERAL esta investigación tuvo un alcance exploratorio, a pesar de que el tema del desarrollo de energías renovables se encuentra en un estado del arte explicativo, es decir que existe abundante literatura al respecto. En cuanto al tipo, este trabajo es de investigación aplicada, puesto que es el tipo en la cual el problema está establecido y es conocido por el investigador, por lo que utiliza la investigación para dar respuesta a preguntas específicas.

El enfoque utilizado es mixto, puesto que, en el proceso de investigación se realizaron tanto entrevistas a profundidad, como la revisión de bases de datos secundarias con el comportamiento del precio de los derivados del petróleo, con el objetivo de establecer una tendencia que permita cuantificar el comportamiento futuro del precio del bunker a fin de pronosticar el ahorro por este concepto. Finalmente, se realizó el cálculo del Costo Promedio Ponderado del Capital, considerando el riesgo de la industria y finalmente se evaluó la factibilidad financiera del ahorro generado por la implementación del proyecto tomando en cuenta los criterios de la Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y el periodo de recuperación.

Resultados de la investigación.

A continuación se presentan los resultados de la investigación de campo realizada. Según el diseño de investigación, se utilizaron las entrevistas a profundidad como técnica de recolección de datos. Los criterios considerados en la entrevista tomaron en cuenta las motivaciones para la implementación del proyecto, los beneficios esperados para la empresa y su contribución con el medio ambiente

y la comunidad. Se obtuvo información con respecto a otras experiencias similares ejecutadas en Ecuador por parte del personal técnico y se las posibles barreras encontradas para la implementación de proyecto.

Tabla 1

Resultados de las entrevistas

Criterio	Gerente Financiero	Gerente de Producción	Ingeniero de Medio Ambiente	Concejal del Cantón Marcelino Maridueña
Origen del proyecto.	Por la necesidad de hacer algo con la vinaza. Ahorraría el consumo de combustibles.	Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno(DQO) de la vinaza son extremadamente altos, lo cual podría generar una contaminación en los ríos, un biodigestor de vinaza para bajarle la carga orgánica en un 80% y se baja el riesgo de afectación al medio ambiente.	La alta carga orgánica que posee la vinaza, y si la misma es mal manejada podría ocasionar impactos en las fuentes hídricas. Las expectativas del proyecto serían generar un retorno de inversión a la destilería por el reemplazo de combustible fósil por biogás	DESCONOCE
Beneficio para la empresa del proyecto.	Disminución del consumo del bunker.	Bajar los costos de producción al reemplazar bunker por biogás.	El metano es aprovechado para quemarlo en las calderas y /o energía eléctrica y la destilería se hace autosustentable	DESCONOCE

Tabla 2

Resultados de las entrevistas (continuación)

Criterio	Gerente Financiero	Gerente de Producción	Ingeniero de Medio Ambiente	Concejal del Cantón Marcelino Maridueña
-----------------	---------------------------	------------------------------	------------------------------------	--

Beneficio social del proyecto	Beneficio adicional que son los créditos de carbono.	Mano de obra temporal por 9 meses lo que duraría el montaje y puesta en marcha se generarían 2 puestos de trabajo permanente.	Se beneficiaría si producimos energía eléctrica con estos residuales: plazas de empleos. La descomposición de la materia orgánica genera impacto de olores ofensivos, al producir biogás disminuyen y mejora la calidad del aire de la comunidad.	Su aporte sería generando mayor fuente de trabajo para la comunidad del cantón y mayor contribución para las arcas municipales.
Beneficio ambiental del proyecto.	Disminución de la contaminación absoluta del uso de un combustible fósil.	Dejaríamos de utilizar una cierta cantidad de combustibles fósiles (bunker) lo que representa un beneficio a nivel ambiental.	Consumir el metano quemándolo en las calderas y como consecuencia bajar el gas de efecto invernadero.	Mitigar los olores de las áreas aledañas. Mejorar la calidad del aire.
Barreras para la implementación del proyecto.	El costo de este sistema.	Económica: liquidez de la empresa. Política: subsidios de combustibles al sector industrial Internacional: que el proyecto no tenga peso a nivel mundial.	Barreras políticas, la falta de incentivos para nuevos proyectos ambientales por parte del Gobierno.	
Otras alternativas.	Concentrar la vinaza. Utilizarla como fertilizante.	Utilizarla para obtener energía eléctrica a través de biogás en turbogeneradores.	Otra alternativa es la energía eléctrica, utilizar el biogás para cogenerar energía eléctrica	DESCONOCE
Aportes en desarrollo sustentable.	Se están utilizando los residuales del proceso productivo, produciendo energía a partir del residuo de proceso de producción del alcohol.	Utilizaríamos la cadena productiva de la caña de azúcar, ya que el efluente de una destilería que utiliza como materia prima la melaza de la caña de azúcar, es la vinaza y la estaríamos transformando en biogás para el uso de nuestras calderas	El desplazamiento de combustible fósil (bunker) y al consumir una energía alternativa renovable, se aprovecha al máximo los residuales y el ciclo productivo se cierra al realizar fertilizantes para el campo.	

Nota. La tabla es el resultado de la codificación de los resultados de las entrevistas, la fuente es de la autora.

Discusión de los resultados.

Los resultados de las entrevistas sugieren que tanto el gerente financiero, como el gerente de producción y el ingeniero de medio ambiente están conscientes

de la necesidad de dar tratamiento a la vinaza. Sin embargo, el gerente financiero hace mayor énfasis en la necesidad económica de reducir los costos de producción al ahorrar el consumo de combustibles, mientras que el gerente de producción y el ingeniero de medio ambiente se concentran en la necesidad de mitigar el impacto ambiental causado.

A decir del beneficio económico para la empresa, los tres miembros de la empresa reconocen la importancia del ahorro generado al reemplazar el búnker por biogás. Referente al beneficio social del proyecto, el gerente financiero hace énfasis en el beneficio de los créditos de carbono, mientras que el gerente de producción hace mayor referencia al empleo generado a corto plazo en el montaje del proyecto y a largo plazo de manera permanente, aunque según lo mencionado por el entrevistado las plazas generadas no son tan significativas. Por otro lado, el ingeniero ambiental hace énfasis en el empleo generado si el biogás obtenido es transformado en energía eléctrica y menciona también la importancia de contribuir con el mejoramiento de la calidad del aire. A decir de los beneficios sociales, el Concejal Delgado manifiesta que SODERAL y el Ingenio San Carlos han contribuido positivamente al desarrollo de la comunidad marcelinence, generando fuente de trabajo para sus habitantes, según su estimado, el 80% de la población trabaja para estas empresas.

Las entrevistas permitieron reconocer, además, las barreras para la implementación del proyecto. El gerente financiero menciona como única barrera el costo de la implementación de este sistema, el gerente de producción hace referencia a tres grandes grupos: (a) la barrera económica, (b) la barrera política y (c) la barrera internacional. En el primer criterio, el Ing. Aguilera menciona la liquidez de la empresa como barrera económica; los subsidios al combustible para

el sector industrial como barrera política y finalmente como barrera internacional, menciona la falta de impacto internacional de este tipo de proyectos. Con respecto a este tema, el Ing. Molina presenta como única barrera a la falta de incentivos para nuevos proyectos ambientales por parte del Gobierno.

A los entrevistados se les preguntó, también, respecto a la evaluación de otras alternativas plausibles a la implementación del biodigestor, a lo que el Ing. Feraud contestó que la vinaza se puede concentrar para ser utilizada como fertilizante; el ingeniero Aguilera indicó que se puede generar energía eléctrica a través del uso de turbogeneradores con el biogás obtenido, al igual que el ingeniero Molina.

Por otro lado, se preguntó a los entrevistados si conocían la relación del proyecto con los conceptos de Desarrollo Sustentable. En todos los casos, los entrevistados tuvieron pleno conocimiento de la conceptualización del término, se hizo énfasis que el proyecto permite cerrar el circuito de producción en su totalidad, es decir, incluir la obtención del beneficio a través del reciclaje del residuo del proceso de producción. El gerente financiero indicó que se están utilizando los residuales del proceso productivo, produciendo energía a partir del residuo de proceso de producción del alcohol; el gerente de producción indicó que se estaría utilizando la cadena productiva de la caña de azúcar completamente, ya que el efluente de una destilería que utiliza como materia prima la melaza de la caña de azúcar, es la vinaza y se la estaría transformando en biogás para el uso de las calderas. Por último, Ing. Molina manifestó que el desplazamiento de combustible fósil por el consumo de una energía alternativa renovable, permite aprovechar al máximo los residuales e indicó que el ciclo productivo se cierra con la posibilidad de realizar fertilizantes para el campo.

Finalmente, se le hicieron preguntas particulares al Concejal Delgado con respecto a la reputación que la Empresa SODERAL y el Grupo San Carlos mantienen ante la comunidad, a lo cual, el Concejal pudo manifestar que por su actividad económica este grupo y sus empresas contribuyen con impuestos puntuales a la municipalidad de Marcelino Maridueña, estimándose un promedio de 300.000 dólares anuales. Mencionó que en el año 1982 se benefició a la clase trabajadora con la entrega de viviendas de hormigón armado las cuales fueron canjeadas por ciertos beneficios, actualmente mantiene un hospital al servicio de los trabajadores y sus familiares, una escuela y colegio para los hijos de los trabajadores y la comunidad, además de la ampliación del perímetro urbano del cantón.

En cuanto a la reputación ambiental de la empresa en la comunidad, el Concejal indicó que hay una minoría que tiene temor de algún percance por derrame de alcohol. Sin embargo, la mayoría de la población está consciente de que la empresa ha previsto cualquier tipo de derrame, emisión de gases y, hasta la fecha, los ha controlado correctamente.

Sumario Capítulo Metodológico

El presente trabajo de investigación aplicada se encuentra desarrollado dentro del marco teórico – conceptual del Desarrollo Sustentable. Pese a que la literatura presenta abundantes referencias de trabajos previos, el tema en cuestión para la empresa tiene un alcance exploratorio, puesto que el propósito es obtener mayor información del tema para la toma de decisiones. Con este trabajo se busca resolver la incógnita de saber si el proyecto para la implementación de un biodigestor que permita dar tratamiento a la vinaza residuo del proceso de producción de etanol, es factible. De esta forma se busca resolver un problema de

la empresa cuyo impacto tiene inherencia en la empresa, la sociedad y el medio ambiente.

El enfoque utilizado en la investigación fue mixto. Por un lado, se aplicó la metodología cualitativa para obtener información de varios actores relevantes dentro del proyecto. A través de entrevistas a profundidad se obtuvo información de la gerencia financiera, la gerencia de producción, el departamento de medio ambiente de la empresa y el criterio de una persona representante de la comunidad de Marcelino Maridueña. Por otro lado, la metodología cuantitativa consideró el análisis del comportamiento de los precios del petróleo, costos de producción, montos de consumo de bunker y biogás; los mismos que fueron, luego, evaluados utilizando evaluadores financieros como la Tasa Interna de Retorno (TIR) y Valor Actual Neto (VAN).

Los resultados de las entrevistas permitieron determinar que el problema del tratamiento de la vinaza para la empresa es un tema urgente para la empresa, puesto que genera costo de tratamiento, además de un alto impacto social y ambiental. Antes de la evaluación de este proyecto se consideraron otras alternativas posibles, como encontrar un mercado para la venta de vinaza como fertilizante y en cuanto al biogás se contempló la posibilidad de generar energía eléctrica, no obstante, se evaluó la factibilidad financiera del proyecto únicamente por el ahorro generado por la sustitución del búnker por biogás.

Los entrevistados coincidieron que las principales barreras para la ejecución del proyecto corresponden al alto monto de inversión y a la falta de incentivos de Gobierno, al mismo tiempo que resaltaron el beneficio económico para la empresa y el impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente.

Capítulo 4: Análisis de factibilidad de la sustitución del búnker por biogás

Objetivo

En el desarrollo de este capítulo se describirán las materias primas y procesos de producción para la obtención de la vinaza como residuo del proceso y la transformación de la misma en biogás. El objetivo principal será comparar los costos actuales al consumir búnker y los costos futuros al reemplazarlo por el biogás.

Reseña Histórica de SODERAL



Figura 6. Planta MDT Anhidro. Tomado de (SODERAL , 2017)

SODERAL es una compañía industrial que fue creada en el año 1992 por Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A. (ISC), en la figura 6 se observa la planta industrial, uno de los mayores ingenios azucareros del Ecuador, constituyéndose en su principal accionista. En el año 1999 el ISC conforma un holding que se convierte en la propietaria de las acciones de las nuevas compañías del grupo, llamada INVERSANSARLOS S.A. La planta industrial está ubicada en

el cantón Marcelino Maridueña, provincia del Guayas junto a la fábrica del ISC. Su principal actividad es la producción de alcohol etílico a 96% v/v, alcohol anhidro a 99% v/v y dióxido de carbono (CO₂) a partir de la caña de azúcar. La planta fue construida con equipos de la antigua planta Alcoholesa en Uyumbicho. Las columnas de destilación fueron fabricadas por Olivio Martínez de España. Iniciaron sus operaciones en noviembre de 1993 con una planta atmosférica con una producción 30.000 litros diarios de alcohol etílico, en el año 2002 instalaron la planta MDT al vacío, con una producción de 45.000 litros diarios y en el año 2008 montaron la planta ITS al vacío con una producción de 70.000 litros diarios. En su afán de diversificar sus actividades, en enero del año 2000 instalaron una planta automática para la deshidratación del alcohol con capacidad de producción de 20.000 litros diarios de alcohol anhidro, utilizando el innovador sistema de filtros moleculares evitando así el uso de químicos nocivos y en el año 2016 se ubicaron la planta MDT Anhidro con una producción de 120.000 litros diarios. Continuando con la expansión de sus operaciones en el año 2003 instalan una planta de CO₂ para aprovechar el gas crudo del proceso, el cual enviaban al ambiente y no aprovechaban este efluente del proceso y en el año 2017 se instaló una planta Concentradora de Vinaza (SODERAL , 2017).

En su proceso consumen aproximadamente 50.000 galones de melaza al día, la cual es proporcionada por el ISC y transportada por medio de tuberías. Constantemente controlan los parámetros de calidad para cumplir diariamente con todos sus clientes y brindarles alcohol etílico rectificado y alcohol anhidro de excelente calidad para la satisfacción permanente de sus consumidores finales. La comercialización del alcohol la realizan en el mercado local y en el exterior y el dióxido de carbono lo distribuyen a nivel local. Sus principales clientes, a nivel

local son EP Petroecuador y Finistcorp y a nivel internacional son Industria de Licores del Valle (Colombia), Etanoles del Magdalena (Colombia), Industria Licorera del Cauca (Colombia) e Industria Licorera de Caldas (Colombia).

Dada la importancia de la calidad y conforme a los requisitos internacionales han obtenido las siguientes certificaciones internacionales:

- Norma ISO 9001:2008 Certificación de nuestro sistema de Gestión de Calidad.
- Norma ISO 14001: 2004 Certificación de nuestro sistema de Gestión Ambiental.
- Norma OHSAS 18001:2007 Certificación e Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.
- *Food Safety System Certification 22000.*

Estructura Organizacional SODERAL

A continuación se detalla brevemente la estructura organizacional de la empresa, la cual cuenta con un total de 81 trabajadores distribuidos en 2 centros de trabajo: 64 trabajadores en la planta industrial y 17 trabajadores en el local comercial y cuyos puestos de trabajo se detallan en el Apéndice 1 (SODERAL , 2017).

Política Integral

SODERAL es una empresa dedicada a procesar y comercializar productos derivados de la caña de azúcar con gestión integral, buscando satisfacer las expectativas de nuestros clientes, mercados y partes interesadas con los más altos estándares de calidad, innovando continuamente. Se comprometerá acorde a su situación a dar cumplimiento con Requisitos legales del país en SSO aplicables a nuestra actividad (SODERAL , 2017).

- Disponer de recursos humanos, tecnológicos y financieros, para mantener la mejora continua.
- Dotar de las mejores condiciones de Seguridad y Salud a todo su personal.
- Uso racional de los recursos naturales y energéticos.
- Manejo adecuado de desechos de nuestras actividades.
- Cumplir con el programa de prevención en el uso y consumo de drogas y aplicar lo dispuesto en la normativa para la erradicación de la discriminación en el ámbito laboral.

La Gerencia General velará que la política esté documentada, integrada, implantada y revisada periódicamente, será comunicada a los trabajadores y se expondrá en lugares visibles, a disposición de otras partes interesadas.

Principales Productos

Alcohol etílico rectificado extraneutro al 96% volumen a volumen (v/v).

Producto de la fermentación de la melaza, tienen una miel cuyo vino alcohólico es enviado a las columnas de destilación que por puntos de ebullición, separa el alcohol etílico y obtienen el producto final. Este alcohol se comercializa en varios mercados que se dividen en 3 grandes ramas: embotelladoras de bebidas alcohólicas, industria de perfumería e industria farmacéutica (SODERAL , 2017).

Alcohol anhidro al 99.5% volumen a volumen (v/v).

Producto de la fermentación de la melaza, cuyo vino alcohólico lo homogenizan y destilan. Para posteriormente por medio de los filtros moleculares eliminar el agua. Los mercados para alcohol anhidro son: industria gráfica, industria de pintura y diluyentes; industria química y biocombustibles.

Dióxido de Carbono (CO₂)

Producto de la fermentación de la melaza, producen también CO₂, el cual lo purifican en diferentes procesos para llevarlo a un 99.99 % de pureza. Los mercados para el CO₂ son: industrias de bebidas gaseosas, florícolas y envasadoras de CO₂ líquido.

Leyes y Organismos.

SODERAL forma parte de la Asociación de Productores del Ecuador (APALE). A esta asociación el gobierno ecuatoriano le ha solicitado la provisión de alcohol anhidro para añadir a la gasolina hasta un 10 % de éste, en su formulación (SODERAL, 2015). Realizando esta mezcla el Ecuador obtiene un biocombustible compatible con las gasolinas actuales y además se obtienen grandes beneficios: (a) ambientales: reducción en la emisión de gases tóxicos, principalmente monóxido de carbono y ácido sulfúrico, (b) económicos: mejora la balanza comercial debido a que el etanol anhidro reemplaza a una importante cantidad de nafta que actualmente se importa para mejorar la calidad de la gasolina, y (c) social: sólo en el área agroindustrial se generarían alrededor de 150.000 plazas de empleo.

SODERAL también es parte de la Asociación de Productores Químicos del Ecuador (APROQUE), quienes desde el año 1999 firmaron su compromiso de adhesión a Responsible Care y desde entonces han colaborado para que las empresas avancen en la consolidación de los Principios Directivos, la implementación de los Códigos de Prácticas Gerenciales. Además apoya al fortalecimiento de los otros componentes fundamentales de este sistema de gestión de la industria química global, que promueve un tratamiento integrado y de largo plazo a los aspectos de protección ambiental, salud ocupacional y seguridad

industrial, junto con una comunicación abierta y transparente con los grupos de interés (APROQUE, 2017).

Diseño de la propuesta

El diseño de la presente propuesta se fundamentó en un estudio previo realizado por Molina y Quiñonez (2012). Los autores realizaron una unidad experimental para la generación de biogás, implementada para dar tratamiento a la vinaza generada en la época de Zafra (Julio a Diciembre), en donde la melaza utilizada para la producción de alcohol no tiene un almacenamiento prolongado en los tanques.

Los autores diseñaron una planta piloto para tratar hasta 150 litros de vinaza por hora y manejar un tiempo de retención hidráulica de entre 10 y 14 días dependiendo del comportamiento del biodigestor y de la demanda química de oxígeno (DQO) de la vinaza alimentada. La vinaza en estudio es almacenada en un tanque de 10 mil litros antes del ecualizador. Se utilizaron equipos de laboratorio para medición del DQO, acidez volátil, Alcalinidad, % metano, % gas sulfhídrico, % bióxido de carbono, nitrógeno, fosfatos, sulfatos, pH, sólidos suspendidos totales (SST), sólidos suspendidos volátiles (SSV).

A decir de los autores, los resultados del tratamiento de la vinaza realizado en el sistema anaeróbico utilizado fueron viables, tanto desde el punto de vista ambiental, económico y social. Los rendimientos obtenidos de metano contenido en el biogás constituyeron una fuente de aprovechamiento, como energía alternativa, para desplazar combustible fósil utilizado en la destilería. El aprovechamiento del biogás generado reemplazaría al combustible fósil utilizado en la destilería y equivale entre el 70 y 75% del combustible utilizado para la producción de alcohol.

Alcance

El objetivo del presente trabajo es evaluar la factibilidad económica para la adquisición de una planta de biogás que permita dar tratamiento a la vinaza resultante como residuo del proceso de producción de alcohol en la compañía SODERAL. Para el efecto se realizó un levantamiento de información técnica de trabajos referenciales que permitieron establecer los montos de inversión y mantenimiento de la planta de biodigestión. La evaluación financiera del proyecto se realizó considerando únicamente el ahorro generado por el reemplazo del búnker por el biogás obtenido a partir de la transformación de la vinaza. El vapor producido por la quema del biogás acciona un turbogenerador de energía eléctrica que sería utilizada en el proceso de producción de alcohol. El estimado del biogás generado, es calculado en base a los datos experimentales de Molina y Quiñónez (2012). Según el estudio de los autores, la producción estimada de biogás es de 7'502.755 m³/año, lo cual reemplaza el consumo de 994.785 galones de búnker al año aproximadamente. De acuerdo a la información obtenida en este estudio, el reemplazo de biogás por búnker sería de 1.109.340 galones al año, generando un ahorro promedio de \$ 1.113.999 para el primer año.

A decir de Molina y Quiñónez (2012), el proyecto podría generar beneficios adicionales con la emisión de bonos de carbono por las emisiones reducidas al ambiente, en caso de que se quiera aplicar el proyecto como mecanismo de desarrollo limpio ante las Naciones Unidas. No obstante, el alcance del análisis de factibilidad de este proyecto considera únicamente el ahorro generado por el reemplazo del búnker sin considerar el ingreso generado por los Créditos de Carbono.

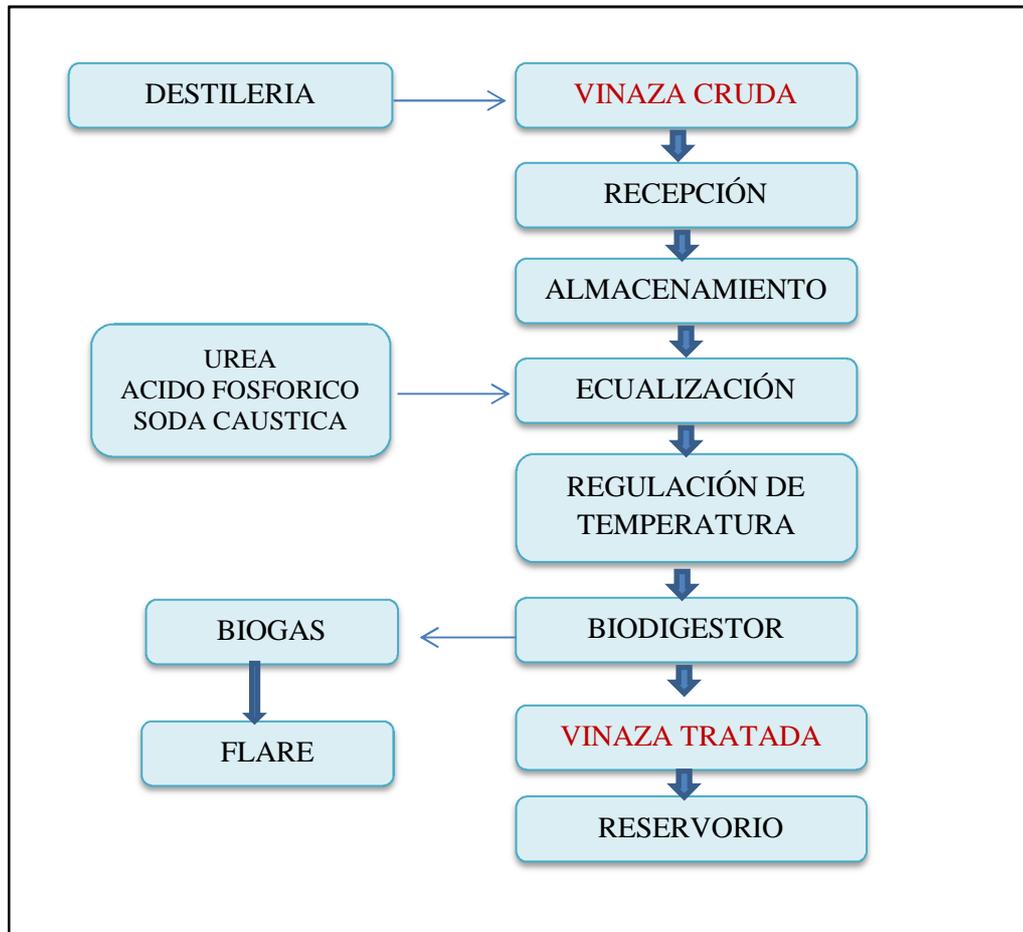


Figura 7. Proceso de biodigestión anaeróbica. Tomado de (SODERAL , 2017)

El proceso comienza cuando la vinaza es bombeada desde el tanque de 10 mil litros hacia el tanque ecualizador, en donde a la vinaza se le regula el pH hasta un rango de 7.0 a 7.5 al inicio de la prueba. Para ajustar los niveles de nitrógeno y de fosfatos se le agrega urea o ácido fosfórico hasta llegar a niveles de necesitados por las bacterias en el biodigestor (Molina & Quiñonez, 2012).

Cuando la vinaza llega a más de 60°C, es necesario hacerla pasar por el enfriador para bajarle la temperatura hasta 37-40°C antes de ingresar al biodigestor, pero si la vinaza se enfría por condiciones naturales a menos de 35°C, por dosificación y de alimentación al biodigestor, este es calentado con agua caliente que pasa por el serpentín instalado dentro del ecualizador. En toda la etapa del estudio fue necesario mantener calentando la vinaza en el ecualizar para mantenerla

por encima de 38°C antes de ser alimentada al tanque biodigestor (Molina & Quiñonez, 2012).

Luego desde el ecualizador se alimenta la vinaza en los rangos desde 60 a 100 litros por hora. Luego como producto de la biodigestión se obtiene el biogás y la vinaza tratada, la cual es almacenada en un reservorio. Finalmente se obtiene como resultado del proceso el flujo de biogás, metano, dióxido de carbono [CO₂] y ácido sulfhídrico en el biogás producido que mantiene el *flare* encendido (Molina & Quiñonez, 2012).

Evaluación financiera de la propuesta

Para la factibilidad financiera del proyecto se consideró como criterio de evaluación a la Tasa Interna de Retorno (TIR), que es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión; el Valor Actual Neto (VAN) el cual es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer el monto generado en unidades monetarias con esa inversión. Adicionalmente, se realizaron los análisis del comportamiento del precio del petróleo y la proyección de varios escenarios en cuanto a ahorro del proyecto, de tal forma que se pueda obtener las varianzas del mercado y calcular el riesgo para la determinación del costo promedio ponderado del capital (WACC), por sus siglas en inglés. Finalmente, se realizó un análisis de portafolio que permitió identificar la combinación óptima entre capital propio y capital prestado, el mismo que fue luego analizado en el flujo de caja considerando la amortización del crédito según la combinación óptima determinada por el análisis.

Tabla 3***Inversión Inicial (tabla 1 de 2)***

DESCRIPCIÓN	PLAN COSTO
INGENIERÍA Y DISEÑO MECÁNICO, ELÉCTRICO Y PROCESO	120,000
SERVICIOS, SUPERVISIÓN	80,000
SUMINISTRO DE EQUIPO DE DIGESTOR ANAERÓBICO	2,000,000
Dos torres de enfriamiento de vinaza marca Alpina (TR-105/106)	
Filtros de entrada	
Válvulas de 3 vías	
Controles	
Equipos del tanque de ecualización	
Agitador (A-100)	
Transmisor de temperatura/nivel (LT-100 & TT-100)	
Pintura epóxica interna carboline 187	
Tanque soda cáustica de 5000 litros/bomba (T-400 & P-400)	
Tanque de solución de urea/nutrientes 3000 litros/bombas/agitador A-700 (T-700 & P-700)	
Bombas de vinaza cruda (P-101 A y B)	
Bombas de alimentación de vinaza (P-102 A/B)	
Secador de biogas con chiller/controles y separadores en acero inoxidable (CH-900, GD-900/SC-100/111)	
Equipos del tanque T-200: Digestor anaeróbico	
Suministro de 8900 m3 de media plástica PVC desarmados, con pegamento y dos máquinas de armadura	
Equipos diversos del Digestor	
Bombas de proceso/recirculación (P-110/111/112/113) Frame Mounted en acero inoxidable	
Transmisores de nivel, temperatura y flujo (FT-101/TT-200/LT-202/PT-201)	
Arrestadores de flama (FAR-1/2)	
Pintura epóxica interna	
Válvulas de seguridad (FAB-1/2)	
Válvulas de control (V-100/200/300)	
Tuberías de distribuidores de entrada (tope) /verticales	
Equipos de Bioas	
Tanque de separación condensado (T-500) con trampas de acero inoxidable	
Compresores de Biogas (CP-201/202/203) para presión de descarga de 10 psig	
Instrumentación PLC	
Analizador de gases (CH4 T-500) tipo laser/LANTEC con certificación UNESCO	
Flare/controles de 75.000 SCFH (F-550)	
Metros de gas (FT-200/201/203) certificados por NTISM	
Flame arresters (FAB 3/4/5/6)	
Transmisores (PR-200/TT-400/PT-205)	
Manifold de oxidación de H2S, con bombas y blowers de aire/instrumentación (AF900/B-800 A, B)	
Válvulas/bypass de bombas de proceso y recirculación en acero inoxidable y acero al carbón	
Soporte/grating del media plástico del digestor	
Válvulas mariposa del distribuidor del techo y by passes de válvulas de control	
Panel de PLC con soportes automáticos/centro general de motores con VFD	
Una Caldera de Biogas de 24,150 lbs/hora a 150 psig	
S U M A N	2,200,000

Tabla 4***Inversión Inicial (tabla 2 de 2)***

DESCRIPCIÓN	PLAN COSTO
CERRAMIENTO PERIMETRAL	82.000
CAMINERAS, PARQUEADERO, GARITA Y AREAS VERDES	30.683
EDIFICIO DE LABORATORIO Y ESTRUCTURAS PARA: GENERADOR CUARTO DE CONTROL, NUTRIENTES Y QUEMADOR DE GAS	70.800
TANQUE DIGESTOR DE 8000 M3 DE CAPACIDAD	544.655
TANQUE ECUALIZADOR DE 600 M3 DE CAPACIDAD	79.692
TANQUE SURG DE 2 x 11 METROS	8.508
RESERVORIO DE TORRE DE ENFRIAMIENTO Y BASES: CHILLER, BUSTER, SECADOR DE AIRE Y PLANTA DE AGUA	36.862
CALDERA: BASE Y GALPÓN	30.600
OBRA CIVIL: BASE PARA TANQUE DIGESTOR	291.630
BASE DE HORMIGÓN PARA TANQUE ECUALIZADOR	34.784
PUENTE DUCTO CAJÓN PARA ACCESO	32.000
MEJORAMIENTO DEL INGRESO A LAS INSTALACIONES	14.800
MATERIALES PARA INSTALACIÓN MECÁNICA	120.000
MANO DE OBRA PARA INSTALACIÓN MECÁNICA	48.000
TRANSFORMADOR DE 500 KV	50.000
MATERIALES, INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR Y ACOMETIDA	25.000
MATERIALES PARA MONTAJE ELÉCTRICO	60.000
MANO DE OBRA PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	25.000
MATERIALES PARA ILUMINACIÓN	40.000
MANO DE OBRA PARA ILUMINACIÓN	15.000
MATERIALES PARA LA PUESTA A TIERRA	50.000
MANO DE OBRA PARA LA PUESTA A TIERRA	15.000
MATERIALES PARA INSTRUMENTACIÓN	70.000
MANO DE OBRA PARA INSTRUMENTACIÓN	20.000
MATERIALES PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIO	70.000
MANO DE OBRA PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIO	40.000
MANO DE OBRA/PINTURA EXTERNA DE TANQUES/TUBERÍAS	50.000
LABORATORIO (MATERIALES DE ANÁLISIS)	60.000
INSTALACIÓN DE CALDERA DE BIOGAS	30.000
TRABAJOS EN LAGUNAS RECEPTORES DE EFLUENTE TRATADO	40.000
SUMINISTRO LOCAL DEL SOLVENTE (10,450 GALONES DE METHYLENE/CHLORIDE)	5.000
TUBERÍA DE VAPOR	50.000
AISLAMIENTO TÉRMICO	40.000
ABLANDADOR, TANQUE DE BUNKER, TANQUE DIARIO DE BUNKER.	60.000
CISTERNA PARA AGUA	30.000
OBRA CIVIL	812.508
TOTAL	5.282.522

Las Tablas 3 y 4 muestran los rubros y valores concernientes a la implementación del proyecto. Los montos presentados describen la propuesta para el Tratamiento de Vinaza por Digestión Anaeróbica para producción de biogás (como combustible para las calderas) durante el tiempo de zafra y durante el tiempo de no zafra; con generación adicional de electricidad, con caldera de alta presión y turbogenerador en contra presión, incluido un reactor / columna empaquetada de reducción de azufre del biogás, utilizando la tecnología de “Sulferec CR-2”, para reducir el azufre a menos de 0.25% y poder usarlo en calderas de alta presión, para generación de electricidad. La propuesta considera los rubros de equipos, materiales y servicios y el valor de mano de obra por concepto de instalación e ingeniería civil necesaria para el montaje, con un total de inversión de \$ 5'282.522 dólares.

Tabla 5

Variables de análisis para la operación del reactor anaeróbico, estimado a junio 2017

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ZAFRA	NO ZAFRA
Días de producción	días	170	170
Producción de alcohol	litros/día	200.000	45.000
Índice Vinaza / litros de alcohol	litros vinaza/litros alcohol	9	11
Volúmen de vinaza tratada	m ³ / día	1.800	495
Demanda Química de Oxígeno (DQOt)	kilogramos /m ³	55	85
Remoción DQOt	%	75	75
Bunker equivalente a biogás/ día	galones/día	5.438	2.264
Bunker equivalente a biogás/ año	galones/año	1.309.329	
Gastos operativos	dólares/año	Aprox. \$ 75.000	

Nota. Realizado por la autora.

La Tabla 5 presenta el resumen de las variables técnicas de análisis. Primeramente, los días de producción tanto en época de zafra de enero a mayo, como en no zafra de julio a diciembre, considerando un cese de actividades en el mes de junio. En ambos casos, tanto en época de zafra como de no zafra, el periodo de operaciones es de 170 días. En época de zafra, la producción de alcohol es de 200.000 litros de alcohol diarios, mientras que en temporada de no zafra, la producción representa tan sólo el 22,50 % de lo producido en época de zafra, es decir 45.000 litros de alcohol al día.

En el proceso de producción, la vinaza generada como residuo corresponde a 9 litros de vinaza por cada litro de alcohol producido en temporada de zafra, mientras que en temporada de no zafra dicho índice incrementa a 11 litros de vinaza por litro de alcohol, mostrando que la eficiencia de la producción es mayor en época de zafra. En cuanto al volumen de vinaza tratada, en temporada de zafra es de 1.800 m³ diarios, mientras que en tiempo de no zafra, la cifra se reduce a 495 m³ al día.

A decir del volumen diario de biogás generado equivalente al consumo de búnker utilizado en el proceso, en tiempo de zafra es de 5.438 galones, mientras que en época de zafra, el equivalente a 2.264 galones, lo cual genera un total anual de 1'309.329 galones.

Tabla 6*Variaciones del mercado de derivados de petróleo*

Comportamiento del Petroleo Brent			
Fecha	Precio \$	División	Variación continua %
dic-15	38,01		
ene-16	30,70	0,8076822	-21,36%
feb-16	32,18	1,0482085	4,71%
mar-16	38,21	1,1873835	17,18%
abr-16	41,58	1,0881968	8,45%
may-16	46,74	1,1240981	11,70%
jun-16	48,25	1,0323064	3,18%
jul-16	44,95	0,9316062	-7,08%
ago-16	45,84	1,0197998	1,96%
sep-16	46,57	1,0159250	1,58%
oct-16	49,52	1,0633455	6,14%
nov-16	44,73	0,9032714	-10,17%
dic-16	53,31	1,1918176	17,55%
ene-17	54,58	1,0238229	2,35%
feb-17	54,87	1,0053133	0,53%
mar-17	51,59	0,9402223	-6,16%
abr-17	52,31	1,0139562	1,39%
may-17	50,33	0,9621487	-3,86%
jun-17	46,37	0,9213193	-8,19%
jul-17	48,48	1,0455036	4,45%
ago-17	51,70	1,0664191	6,43%
sep-17	56,15	1,0860735	8,26%
oct-17	57,51	1,0242208	2,39%
nov-17	62,71	1,0904191	8,66%
dic-17	64,37	1,0264711	2,61%
ene-18	69,08	1,0731707	7,06%
feb-18	65,32	0,9455704	-5,60%
mar-18	66,02	1,0107165	1,07%
abr-18	70,49	1,0677068	6,55%
Variación promedio de mercado			2,21%

Nota. Realizado por la autora.

La Tabla 6 representa el análisis del mercado representado por las variaciones del precio internacional del petróleo Brent. Se consideraron para el análisis los precios del petróleo Brent desde diciembre 2015 hasta abril 2018. En

este contexto, el riesgo del proyecto está sujeto a la variabilidad de las cotizaciones de los derivados del petróleo en mercados internacionales, debido a que el ahorro generado por el proyecto será mayor si el precio de los derivados incrementa y menor si éste disminuye, es decir que el beneficio del generado por el proyecto tiene un comportamiento directamente proporcional al mercado.

Tabla 7

Cálculo de la dispersión del mercado

0,006539403	Varianza
0,082350491	Desviación Estándar
8,24%	Riesgo del Mercado

Nota. Realizado por la autora.

Para la determinación del riesgo del mercado se consideró su dispersión, es decir se tomó en cuenta la varianza y luego la desviación estándar del comportamiento del precio del petróleo Brent durante los periodos estudiados, lo cual dio una tasa de 8,24%. Los valores obtenidos fueron luego utilizados conjuntamente con el análisis de variación del proyecto para obtener el Beta de la industria.

Tabla 8

Cálculo del ahorro por sustitución de búnker

Cantidad reemplazada por biogás	1.109.340,00
Precio búnker	\$ 1,0042
Ahorro por sustitución de búnker	\$ 1.113.999,23

Nota. Realizado por la autora.

Para el análisis de escenarios del proyecto se toma en cuenta la cantidad sustituida de búnker por biogás que corresponde a 1'109.304,00 y se multiplica por el precio promedio a la fecha del búnker (\$1,0042) para obtener el beneficio en dólares por concepto de ahorro para el primer año por un valor de \$ 1'113.999,23. El volumen de búnker sustituido corresponde al promedio de consumo real de SODERAL en los años 2016 y 2017. Es importante indicar que la capacidad de generación de biogás del biodigestor es mayor al volumen consumido, es decir que existiría una capacidad instalada de planta mayor, a la demanda real de biogás de SODERAL.

Los datos de la Tabla 5 muestran que la capacidad máxima de generación de biogás del biodigestor es lo suficiente para suplir el consumo de 1'309.329 galones de búnker, mientras que el consumo promedio calculado en los dos años de referencia es de 1'109.304, lo cual genera una capacidad no utilizada equivalente a 200.025 galones de búnker reemplazado por biogás.

Considerando que el búnker es el principal insumo para los procesos de producción de SODERAL y éste a su vez es un derivado del petróleo, se puede argumentar que el ahorro generado al sustituir bunker por biogás está directamente vinculado al comportamiento del precio del petróleo. Por lo tanto, para el cálculo del beneficio se toma en cuenta las variaciones del precio del petróleo durante los 28 periodos.

Tabla 9***Variación de escenarios del proyecto***

Variación de Escenarios del proyecto		
Periodo	Beneficio	Variación
0	\$ 1.113.999,23	
1	\$ 876.063,889	-24,03%
2	\$ 917.311,155	4,60%
3	\$ 1.074.861,291	15,85%
4	\$ 1.165.710,740	8,11%
5	\$ 1.302.076,802	11,06%
6	\$ 1.343.476,983	3,13%
7	\$ 1.248.298,267	-7,35%
8	\$ 1.272.772,791	1,94%
9	\$ 1.292.881,945	1,57%
10	\$ 1.372.290,847	5,96%
11	\$ 1.232.684,665	-10,73%
12	\$ 1.448.995,570	16,17%
13	\$ 1.483.110,120	2,33%
14	\$ 1.490.969,470	0,53%
15	\$ 1.399.067,758	-6,36%
16	\$ 1.418.458,420	1,38%
17	\$ 1.363.725,448	-3,94%
18	\$ 1.251.970,026	-8,55%
19	\$ 1.307.680,994	4,35%
20	\$ 1.391.773,303	6,23%
21	\$ 1.506.690,493	7,93%
22	\$ 1.542.748,858	2,37%
23	\$ 1.676.292,406	8,30%
24	\$ 1.720.088,498	2,58%
25	\$ 1.841.556,963	6,82%
26	\$ 1.738.490,572	-5,76%
27	\$ 1.757.021,940	1,06%
28	\$ 1.872.129,946	6,35%
Variación promedio del proyecto		1,85%

Nota. Realizado por la autora.

La Tabla 9 presenta los escenarios de variación del beneficio del proyecto. Se tomaron en cuenta 28 valores que corresponden al mismo número de periodos analizados en el análisis del comportamiento del mercado. Como se indicó

previamente, el beneficio del proyecto es directamente proporcional al comportamiento del precio del petróleo, por lo tanto, se calcula el beneficio de los periodos analizados tomando en cuenta las variaciones del petróleo para cada periodo cuyo promedio de variación en el mercado es de 1,85%

Tabla 10

Cálculo de la dispersión del proyecto

0,006726463	Varianza
0,083520007	Desviación Estándar
8,35%	Riesgo del proyecto

Nota. Realizado por la autora.

De la misma forma que para la determinación del riesgo del mercado, se consideró su dispersión, es decir se tomó en cuenta la varianza y luego la desviación estándar de los 28 escenarios considerados para el proyecto, lo cual dio una tasa de 8,35%. Los valores obtenidos fueron luego utilizados conjuntamente con el análisis de variación del proyecto para obtener el Beta de la industria.

Tabla 11

Cálculo del Beta del mercado

Covarianza	0.006617149
Varianza del mercado	0.006539403
Beta calculado	1.011888816

BETA	Calculado	Environmental & Waste Services	Green & Renewable Energy
	1,01188882	0,88	1,20

Nota. Realizado por la autora.

Con el propósito de brindar alternativas de decisión a la gerencia. Se tomaron en cuenta tres valores Beta, el primero fue calculado dividiendo la covarianza del mercado y del proyecto sobre la varianza del mercado, lo cual resultó en un valor de 1,01. El segundo escenario toma en cuenta el beta para las industrias ambientales y de tratamiento de residuos de 0,88 según lo publicado por New York University (2018) y el tercer escenario considera un beta de 1,20 para industrias de generación de energías verdes y renovables, según la publicación de la misma fuente. En todos los casos, existe una relación directamente proporcional alta con el mercado; siendo el menor beta, el correspondiente a la industria de tratamiento de residuos. Los diferentes betas fueron utilizados para la determinación de varios escenarios para el Costo Promedio Ponderado del Capital y luego para el cálculo de la Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR).

Tabla 12

Cálculo del Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC) y Tasa

Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) para capital propio

Costo Promedio Ponderado del Capital para inversión propia			
	Calculado	Environmental & Waste Services	Green & Renewable Energy
β	1,0119	0,8800	1,2000
rf	0,0190	0,0190	0,0190
rm	0,0824	0,0824	0,0824
Ko indust	0,0831	0,0747	0,0950
National risk	-	-	-
bank rate	0,0499	0,0499	0,0499
WACC	8,31%	7,47%	9,50%
TMAR	13,30%	12,46%	14,49%

Nota. Realizado por la autora.

Para este estudio, se realizaron dos escenarios tomando en cuenta tasas diferentes para la inversión propia y la inversión con capital apalancado. Para determinar el Costo Promedio Ponderado del Capital del Proyecto (WACC), por sus siglas en inglés, se consideró para el análisis tres escenarios con betas diferentes, tal como fue explicado en la tabla anterior. En el primer escenario se toma en cuenta el beta calculado para el proyecto según las variaciones del mercado, el segundo considera el valor beta dado para la industria de tratamiento de desechos y el tercero representa el beta de las industrias de generación de energías renovables y verdes. La tasa libre de riesgo toma en cuenta el valor de los bonos del tesoro norteamericano, los cuales son considerados como los instrumentos financieros más seguros, con una tasa de 1,99 % según (U.S. Department of Treasury, 2018). El riesgo del mercado calculado para el comportamiento de los precios del petróleo fue de 8,24 %, lo cual dio como resultado tres valores para el K_o de la industria: el primero de 8,31%, el segundo de 7,47 % y el tercero de 9,50 %.

Para el cálculo del WACC no se ha considerado el riesgo país. La justificación técnica a este supuesto, es que la empresa es nacional, por lo tanto, el riesgo país está implícito en la actividad misma de la empresa. Finalmente, para el cálculo de la Tasa Mínima Atractiva de Mercado (TMAR) se toma en cuenta el costo de oportunidad del proyecto, es decir el valor que generaría la tasa de interés pasiva en el sistema financiero que en promedio es de 4,99% que sumado a los valores obtenidos para el WACC otorgan tasas en los tres escenarios de 13,30 %, 12,46 % y 14,49 % respectivamente.

Tabla 13

Cálculo del Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC) y Tasa

Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) para capital apalancado

Costo Promedio Ponderado del Capital para inversión apalancada			
	Calculado	Environmental & Waste Services	Green & Renewable Energy
β	1,0119	0,8800	1,2000
rf	0,0190	0,0190	0,0190
rm	0,0824	0,0824	0,0824
Ko indust	0,0831	0,0747	0,0950
National risk	-	-	-
bank rate	0,1021	0,1021	0,1021
WACC	8,31%	7,47%	9,50%
TMAR	18,52%	17,68%	19,71%

Nota. Realizado por la autora.

Para la determinación de la tasa mínima atractiva de retorno se tomaron en cuenta los mismos valores que para la inversión con capital propio, pero se consideró en este escenario a la tasa activa bancaria en lugar de la pasiva, puesto que el riesgo implícito al buscar financiamiento para la ejecución del proyecto se encuentra vinculada a la tasa que cobraría el banco por el capital otorgado.

Tabla 14

Análisis de la combinación óptima de crédito

E(portaf)										
VAR Portaf	20% bang	30% bang	40% bang	50% bang	60% bang	70% bang	80% bang	90% bang	100% bang	
E(Portaf)-i*VAR Portaf	80% proj	70% proj	60% proj	50% proj	40% proj	30% proj	20% proj	10% proj	0% proj	
	-6,06%	-4,68%	-3,30%	-1,92%	-0,53%	0,85%	2,23%	3,61%	4,99%	
	0,00329815	0,0026955	0,00224985	0,0019612	0,00182955	0,0018549	0,00203725	0,00237661	0,00287296	
	-0,06027966	-0,046525	-0,03275524	-0,01897146	-0,0051733	0,00863924	0,02246615	0,03630745	0,05016312	
	-6,03%	-4,65%	-3,28%	-1,90%	-0,52%	0,86%	2,25%	3,63%	5,02%	

Nota. Realizado por la autora.

Criterio de evaluación para determinar una combinación óptima entre inversión propia y un préstamo bancario. Para determinar una combinación óptima se considera la rentabilidad que ofrece el banco a través de su tasa pasiva 4,99% y el riesgo país de 5,36%. De la misma manera se requiere de la rentabilidad y el riesgo que ofrece tanto el mercado como del proyecto los cuales fueron calculados anteriormente en el análisis de sensibilidad del proyecto. Entonces para determinar la combinación óptima lo realizaremos a través de una combinación porcentual que irá variando de 10 % en 10 %. Por lo tanto, como primer paso se determina la combinación de la rentabilidad que ofrece el proyecto con la rentabilidad del banco que se expresa de con la siguiente formula $[E(r) \text{ Banco} * \%] + [E(r) \text{ Proyecto} * \%]$.

De la misma manera, se calcula la variación del portafolio, es decir la combinación del riesgo de invertir tanto en el proyecto como en el banco. El cual se expresa con la siguiente fórmula matemática: $(a+b)^2$ que expresándolo en este caso sería $(\% * \text{Banco} + \% * \text{Proyecto})^2$, entonces al desarrollar la expresión matemáticas se tendría: $((\%^2) * (\text{riesgo banco}^2)) + (2 * \% * \text{riesgo banco} * \% * \text{riesgo proyecto}) + ((\%^2) * (\text{riesgo proyecto}^2))$. En este caso se incluye dentro de la formula el coeficiente lambda, el cual considera e incluye dentro de la combinación al mercado del precio del petróleo que de la misma manera toma a consideración la rentabilidad y el riesgo que se calculó anteriormente del mercado así como un sin riesgo el cual es el bono del tesoro norteamericano. El coeficiente lambda se lo calcula con la siguiente formula $(\text{rentabilidad del mercado} - \text{el sin riesgo}) / \text{el riesgo del mercado}$.

Posterior a ello, la combinación óptima se la obtiene a través de la siguiente fórmula, el cual considera la combinación de la rentabilidad del portafolio, la

combinación del riesgo del portafolio y el coeficiente lambda del mercado: $E(\text{Portaf}) - \lambda * \text{VAR Portaf}$. De esta manera, los valores que se obtiene se los expresa porcentualmente, que como se muestra en la tabla empieza de forma negativa hasta que en un momento en una combinación porcentual se vuelve positivo. Esto indicaría que la combinación optima del portafolio se encuentra expresado en estos porcentajes los cuales son 70% de inversión por parte del banco y el 30% de inversión propia con la finalidad de que el inversionista no pierda un costo de oportunidad en invertir en una tasa pasiva del banco.

Tabla 155

Crerios para el crédito en escenario óptimo (70% capital bancario y 30% capital propio)

Capital	\$ 3.697.765,05
Interés	10,21%
Periodos	15
Cuota	\$ 492.001,10

Nota. Realizado por la autora.

De acuerdo al análisis, el monto de financiamiento óptimo para el proyecto es del 70 % de la inversión, lo cual corresponde a \$3'697.765,05, financiados por la Corporación Financiera Nacional a 15 años a una tasa de 10,21 %. Según el cálculo se deberá amortizar una cuota anual de 492.001,1 entre intereses y pago al capital.

Tabla 16

Tabla de amortización del crédito en escenario óptimo (70% capital bancario y 30% capital propio)

N	Balance	Capital	Interés	Cuota
1	\$ 3.583.305,76	\$ 114.459,29	377.541,81	\$ 492.001,10
2	3.457.160,18	126.145,58	365.855,52	\$ 492.001,10
3	3.318.135,14	139.025,04	352.976,05	\$ 492.001,10
4	3.164.915,64	153.219,50	338.781,60	\$ 492.001,10
5	2.996.052,43	168.863,21	323.137,89	\$ 492.001,10
6	2.809.948,28	186.104,15	305.896,95	\$ 492.001,10
7	2.604.842,90	205.105,38	286.895,72	\$ 492.001,10
8	2.378.796,26	226.046,64	265.954,46	\$ 492.001,10
9	2.129.670,26	249.126,00	242.875,10	\$ 492.001,10
10	1.855.108,49	274.561,77	217.439,33	\$ 492.001,10
11	1.552.513,97	302.594,52	189.406,58	\$ 492.001,10
12	1.219.024,55	333.489,42	158.511,68	\$ 492.001,10
13	851.485,86	367.538,69	124.462,41	\$ 492.001,10
14	446.421,47	405.064,39	86.936,71	\$ 492.001,10
15	0,00	446.421,47	45.579,63	\$ 492.001,10

Nota. Realizado por la autora.

La Tabla 16 presenta los valores del crédito amortizado a 15 años por el 70 % de la inversión total.

Análisis de viabilidad financiera del proyecto

En este proyecto se consideraron tres proyecciones para dos escenarios: (a) inversión con capital propio y (b) inversión con capital apalancado por el sistema financiero. En ambos casos se tomaron en cuenta tres TMAR, según lo explicado anteriormente, de acuerdo a los valores betas obtenidos.

Para esto se determinó el flujo de caja del primer año como la sumatoria de todos los meses de un año del total de costos que se incurre mensualmente sin implementar el proyecto. De la misma manera para determinar el crecimiento que se tendría con respecto a estos costos sin implementar el proyecto, se considera una variación porcentual continua entre el primer año y el segundo a través del logaritmo natural, el cual recoge todos los datos numéricos de un intervalo.

Tabla 17

Flujo de Caja con capital propio (primer escenario)

	ESCENARIO DE INVERSIÓN PROPIA CON BETA CALCULADO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL COSTOS SIN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO		\$ 19,804,226	\$ 20,164,302	\$ 20,524,418	\$ 20,890,964	\$ 21,264,057	\$ 21,643,812	\$ 22,030,350	\$ 22,423,791	\$ 22,824,258	\$ 23,231,878
AHORRO EN BUNKER		\$ 1,113,999	\$ 1,209,858	\$ 1,231,465	\$ 1,293,191	\$ 1,358,011	\$ 1,426,080	\$ 1,497,561	\$ 1,572,625	\$ 1,651,451	\$ 1,734,229
COSTOS DE OPERACIÓN DEL BIODIGESTOR		\$ 75,000	\$ 76,351	\$ 77,115	\$ 77,886	\$ 78,665	\$ 79,452	\$ 80,246	\$ 81,049	\$ 81,859	\$ 82,678
BENEFICIO NETO	\$ (5,282,521.50)	\$ 1,038,999	\$ 1,133,507	\$ 1,154,350	\$ 1,215,305	\$ 1,279,346	\$ 1,346,629	\$ 1,417,315	\$ 1,491,576	\$ 1,569,592	\$ 1,651,551
RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		\$ (4,365,491)	\$ (3,482,489)	\$ (2,688,812)	\$ (1,951,316)	\$ (1,266,093)	\$ (629,503)	\$ (38,150)	\$ 511,132		
		INVERSIÓN INICIAL		CRECIMIENTO PROMEDIO							
CRECIMIENTO PORCENTUAL DE LOS COSTOS			1.80%	1.77%	1.79%						
CRECIMIENTO PORCENTUAL DEL BENEFICIO			8.25%	1.77%	5.01%						
TASA DE DESCUENTO		13.30%									
TIR		19.50%									
VAN	\$	1,495,072.60									

Nota. Realizado por la autora.

En este primer escenario el beneficio neto está proyectado a 10 años. Para esto se considera la tasa de descuento del 13,30 %, según lo explicado previamente. Los resultados reflejan que el proyecto en este escenario es factible, puesto que la TIR (tasa interna de retorno), es mayor que dicha la TMAR, 19,50 % en comparación con 13,30 %, lo cual significa que el proyecto es rentable con inversión propia con un VAN de 10 años de retorno de \$ 1'495.072,60 y un periodo de recuperación de la inversión al octavo año.

Tabla 18

Flujo de Caja con capital propio (segundo escenario)

	ESCENARIO DE INVERSIÓN PROPIA CON BETA DE LA INDUSTRIA DE SERVICIOS AMBIENTALES Y DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL COSTOS SIN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO		\$ 19,804,226	\$ 20,164,302	\$ 20,524,418	\$ 20,890,964	\$ 21,264,057	\$ 21,643,812	\$ 22,030,350	\$ 22,423,791	\$ 22,824,258	\$ 23,231,878
AHORRO EN BUNKER		\$ 1,113,999	\$ 1,209,858	\$ 1,231,465	\$ 1,293,191	\$ 1,358,011	\$ 1,426,080	\$ 1,497,561	\$ 1,572,625	\$ 1,651,451	\$ 1,734,229
COSTOS DE OPERACIÓN DEL BIODIGESTOR		\$ 75,000	\$ 76,351	\$ 77,115	\$ 77,886	\$ 78,665	\$ 79,452	\$ 80,246	\$ 81,049	\$ 81,859	\$ 82,678
BENEFICIO NETO	\$ (5,282,521.50)	\$ 1,038,999	\$ 1,133,507	\$ 1,154,350	\$ 1,215,305	\$ 1,279,346	\$ 1,346,629	\$ 1,417,315	\$ 1,491,576	\$ 1,569,592	\$ 1,651,551
RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		\$ (4,365,491)	\$ (3,482,489)	\$ (2,688,812)	\$ (1,951,316)	\$ (1,266,093)	\$ (629,503)	\$ (38,150)	\$ 511,132		
		INVERSIÓN INICIAL		CRECIMIENTO PROMEDIO							
CRECIMIENTO PORCENTUAL DE LOS COSTOS		1.80%	1.77%	1.79%							
CRECIMIENTO PORCENTUAL DEL BENEFICIO		8.25%	1.77%	5.01%							
TASA DE DESCUENTO		12.46%									
TIR		19.50%									
VAN	\$	1,746,273.63									

Nota. Realizado por la autora.

En este segundo escenario con capital propio, se ha tomado en cuenta una tasa de descuento menor, según lo explicado previamente por un valor de 12,46 %. Los resultados reflejan que el proyecto en este escenario es factible, al igual que en el escenario anterior la TIR no varía (19,50 %), siendo esta mayor que la TMAR. No obstante, el Valor Actual Neto (VAN) es mayor que en pronóstico anterior con un retorno de \$ 1'746.273,63 y un periodo de recuperación de la inversión al octavo año.

Tabla 19

Flujo de Caja con capital propio (tercer escenario)

ESCENARIO DE INVERSIÓN PROPIA CON BETA PARA INDUSTRIAS DE ENERGIAS RENOVABLES Y VERDES											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL COSTOS SIN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO		\$ 19,804,226	\$ 20,164,302	\$ 20,524,418	\$ 20,890,964	\$ 21,264,057	\$ 21,643,812	\$ 22,030,350	\$ 22,423,791	\$ 22,824,258	\$ 23,231,878
AHORRO EN BUNKER		\$ 1,113,999	\$ 1,209,858	\$ 1,231,465	\$ 1,293,191	\$ 1,358,011	\$ 1,426,080	\$ 1,497,561	\$ 1,572,625	\$ 1,651,451	\$ 1,734,229
COSTOS DE OPERACIÓN DEL BIODIGESTOR		\$ 75,000	\$ 76,351	\$ 77,115	\$ 77,886	\$ 78,665	\$ 79,452	\$ 80,246	\$ 81,049	\$ 81,859	\$ 82,678
BENEFICIO NETO	\$ (5,282,521.50)	\$ 1,038,999	\$ 1,133,507	\$ 1,154,350	\$ 1,215,305	\$ 1,279,346	\$ 1,346,629	\$ 1,417,315	\$ 1,491,576	\$ 1,569,592	\$ 1,651,551
RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN		\$ (4,365,491)	\$ (3,482,489)	\$ (2,688,812)	\$ (1,951,316)	\$ (1,266,093)	\$ (629,503)	\$ (38,150)	\$ 511,132		
	INVERSIÓN INICIAL			CRECIMIENTO PROMEDIO							
CRECIMIENTO PORCENTAL DE LOS COSTOS		1.80%	1.77%	1.79%							
CRECIMIENTO PORCENTAL DEL BENEFICIO		8.25%	1.77%	5.01%							
TASA DE DESCUENTO		14.49%									
TIR		19.50%									
VAN	\$	1,160,041.24									

Nota. Realizado por la autora.

El último escenario considera la tasa de descuento más exigente de entre los tres escenarios. En este caso se consideró el beta publicado para las industrias de energías renovables y verdes. En este caso, la TMAR es de 14,49 %, lo cual tiene no tienen incidencia en la TIR, pero tiene un efecto en el Valor Actual Neto, reduciendo la factibilidad del proyecto a \$1'160.041,24. Los resultados indican que, en cualquiera de los tres supuestos, la inversión en el biodigestor con capital propio es factible.

Discusión de los resultados del análisis financiero

Para el análisis se consideraron tres proyecciones para dos escenarios: (a) inversión con capital propio y (b) inversión con capital apalancado por el sistema financiero. En ambos casos se tomaron en cuenta tres TMAR según los valores betas obtenidos. Los resultados de la evaluación financiera indican que, en cualquiera de los tres supuestos para la inversión con capital propio, el resultado es factible, puesto que la TIR para los tres escenarios es superior a la TMAR y el Valor Actual Neto (VAN) determinó valores positivos en los tres escenarios.

Finalmente, el periodo recuperación en todos los casos es de ocho años. Por otro lado, los resultados del análisis determinaron que el proyecto no es viable con capital apalancado en ninguno de los tres supuestos analizados, en todos los casos la TIR fue inferior a la TMAR y el VAN siempre fue negativo. En las condiciones actuales el proyecto no genera mayor beneficio a la empresa, puesto que su implementación es con fines de reemplazar el consumo del principal insumo de producción (búnker). Sin embargo, el proyecto tiene una capacidad subutilizada que podría generar ingresos adicionales a la compañía si se utiliza el biogás producido en la generación de energía eléctrica que podría ser consumida en la empresa o posiblemente comercializada.

Conclusiones

Para efectos del presente trabajo, el concepto de desarrollo sustentable y sus teorías relacionadas proveen el soporte teórico al proyecto a implementar, puesto que el reciclaje, transformación y reutilización la vinaza producida como desecho del proceso de obtención de etanol, cumple todos los supuestos contemplados en la conceptualización del Desarrollo Sustentable. Es más, el proyecto cumple los criterios contemplados en la cuarta meta de la sustentabilidad para el 2030. En su significancia teórica, el proyecto para la implementación de un biodigestor para la obtención de biogás cumple los tres ejes fundamentales de la sustentabilidad: (a) económico, al permitir a la empresa mejorar sus costos de producción debido a la obtención de energía a partir de la vinaza; (b) ambiental, al reducir el impacto de la vinaza en el ambiente y (c) social, al mejorar la calidad del aire de las comunidades adyacentes y la generación de empleo en la operatividad del biodigestor.

El proyecto también puede ser estudiado como una manifestación de la empresa de su Responsabilidad Social Corporativa o de su Sustentabilidad Corporativa, lo cual puede ser analizado desde el punto de vista de varias teorías. Para efectos de este trabajo se considera como marco principal la teoría de todos los interesados (*Stakeholders Theory*), puesto que se analizará el impacto del proyecto desde la óptica del directorio, la administración, los trabajadores, los consumidores, la sociedad y el gobierno. El proyecto cumple también los criterios de producción sustentable según los criterios estipulados por la literatura.

La empresa SODERAL es parte de INVERSANCARLOS quienes han sido pioneros en la generación de energías renovables, cumpliendo los criterios

contemplados en el Desarrollo Sustentable. Por otro lado, existe el marco legal adecuado para el desarrollo de energías sustentables, desde la Constitución, El Plan Nacional del Buen Vivir y la Ley, por lo tanto, el contexto macro es favorable para el desarrollo de este proyecto. Bajo estas premisas, el objetivo final de este trabajo fue evaluar la viabilidad financiera del proyecto, cumpliendo los intereses de los accionistas.

En cuanto a la revisión la literatura para este estudio, permitió concluir que los proyectos para la generación de energías renovables y, en este caso la producción de biogás, se encuentran en su etapa de madurez, principalmente en Europa. Esto se puede inferir, debido a que los resultados de los estudios señalan que el costo promedio de producción de biogás ha disminuido con los años, lo cual indica su eficiencia. Existen también referencias de proyectos en Asia y en África, no obstante, no de igual magnitud que los señalados en Europa. En América Latina también existen proyectos para la generación de energías alternativas, en donde el pionero el Brasil y en Ecuador un proyecto para la obtención de biogás en Cuenca.

En cuanto al método utilizado para la evaluación económica de los proyectos referenciales, se recurrió a varios criterios utilizados en la valoración de proyectos de cualquier otra industria, tales como: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Periodo de Recuperación; así como otras definiciones de costos de oportunidad, costos sociales y ambientales a la valoración.

Pese a la abundante literatura, el tema en cuestión para la empresa tiene un alcance exploratorio, puesto que el propósito es obtener mayor información del tema para la toma de decisiones. Con este trabajo se buscó resolver la incógnita de

saber si el proyecto para la implementación de un biodigestor que permita dar tratamiento a la vinaza residuo del proceso de producción de etanol, es factible.

Para el efecto, el enfoque utilizado en la investigación fue mixto. Por un lado, se aplicó la metodología cualitativa para obtener información de varios actores relevantes dentro del proyecto. A través de entrevistas a profundidad se obtuvo información de la gerencia financiera, la gerencia de producción, el departamento de medio ambiente de la empresa y el criterio de una persona representante de la comunidad de Marcelino Maridueña. Por otro lado, la metodología cuantitativa consideró el análisis del comportamiento de los precios del petróleo, costos de producción, montos de consumo de bunker y biogás; los mismos que fueron, luego, evaluados utilizando evaluadores financieros como la Tasa Interna de Retorno (TIR) y Valor Actual Neto (VAN).

Los resultados de las entrevistas permitieron determinar que el problema del tratamiento de la vinaza para la empresa es un tema urgente para la empresa, puesto que genera costo de tratamiento, además de un alto impacto social y ambiental. Antes de la evaluación de este proyecto se consideraron otras alternativas posibles, como encontrar un mercado para la venta de vinaza como fertilizante y en cuanto al biogás se contempló la posibilidad de generar energía eléctrica, no obstante, se evaluó la factibilidad financiera del proyecto únicamente por el ahorro generado por la sustitución del búnker por biogás. Los entrevistados coincidieron que las principales barreras para la ejecución del proyecto corresponden al alto monto de inversión y a la falta de incentivos de gobierno, al mismo tiempo que resaltaron el

beneficio económico para la empresa y el impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente.

En cuanto al análisis financiero se consideraron tres proyecciones para dos escenarios: (a) inversión con capital propio y (b) inversión con capital apalancado por el sistema financiero. En ambos casos se tomaron en cuenta tres TMAR según los valores betas obtenidos. Los resultados de la evaluación financiera indican que, en cualquiera de los tres supuestos para la inversión con capital propio, el resultado es factible, puesto que la TIR para los tres escenarios es superior a la TMAR y el Valor Actual Neto (VAN) determinó valores positivos en los tres escenarios. Finalmente, el periodo recuperación en todos los casos es de ocho años.

Por otro lado, los resultados del análisis determinaron que el proyecto no es viable con capital apalancado en ninguno de los tres supuestos analizados, en todos los casos la TIR fue inferior a la TMAR y el VAN siempre fue negativo.

Recomendaciones

Es importante resaltar que el presente proyecto tuvo varias limitaciones y delimitaciones impuestas. En primer lugar, se analizó la factibilidad de invertir en un biodigestor para la obtención de biogás, el mismo que fuere utilizado en el proceso de producción actual como reemplazo al búnker, por lo tanto, la factibilidad fue demostrada en función al ahorro por reemplazo, mas no se consideraron valores por concepto de ingreso. En segundo lugar, no se tomaron en cuenta posibles ingresos por concepto de créditos de carbono, puesto que en este caso se estaría sujetando el proyecto a un ingreso especulativo no corriente, por lo que se dejó fuera del análisis. En tercer lugar, la planta tendría la capacidad de generar energía eléctrica que podría ser reutilizada o vendida, generando mayor beneficio a la inversión. No obstante, tampoco se tomaron en cuenta los rubros necesarios de inversión en este concepto. Finalmente, existe un desfase en la producción de vinaza que sería la materia prima para la producción de biogás. Por un lado, en época de zafra, la producción de vinaza sobrepasa la capacidad instalada del biodigestor, por lo que en esta época existe un excedente no utilizado, lo que genera pérdidas. Por otro lado, en temporada de no zafra la producción de biogás puede abastecer el reemplazo del 60 % de la producción, por lo que aún se debe consumir bunker, disminuyendo la factibilidad del proyecto.

Con estas premisas, se recomienda en primer lugar, evaluar el proyecto en toda su magnitud, es decir considerar los rubros de inversión necesarios para la instalación de turbo generadores de energía eléctrica, con esto se estaría generando un ingreso por concepto de venta de energía, por lo que el beneficio podría incrementarse. En segundo lugar, informarse de mejor manera en cuanto a la

cotización de los precios de los bonos de carbono para futuras evaluaciones. En tercer lugar, evaluar la posibilidad de almacenar la vinaza para alimentar al biodigestor de manera continua durante todo el año y aprovechar de esta forma toda la capacidad de producción del biodigestor.

A decir de las limitaciones de la investigación, se recomienda realizar un estudio de impacto ambiental que permita cuantificar evaluar costos no financieros de la vinaza en el ecosistema, a través de otros indicadores de sustentabilidad ambiental, como por ejemplo la huella ecológica. De esta forma, se puede evaluar de manera integral el proyecto bajo el marco del Desarrollo Sustentable.

Referencias

- Adeoti, O., Ilori, M., Oyebisi, T., & Adekoya, L. (2000). Engineering design and economic evaluation of a family-sized biogas project in Nigeria. *Technovation*, 20(2), 103 - 108. doi:[https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(99\)00105-4](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(99)00105-4)
- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (23 de 03 de 2016). www.regulacionelectrica.gob.ec. Obtenido de <http://www.regulacionelectrica.gob.ec/ecuador-posee-un-5155-de-energia-renovable/>
- Aguinis, H., & Glavas, A. (2012). What we know and don't know about corporate social responsibility: a review and research agenda. *Journal of Management*, 38(4), 932–968.
- Alcaldía de Cuenca. (27 de 07 de 2017). <http://www.cuenca.gov.ec>. Recuperado el 29 de 12 de 2017, de <http://www.cuenca.gov.ec/?q=content/planta-de-aprovechamiento-de-biog%C3%A1s-producir%C3%A1-energ%C3%ADa-para-7300-familias>
- APROQUE. (2017). Cómo se crea APROQUE. *APROQUE*, 6-7-8.
- Aras, G., & Crowther, D. (2008). Governance and sustainability: an investigation into the relationship between corporate governance and corporate sustainability. *Management Decision*, 46(3), 433–448.
- Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador . (24 de 07 de 2008). *Asamblea Nacional*. Recuperado el 19 de 12 de 2017, de

http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf

Avila Soler, E. (04 de 2009). *Biogás: Opción real de seguridad energética para Mexico*. Mexico, Mexico.

Banco Mundial. (23 de 11 de 2017). *www.bancomundial.org*. Obtenido de <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2017/11/23/energias-renovables-america-latina-futuro>

Bansal, P. (2005). Evolving sustainably: a longitudinal study of corporate sustainable development. *Strategic Management Journal*, 26(3), 197–218.

Barbier, E. (1987). The concept of Sustainable Economic Development. *Environmental Conservation*, 14(2), 101 - 110.

Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. Colombia: Pearson Educación.

Bioenciclopedia. (16 de Enero de 2014). *Bioenciclopedia*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2017, de <http://www.bioenciclopedia.com/biocombustibles/>

Bird, R., Hall, A. D., Momente, F., & Reggiani, F. (2007). What corporate social responsibility activities are valued by the market? *Journal of Business Ethics*, 76, 189–206.

Campbell, J. L. (2007). Why would corporations behave in socially responsible ways? an institutional theory of corporate social responsibility. *Academy of Management Review*, 32(3), 946–967.

- Chabrak, N. (2015). Promoting corporate social responsibility and sustainability: a model of integrity. *Society and Business Review, 1*(3), 280–305.
- Charumathi, B., & Ramesh, L. (2015). On the determinants of voluntary disclosure by Indian companies. *Asia-Pacific Journal of Management Research and Innovation, 11*(2), 108–116.
- Cormier, D., Magnan, M., & Van Velthoven, B. (2005). Environmental disclosure quality in large German companies: economic incentives, public pressures or institutional conditions? *European Accounting Review, 14*(1), 3–39.
- Curbelo, C., & Acosta, L. (24 de 03 de 2014). *centroazucar*. Obtenido de <http://centroazucar.uclv.edu.cu/media/articulos/PDF/2014/2/6.pdf>
- Deegan, C. (2002). Introduction: the legitimising effect of social and environmental disclosures - a theoretical foundation. *Accounting, Auditing & Accountability Journal, 15*(3), 282–311.
- Ecured. (2003). *www.ecured.cu*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2017, de <https://www.ecured.cu/Vinaza>
- Fifka, M. S. (2012). The development and state of research on social and environmental reporting in global comparison. *Journal Für Betriebswirtschaft, 62*(1), 45–84.
- Gladwin, T., Kennelly, J., & Krause, T. -S. (1995). Shifting Paradigms for Sustainable Development: Implications for Management Theory and Research. *Academy of Management Review, 20*(4), 874 - 907.

- gnvmagazine*. (s.f.). Obtenido de http://www.gnvmagazine.com/noticia-rio_de_janeiro_tiene_la_primera_planta_de_biogas_en_brasil-3846
- Gray, D. (2009). *Doing Research in the Real World* (2 ed.). London: SAGE Publications.
- Griggs, D. (21 de March de 2013). Sustainable development goals for people and planet. *Macmillan Publishers Limited*, 495, 305 - 307.
- Haniffa, R. M., & Cooke, T. E. (2005). The impact of culture and governance on corporate social reporting. *Journal of Accounting and Public Policy*, 24(5), 391–430.
- Hawken, P. (1993). *The ecology of commerce: A declaration of sustainability*. . New York: HarperBusiness.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A.
- Hurtado, M. E. (31 de 12 de 2012). *www.scidev.net*. Recuperado el 29 de 12 de 2017, de <https://www.scidev.net/america-latina/biotecnologia/noticias/biog-s-mejorar-a-sustentabilidad-del-agro-en-latinoam-rica.html>
- Iborra Juan, M., Dasi Coscollar, A., & Ferrer Ortega, C. (2014). *Fundamentos de dirección de empresas. Conceptos y habilidades directivas*. Madrid España: Ediciones Paraninfo S.A. .

- IISD. (2003). *Siete preguntas para evaluar la sostenibilidad*. Obtenido de International Institute for Sustainable Development: <http://www.iisd.org>
- INER. (20 de 05 de 2016). www.iner.gob.ec. Obtenido de <https://www.iner.gob.ec/biblioteca/#search> - <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/4/biocombustibles-elaborados-a-partir-de-residuos-solidos-urbanos-y-agricolas>
- INER. (2017). *Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2017, de <http://www.iner.gob.ec/>
- Ingenio San Carlos. (29 de 12 de 2014). *San Carlos*. Obtenido de <http://sancarlos.com.ec/portal/es/web/ingeniosancarlos/cogeneracion-segunda-etapa>
- Ioannou, I., & Serafeim, G. (2015). The impact of corporate social responsibility on investment recommendations: analysts' perceptions and shifting institutional logics. *Strategic Management Journal*, 36, 1053–1081.
- Kates, R., Parris, T., & Leiserowitz, A. (2005). What is Sustainable Development? Goals, indicators, value and practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 8 - 21.
- Kemp, R., Parto, S., & Gibson, R. (2005). Governance for sustainable development: moving from theory to practice. *Int. J. Sustainable Development*, 8(1 - 2), 12 - 30.
doi:<https://doi.org/10.1504/IJSD.2005.007372>
- Kotler, P., Bloom, P., & Hayes, T. (2002). *El marketing de servicios profesionales*. Nueva Jersey, EE.UU.: Prentice Hall Press.

- Krajnc, D., & Glavic, P. (2003). Indicators of sustainable production. *Clean Techn Environ Policy*, 5, 279–288. doi:10.1007/s10098-003-0221-z
- Lu, Y., Abeysekera, I., & Cortese, C. (2015). 2015. *Pacific Accounting Review*, 27(1), 95–118.
- Maeng, H., Lund, H., & Hvelplund, F. (1999). Biogas plants in Denmark: technological and economic developments. *Applied Energy*, 64(1 - 4), 195-206. doi:https://doi.org/10.1016/S0306-2619(99)00067-7
- Manetti, G. (2011). The quality of stakeholder engagement in sustainability reporting: empirical evidence and critical points. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 18(2), 110–122.
- Meadows, D, H., L., M. D., & Randers, J. (1992). *Beyond the limits: Confronting global collapse—envisioning a sustainable future*. Chelsea Green: Post Mills.
- Ministerio de Industrias y Productividad. (22 de 12 de 2017). www.industrias.gob.ec. Recuperado el 27 de 12 de 2017, de <http://www.industrias.gob.ec/ministra-de-industrias-conocio-los-avances-del-proyecto-de-biocombustibles-en-ecuador/>
- Ministerio de Minas y Petroleos. (04 de 02 de 2010). *Control de Hidrocarburos*. Recuperado el 22 de 12 de 2017, de <http://www.controlhidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/MARCO-LEGAL-2016/Registro-Oficial-123-Acuerdo-Ministerial-135.pdf>

Miranda Miranda, J. J. (2012). *Gestión de Proyectos: Identificación, formulación, evaluación, financiera, económica, social, ambiental*. (Septima ed.).

Bogotá: Lemoine Editores.

Molina, C., & Quiñonez, W. (2012). Biodegradación anaeróbica de vinaza generada en la destilería Soderal y aprovechamiento energético del biogás como medio para bajar el impacto de gases de efecto invernadero.

Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2029>

Molina, C., & Quiñonez, W. (7 de Mayo de 2012). Biodegradación Anaeróbica de Vinaza generada en la Destilería Soderal y Aprovechamiento Energético

del Biogás como medio para bajar el impacto de gases de efecto invernadero. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 6 de Julio de 2016, de En Universidad

Politécnica Salesiana Repositorio Digital. Guayaquil.:
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2029>

Montiel, I. (2008). Corporate social responsibility and corporate sustainability separate pasts, common futures. *Organization & Environment*, 21(3), 245 - 269.

Moreno Figueredo, C. (Octubre-Diciembre de 2011). *CUBASOLAR*. Recuperado el 13 de 12 de 2017, de
<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia56/HTML/Articulo05.htm>

Moreno, A. (05 de 05 de 2013). *INER*. Recuperado el 21 de 12 de 2017, de
<http://www.iner.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2013/05/5_MEER_Proyectos-de-Energ%C3%ADa-Renovable_Adrian_Moreno.pdf

- Murray, A., Haynes, K., & Hudson, L. J. (2010). Collaborating to achieve corporate social responsibility and sustainability?: possibilities and problems. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, *1*(2), 161–177.
- Muttakin, M. B., Khan, A., & Azim, M. I. (2015). Corporate social responsibility disclosures and earnings quality: are they a reflection of managers' opportunistic behavior? *Managerial Auditing Journal*, *30*(3), 277–298.
- Navarro Dino, P. (s.f.). Teoría de la Factibilidad. Recuperado el 10 de 12 de 2017
- New York University. (Enero de 2018). Obtenido de http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html
- OLADE. (10 de 2015). *Biblioteca.olade.org*. Recuperado el 18 de 12 de 2017, de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0345.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2008). *www.fao.org*. Recuperado el 29 de 12 de 2017, de <http://www.fao.org/3/a-i0100s.pdf>
- Patterson, T., Esteves, S., Dinsdale, R., & Guwy, A. (2011). An evaluation of the policy and techno-economic factors affecting the potential for biogas upgrading for transport fuel use in the UK. *Energy Policy*, *39*(3), 1806 – 1816. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.01.017>

- Pistonesi, C. H. (2010). *Energía a partir de las aguas residuales*. Buenos Aires: Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional.
- Porter, M., & van der Linde, C. (1999). Green and competitive: Ending the stalemate. *Journal of Business Administration and Politics*, 215 - 230.
- Przychodzen, J., & Przychodzen, W. (2013). Corporate sustainability and shareholder wealth. *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(4), 474–493.
- Quito Alcaldía. (13 de Octubre de 2017). <http://www.quito.gob.ec/>. Obtenido de <http://www.quitoinforma.gob.ec/2017/10/13/lista-la-planta-de-generacion-de-energia-electrica-a-partir-de-la-basura/>
- Revista Lideres. (04 de Junio de 2012). *Revista Lideres*. Recuperado el 01 de Diciembre de 2017, de <http://www.revistalideres.ec/lideres/melaza-endulza-ganaderos-agricultores.html>.
- Roca, J. (11 de 01 de 2016). www.elperiodicodelaenergia.com. Recuperado el 28 de 12 de 2017, de <http://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-plantas-de-biomasa-del-mundo/>
- Russo, M. V. (2003). The emergence of sustainable industries: building on natural capital. *Strategic Management Journal*, 24(4), 317–331.
- Sampieri Hernández, R. (2010). *Metodología de la Investigación*. (Quinta ed.). Recuperado el 2 de noviembre de 2016, de <file:///E:/UTE%20B-2016/Metodologia%20de%20la%20investigación%205ta%20Edición.pdf>

Schalleberg Rodríguez, J., Piernavieja Izquierdo, G., & Hernández Rodríguez, C. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. España: Instituto Tecnológico de Canarias S.A.

SENPLADES. (01 de 02 de 2009). PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR 2009-2013. ECUADOR.

Shamil, M. M., Shaikh, J. M., Ho, P.-L., & Krishnan, A. (2014). The influence of board characteristics on sustainability reporting: empirical evidence from Sri Lankan firms. *Asian Review of Accounting*, 22(2), 78–97.

Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos. (10 de Noviembre de 2017). *San Carlos*. Obtenido de http://www.sancarlos.com.ec/portal/html/themes/ingenio/pdf/proceso_produccion.pdf

SODERAL . (2015). Bicombustibles. *SODERAL*, 5.

SODERAL . (02 de Diciembre de 2017). Manual de Procesos.

Steurer, R., Langer, M., Konrad, A., & Martinuzzi, A. (2005). Corporations, Stakeholders and Sustainable Development I: A Theoretical Exploration of Business–Society Relations. *Journal of Business Ethics*, 61, 263–281. doi:DOI 10.1007/s10551-005-7054-0

Stoddart, H. (2011). A Pocket guide to sustainable development governance. *Stakeholder Forum*.

- Swarnapali, N. (2017). Corporate sustainability: A Literature review. *Journal for Accounting Researchers and Educators*(1), 1 - 14. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/317428267>
- Textos Científicos. (s.f.). *Textos Científicos*. Recuperado el 3 de 12 de 2017, de <https://www.textoscientificos.com/energia/biogas/ usos>
- Thompson , A., Gamble , J., Peteraf , M., & Strickland III , A. (2012). *Administración Estratégica*. Mexico: McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A.
- Tobal, C. G. (03 de Abril de 2013). *narutobal2013*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2017, de <http://narutobal2013.blogspot.com/2013/04/ventajas-y-desventajas.html>
- Tsagarakis, K., & Papadogiannis, C. (2006). Technical and economic evaluation of the biogas utilization for energy production at Iraklio Municipality, Greece. *Energy Conversion and Management*, 47(7 - 8), 844–857. doi:<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2005.06.017>
- U.S. Department of Treasury. (May de 2018). Obtenido de <https://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=billrates>
- United Nations Development Programme. (1994). *Human development report*. New York.
- Valvermont. (06 de 03 de 2017). *Medioambiente y Naturaleza*. Recuperado el 08 de 12 de 2017, de <http://medioambienteynaturaleza.com/que-es-el-biogas-definicion-biodigestores-y-otra-informacion/>

- Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Educación*, 33(1), 155 - 165. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Veleva, V., & Ellenbecker, M. (2001). Indicators of sustainable production: framework and methodology. *Journal of Cleaner Production*, 9(6), 519–549. doi:[https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00010-5](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00010-5)
- Viederman, S. (1994). *The economics of sustainability: Challenges*. Recife: The Economics o! Sustainability Fundacao Joaquim Nabuco.
- Zavaleta Vázquez, O. (15 de 06 de 2016). *www.elfinanciero.com.mx*. Recuperado el 29 de 12 de 2017, de <http://www.elfinanciero.com.mx/opinion/las-energias-renovables-en-america-latina.html>

APÉNDICE A

N°	DESCRIPCIÓN AREA DE LA PLANTA INDUSTRIAL	N° EMPLEADOS
1	Administración	4
2	Laboratorio Control Calidad	8
3	Producción	5
4	Ambiente	1
5	Gerencia planta	1
6	Recepción	1
7	Seguridad y Salud en el Trabajo	1
8	Co2	4
9	Fermentación	5
10	Destilación Etflico	4
11	Destilación Anhidro	4
12	Despacho y almacenamiento	3
13	Mantenimiento	9
14	Bodega	3
15	Servicios varios	7
16	Casa de fuerza	4
TOTAL		64

N°	DESCRIPCION AREA LOCAL COMERCIAL	N° EMPLEADOS
1	Talento Humano	5
2	Ventas	3
3	Contabilidad	4
4	Gerencias General	2
5	Financiero	2
6	Sistemas	1
TOTAL		17

APÉNDICE B

PREGUNTAS DE ENTREVISTA

El propósito de la entrevista es obtener el punto de vista de los interesados (*stakeholders*) en el desarrollo del proyecto y su implicancia con el desarrollo sustentable.

Entrevista #1

Desde el punto de vista de la gerencia financiera, se entrevistó al Ing. Arturo Feraud, quien se ha desarrollado como gerente financiero de SODERAL desde hace 6 años.

- 1. Brevemente podría describir cómo surgió la idea del proyecto del biodigestor, ¿Cuál es el problema o necesidad que fundamenta su implementación? y ¿cuáles son sus expectativas con respecto a los resultados?**

El proyecto surge primero por la necesidad de hacer algo con la vinaza, y por lo tanto se estudió como en otros países las destiladoras manejaban y como estaban utilizando la vinaza, y se observó que podían transformarla en biogás. De esta forma se aprovecharía el efluente del proceso de producción de alcohol y se ahorraría el consumo de combustibles como el bunker.

2. En términos económicos, ¿cómo cree usted que la implementación del proyecto beneficiará a la empresa?

La disminución del consumo del bunker que es combustible contaminante reemplazado por el uso de una energía alternativa que es el biogás que no es contaminante al medio ambiente.

3. En términos sociales, ¿cómo cree usted que la implementación del proyecto beneficiará a la empresa?

Tiene un beneficio adicional que son los créditos de carbono que se negocian en los mercados internacionales y benefician la imagen de la empresa al ofrecer este tipo de créditos de carbono dando una expansión internacional.

4. En términos ambientales, ¿cómo cree usted que la implementación del proyecto beneficiará a la empresa?

Al dejar de quemar bunker en las calderas y consumir biogás del tratamiento de la vinaza, se disminuye la contaminación absoluta del uso de un combustible fósil como el bunker.

5. ¿El proyecto/ operación ayudará directa o indirectamente a mantener el bienestar de la población (y, de preferencia, a mejorarlo ¿El propósito es producirlo como insumo o como producto de comercialización?

El objetivo es que reemplace el consumo del bunker, por lo tanto sería un insumo y beneficiaría directamente la problemática de utilizar combustibles fósiles.

6. ¿El proyecto u operación ayudará directa o indirectamente a mantener o fortalecer la integridad de los sistemas biofísicos a largo plazo?

Definitivamente si va ayudar a mantener los sistemas biofísicos con el reemplazo del bunker por el biogás.

7. ¿Qué barreras podrían afectar la implementación del proyecto?

El costo de este sistema es una barrera económica fuerte, esta tecnología es costosa y los precios de los certificados de carbono han caído a nivel mundial y esto hace más larga la recuperación de inversión.

8. ¿Han evaluado otras alternativas?

Una de las alternativas es concentrar la vinaza, ya que otro uso es utilizarla como fertilizante por el alto contenido de potasio, se ha estudiado la opción como abono.

9. ¿Está asegurada la solidez financiera del proyecto/compañía y el proyecto u operación contribuirá (a través de planeamiento, evaluación, toma de decisiones y adopción de acciones) a alcanzar la viabilidad de la economía local?

No se la puede evaluar como un proyecto independiente, sino como un proyecto de la actividad que tiene que ser necesariamente ligado a la producción de alcohol.

10. ¿Cuál cree usted que es el aporte del proyecto en términos de Desarrollo Sustentable?

Justamente se están utilizando los residuales del proceso productivo, lo cual es muy importante y beneficioso; ya que estaríamos produciendo energía a partir del residuo de proceso de producción del alcohol.

Entrevista #2

Desde el punto de vista de Producción se entrevistó al Ing. Mario Aguilera Salazar, gerente de producción quien viene colaborando en SODERAL desde hace 25 años.

1. Brevemente podría describir cómo surgió la idea del proyecto del biodigestor, ¿Cuál es el problema o necesidad que fundamenta su

implementación? y ¿cuáles son sus expectativas con respecto a los resultados?

Actualmente la vinaza está siendo aprovechada por medio de un vinazaducto para dosificarla como fertilizante en los sembríos de caña, porque su contenido de potasio es muy alto y ahorra ese tipo de insumos. Sin embargo el DBO y DQO de la vinaza son extremadamente altos, lo cual podría generar una contaminación en los ríos si existen poco cuidado en la dosificación en el campo; por lo antes mencionado se hace necesario un biodigestor de vinaza para bajarle la carga orgánica en un 80% y con esto se baja el riesgo de afectación al medio ambiente.

Por lo general los proyectos de medio ambiente, no tienen recuperación de inversión, sin embargo si hacemos la biodigestión de la vinaza y generamos biogás, podemos utilizar el biogás como combustible en las calderas y bajar los costos de producción, generando una recuperación de la inversión, si montamos una planta de biogás.

2. En términos operativos o productivos, ¿cómo cree usted que la implementación del proyecto beneficiará a la empresa?

Al generar biogás y utilizarlo en las calderas dejaremos de utilizar una cierta cantidad de combustibles fósiles (bunker) lo que representa un beneficio a nivel ambiental. Lo segundo sería que bajaríamos los costos de producción porque dejaríamos de consumir una cantidad de bunker al reemplazarlo por el biogás.

3. En términos sociales, ¿cómo cree usted que la implementación del proyecto beneficiará a la empresa?

Al montar una planta se genera mano de obra temporal por 9 meses lo que duraría el montaje y puesta en marcha se generarían 2 puestos de trabajo permanente.

4. En términos ambientales, ¿cómo cree usted que la implementación del proyecto beneficiará a la empresa?

En la primera pregunta se explica claramente el beneficio ambiental.

5. ¿Qué barreras podrían afectar la implementación del proyecto?

Barrera económica: liquidez de la empresa

Barrera política: subsidios de combustibles al sector industrial

Barrera internacional: que el proyecto no tengo peso a nivel mundial

6. ¿Han evaluado otras alternativas?

Si, en utilizar la vinaza para obtener energía eléctrica a través del uso del biogás en turbogeneradores.

7. ¿Conoce de otras experiencias que existen con respecto a plantas de biogás a partir de vinaza en Ecuador?

Si, en la empresa Codana (Milagro) tiene una planta de biogás a partir de vinaza y la aprovecha para quemarlo en las calderas.

8. ¿Cuál cree usted que es el aporte del proyecto en términos de Desarrollo Sustentable?

Estaríamos utilizando la cadena productiva de la caña de azúcar completamente, ya que el efluente de una destilería que utiliza como materia prima la melaza de la caña de azúcar, es la vinaza y la estaríamos transformados en biogás para el uso de nuestras calderas.

Entrevista #3

Desde el punto de vista del Medio Ambiente se entrevistó al Ing. Camilo Molina, Ingeniero de Medio Ambiente, quién ha laborado en SODERAL durante 25 años y ha estado muy de cerca en desarrollo y avance del proyecto de biogás.

1. Brevemente podría describir cómo surgió la idea del proyecto del biodigestor, ¿Cuál es el problema o necesidad que fundamenta su implementación? y ¿cuáles son sus expectativas con respecto a los resultados?

La problemática por la que surgió la idea del proyecto del biodigestor es el impacto ambiental, debido a la alta carga orgánica que posee la vinaza, y si la misma es mal manejada podría ocasionar impactos en las fuentes hídricas. Esta alta carga orgánica de los residuales de las destilerías (vinaza) puede ser aprovechada degradando biológicamente esta materia orgánica para generar metano que es aprovechable como combustible alternativo y desplazar el uso de combustibles fósiles.

Las expectativas del proyecto serían generar un retorno de inversión a la destilería por el reemplazo de combustible fósil por biogás.

2. En términos operativos o productivos, ¿cómo cree usted que la implementación del proyecto beneficiará a la empresa?

Si producimos biogás por la degradación anaeróbica de la vinaza, el metano es aprovechado para quemarlo en las calderas y /o energía eléctrica y la destilería se hace autosustentable aprovechando estos residuales.

3. En términos sociales, ¿cómo cree usted que la implementación del proyecto beneficiará a la empresa?

El cantón se beneficiaría si producimos energía eléctrica con estos residuales: plazas de empleos temporales y permanentes. La descomposición de la materia

orgánica genera impacto de olores ofensivos, al producir biogás disminuyen estos impactos mejorando la calidad del aire de la comunidad.

4. En términos ambientales, ¿cómo cree usted que la implementación del proyecto beneficiará a la empresa?

En la parte ambiental, la vinaza es almacenada en piscinas para fertirrigación de los cultivos de caña, esto por su descomposición natural genera metano, que es un gas que genera mucho impacto como efecto invernadero. El proyecto lo que haría es bajar este impacto, consumir el metano quemándolo en las calderas y como consecuencia bajar el gas de efecto invernadero. Este sería un aporte al beneficio ambiental del cantón.

5. ¿Qué barreras podrían afectar la implementación del proyecto?

Barreras políticas, la falta de incentivos para nuevos proyectos ambientales por parte del Gobierno.

6. ¿Han evaluado otras alternativas?

Otra alternativa es la energía eléctrica, utilizar el biogás para cogenerar energía eléctrica y utilizarla para el consumo interno de la empresa.

7. ¿Conoce de otras experiencias que existen con respecto a plantas de biogás a partir de vinaza en Ecuador?

En el Ecuador es Codana, yo participe en el proyecto del montaje de una planta de biogás en Codana.

8. ¿Cuál cree usted que es el aporte del proyecto en términos de Desarrollo Sustentable?

El desplazamiento de combustible fósil (bunker) y al consumir una energía alternativa renovable, se aprovecha al máximo los residuales y el ciclo productivo se cierra al realizar fertilizantes para el campo.

Entrevista #4

Desde el punto de vista de la comunidad: Ing. Julio Delgado (concejal del cantón Marcelino Maridueña)

- 1. ¿Hace cuánto tiempo vive en la comunidad? (Averiguar información sobre la persona con el fin de determinar su relevancia con la comunidad, por ende, como sujeto de entrevista)**

Hace 74 años, nací en Marcelino Maridueña, soy ingeniero civil de profesión y me he desempeñado durante 14 años como concejal lo que me ha permitido conocer las necesidades de mi cantón y 37 años como docente aportando al desarrollo de la juventud marcelinence.

- 2. ¿Cuál es su actividad económica?**

Actualmente soy jubilado, contratista independiente de obras civiles y concejal del cantón.

- 3. ¿Cuánto sabe de la empresa SODERAL, o del Grupo San Carlos?**

En cuanto a Soderal viene desarrollando sus actividades desde el año 1993 y está teniendo un crecimiento vertiginoso en los últimos años en un área muy importante, como lo es la producción de alcohol.

El Grupo San Carlos es propietario del mayor ingenio azucarero del país desde 1987, fundado por el Sr. Calos Linch, cuyos primeros asentamientos fueron en un sitio llamado la María cercano al lugar donde hoy tiene sus instalaciones. En los últimos años además de producir azúcar se ha dedicado a la producción de energía eléctrica a partir del bagazo de la caña de azúcar como combustible.

- 4. Según su criterio, ¿cuál es la contribución de la empresa con la comunidad?**

Soderal e Ingeniero San Carlos han contribuido positivamente al desarrollo de la comunidad marcelinence, generando fuente de trabajo para sus habitantes, se

estima que el 80% de la población trabaja para estas empresas. Por su actividad económica contribuye con impuestos puntuales a la municipalidad de Marcelino Maridueña, estimándose un promedio de 300.000 dólares anuales, lo que ayuda al desarrollo y crecimiento del cantón.

En el año 1982 se benefició a la clase trabajadora con la entrega de viviendas de hormigón armado las cuales fueron canjeadas por ciertos beneficios. En actualidad mantiene un hospital al servicio de los trabajadores y sus familiares, una escuela y colegio para los hijos de los trabajadores y la comunidad en general.

Además para la ampliación del perímetro urbano del cantón ha contribuido con considerables áreas de terreno, concretamente de la Ciudadela Los Parques II.

5. Según su criterio, ¿cuál es ha sido el efecto de la actividad de SODERAL en el medio ambiente del entorno, positivo, negativo y por qué?

Existen diversos criterios en la comunidad, hay una minoría que tiene temor de que el riesgo de producir alcohol generase algún percance por derrame de alcohol, sin embargo la mayoría de la población está consciente de que la empresa ha previsto cualquier tipo de derrame, emisión de gases y los controla correctamente. Por parte de la municipalidad se han solicitado repuestas aclaratorias sobre dichos temas y referencias técnicas de la manejo de la seguridad en las instalaciones, las cuales han sido presentado oportunamente por la empresa.

6. ¿Sabe usted lo que es el biogás?

Tengo conocimiento que la melaza es la materia prima para el proceso de la producción de alcohol, mediante un proceso de fermentación y destilación y que del desperdicio de este proceso (vinaza) se podría generar el biogás.

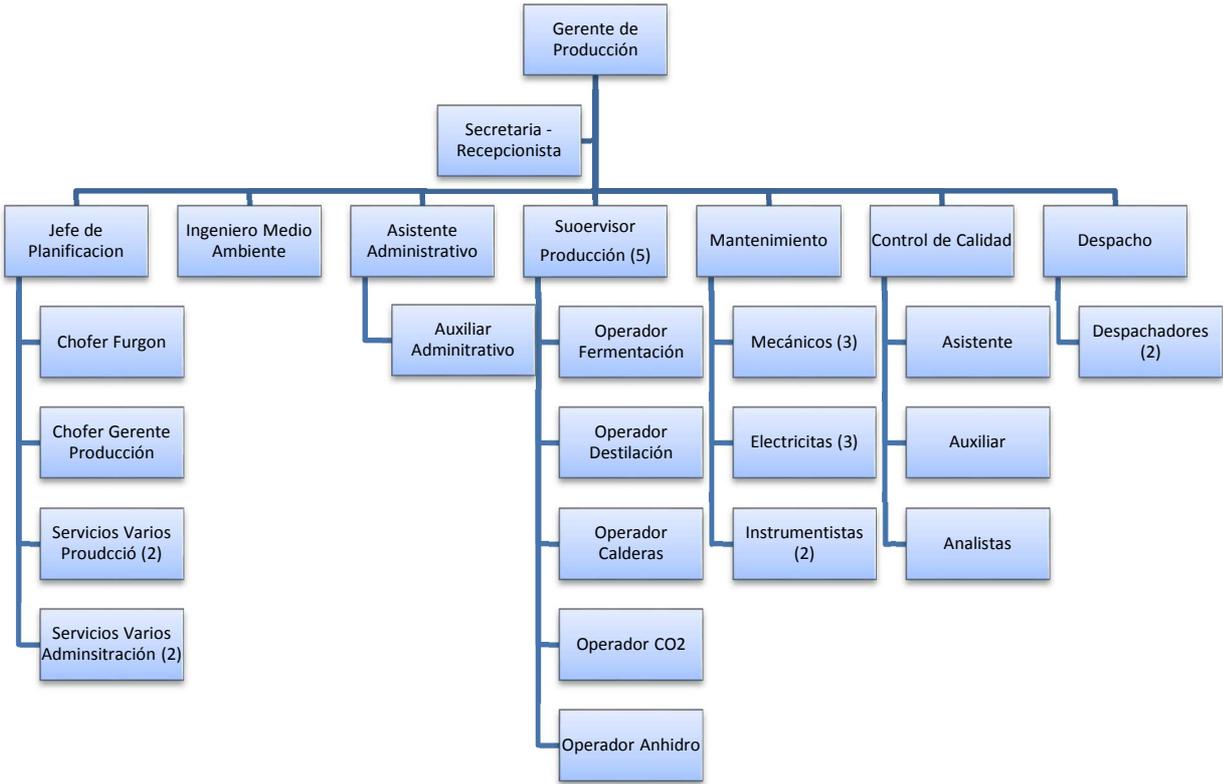
- 7. ¿De qué forma cree usted que un proyecto como ese contribuirá en la comunidad? (si la respuesta a la pregunta anterior es negativo, será necesaria una pequeña explicación con respecto al biogas)**

Su aporte sería generando mayor fuente de trabajo para la comunidad del cantón y mayor contribución para las arcas municipales.

- 8. ¿De qué forma cree usted que un proyecto como ese contribuirá con el medio ambiente?**

Considero que va a mitigar los olores de las áreas aledañas, un reconocimiento al cuidado ambiental del cantón para mejorar la calidad del aire con este tipo de proyectos ambientales.

APÉNDICE C
ORGANIGRAMA DE SODERAL



APÉNDICE D
DISEÑO DEL BIODIGESTOR

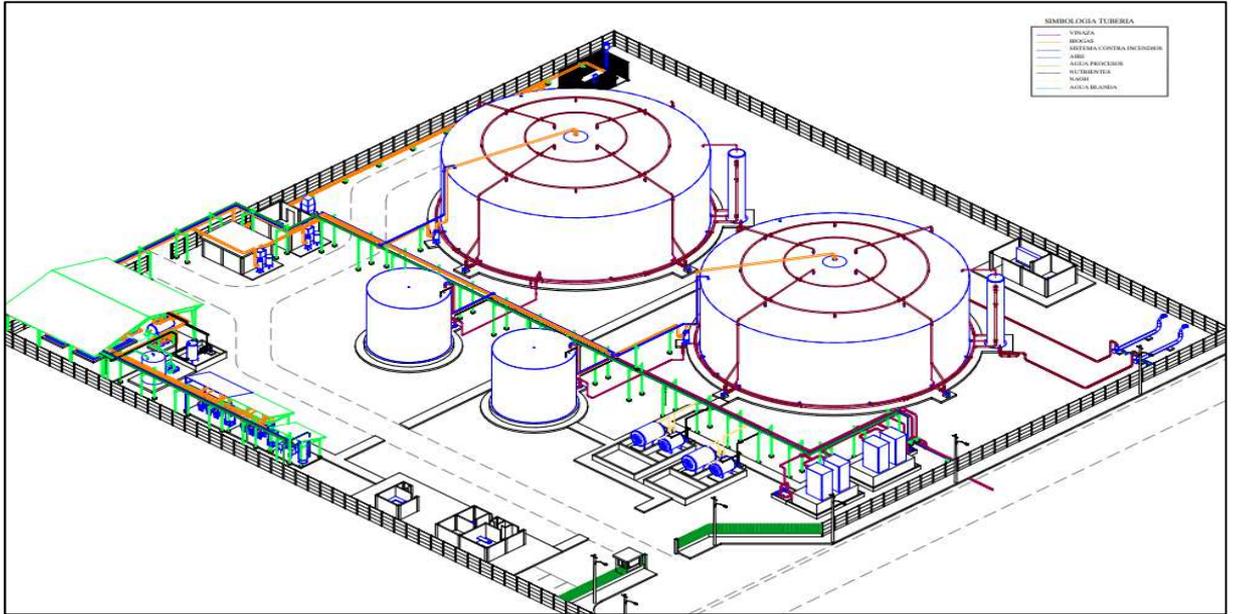


Figura 8. Plano de Biodigestor. Tomado de (SODERAL , 2017)

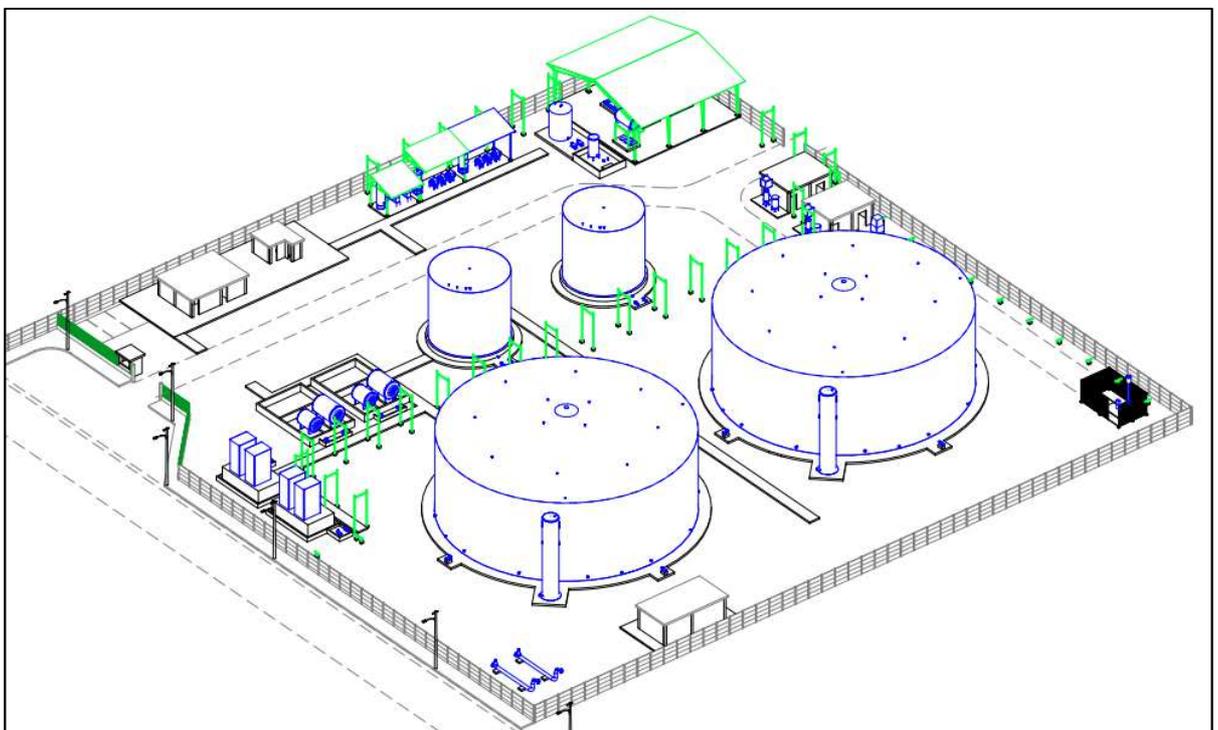


Figura 9. Plano de Biodigestor. Tomado de (SODERAL , 2017)



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Andrade Velarde Ángela Daniela, con C.C: # 0921655064 autora del trabajo de titulación: *El residuo Vinaza como una estrategia de Energía Sustentable para la Adquisición de una Planta de Biogás en la compañía Sociedad de Destilación de Alcoholes S.A. en el cantón Marcelino Maridueña* previo a la obtención del grado de **MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de graduación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de agosto de 2018

f. _____

Nombre: Andrade Velarde Ángela Daniela

C.C: 0921655064

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	El residuo Vinaza como una estrategia de Energía Sustentable para la Adquisición de una Planta de Biogás en la compañía Sociedad de Destilación de Alcoholes S.A. en el cantón Marcelino Maridueña.		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Andrade Velarde, Angela Daniela		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Econ.Coello Cazar, David Mgs/ Econ.Zambrano Chumo Laura Mgs		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Sistema de Posgrado		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	Maestría en Administración de Empresas		
GRADO OBTENIDO:	Magíster en Administración de Empresas		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	14 de agosto de 2018	No. DE PÁGINAS:	106
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sostenibilidad Corporativa, Producción Sustentable, Responsabilidad Social Corporativa y Energías Sustentables.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	vinaza, biogás, energías sustentables, residuo orgánico, sustentabilidad corporativa, responsabilidad ambiental, responsabilidad social empresarial		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El presente trabajo está enfocado en el estudio del residuo Vinaza como una estrategia de Energía Sustentable para la Adquisición de una Planta de Biogás en la compañía Sociedad de Destilación de Alcoholes S.A. en el cantón Marcelino Maridueña. SODERAL es una industria que fue creada en el año 1992 por Sociedad Agrícola e Industrial San Carlos S.A., se dedica a la producción de alcohol etílico, anhídrido y dióxido de carbono a partir de la caña de azúcar. La vinaza obtenida como residuo del proceso de producción genera un problema que comprometen costos para la empresa, impacto social y ambiental, por lo que la empresa se encuentra en la necesidad de dar un tratamiento sustentable a este desecho y está evaluando la posibilidad de invertir en un biodigestor para la transformación de la vinaza en biogás que será reutilizado en el proceso productivo. Se realizó una investigación con enfoque mixto, bajo el marco del desarrollo sustentable. Los resultados de las entrevistas determinaron que las barreras para el proyecto corresponden al alto monto de inversión, al mismo tiempo que resaltaron el beneficio económico para la empresa y el impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente. Los resultados de la evaluación financiera indican que, de los tres supuestos para la inversión con capital propio, el resultado es factible. No obstante, el proyecto no es viable con capital apalancado en ninguno de los tres supuestos analizados.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-4-2199496 / 0997592474	E-mail: aandrade@soderal.com.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: María del Carmen Lapo Maza		
	Teléfono: +593-4-2206950		
	E-mail: maria.lapo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			