

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

**FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES,
Y JURIDICAS**

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“ESTUDIO DE LA RENTABILIDAD Y SU IMPACTO EN
EL DESARROLLO DE PYMES EN EL SECTOR DE BIO-
ENERGIAS RENOVABLES GENERADORAS DE ELEC-
TRICIDAD EN FRANCISCO DE ORELLANA.AÑO 2014”**

Realizado por:

WIDMARK RICARDO VILLARREAL ALMEIDA

Director del proyecto:

MG. DANNY TRUJILLO

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN ADMINISTRACION DE NEGOCIOS

Quito, Abril de 2015

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, WIDMARK RICARDO VILLARREAL ALMEIDA, con cédula de identidad # 040070124-9, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, comparto mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, con la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Widmark Ricardo Villarreal Almeida

C.C.: 040070124-9

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“ESTUDIO DE LA RENTABILIDAD Y SU IMPACTO EN EL
DESARROLLO DE PYMES EN EL SECTOR DE BIOENER-
GIAS RENOVABLES GENERADORAS DE ELECTRICI-
DAD EN FRANCISCO DE ORELLANA AÑO 2014”**

Realizado por:

WIDMARK RICARDO VILLARREAL ALMEIDA

Como requisito para la Obtención del Título:

MAESTRIA EN ADMINISTRACION DE EMPRESAS

Ha sido dirigido por el profesor

DANNY TRUJILLO

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

MG. Danny Trujillo

DIRECTOR

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

MG. VIVIANA NEIRA

PHD. DIEGO DONOSO

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador

MG. Viviana Neira

PHD. Diego Donoso

Quito, Abril de 2015

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a mi esposa, quien es mi compañera ideal en el transitar por la vida, testigo incomparable de amor. A mis padres quienes con sus valores y principios me dieron ejemplo de tenacidad y lucha. A Dios a quien pertenezco y en su presencia soy fuerte; quien en su infinita gracia se ha transformado en la roca que ha guiado mi vida.

AGRADECIMIENTO

Al profesor Danny Trujillo por su acertada dirección de la tesis. Su profesionalismo y entrega fueron determinantes a la hora de conformar este documento.

A los profesores Viviana Neira y Diego Donoso, quienes con sus lecturas aportaron una visión diferente e integradora de mi investigación.

A la Universidad Internacional SEK, por su esfuerzo de formar profesionales íntegros.

INDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
INDICE DE FIGURAS	xi
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 El problema de investigación	1
1.1.1 Planteamiento del Problema	1
1.1.1.1 DIAGNÓSTICO.....	1
1.1.1.2 Control Pronóstico.....	2
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.3. Sistematización del problema.....	3
1.1.4. Objetivo General.....	3
1.1.5. Objetivos Específicos	3
1.1.6 Justificación	4
1.2 Marco Teórico	5
1.2.1 Estado actual del conocimiento sobre el tema.....	5
1.2.2 Adopción de una perspectiva teórica.....	13
1.2.3 Marco conceptual	13
1.2.5 Identificación y Caracterización de las Variables	15
CAPÍTULO II.....	16
2. EL MÉTODO.....	16
2.1. Tipo de Estudio.....	16
2.2. Modalidad de Investigación.....	16
2.3. Método.....	17
2.4. Población y muestra	17
2.5. Selección instrumentos de investigación.....	17
2.6. Validez y confiabilidad de instrumentos	18
2.7. Operacionalización de variables	18
2.8. Procesamiento de datos	20
CAPITULO III.....	21
3. RESULTADOS	21
3.1 Levantamiento de datos.	21
3.1.1. Estudio, planta de biogás generadora de electricidad (proceso y entorno)	21
3.1.1.1. Investigación de los Mercados que enfrentará la planta.....	21

3.1.1.1.1 Mercado de la Energía (gas y electricidad) 21

3.1.1.1.2 Mercado de Materia Prima 31

3.1.1.2. Estudio Técnico. 35

3.1.1.3Estudio Económico..... 53

3.2.2. Nivel de desarrollo de las Pymes del sector (bioenergías renovables generadoras de electricidad (ERNC) 62

3.2.2.1 Entrevistas 64

3.2 Presentación y análisis de resultados 66

3.2.1 Mercado Eléctrico..... 66

3.2.2 Materia Prima 66

3.2.3 Conexión..... 67

3.2.4 Costos por sustrato 68

3.2.5 Consumo propio 68

3.2.6 Ingresos..... 68

3.2.7 Indicadores de rentabilidad..... 68

3.2.8 Nivel de desarrollo..... 69

3.2.9 Acciones para impulsar desarrollo 70

3.2.10 Situación actual Biogás 71

3.2.11 Elementos a corregir para desarrollar el Biogás 72

3.2.12 Factores para el escaso desarrollo del biogás 73

3.2.13 Existencia del apoyo al biogás..... 74

3.2.14 Factores para aumento de empresas en el sector 75

3.2.15 Percepción de las regulaciones 76

3.2.16 Resumen del desarrollo y sus resultados 77

3.3 Aplicación práctica. 77

3.3.1 Flujo de fondos operacional 78

3.3.2 Calculo de la depreciación y Tabla de amortización..... 79

3.3.3 Flujos netos de caja y ratio de cobertura del servicio de la deuda..... 81

3.3.4 Balance General proyectado y Cálculo de los dividendos a repartir

3.2.5 Balance después de dividendos y resultados totales..... 84

3.2.6 Desarrollo del sector de ERNC generadoras de electricidad con biogás

3.2.7 La Prueba Chi Cuadrado y la relación entre variables 88

CAPITULO IV.91

4. DISCUSION..... **¡Error! Marcador no definido.**

4.1 Conclusiones..... 92

4.2 Recomendaciones 96

Materiales de referencia..... 98

INDICE DE FIGURAS

Fig. no 1 Procesos de conversión energética de la biomasa.....	8
Fig. no 2 Excepcionalidad para la participación privada en generación eléctrica	9
Fig. no 3 Metodología cálculo del plazo y precios referentes de generación	9
Fig. no 4 Estructura sector eléctrico.....	23
Fig. no 5 Actores que intervienen en el mercado eléctrico ecuatoriano	25
Fig. no 6 Generación de potencia efectiva nacional (mw) por tipo de central.....	26
Fig. no 7 Fuentes de biomasa	32
Fig. no 8 Número de cabezas de ganado según la tipología (en miles)	33
Fig. no 9 Mapa ganadero del ecuador	36
Fig. no 10 Esquema de la generación eléctrica en base a desechos (vacunos)	40
Fig. no 11 Etapas de la digestion anaerobica	43
Fig. no 12 Mapa de generación transmisión y distribución	53
Fig. no 13 Sencibilidad al precio.....	60
Fig. no 14 Sencibilidad al costo de ventas	61
Fig. no 15 Sencibiliad a otros ingresos	61
Fig. no 16 Mapa de generación con ernc	62
Fig. no 17 El nivel de desarrollo resultado.....	69
Fig. no 18 Acciones para impulsar desarrollo.....	70
Fig. no 19 Situación actual del biogás.....	71
Fig. no 20 Elementos a corregir para desarrollar el biogás	72
Fig. no 21 Factores para el escaso desarrollo del biogás	73
Fig. no 22 Existencia del apoyo al biogás.....	74
Fig. no 23 Factores para aumento de empresas en el sector	75
Fig. no 24 Percepción de las regulaciones	76

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variable Independiente 19

Tabla 2 Variable dependiente..... 20

Tabla 3 Precios preferentes anteriores 29

Tabla 4 Precios preferentes actuales 29

Tabla 5 Número de cabezas de ganado por provincia..... 33

Tabla 6 Dimensionamiento del Digestor..... 39

Tabla 7 Relación c: n de varias materias primas 44

Tabla 8 Distribución de personal 49

Tabla 9 valor de la Inversión Inicial..... 54

Tabla 10 Costos operacionales 58

Tabla 11 Ingresos 59

Tabla 12 Indicadores de rentabilidad 59

Tabla 13 Flujo de fondos Operativo..... 79

Tabla 14 Depreciación 80

Tabla 15 T. Amortización 81

Tabla 16 FNC Y Capacidad de Pago 82

Tabla 17 Balance General Proyectado 83

Tabla 18 Dividendos a repartir..... 83

Tabla 19 BG después de Dividendos 84

Tabla 20 Resultados 85

Tabla 21 Resumen de cálculos 86

Tabla 22 Tabla de frecuencias Observadas 88

Tabla 23 Tabla de frecuencias Esperadas 89

Tabla 24 Chi cuadrado calculado 89

Tabla 25 Chi cuadrado Tabular 89

Tabla 26X2calculado > X2 tabular 89

INDICE DE ANEXOS

Anexo No 1 Modelo de entrevista semiestructurada 100

Anexo No 2 Ficha técnica motor generador de potencia 103

Anexo No 3 Características de transformador elevador de voltaje..... 105

Anexo No 4 Sensibilidad al precio, costo de ventas y otros ingresos 106

RESUMEN EJECUTIVO

El aprovechamiento de la energía contenida en los desechos de animales, nos impulsó a buscar la tecnología adecuada, para obtener biogás a gran escala que permita generar electricidad limpia e incentivar el desarrollo del sector eléctrico con esta energía renovable no convencional, a nivel de Francisco de Orellana y por ende del país. El presente estudio tiene dos grandes elementos, el primero nos permitió obtener una aproximación de pre factibilidad de lo que es una Pyme que genera electricidad en base a biogás de residuos vacunos, para así desarrollar la evaluación financiera y lograr estudiar sus índices de *rentabilidad*. Y el segundo elemento nos proporcionó un análisis del *desarrollo* de las Pymes en este sector, de generación eléctrica basada en bioenergías renovables como es el biogás obtenido de residuos vacunos. Se tomó en cuenta las necesidades para el caso práctico de una planta de biogás que genera una potencia eléctrica de 1MW, utilizando el método descriptivo para conocer, cómo la existencia o no de rentabilidad en la planta interviene en lograr el desarrollo de todo su sector (generación eléctrica usando ERNC) y donde se pudo establecer que el sector en conjunto está en una etapa inicial de su desarrollo y es muy susceptible a las regulaciones emitidas por los entes de control correspondientes, lo que conlleva a que las oportunidades de crear Pymes que aprovechen el biogás de desechos vacunos sean escasas.

Palabras clave: Energía limpia, energía renovable no convencional, biogás, rentabilidad y desarrollo.

ABSTRACT

Harnessing the energy contained in animal waste, prompted us to search for the right technology for large-scale biogas that will generate clean electricity and encourage the development of the electricity sector with this unconventional renewable energy level Francisco Orellana and therefore the country. This study has two main elements, the first allowed us to approximate pre-feasibility of what is a Pymes that generates electricity based on biogas from cattle waste, to develop and achieve financial evaluation study their rates of return. And the second element provided us with an analysis of the development of Pymes in this sector of electricity generation from renewable bioenergy such as biogas from cattle waste. It took into account the needs for the practical case of a biogas plant that generates an electrical power of 1MW, to see how the existence of profitability in the plant acts to achieve their full development sector (electricity generation using NCRE) and where it was established that the sector as a whole is at an early stage of development and is very susceptible to regulations issued by the relevant control authorities, leading to the opportunities for Pymes that use biogas from cattle waste is slim.

Keywords: Clean energy, non-conventional renewable energy, biogas, profitability and development.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 El problema de investigación

1.1.1 Planteamiento del Problema

Procederemos a analizar el *desarrollo* que tienen las Pymes del sector de las Bioenergías Renovables Generadoras de Electricidad (BERGE) en base a biomasa. En el mundo, el desarrollo de las BERGE ha ido en aumento, en Alemania funcionan unas 7500 Empresas Generadoras de Electricidad Basadas en Biomasa (EGEBB) con una capacidad total instalada de unos 3,2 GW de potencia eléctrica, las cuales producían hasta el 2013 alrededor de 23 000 GWh de electricidad y la suministraban a 6,5 millones de hogares produciendo unos 45 000 puestos de trabajo, y moviendo alrededor de 7MM de euros al año.

(Agencia Alemana de Energía, 2012)

En Estados Unidos, las estrategias de las empresas y los gobiernos locales para afrontar: el cambio climático, generación eléctrica, desarrollo agrícola, y tecnológico están convergiendo en torno al desarrollo de EGEBB (ABENGOA - Soluciones Tecnológicas Innovadoras para el desarrollo sostenible, 2011). En México ya se está difundiendo iniciativas para el desarrollo de empresas de bioenergía renovable. (Secretaría nacional de Energía Renovable (SENER), Gobierno federal, 2012)

En Ecuador el desarrollo de EGEBB está en sus inicios. Se concede la construcción del proyecto de la *Empresa Municipal de Aseo de Cuenca* que está en fase de infraestructura, (El Tiempo, 2013) , Ecoelectric, que genera electricidad con el bagazo de caña desde el 2008, al igual que el Ingenio San Carlos a partir del 2005.

De lo anterior inferimos, que el desarrollo del sector BERGE en el país es casi nulo.

1.1.1.1 DIAGNÓSTICO

En Ecuador no existe un **desarrollo** sustancial del sector que conforman las empresas generadoras de electricidad basadas en biomasa, específicamente de las Pymes que usen desechos orgánicos como materia prima para producir electricidad.

Debido a que estas Pymes, exigen una alta inversión inicial, el financiamiento es limitado, no se ha gestionado la materia prima en forma adecuada, etc. el interés fuerte por invertir en este tipo de Pymes no ha existido, ni por parte de entes públicos ni por entes privados. Por tanto vemos que el *desarrollo* de este sector depende de todos los factores que inciden en la *rentabilidad* de este tipo de Pymes.

Pronóstico

De no ir desarrollando el sector de BERGE y reemplazando las técnicas actuales de generación de electricidad, veremos que los combustibles fósiles se vuelven cada vez más escasos, costando más encontrarlos y extraerlos. Al no ser renovables, los sistemas de generación eléctrica basados en ellos, también se agotarán y escasearán. El peligro del cambio climático y la contaminación por la quema de combustibles fósiles es y a un grave problema económico y de salud para cada persona y para cada país del mundo.

En definitiva se debe pensar que de no desarrollar el sector de generación eléctrica en base a bioenergías renovables quedaremos fuera de la nueva “economía verde” ya que, (Autoridad Internacional de Energía, 2012) en la actualidad el 10.1% de la energía primaria mundial ya proviene de la biomasa, principalmente de árboles, estiércol y paja quemada para usos tradicionales de cocina y calefacción. Sin embargo, se predice que para 2030 esta cantidad podría aumentar a 25%, un aumento en gran escala que refleja la *nueva carrera comercial* para el uso de bioenergía con el fin de generar electricidad.

1.1.1.2 Control Pronóstico

Con el afán de que no se cumpla el pronóstico anterior, y para que se pueda desarrollar este sector BERBB, que hoy por hoy a nivel mundial se lo considera prioritario, y a nivel

nacionales de gran importancia ya que se encuentra en los objetivos, políticas, lineamientos y metas del PNBV, es necesario crear estudios técnicos, financieros y económicos para conocer y lograr el mencionado desarrollo de este sector.

En resumen, se debe elaborar estudios que permitan identificar, oportunidades de negocio en la creación y desarrollo de Pymes en el sector de BERGE a partir de desechos orgánicos en Francisco de Orellana. Año 2014.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la incidencia de la rentabilidad en el desarrollo de Pymes en el sector de bioenergías renovables (desechos orgánicos) generadoras de electricidad en la provincia de Orellana, durante el año 2014?

1.1.3. Sistematización del problema.

- * ¿Cuál es el proceso y entorno de la generación eléctrica en base a bioenergías renovables?
- * ¿Cuál es la rentabilidad de las Pymes, que generan electricidad en base a bioenergía renovable, en Francisco de Orellana?
- * ¿Cuál es la situación actual del sector de bioenergías renovables generadoras de electricidad en Francisco de Orellana?
- * ¿Por qué el desarrollo estratégico y el crecimiento de las pymes dedicadas a la generación eléctrica es insuficiente en el sector de bioenergías renovables generadoras de electricidad en Francisco de Orellana?

1.1.4. Objetivo General

Determinar cómo incide la rentabilidad, en el desarrollo de Pymes en el sector de BERGE basada en desechos orgánicos, en Francisco de Orellana, durante el 2014.

1.1.5. Objetivos Específicos

- * Recopilar información del proceso y entorno de la generación eléctrica en base a bioenergías renovables.
- * Analizar la rentabilidad de las Pymes, en el sector de bioenergías renovables generadoras de electricidad en provincia de Orellana.
- * Establecer el nivel de desarrollo del sector de bioenergías renovables generadoras de electricidad en la provincia de Orellana.
- * Identificar oportunidades de negocio y creación de Pymes a partir del aprovechamiento de los desechos orgánicos (bioenergías renovables) en la generación de electricidad en Francisco de Orellana.

1.1.6 Justificación

Hoy somos conscientes, más que nunca, que el *desarrollo* de la generación eléctrica renovable con bioenergía responde a 3 grandes situaciones: •dependencia económica del petróleo, •incertidumbre en sus precios y •deterioro continuado del medio ambiente, por lo que es de suma importancia:

- * Realizar un estudio que permita el desarrollo de Pymes, en el sector de las BERGE, que permitirán satisfacer, (cuando el petróleo se haya agotado o, haya ocasionado grandes desastres ambientales) parte de la demanda de energía eléctrica, siempre en aumento y así cubrir las necesidades de la población, pero en forma limpia y renovable, sin causar daños a las fuentes acuíferas, a la salud del ser humano ya su entorno.
- * Investigar el grado de rentabilidad que producen las EGEBS de desechos orgánicos (bioenergía) y así motivar a pequeños inversores ya sea públicos o privados a: 1. crear más Pymes de este tipo, que al generarán electricidad limpia simultáneamente podrán aportar a la generación de 8741MW para el sistema interconectado de electricidad nacional 2. mejorar su productividad y competitividad, al saber que existen más actores en el sector 3. se aprovechará mejor las nuevas

tecnologías, 4.se crearan más empleos, 5.se gestionará a los proveedores para que puedan mejorar su nivel de vida y puedan ser integrados en un clúster de productividad agrícola-energética, 6.se propenderá a lograr más eficiencia, eficacia y efectividad para una buena cantidad de Pymes que puedan desarrollar este sector, y forjar un ahorro sustancial de emisiones de CO₂, 7 diversificar las fuentes de energía, aumentando la participación de tecnologías limpias.

- * Validar con este estudio, la creación de Pymes del sector de BERGE con desechos orgánicos, cercanas al sector agrícola.
- * Esta investigación podría incentivar la promoción del desarrollo tecnológico y de capital humano para el sector BERGE con desechos orgánicos.

Por tanto la investigación contribuirá a comprender de mejor manera la forma en que las Pymes en el sector de BERGE en Francisco de Orellana, son rentables y generen un desarrollo estratégico de este sector.

1.2 Marco Teórico

1.2.1 Estado actual del conocimiento sobre el tema

Energía renovable

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. (Rodríguez, 2012, p. 14)

Así, tenemos a la Biomasa, que es la fracción biodegradable de productos, desechos y residuos de la agricultura (desechos vegetales y animales), silvicultura e industrias relacionadas, así como la fracción biodegradable de los residuos municipales e industriales» (Emilio Cerdá, 2011).

La bioenergía resulta cuando los elementos combustibles de la biomasa de reciente origen biológico sirven con fines energéticos. Los productos secundarios en estado sólido, líquido y gaseoso son a menudo utilizados como portadores de energía y más tarde empleados para

proveer biocalor, bioelectricidad o biocombustibles. Los biocombustibles se refieren específicamente a los combustibles obtenidos de la biomasa y que se usan en especial en el sector transporte. Los factores de bioenergía específicamente pueden ser cultivados para la producción de materiales energéticos en forma: sólida, líquida o gaseosa.

La bioenergía tiene ventajas en cuanto a la densidad energética, la cualidad de ser transportable y su no intermitencia porque es por sí misma una forma de almacenamiento de energía, y es completamente despachable ya que pueden utilizarse en el momento en que se lo necesite. (Centro de investigación en energía-UNAM, 2004, pág. 63)

La revista entorno no 49 de julio de 2011 (Planes de desarrollo sector energías renovables el Salvador, 2011), da a conocer que, El Salvador tiene entre sus planes el desarrollo del sector de bioenergías renovables mediante proyectos que disminuyan la dependencia de importar petróleo, cuyos precios en el mercado son altos y producen altos niveles de contaminación. Y reafirma esta tendencia porque, se pensaba también en producir electricidad en base a energía nuclear, pero las plantas termonucleares, son muy proclives a accidentes y en consecuencia se transforma el escenario energético que exige se haga un reacomodo de los procesos de generación eléctrica a través de la producción local de combustibles gaseosos a partir de un recurso energético, como son las biomaterias residuales.

Procesos de producción de electricidad en base a bioenergía

Dentro de las tecnologías para la producción de electricidad en base a bioenergías renovables, tenemos: la combustión directa de biomasa, es un proceso por el que la biomasa directamente o sus biocombustibles derivados son oxidados hasta dióxido de carbono (CO_2) y agua. La ecuación global de la reacción de combustión es la inversa de la de fotosíntesis. El proceso se realiza a altas temperaturas (800°C - 1000°C), utilizando aire como agente oxidante e involucra una etapa instantánea inicial de pirolisis y otra de gasificación de la biomasa previas a la de combustión propiamente dicha. En la combustión en condiciones reales se emplea una cantidad de aire por encima del necesario para efectuar la oxidación total del

biocombustible que se utilice en cada caso. El término “combustión de biomasa” suele hacer referencia a la combustión directa de la biomasa o de los bio-combustibles sólidos.

La combustión de la biomasa libera energía en forma de calor y los productos principales resultantes, son dióxido de carbono, agua (en forma de vapor a la salida de equipo de combustión) y las sales minerales contenidas en la biomasa empleada como combustible, además pequeñas cantidades de óxidos de nitrógeno y de azufre, así como de monóxido de carbono, partículas de carbono y otros productos orgánicos (hidrocarburos) resultantes de la combustión incompleta de la biomasa, denominados genéricamente “inquemados”. (GARCIA, 2008, p. 127)

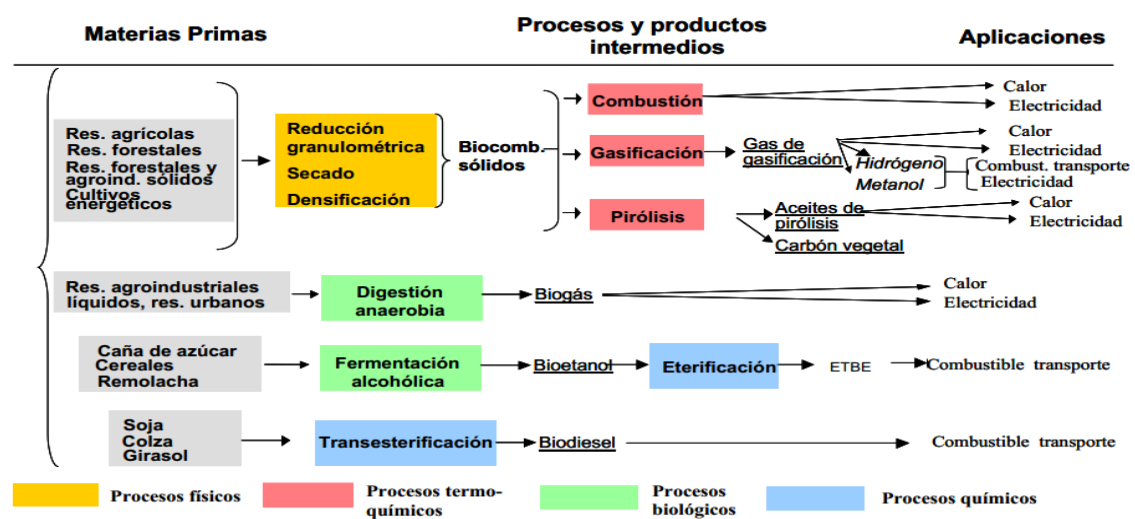
La Generación de electricidad a través de la licuefacción de la Biomasa vía Pirolisis. Se trata de un proceso de descomposición de biomasa a través de una oxidación incompleta en ausencia de oxígeno que genera compuestos sólidos (carbón vegetal), líquidos y gaseosos aptos como materiales para distintas industrias o como combustibles. Las cantidades relativas de los tres productos que se obtienen dependen de la temperatura a la que se opere y del tiempo de residencia utilizado en el proceso. (Emilio Cerdá, 2011, p. 129)

La generación eléctrica mediante Gasificación de Biomasa. Ocurre cuando se produce una oxidación parcial de biomasa a través del calor. Ello produce un combustible compuesto por una mezcla de gases, ricos en CO y en hidrógeno que tiene un contenido energético del orden del 10% al 45% del valor calorífico del gas natural (dependiendo del tipo de biomasa y de si la gasificación tiene lugar con aire, oxígeno o calor indirecto). El gas obtenido puede ser enriquecido para obtener una mezcla de gases de mayor calidad llamada gas síntesis de biomasa o syngas, según (Kirkels y Verbong 2011), comparado con la combustión, la gasificación es más eficiente, proporcionando calor más controlado, mayores eficiencias

en la producción de electricidad y la posibilidad de producir a la vez combustibles y productos químicos.

Digestión anaerobia. Es un proceso biológico en el que la materia orgánica (estiércol, purines, residuos agrícolas, residuos sólidos o líquidos, residuos de la industria porcachona, avícola, ganadera etc.), mediante la acción de microorganismos específicos y en ausencia de oxígeno, se descompone en *biogás* (en el que entre el 50% y el 70% es metano) y en digestato, que es una mezcla de productos minerales y compuestos de difícil degradación. (Instituto de investigaciones Tecnológicas, 1983, pág. 82)

Fig. No 1 Procesos de conversión energética de la biomasa



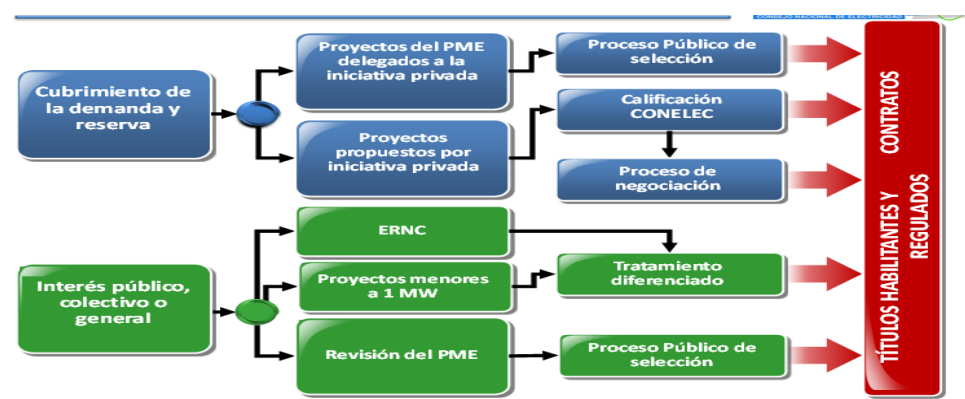
Fuente: (GARCIA, 2008)

CONELEC

En el País, el escenario energético está sufriendo transformaciones como producto del deseo del cambio de la matriz energética y productiva por parte del gobierno, tan es así, que dentro de sus políticas esta, que se proyectan tener 8 grandes y medianas hidroeléctricas para el 2017,y que se desarrolle el sector de las energías renovables, pero a pesar de esto los procesos de generación eléctrica a partir de energías limpias ha sido menor y aún más las BERGE con desechos orgánicos casi no se han desarrollado desde el 2005 y este sector sigue siendo insipiente pese a existirla REGULACIÓN No. CONELEC – 004/11en la cual se dice:

“Cualquier interesado en desarrollar un proyecto de generación que utilice fuentes renovables como las descritas en el numeral anterior de la presente Regulación, podrá solicitar el tratamiento preferente como generador no convencional” (p.3)

Fig. No 2 Excepcionalidad para la Participación privada en Generación Eléctrica



Fuente: CONELEC (Reg. 002/11)

Significa que los privados que deseen incursionar en la generación eléctrica podrán hacerlo excepcionalmente ya que La Constitución de la República del Ecuador establece el derecho exclusivo del Estado de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos y su responsabilidad en la provisión de los servicios públicos, además, el Estado podrá delegar, de forma excepcional, la participación en los sectores estratégicos y servicios públicos, a la iniciativa privada, en los siguientes casos que establece la Ley:

1. Cuando sea necesario y adecuado para satisfacer el interés público.
2. Cuando la demanda del servicio no pueda ser cubierta por empresas públicas.

Quiere decir que se debe calcular el tiempo en el que los proyectos que se encuentran dentro de ciertos parámetros técnicos y económicos de eficiencia, recuperen la inversión (tanto capital propio como financiado), y además, obtengan una rentabilidad adecuada.

Fig. No 3 Metodología Cálculo del Plazo y precios Referentes de Generación



Fuente: (CONELEC, 2014)

El CENACE.- (Centro Nacional de Control de Energía), creado 10/oct./1996, y su estatuto aprobado el 27/oct./1998; como una Corporación Civil de derecho privado, sin fines de lucro, cuyos miembros incluyen a todas las empresas de generación, transmisión, distribución y los grandes consumidores.

Sus funciones se relacionan con la coordinación de la operación del Sistema Nacional Interconectado (SNI) y la administración de las transacciones técnicas y financieras del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) del Ecuador, conforme a la normativa promulgada para el Sector Eléctrico (ley, reglamentos y procedimientos).

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DE LA REGULACIÓN No. CONELEC – 009/08, REGISTRO DE GENERADORES MENORES A 1 MW (CENACE PROCEDIMIENTO PARA LA PARTICIPACIÓN DE LOS GENERADORES MENORES DE 1 MW EN EL SISTEMA ELÉCTRICO ECUATORIANO – INSTRUCTIVO DE APLICACIÓN DE LA REGULACIÓN No. CONELEC – 009/08)

Rentabilidad

Para explorar la rentabilidad potencial de Pymes en el sector de BERGE, usaremos lo siguiente:

Tasa Interna de Retorno (TIR).- Trata de medir la rentabilidad de una inversión. Representa la rentabilidad media intrínseca del proyecto. Se la define como aquella que hace que el valor

presente neto sea igual a cero. La regla de decisión consiste en aceptar proyectos cuya TIR sea mayor que el costo del capital para los activos (CHAIN, 2011, pág. 97)

Tasa Interna de Retorno Modificada (TIRM).- Es el rendimiento implícito de la inversión al vencimiento. Supone la reinversión de los flujos de fondos liberados por el proyecto al costo del capital del proyecto o tasas de reinversión proyectadas. (Anahí Briozzo*, 2011)

Valor Actual Neto.- El VAN es el excedente que queda para el (los) inversionistas después de haber recuperado la inversión y el costo de oportunidad de los recursos invertidos. Mostraremos que las alternativas con mayor Valor Actual Neto (VAN) son aquellas que maximizan el excedente.(CHAIN, 2011, pág. 102).

El Índice de Rentabilidad (IR) .- También conocido como Tasa de Rentabilidad Financiera o Relación Costo-Beneficio, expresa cuántas unidades monetarias en términos netos rinde el proyecto por unidad monetaria invertida. (Anahí Briozzo*, 2011, pág. 77)

El Período de Recupero Descontado (PRD).-Indica, en unidades temporales, el tiempo en que se recupera la inversión de recursos demandada por el proyecto en cuestión, teniendo en cuenta el valor del dinero en el tiempo de los flujos de fondos (CHAIN, 2011, pág. 115)

Desarrollo de la bioenergía renovable

Se ve necesario, analizar el *desarrollo* que deban tenerlas energías alternativas y renovables, de forma tal que, ante un escenario de desabastecimiento petrolero agudo y permanente, estemos preparados para una transición sin mayores sobresaltos y recaídas a otros tipos de energía como el biogás (resultado de la digestión de desechos orgánicos).

La teoría Pico de Hubert

Hubert, explica el comportamiento de la producción de petróleo con una campana gauss. Se trata de un modelo matemático que predice que la producción mundial del petróleo llegará a un máximo (el pico) y después declinará tan rápido como creció. Para el petrolero, el modelo predice la fecha de máxima producción para un campo petrolífero y, por añadidura (dado que

la curva de producción de regiones enteras no es más que la suma de yacimientos individuales), el punto de máxima producción mundial, citado como el “pico”.

Cuando una reserva petrolífera es descubierta, la falta de infraestructura para que pueda ser explotado limita la producción inicial. Cuando se han horadado suficientes pozos y se han instalado todas las plantas de extracción y procesado que se requieran, la producción aumenta aceleradamente. En algún momento se alcanza un nivel de extracción que no puede ser rebasado por muy avanzada tecnología que se emplee o por mucho que se excaven más pozos, debido a que el incremento en el costo de extracción es cada vez mayor. Después del pico, la producción disminuye irremediablemente a un ritmo precipitado(González, 2011)

La teoría de Olduvai y de Richard C. Duncan

Esta Teoría establece que la esperanza de vida de la civilización industrial es de aproximadamente unos 100 años. La teoría tiene 5 postulados:

1. El crecimiento exponencial de la producción mundial de energía se acabó en 1970.
 2. Los 100 años de explotación de energía en EEUU anticipan los intervalos de 100 años que predice Olduvai: (1) Crecimiento; (2) Estancamiento y (3) declive final.
 3. El declive final de la civilización industrial comenzará alrededor de 2008-2012
 4. Los apagones parciales y totales serán indicadores fiables del declive final.
 5. La población mundial declinará con la producción de energía mundial percapita en el 2030
- (Richard C. Duncan, 2007)

Desarrollo sustentable

Desarrollo: proceso que llevan a la utilización, el mejoramiento crecimiento o la conservación de bienes y servicios naturales o económicos, con el objeto de mantener o mejorar la calidad de la vida humana.

Sustentable: proceso que conduce hacia un equilibrio dinámico entre todas las formas de capital o patrimonio que participan en el esfuerzo: humano, físico-natural, financiero y cultural, (económico, medioambiental y de la sociedad). Se trata de un concepto solidario, en el

tiempo, dado que asegura la mejor utilización de los recursos actuales hacia el futuro; en el espacio, se basa en la redistribución de la riqueza, no sólo en la perspectiva social, sino también en lo medioambiental. En el año 1983 las Naciones Unidas crean la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo (WCED, World Comisión of Environment and Development) presidida por Gro Harlem Brundtland, primer ministro de Noruega en aquel momento. Uno de los resultados más significativos que salieron de los informes emitidos por esta comisión fue la de identificar por primera vez la importancia de evaluar cualquier acción o iniciativa desde tres enfoques: el económico, el ambiental y el social. (Calvente, 2007)

1.2.2 Adopción de una perspectiva teórica

Luego de hacer una revisión teórica, nuestro estudio, adoptará la perspectiva del proceso de conversión energética de la biomasa por digestión anaerobia de desechos orgánicos animales (vacuno, porcino, avícola), esto nos permite delimitar la investigación de las bioenergías productoras de electricidad, al estudio más específico del biogás, en la generación de electricidad. (Ver fig. 1).

Necesariamente seguiremos los direccionamientos tanto del CONELEC Y EL CENACE para ajustarnos a las normativas y controles vigentes en lo referente a la generación eléctrica producidas por las energías renovables no convencionales.

Optaremos como base teórica para analizar la rentabilidad a CHAIN, NASSIR SAPAG con el enfoque de inversión, necesario para determinar el porqué del poco crecimiento de Pymes en el sector de las BERGE.

Luego de analizar las teorías referentes al desarrollo energético, lo manifestado por la comisión mundial del ambiente de la ONU recogida por Calvente, se adapta a nuestra idea de desarrollo, que es insuficiente en el sector de BERGE.

1.2.3 Marco conceptual

Tomaremos en cuenta los siguientes conceptos entre otros:

Las energías renovables. - Son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana. El sol está en el origen de todas ellas, seguido de la eólica, y la hidráulica. Las plantas se sirven del sol para realizar la fotosíntesis, vivir y crecer. Toda esa materia vegetal es biomasa. Y, la energía de la biomasa incluida en los desechos animales, se aprovecha al someterse a tecnologías de descomposición, son fuentes de energía respetuosas con el medio ambiente, mientras que la generación y el consumo de las energías convencionales como el petróleo, GLP, carbón producen emisiones de CO₂ y otros gases contaminantes a la atmósfera. (INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, 2007)

Desarrollo sectorial (terciario-energía).- La Real Academia Española, menciona que el desarrollo, está vinculado a la acción de desarrollar, por lo tanto, el significado del verbo desarrollar: es de incrementar, agrandar, extender, ampliar o aumentar alguna característica, de ahí que el desarrollo sectorial de BERGE, sería el aumento del número de empresas: - micro, pequeñas, medianas y grandes- como inversores públicos o privados, que se dedican a generar electricidad en base a bioenergías renovables. Y aumento de actores de todo tipo (RAE, 2005)

La rentabilidad económica.- Mide la tasa de devolución producida por un beneficio económico (anterior a los intereses y los impuestos) respecto al capital total, incluyendo todas las cantidades prestadas y el patrimonio neto (que sumados forman el activo total). Es además totalmente independiente de la estructura financiera de la empresa.

(Sánchez Ballesta, 2002, p. 43)"Análisis de Rentabilidad de la empresa".

La rentabilidad financiera.-Relaciona el beneficio económico, con los recursos necesarios para obtener ese lucro. Dentro de una empresa, muestra el retorno para los accionistas, que son los únicos proveedores de capital que no tienen ingresos fijos. (Sánchez Ballesta, 2002, p. 45)"Análisis de Rentabilidad de la empresa".

1.2.4 Hipótesis

El desarrollo de Pymes del sector de bioenergías renovables generadoras de electricidad en la provincia de Orellana, durante el año 2014 es determinado por el grado de rentabilidad de las mismas.

1.2.5 Identificación y Caracterización de las Variables

Variable dependiente: El desarrollo de Pymes en el sector de bioenergías renovables generadoras de electricidad.

Variable Independiente: La rentabilidad de pymes en el sector de bioenergías renovables generadoras de electricidad.

La variable *desarrollo* consiste en determinar el crecimiento o aumento en la cantidad de Pymes o actores económicos (micro, pequeñas, medianas y grandes, como inversores públicos o privados), que se dedican a generar electricidad en base a bioenergías renovables.

La variable *rentabilidad* es el beneficio obtenido de una inversión y al evaluar la rentabilidad de una Pyme modelo, desde los aspectos económicos y financieros veremos cómo influye esta, en la decisión de invertir o no, en esa empresa y en ese sector.

Por tanto el desarrollo del sector de BERGE está en función del grado de rentabilidad que pueda tener una empresa dedicada a generar electricidad en base a residuos orgánicos animales y/o vegetales.

CAPÍTULO II EL MÉTODO

2.1. Tipo de Estudio

El estudio será de tipo *descriptivo*, para puntualizar el proceso de generación de electricidad usando como materia prima desechos orgánicos animales y/o vegetales junto a la tecnología correspondiente, y también el proceso para realizar la inversión que sea necesaria en una Pyme modelo para el efecto, así se detallará las características de la información adquirida y se *explicará* en la fase de estudio adecuada, las causas de los eventos económicos, mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto.

2.2. Modalidad de Investigación

De Campo.-1) La información para determinar el estado actual del **desarrollo** del sector de generación eléctrica en el país basada en residuos orgánicos animales y/o vegetales será obtenida mediante la realización de entrevistas semi-estructuradas y en profundidad (que nos permitan tener un panorama del sector de energías renovables y en especial del mercado eléctrico) a profesionales *expertos* relacionados con las bioenergías renovables y la electricidad.

Documental.- Se reforzará el conocimiento de los procesos de generación eléctrica en base a biogás con medios impresos como Emilio Cerdá. (2011). *ENERGIA OBTENIDA A PARTIR DE BIOMASA*; GARCIA, J. E. (2008). *COMBUSTIÓN DIRECTA DE LA BIOMASA* y electrónicos (Agencia Alemana de Energía, 2012) necesarios para el diagnóstico inicial, y la propuesta a realizar en el estudio posteriormente.

Proyecto de desarrollo.- El estudio, desarrollará una propuesta de viabilidad de la inversión en Pymes generadoras de electricidad en base a desechos orgánicos animales. 2) La información para determinar el grado de **rentabilidad** de una Pyme generadora de electricidad en base a Biomasa en Francisco de Orellana se la obtendrá realizando la investigación total de la formulación del proyecto de Pyme por no existir Pymes de este tipo (inv. de mercado, inv. de existencia de materia prima, inv. ambiental, inv. legal etc.)

2.3. Método

Inductivo-Deductivo. Lograr conocimientos de la **rentabilidad**, realizando el análisis de la creación de una EGEBB con residuos orgánicos animales, que luego se transforman en biogás, con el propósito de extrapolar aprendizajes relevantes al caso general de lograr el desarrollo del sector de BERGE. Se planteará soluciones aplicables al proceso productivo como : control operacional, aprovechamiento de residuos (valorización) y optimización de materia prima, que permiten analizar al final la rentabilidad y saber si se puede o no desarrollar el sector antes mencionado en función de conocer si la pyme puede o no ser rentable.

2.4. Población y muestra

Las entrevistas se las hará a: 1. dos expertos o relacionados con las bioenergías renovables, 2. dos con el sector eléctrico, y 3. dos posibles inversionistas del sector público o del privado. Sus nombres se definirán de acuerdo a disponibilidad y grado que se considere conveniente dentro de los ministerios, y la disponibilidad de expertos civiles. Inicialmente se pedirá colaboración al Concejo Nacional de Electricidad, y al Ministerio de Recursos Naturales no Renovables.

Los medios escritos y electrónicos inicialmente serán: Emilio Cerdá. (2011). *ENERGIA OBTENIDA A PARTIR DE BIOMASA*; GARCIA, J. E. (2008). *COMBUSTIÓN DIRECTA DE LA BIOMASA* y electrónicos (Agencia Alemana de Energía)

Dentro de la elaboración del proyecto de desarrollo se obtendrán muestras de la federación de ganaderos de Orellana , de las empresas que manejen los rellenos sanitarios y de las federaciones porcinas y avícolas de la zona.

2.5. Selección instrumentos de investigación

Se usarán como instrumentos de investigación las entrevistas, además de otros como el análisis de documentos y estudios de campo.

Entrevista.- Las entrevistas tendrán la misión de recopilar información para establecer los procesos condicionantes de inversión, rentabilidad, y desarrollo del sector de BERGE con biogás, que sea capaz de satisfacer las necesidades del sistema interconectado de electricidad, optimizando, creando o eliminando procesos, procedimientos o factores que no generen valor para la Pyme, y le impidan ser rentable.

Se investigará acerca del sector de las bioenergías renovables específicamente las generadoras de electricidad basadas en desechos orgánicos animales, para la delimitación del desarrollo potencial de este sector, la definición de ventajas competitivas y la posible inserción de Pymes al mercado eléctrico ecuatoriano.

2.6. Validez y confiabilidad de instrumentos

Se validará la confiabilidad de los instrumentos, directamente con las entrevistas piloto a realizarse respecto al desarrollo del sector de BERGE basadas en desechos orgánicos animales y concatenándolas con el estudio de viabilidad de una Pyme modelo, perteneciente al mencionado sector. Las investigaciones a realizarse estarán validadas por la utilización de datos estadísticos principalmente del CONELEC, CENACE, MIPRO, SIN, ministerio de electricidad y energía renovables Ecuador, al igual que el uso de fuentes alternas que mantengan datos objetivos.

2.7. Operacionalización de variables

Operacionalización de la variable independiente y variable dependiente

VARIABLE INDEPENDIENTE: Estudio de la <i>rentabilidad</i> de pymes en el sector de bioenergías renovables generadoras de electricidad				
CONCEPTUALIZACIÓN	DEFINI. OPERACIONAL	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
La <i>rentabilidad</i> se conceptúa como: una forma de medir la eficiencia con la cual una empresa utiliza sus recursos, en determinado tiempo, es la capacidad de generar excedentes a partir de inversiones, es el resultado obtenido a partir de una actividad económica de transformación, de producción, y/o de intercambio. Este excedente aparece en la fase final del intercambio. Es por eso que la medición del resultado adquiere un significado concreto cuando se compara con los elementos usados para su obtención: los recursos económicos y los recursos financieros (Sánchez Ballesta, Juan Pedro (2002):	<i>Rentabilidad económica es la relación entre el beneficio antes de intereses e impuestos y el activo total.</i>	RE= (BAII)/activo total BAII= Beneficio antes de intereses e impuestos Evaluación desde el punto de vista global	¿Cuál es el mercado para la Pyme? ¿Cuál es la factibilidad técnica para la Pyme? ¿Cuál la factibilidad legal y ambiental para la Pyme? ¿Cuál es la evaluación económica para la Pyme?	Estudio de factibilidad técnica, ambiental, financiera y económica de una pyme para el sector de bioenergías renovables generadoras de electricidad
	<i>Rentabilidad financiera relaciona el beneficio económico con los recursos propios necesarios para obtener ese excedente</i>	RF= UNDI/ fondos propios UNDI=Util net, después de impuestos Evaluación desde el punto de vista del accionista	Cuál es el mercado para la Pyme? ¿Cuál es la viabilidad técnica para la Pyme? ¿Cuál es la viabilidad legal y ambiental para la Pyme? ¿Cuál es la evaluación financiera para la Pyme?	
	<i>Inversión hace referencia al uso de capital para obtener una decisión de inversión.</i>	VAN > 0 TIR > i, el proyecto es rentable TIR = i, es indiferente su realización TIR < i, el proyecto no es rentable B/C; PRC i=costo cap.	¿Cómo se gestiona la inversión? ¿Cuál es la decisión de inversión?	

Tabla 1 Variable Independiente

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE: desarrollo de Pymes en el sector de bioenergías renovables generadoras de electricidad en base a biogás				
CONCEPTUALIZACIÓN	DEFINI. OPERACIONAL	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El desarrollo se conceptúa como: la acción de desarrollar, que es incrementar, agrandar, extender, ampliar o aumentar alguna característica, (http://www.rae.es/recursos/diccionarios)de ahí que el desarrollo sectorial de bioenergías renovables en la generación de electricidad, sería el incremento de actores económicos (micro, pequeñas, medianas y grandes) como inversores públicos o privados, que se dedican a generar electricidad en base a bioenergías renovables	<u>El desarrollo del sector en función del aumento de empresas en el sectores el aumento de las empresas en un determinado territorio durante un período determinado normalmente, un año</u> <u>El desarrollo en función del financiamiento dado a empresas que generar elec. En base a biogás vs. Las otras</u>	$T=(Ea-Ep) /Ep *100$ Ea= Empresas actuales Ep= Empresas pasadas DFF= FEgeb / FTotal FEgeb=Financiamiento otorgado a empresas que generar elec. En base a biogás FTot=Financiamiento otorgado al total delas empresas	¿Se ha realizado un proceso de apoyo general a este sector? Se ha realizado un proceso de apoyo financiero a este sector? ¿Se ha realizado un proceso de apoyo técnico a este sector? Se ha realizado un proceso de apoyo legal a este sector? ¿Se ha realizado un proceso de apoyo en gestión de desechos orgánicos de ganado? ¿Se ha realizado un proceso de optimización de la información para este sector?	Entrevista estructurada a dos expertos o relacionados con las bioenergías renovables, dos con el sector eléctrico, dos posibles inversionistas, tanto del sector público como del privado Preguntas 1 (ver Anexo)
			¿Se ha realizado un proceso de mejora en el precio del kw/h generado por biogás? Se ha realizado un proceso de mejora para apoyar la baja del costo inicial para el inversionista en este sector?	

Fuente: Elaboración propia

2.8. Procesamiento de datos

Los datos serán procesados mediante el paquete Microsoft Office (Word y Excel). Para procesos y diagramas de flujo se utilizará el programa Visio de Microsoft. El análisis de contenidos de las entrevistas se hará en función de los objetivos del estudio. Con esos datos realizaremos algunas tablas y gráficos que representen de una manera visual los resultados obtenidos, para entonces comparar resultados, relacionar variables y describir tendencias que nos permitan evaluar el cumplimiento o no de la hipótesis propuesta y los objetivos.

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1 Levantamiento de datos.

Procederemos a recopilar información del proceso de generación eléctrica en base a bioenergías renovables, específicamente usando biogás. Para ello se realizarán los estudios pertinentes para determinar en primer lugar si el proyecto de una planta productora de biogás es rentable o no para las condiciones encontradas en Francisco de Orellana. Y en segundo lugar se recopilará información para establecer a que nivel de desarrollo ha llegado el sector de bioenergías renovables en Francisco de Orellana y en general del País.

3.1.1. Estudio, planta de biogás generadora de electricidad (proceso y entorno)

3.1.1.1. Investigación de los mercados que enfrentará la planta.

3.1.1.1.1 Mercado de la Energía (gas y electricidad)

La producción de biogás tiene algunos diseños, nosotros nos referiremos, al diseño de planta que produce y comercializa energía eléctrica. Empezaremos analizando el mercado para: el *GLP*, y el *Biogás* luego el mercado *Eléctrico* ecuatoriano.

El Gas licuado de petróleo o GLP.- Es un gas en estado líquido, se lo obtiene de la destilación fraccionada del petróleo, o separándolo del gas natural. Su composición es principalmente de butano y propano, la cual varía según la región de donde proviene el petróleo.

El GLP.- Que consume Ecuador es importado desde México, Venezuela, Panamá, Estados Unidos, Argentina, Perú y Nigeria en más del 80% (aprox. 820.490 toneladas /año). Solo el 20% es de producción local (aprox. 214.583,5 t/a). Por tanto la demanda total de GLP llegaría a 1.035.073 t/a. Se pagó por las importaciones de GLP, 597.316.720 (millones de dólares), entonces cada tonelada importada nos cuesta 728 USD y cada Kg 0,728 USD. El consumo de gas aumentó de 0,91 a 2,04 cilindros mensuales por familia de 1990 al 2006, según diario el telégrafo («El 88% del GLP de consumo interno es importado», s. f.).

En Ecuador el consumo de GLP se hace a través de cilindros de 15Kg (1,6 a 3 USD por cilindro). Actualmente existen aproximadamente 69 millones de cilindros en el país, la distribución es a través de camiones tanto para consumo residencial como para Industrial.

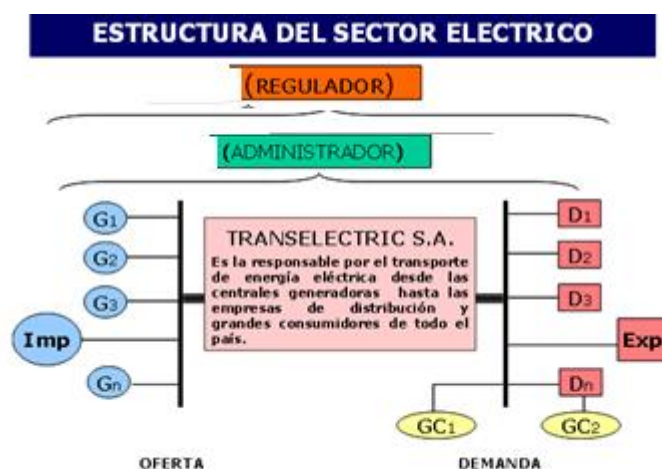
El biogás.- Las cifras del mercado, respecto al consumo y generación de biogás en Ecuador, es considerablemente menor al que se utilizan con otras energías, gran parte de ese biogás es incinerado en antorchas. Al comparar la demanda de GLP con la demanda de biogás es claro que la oferta de biogás es mínima. Hay algunos proyectos de biogás en Ecuador: como rellenos sanitarios, y aguas servidas, donde la mayor parte del biogás es producido como subproducto y se quema en antorchas. Otros proyectos como la quema de biomasa (caña) en ingenios azucareros tienen una mayor valorización del producto e incluso llegan a inyectar energía eléctrica al sistema interconectado ecuatoriano.

La electricidad.- El mercado eléctrico en Ecuador tiene tres actividades de acuerdo a su función: generación, transmisión y distribución. El estado actúa en fiscalización, regulación y planificación del sistema. Y las empresas privadas, públicas y los grandes consumidores se encargan de hacer funcionar este sistema como tal, junto con el CENACE (ver pág. 10). Las altas barreras de entrada y los costosos montos de inversión han resultado en una industria sumamente concentrada. La estructura del sector eléctrico queda así:

- Un organismo regulador y planificador: CONELEC.(ARCONEL)
- Un organismo administrador, técnico, comercial: CENACE.
- Empresas de generación.
- Empresas de distribución y venta de energía.
- Una empresa transmisora de energía .TRANSELECTRIC S.A (ver Fig. 4)

El modelo actual del mercado eléctrico ecuatoriano, tanto sus características generales y las particularidades de la transmisión, generación y distribución de energía eléctrica están basadas principalmente en la ley de régimen del sector eléctrico ecuatoriano en sus artículos:

. Fig. No 4 Estructura Sector Eléctrico



Fuente: (CONELEC, 2014)

Art. 51.- De las Tarifas: Precios Sujetos a Regulación. Art. 52.- Precios Libres

Art. 53.- Principios Tarifarios. Art. 54.- Precio Referencial de Generación para Usuario

Final. Art. 55.- Tarifas de transmisión. Art. 56.- Valor Agregado de Distribución

(VAD), etc. incluido los Artículos del 57 al 64 se puede evidenciar lo mencionado.

El mercado eléctrico del país cambió estructuralmente a partir de 1996 ya que el sector eléctrico estaba a punto de quebrar debido a un alto déficit originado porque: 1.No habían inversiones y no se aseguraba el equilibrio financiero del sector. 2 Tarifas que no reflejaban los costos reales del servicio. 3 No se conocía la evolución de precios a futuro. Entonces la Ley de Régimen del Sector Eléctrico del 96 entro en vigencia en el 99, donde se crea el mercado eléctrico mayorista (MEM) (SALAZAR, 2008) y donde sus participantes son:

–CONELEC-ARCON, ente regulador, normativo y organismo de control, a través del cual el estado puede concesionar las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.

–CENACE, responsable de coordinar la operación del SNI y administrador de las transacciones técnicas y económicas entre los miembros o agentes del MEM.

–Las empresas eléctricas concesionarias para la GENERACION.

–La empresa eléctrica concesionaria de TRANSMISION.

–Las empresas eléctricas concesionarias de DISTRIBUSIÓN y comercialización

Según del Mandato Constituyente No. 15, del 12 de julio de 2008, debieron firmar contratos regulados las empresas de generación estatales y los generadores privados, iniciaron un proceso de negociación, en el que se determinó el precio de venta.

Los contratos regulados que suscriban las Empresas de Generación, con las Empresas de Distribución, habilitadas en el mercado ecuatoriano deberán considerar que la generación neta debe asignarse en forma proporcional a su demanda regulada. El precio que conste en los contratos regulados deberá establecer dos componentes:

a) Cargo fijo, será liquidado independientemente si el generador es o no despachado por el CENACE, siempre que esté disponible, considerando los periodos de mantenimiento autorizados por esta Corporación.

La determinación del cargo fijo, considera: costos de recuperación de la inversión, de administración, operación y mantenimiento (incluye mantenimientos y labores para la reposición de equipos y prolongación de la vida útil de las instalaciones afectas al servicio; actividades relacionadas con medioambiente; y, actividades para evitar el deterioro de los niveles de calidad y seguridad en las redes de transporte).

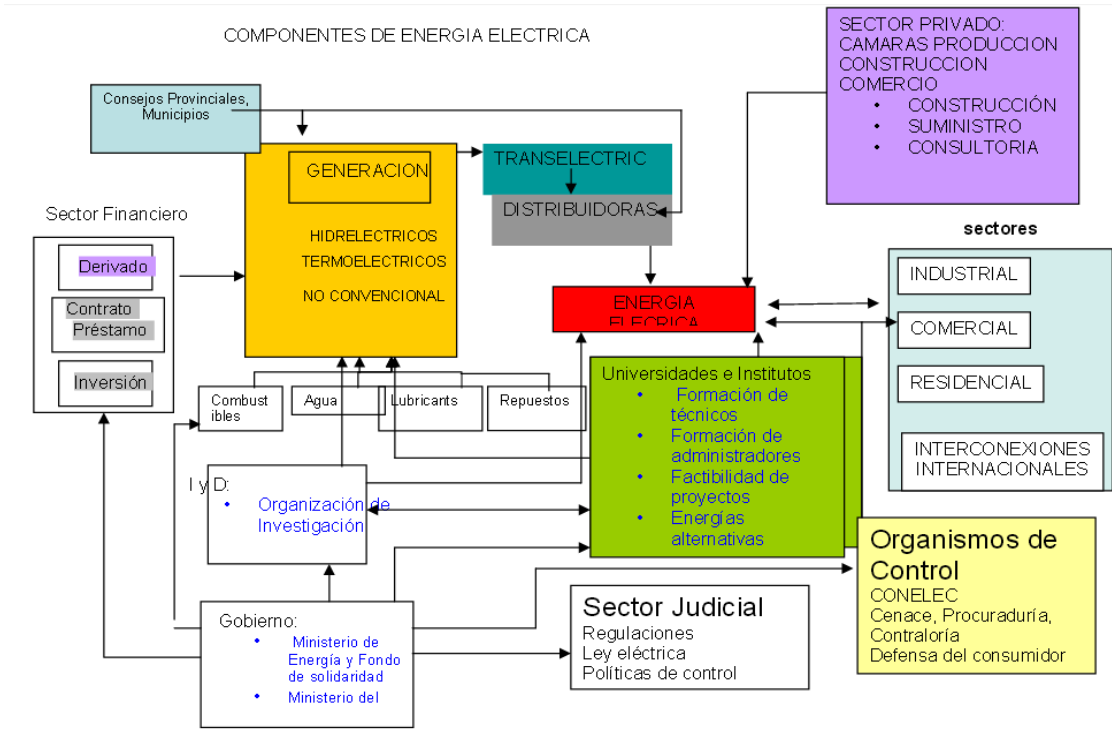
Para el caso de los generadores en los que el Estado tenga participación accionaria, los cargos fijos serán determinados por el CONELEC en los respectivos estudios tarifarios, no considerarán recuperación de la inversión y se determinarán con base en la información y planes que los agentes le presenten. Luego de su aprobación, estos cargos fijos, deberán ser incluidos en los respectivos contratos regulados, y serán comunicados al CENACE para el proceso de liquidación.

b) Costo variable es determinado conforme la normativa específica y liquidado de acuerdo con la producción de energía eléctrica medida.

Para la incorporación de generación futura, existen, dos escenarios para la participación privada en generación, el primero para los proyectos que en el Plan Maestro de Electrificación (PME) se hayan determinado como delegables a la participación privada, los cuales tienen asociado un proceso público de selección; y, el segundo, para aquellos proyectos propuestos directamente por la iniciativa privada y que no hayan sido considerados en el PME, los cuales tiene asociado un proceso inicial de aprobación y un proceso de negociación.

Todos los generadores privados que se incorporen al sector, deberán vender en contratos regulados toda su producción, en forma proporcional a la demanda de las distribuidoras. (Regulación No. CONELEC – 013/08 “Regulación Complementaria para la Aplicación del Mandato Constituyente No. 15”).

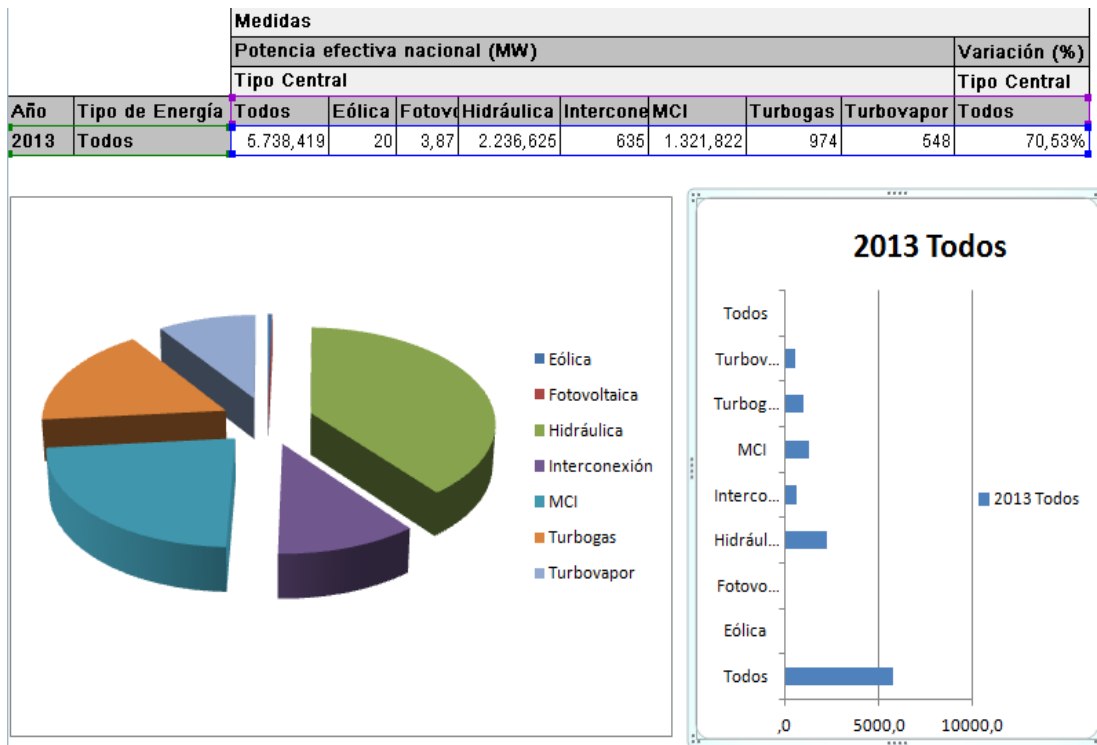
Fig. No 5 Actores que intervienen en el mercado eléctrico ecuatoriano



Fuente: Ing. Raúl Canelos

Las hidroeléctricas representan el mayor porcentaje de unidades de generación, vemos que en el 2013 las hidroeléctricas están seguidas por, los motores de combustión interna (MCI) principalmente.

Fig. No 6 Generación de potencia efectiva nacional (MW) por tipo de central



Fuente: CONELEC, 2013

En el Ecuador se ha propuesto diferentes políticas para incrementar el desarrollo de ERNC (energías renovables no convencionales). Una de las ideas de esto es incentivar la participación de nuevos actores privados en el mercado de generación, a través un marco legal llamado **NORMATIVA PARA LA PARTICIPACIÓN PRIVADA EN GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

A continuación anotaremos algunas consideraciones relevantes y que por ser legales se las transcribe literalmente:

“establece que el Estado fomentará el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, la banca de desarrollo, las universidades y las instituciones privadas” (CONELEC, 2014)

“Que, como parte de la equidad social, se requiere impulsar el suministro de la energía Eléctrica hacia zonas rurales y sistemas aislados, en donde no se dispone de este servicio, con la instalación de centrales renovables no convencionales, distribuyendo los

mayores costos que inicialmente estos sistemas demandan entre todos los usuarios del sector” (CONELEC, 2014)

“Que, el CONELEC mediante Resolución No. 127/08, de 23 de octubre de 2008, aprobó la Regulación No. CONELEC – 009/08 “Registros de Generadores Menores a 1 MW”, la Cual determina el procedimiento que deben ajustarse los generadores menores a 1 MW para su funcionamiento en el sistema.” (CONELEC, 2014)

“Que, la Regulación No. CONELEC 013/08 Complementaria No. 1 para la Aplicación del Mandato Constituyente No. 15 determina el despacho preferente de centrales de generación que utilicen energías renovables no convencionales, por parte del CENACE;

“Que, el Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversión, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 351 de 29 de diciembre de 2010, en su libro VI, Sostenibilidad de la Producción y Regulación con su Ecosistema, en sus artículos 233 al 235 establece disposiciones para el desarrollo, uso e incentivos para la producción más limpia; además que, en la disposición reformativa Cuarta se establece que se podrá delegar a la iniciativa privada el desarrollo de proyectos de generación cuando sea necesario y adecuado para satisfacer el interés público, colectivo o general” (CONELEC, 2014)

“2. ALCANCE.-Para los efectos de la presente Regulación, las energías renovables no convencionales comprenden las siguientes: eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotermia y centrales hidroeléctricas de hasta 50 MW de capacidad instalada” (CONELEC, 2014)

“Central a biogás: Central que genera electricidad utilizando como combustible el Biogás obtenido en un digestor como producto de la degradación anaerobia de Residuos orgánicos” (CONELEC, 2014)

“4. REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN.- Cualquier interesado en desarrollar un proyecto de generación que utilice fuentes renovables como las descritas en el numeral anterior de la presente Regulación, podrá solicitar el tratamiento preferente como generador no convencional:

1. Escritura de constitución de la empresa en la que se contemple como actividad social de ésta, la generación de energía eléctrica;
2. Copia certificada del nombramiento del representante legal;
3. Estudio de pre factibilidad del proyecto, calificado por el CONELEC. Deberán considerar dentro del estudio el uso óptimo del recurso, sin disminuir la potencialidad de otros proyectos que tengan relación directa con éste y puedan desarrollarse a futuro;
4. Memoria descriptiva del proyecto, con las especificaciones generales del equipo, tipo de central, ubicación, implantación general, característica de la línea de transmisión o interconexión cuando sea aplicable;
5. Forma de conexión al Sistema Nacional de Transmisión, o al sistema del distribuidor, o a un sistema aislado;
6. Certificación de Intersección del Ministerio del Ambiente que indique que el Proyecto se encuentra o no dentro del sistema nacional de áreas protegidas;
7. Copia certificada de solicitud y de la aceptación a trámite por uso del recurso, por parte del organismo competente; y
8. Esquema de financiamiento (CONELEC, 2014)

“6. CONDICIONES PREFERENTES”

“6.1 PRECIOS PREFERENTES”

“Los precios a reconocerse por la energía medida en el punto de entrega, expresados en centavos de dólar de los Estados Unidos por kwh, son aquellos indicados en la Tabla No.

3 y 4. No se reconocerá pago por disponibilidad a la producción de las centrales no convencionales”

Precios Preferentes (cUSD/KWh) anteriores

Tabla 3Precios preferentes anteriores

CENTRALES	Territorio Continental	Territorio Insular de Galápagos
EÓLICAS	9.13	10.04
FOTOVOLTAICAS	40.03	44.03
BIOMASA Y BIOGÁS< 5 MW	11.05	12.16
BIOMASA y BIOGÁS > 5 MW	9.60	10.56
GEOTÉRMICAS	13.21	14.53

Fuente: (CONELEC, 2014)

Precios Preferentes (cUSD/kwh) actuales

Tabla 4 Precios preferentes actuales

Centrales	Territorio Continen- tal	Territorio Insular de Galápagos
Biomasa	9,67	10,64
Biogás	7,32	8,05

Fuente: (CONELEC, 2014)

Como vemos la idea de las regulaciones anteriores era incentivar la participación de nuevos actores en el mercado de generación con ERNC, a través de un marco legal que cambia acorde a las necesidades del mercado, la política y el consumidor.

Como conocimiento general, la tarifa de energía en Ecuador tiene la siguiente estructura: precio de generación, costos de transmisión y costos de distribución

1. Precio referencial de generación (PRG), formado por: Componente de Energía.- Está dado por el promedio ponderado de los costos marginales de generación de corto plazo,

en un período de simulación de cuatro años del despacho de carga de mínimo costo, proveniente de la planificación operativa del sistema de generación elaborado por el CENACE, para mitigar las variaciones de los costos, tanto diaria como estacionalmente. *Componente de Capacidad.*- Esta dado por la anualidad de las inversiones a una Tasa de Descuento y para una vida útil aprobadas por el CONELEC, para poner en funcionamiento un equipamiento marginal de mínimo costo, para cubrir la demanda máxima del sistema, a la que se agregarán los costos fijos de operación y mantenimiento. Y *Costo variable de producción* - Es el costo necesario para operar y mantener la planta generadora y que cambia en función de la energía que se produce, los rubros más comunes son: Mantenimientos programados (preventivos y correctivos), durante un año, o Lubricantes, y otros insumos para operación. Agua. Combustibles o Energía eléctrica para servicios auxiliares. Y transporte de combustible.

2. Los costos medios de transmisión.- La red de transmisión, ofrece las líneas para transportar la energía desde un nodo vendedor a un nodo comprador. Y para calcular los costos de transmisión, se toma en cuenta: el PLAN DE EXPANSIÓN, gastos de operación y mantenimiento, y se trae a valor presente la inversión tomando en cuenta una tasa de descuento.

3. El valor agregado de distribución (VAD).- Según el artículo 56 de la LRSE el VAD, es el costo propio de la actividad de distribución. El proceso para determinar el valor agregado de distribución se basa en los balances presentados por cada empresa eléctrica, en la cual declaran los activos de la empresa y con % de interés y una vida útil aproximada entre 45 años para líneas de transmisión y 30 años para subestaciones, de allí se calculan las anualidades. El valor a pagar por distribución está en función del nivel de voltaje al cual se maneja en el punto de entrega: Alto voltaje $V > 40 \text{ kv}$, medio voltaje $600 \text{ V} < V < 40 \text{ kv}$ y bajo voltaje $V < 600 \text{ V}$

En el Reglamento de Tarifas se consideran categorías: Residencial, general, industrial y alumbrado público. Es decir, que cada ecuatoriano al pagar su factura de electricidad, paga

un valor por la generación (PRG), un valor por la transmisión (valor medio de transmisión) y un valor por distribución (VAD).

Como conclusión del mercado eléctrico tenemos que, existen distintas opciones para comercializar el potencial eléctrico de una planta de biogás. Una de las opciones es el mercado eléctrico para las ERNC. Los precios de la energía eléctrica que paga el sistema de electrificación nacional hacen analizable este tipo de proyectos. El mercado de los gases combustibles, es importante en Ecuador en especial el GLP, por lo que la opción del biogás debe tomársela en cuenta. Y existe un aumento de la demanda de energía del SNI durante los últimos años 5999GWh en 1990, 12.010GWh en 2002, 18464 GWh en 2013 (CONELEC, 2014)

3.1.1.1.2 Mercado de Materia Prima

El insumo principal para la producción de biogás son los residuos orgánicos, en nuestro caso el estiércol vacuno. Por tanto, podemos visualizar algunas alternativas de disposición existentes para obtener esta materia prima (desechos orgánicos) entre las cuales están las siguientes:

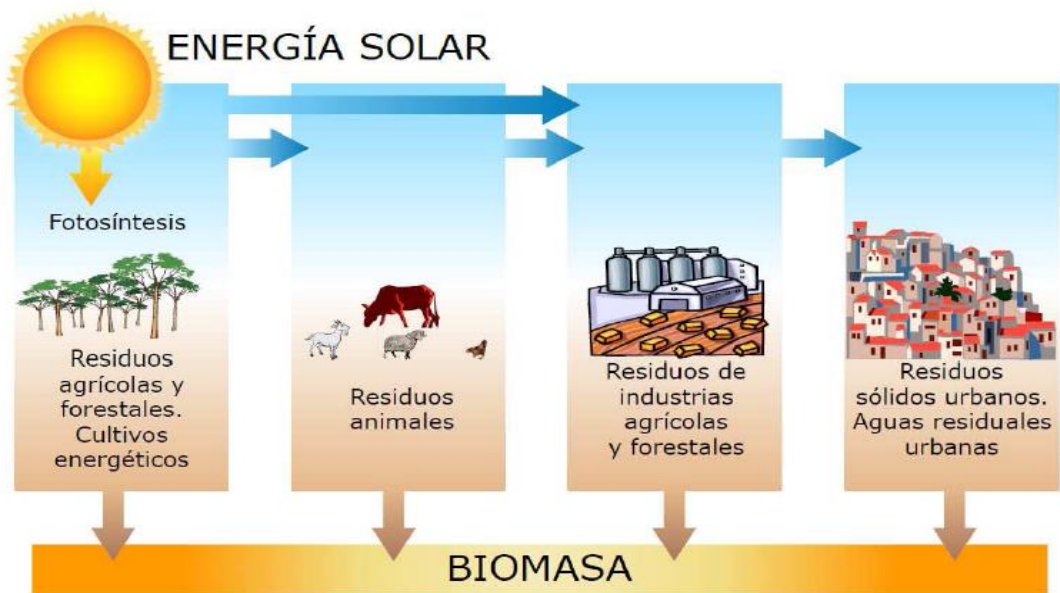
- a) Plantas de industriales, que procesan carne, lecherías, etc. que producen los *desechos agroindustriales* de (vacunos, porcinos, avícolas), que representa la alternativa de obtención más económica bajo ciertas condiciones.
- b) La recolección de guano vacuno, porcícola y avícola, (*residuos animales*) en fincas.
- c) Los *desechos vegetales*, que tengan más de 60% de humedad. (opción con bajo potencial energético para mesclar).

El transporte juega un papel muy importante en la obtención de materia prima, en la estructura de los costos de la inversión y operación del proceso de conversión energética en

la ubicación de la planta de procesamiento respecto a la materia prima y en la distancia hasta el punto de utilización de la energía convertida.

Se mencionará en *costos del sustrato* cómo operará la logística en nuestro caso.

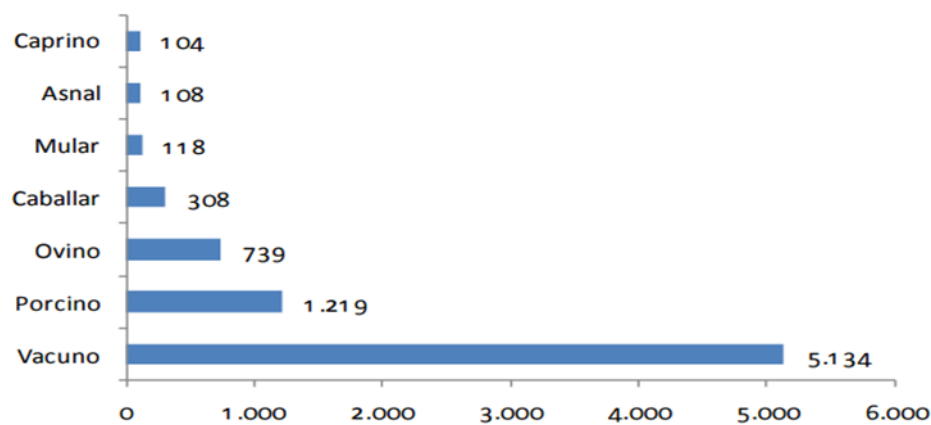
Fig. No 7 Fuentes de Biomasa



Fuente: Comunidad eduambiental, 2012

Para nuestro estudio, se va a utilizar los residuos del ganado vacuno; en el grafico siguiente se ve que este tipo de ganado lidera el sector pecuario con 5.134.000 de cabezas; en el año 2013, a cada cabeza de ganado vacuno le correspondió 0,94 de hectárea de la superficie total de pastos (cultivados y naturales), cifra similar al 2012, que fue de 0,95.

Fig. No 8 Número de cabezas de ganado según la tipología (en miles)



Fuente: ESPAC 2013

La ganadería representa alrededor del 7% del PIB, la producción total de leche a nivel nacional fue de 6,26 millones de litros, el total de gallinas existentes en el país es 16.372.770. (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), 2013)

CABEZAS POR CATEGORIA DE GANADO

Tabla 5 Número de cabezas de ganado por provincia

Provincia	vacuno	porcino	aviar
Manabi	783.592	189.412	1.436.515
Pichincha	444.573	189.102	613.160
Loja	361.455	137.902	857.169
Guayas	344.798	125.873	1.030.304
Azuay	341.799	130.108	737.393
Chimborazo	246.787	142.788	388.055
Morona Santiago	229.205	28.489	250.971
Esmeraldas	219.385	41.276	267.788
Bolivar	196.523	84.094	522.487
Cotopaxi	193.129	104.033	440.389
El Oro	162.467	39.958	211.177
Tungurahua	151.258	89.878	342.595
Cañar	139.772	52.262	241.784
Zamora Chinchipe	130.677	14.791	153.715
Los Rios	117.803	58.251	723.576
Imbabura	105.057	40.228	231.731
Carchi	93.784	15.823	102.478
Napo	50.984	3.954	84.239
Sucumbios	49.591	15.153	190.142
Orellana	35.942	8.746	149.675
Pastaza	26.820	3.155	76.213

Fuente: Censo Nacional Agropecuario-INEC 2014

La información del número de cabezas por categoría de ganado fue obtenida del Censo Nacional Agropecuario (CNA) del 2000 (año base) dada por el INEC en 2014.

Como vemos la disponibilidad de existencias de estiércol animal en la zona de Francisco de Orellana sería suficiente para iniciar un piloto en esta zona.

De ahí que en el cantón Joya de los Sachas, especialmente en el sector de Jivino cuenta con proveedores de materia prima en 10Km a la redonda dentro de la parroquia Enokanqui que permitirían recolectar 7,5 Tm de estiércol diario, esto corresponde aproximadamente a unas 516 cabezas de ganado cuyo peso esta entre 450 y 500 Kg por cada res. Para asegurar la provisión de MP a largo plazo se iniciaría un proceso de convenio con productores ganaderos independientes y asociaciones para intercambiar estiércol por digestato de la planta, también se daría asistencia técnica, para generalizar el uso de establos 2 veces al día. Para poder obtener la información anterior y tener la aproximación de lo que se pagaría para la disposición de los residuos animales se eligió aleatoriamente un representante de 5 asociaciones de ganaderos de la zona de influencia de la posible planta de biogás para ser entrevistado, (Anexo 1). Además se averiguó el precio aproximado de transportar 8 toneladas unos 10 km a transportistas del sector, de esto el valor aproximado de transportar la tonelada de residuos animales se calculó alrededor de 2 USD el km. Y el valor por la tonelada de residuos retirada, estaría abierto a negociación, basados en un dialogo realizado a un personero de LA ASOCIACION DE TRANSPORTES DE CARGA PESADA DE ORELLANA se estima un valor de \$5 USD por tonelada aproximadamente.

Además, dentro de nuestro estudio de la rentabilidad, tomaremos encuentra otro ingreso como lo es, un subproducto de la digestión anaeróbica a obtenerse en esta planta. Estamos hablando de fertilizantes orgánicos para los cuales hay dos mercados: los que se venden al detal y los que se venden al mayoreo para grandes extensiones agrícolas. Se realizó un benchmarking de precios al detal, y algunas tiendas venden los 35Kg en 5,5 USD, por lo que se puede pensar en ese mercado para obtener ingresos para la planta.

3.1.1.2. Estudio Técnico.

El residuo de las vacas ya no es sólo un desecho. Ahora hay la posibilidad de generar electricidad con él y también disminuir la contaminación generada por el estiércol. En los próximos años el sector agrícola debería aportar mucho más en la generación eléctrica con biogás a partir de residuos animales.

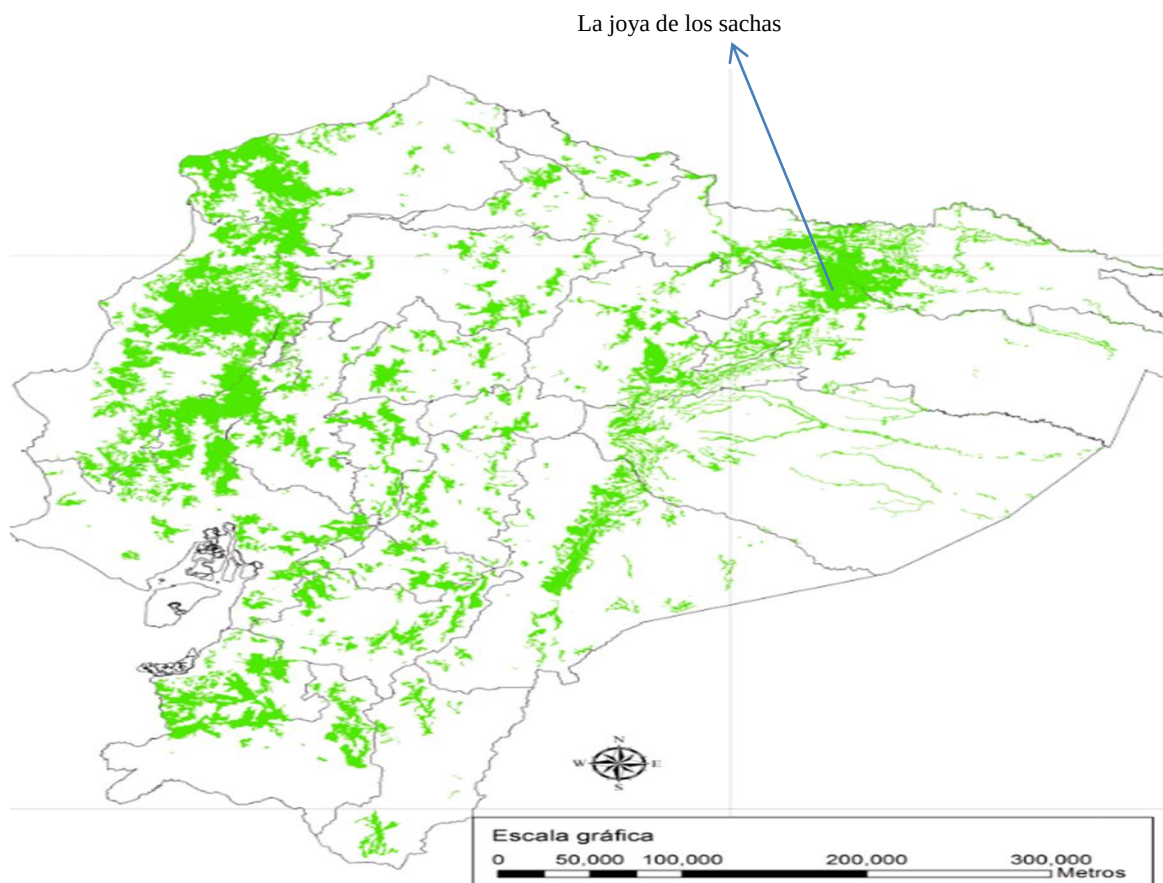
La localización de la planta.- Debe estar en función de los siguientes factores:

- Cercanía del lugar de obtención de Materia prima y de entrega de la electricidad.
- Materia prima y agua accesible suficiente
- Facilidad para implementar los digestores y almacenar el biogás.
- Topografía del sitio, adecuado

En nuestro caso al ser la zona de estudio la región oriental, hemos escogido un medio rural, por la disponibilidad de residuos agropecuarios, agua suficiente, topografía adecuada y que el rango promedio de temperatura está dentro de los límites aceptables para la actividad de las metano-bacterias. Esta zona es la Joya de los sachas, específicamente en el sector de Jivino donde se instalaría la planta, este cantón tiene las siguientes características: Población: 35.935 habitantes; Temperatura Promedio: 29°C; Superficie: 1.195,4 Km²; Parroquias: San Sebastián del Coca, Pompeya, Enokanqui, San Carlos, Unión Milagrena, Lago San Pedro, Rumipamba, Tres de Noviembre, aquí encontramos las siguientes asociaciones de ganaderos con las cuales se puede abastecer de materia prima:

- ASOCIACION DE GANADEROS ENOKANQUI,
- ASOCIACION DE GANADEROS SAN SEBASTIAN DEL COCA,
- ASOCIACION DE GANADEROS LAGO SAN PEDRO,
- ASOCIACION DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS UNION MACAREÑA,
- ASOCIACION DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS DEL CANTON JOYA DE LOS SACHAS APROCAS

Fig. No 9 MAPA GANADERO DEL ECUADOR



Fuente: SIGAGRO ,2014

Para ubicar las instalaciones, se necesitaría entre 5000m² y 10000m², de terreno. Según la empresa inmobiliaria Mitula y Plusvalía.com el sector escogido tiene aproximadamente un valor por hectárea de **7000 USD** en promedio.

El tamaño de la planta.-Una planta de biogás está formada por los siguientes principales elementos esquemáticos:

- Tanque de recolección de estiércol y residuos orgánicos
- Digestor
- Tanque para almacenamiento del gas
- Tanque para almacenamiento de efluente
- Cuarto de máquinas
- Sistemas de control de proceso

- Generador de potencia eléctrica (1MW) a biogás y transformación de potencia

Dimensionamiento de la planta de biogás

Para dimensionar el tamaño de una planta de biogás, se utilizan algunos valores característicos, y entre estos los principales son:

- (Cf). Es la cantidad diaria de cieno de fermentación o digestión.
- (TR). Es el tiempo de retención (fermentación) técnico
- (Gd). Es la producción de gas al día. Depende del tiempo de retención y del material de fermentación.
- (MS). Es la masa seca. El porcentaje de agua varía en cada material de fermentación natural. Por lo que se opera también con la parte sólida o materia seca del material de fermentación.
- (MOS). Es la masa orgánica seca. El proceso de fermentación trabaja solamente con la parte orgánica de la masa seca.
- (R, o L). Es la carga del digestor. Indica con cuanto material orgánico es alimentado diariamente o cuanto material debe ser digerido/fragmentado al día. Se calcula en kg de masa orgánica por metro cúbico del digestor por día (kg MOS/ m³ / d). Largos tiempos de retención producen una menor carga del digestor. Para las plantas de biogás sencillas, cargas de 1,5 kg/m³/d ya son bastante altas. Plantas grandes de control de temperatura y agitación mecánica se pueden cargar con unos 5 kg/m³/d. Si la carga del digestor es demasiado alta, baja el valor de pH. Y la planta se queda atorada en la fase ácida, porque hay más material de fermentación que bacterias de metano.

(TR o t) El tiempo técnico de retención o digestión es el lapso en el cual el material de fermentación permanece en el digestor. Este es determinado según criterios económicos. El tiempo técnico de retención es menor que el tiempo total necesario para la completa fermentación del material.

El grado de fermentación se mide en %. Este indica cuanto gas se obtiene comparado con la producción total de gas. La diferencia con 100% indica que cantidad de material de fermentación todavía no ha sido fermentada. En plantas de biogás sencillas el grado de fermentación alcanza alrededor del 50%, esto significa que la mitad del material queda sin aprovechar. (Álvarez José M)

Dimensionamiento del digestor

El volumen del digestor se obtiene con la siguiente fórmula:

$$V_d [L] = C_f [L/día] * TR [días]$$

El tamaño del digestor (en volumen V_d) es determinado por el tiempo de retención (TR) y por la cantidad diaria de cieno de fermentación (C_f). (Álvarez José M)

Dimensionamiento del depósito de gas

El tamaño del depósito de gas (en volumen V_g) depende de cuánto gas se produce y de cuanto gas que se utilice. La producción de gas depende de la cantidad y de las propiedades del estiércol (cieno de fermentación), la temperatura del digestor y del tiempo de retención.

La relación entre el volumen del depósito de gas (V_g) y la producción diaria de gas (G) se llama capacidad de almacenamiento gas (C).

$$(V_g / G) * 100 = C$$

La capacidad de almacenamiento de gas requerida y con esto, el tamaño que debe tener el depósito de gas, son factores muy importantes en la planificación técnica de la planta de gas. Si la capacidad de almacenamiento no es suficiente, se pierde parte del gas producido. El gas sobrante que queda almacenado en el depósito no es suficiente.

Si se escoge un depósito de gas demasiado grande, surgen gastos de construcción innecesarios. Debe tenerse en cuenta que la producción de gas puede fluctuar desde el 75% hasta el 125% de la producción calculada.

Para el cálculo es importante la diferencia entre producción y consumo. Las capacidades de almacenamiento del 50% al 60% son en general correctas. (Álvarez José M).

Por lo anterior se esperaría que todos los elementos de la planta ocupen un área de 5.000 m2 que sería el tamaño esperado general de la planta.

Dimensionamiento de un digestor

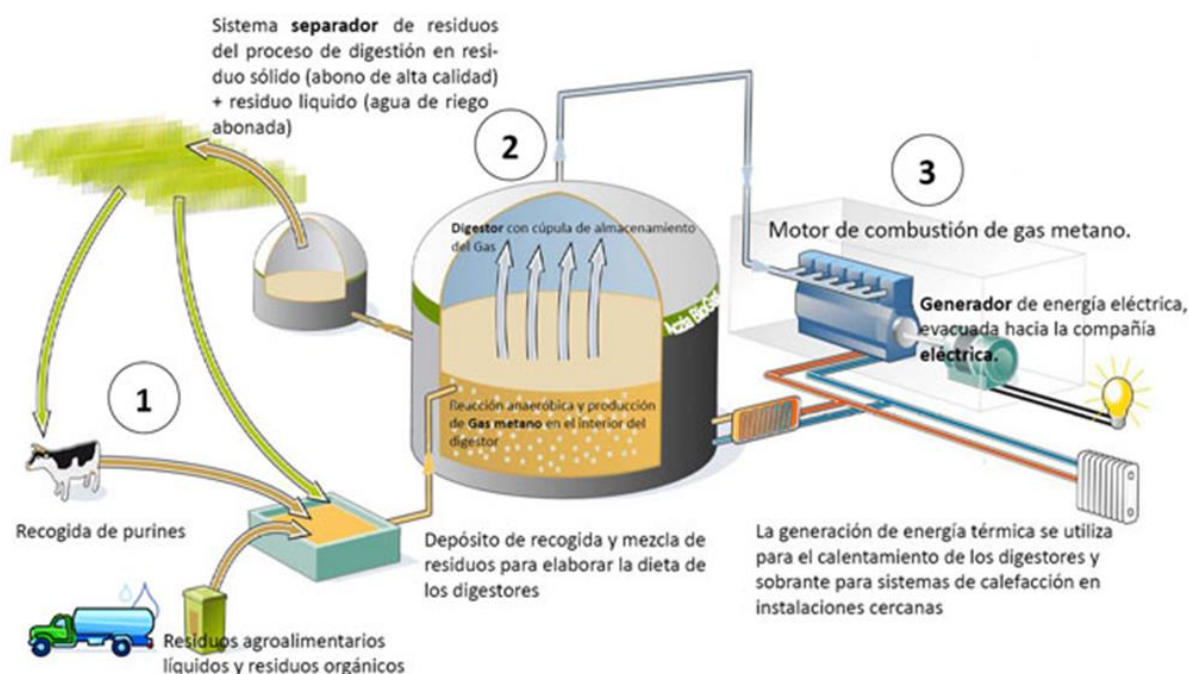
Tabla 6 Dimensionamiento del Digestor

	Output	Internal diameter	Tank height	Tank volume
UniFerm 250	250 kW _{el}	20.0 m	6.0 m	1885 m ³
UniFerm 350	350 kW _{el}	21.0 m	6.0 m	2075 m ³
UniFerm 500	500 kW _{el}	23.0 m	6.0 m	2490 m ³
UniFerm 780	780 kW _{el}	25.0 m	8.0 m	3925 m ³
UniFerm 1000	1000 kW _{el}	32.0 m	8.0 m	6430 m ³

Fuente: BD AgroRenewables GmbH & Co. KG

El proceso productivo.- Como vemos en la Fig. 10el proceso de producción de electricidad *inicia* con logística de entrada, desde dónde se adquieren la materia prima para el desarrollo del negocio. Implica toda la gestión para obtener la materia prima e insumos necesarios para producir en primera instancia el biogás y luego la electricidad. Dentro de la gestión del negocio se debe determinar convenios de abastecimiento con los proveedores que deben tener presente elementos como los siguientes: Lugar y condiciones de entrega, periodicidad de entrega del suministro si existe, cantidades mínimas entrega planta, Precios de mercado si existen, condiciones de renovación de los contratos, solución de controversias etc.

Fig. No 10 Esquema de la generación eléctrica en base a desechos (vacunos)



Fuente: Guía para proyectos de biodigestión en establecimientos, 2013

Se inicia con un tanque de recolección que sirve para recoger el estiércol que ha sido enviado por el canal de concreto gracias a un chorro de agua a presión (traída desde un río por medio de una bomba y filtrada para eliminar las impurezas), el cual suministra una cantidad de agua requerida por el digestor (1.500 galones/día aproximadamente, el tanque posee dos entradas para estiércol (recogido y mezclado), junto con una salida hacia el digestor. Una vaca normal produce aproximadamente 50 kg/día (8.2% al 10% de su peso) de estiércol que equivale a aprox. a 0,053 m³/día vaca, para estimar el estiércol producido por 220 vacas durante los dos periodos de ordeño al día, los cuales son uno en la mañana y otro en la tarde, con un tiempo promedio de estabulado de 7 horas al día, aplicaremos la siguiente fórmula para obtener la cantidad de estiércol producido en un día.

$$EP = NV * PV * PE * (TE / 24) \text{ Donde:}$$

EP es la cantidad de estiércol producido por día.

NV es la cantidad de vacas ordeñadas por día. = 220

PV es el peso promedio de las vacas. = 500 Kg

PE es el porcentaje de peso de la vaca que se produce en estiércol. = 10%

TE es el tiempo de estabulado. =7 horas

Este análisis refleja la cantidad de estiércol que se puede recoger en el periodo de tiempo en que las vacas se encuentran en el corral, la cantidad estimada es de **3208,33 kg/día. (3,2 toneladas/día)** se hace la recolección del estiércol en horas tempranas de la mañana, con el fin de permitir que la mezcla permanezca húmeda un tiempo dentro del tanque para posteriormente pasarla al digestor a una temperatura adecuada (36 a 40 g.C), ya que un choque térmico fuerte puede ser fatal para las bacterias. La mezcla se enviará desde el tanque de almacenamiento al digestor utilizando una bomba sumergible, conectada a un motor a 1.800 r.p.m. La curva de acople entre el sistema y la bomba da como resultado 5,41 m y un caudal de 78,9 gxm. La mezcla se conduce hacia el digestor por una tubería de 3plg. (Urueña, 2007)

El proceso continúa con la producción de biogás, mediante la digestión anaeróbica que es un proceso biológico en el cual las bacterias convierten los desechos del ganado en “biogás”. El biogás típicamente está compuesto por metano (55 a 65 %), dióxido de carbono (35 a 45%), amonio y sulfuro de hidrógeno, para producir biogás existen algunos *Tipos de digestores* los que veremos a continuación:

Digestores discontinuos.-Son aquellos en que la carga de la materia prima es discontinua, se hace de una vez y se inocula elementos microbianos de la digestión anterior para favorecer el arranque de la fermentación. Estos se usan para tratar residuos orgánicos con alto contenido en sólidos y, por tanto, los periodos de retención hidráulica son largos, ejemplo digestor familiar de China e India usadas desde la antigüedad.

El problemas principal es que la producción de biogás también es discontinua y, para eliminar esto, las instalaciones se dividen en 2 o más digestores, que funcionan escalonadamente, para obtener una producción uniforme de biogás. Es más usado en la de fragmentación orgánica de residuos sólidos urbanos (DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS AGRÍCOLAS Y GANADEROS (Esp), 2010).

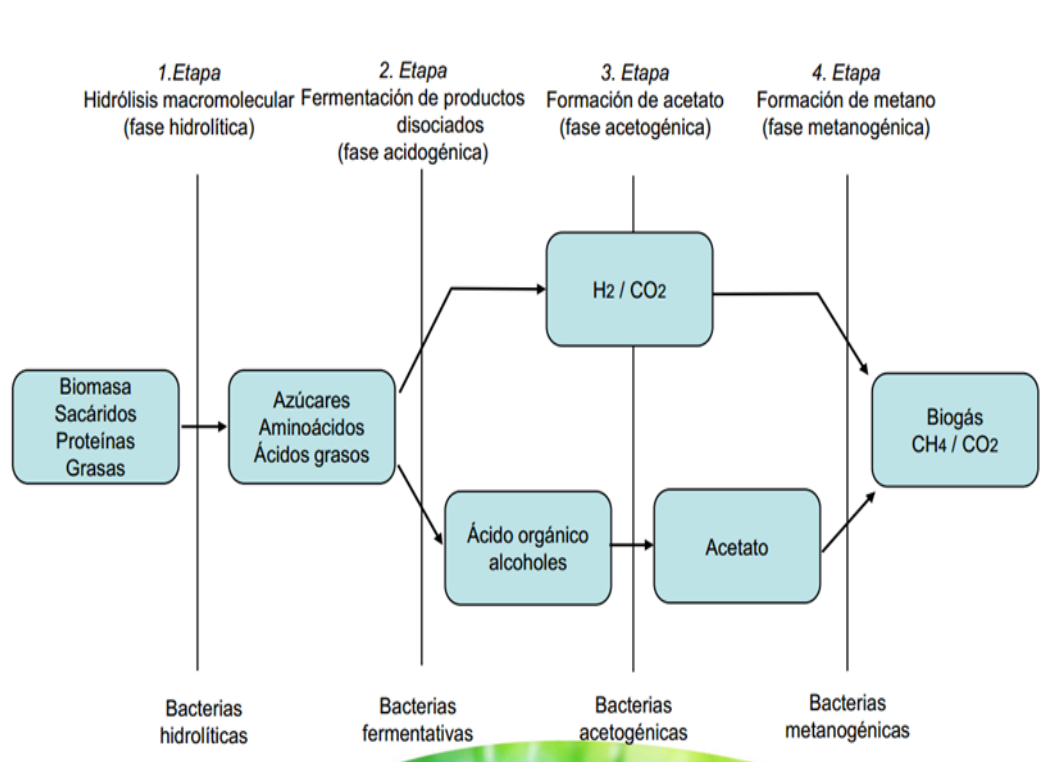
Digestores continuos.- Estos digestores de “segunda generación”, obtienen un flujo continuo de biomasa activa en su interior. Este grupo incluye digestores hechos para alcanzar una mejora en la producción energética. Así tenemos las siguientes tecnologías aplicadas a los digestores continuos:

- Mezcla completa.- Este digestor elimina la biomasa periódicamente a medida que el residuo orgánico es digerido. Esto no permite una alta concentración de bacterias en el interior del digestor y, por tanto la producción de biogás por unidad de volumen del digestor es reducida
- Flujo-pistón.- Desplaza horizontalmente a través de una sección longitudinal el sustrato a digerir, mezclándose mínimamente en este sentido, pues las distintas secciones tienen estados de fermentación diferentes. Son aptos para el tratamiento de residuos con elevada materia en suspensión
- Reciclado de lodos.- En los digestores de reciclado de lodos se procede a realizar una decantación de la biomasa arrastrada por el efluente, para introducirlos de nuevo en el interior del digestor, con lo que se consigue una mayor población microbiana activa, que posibilita una disminución del tiempo de retención.

Digestores de tercera generación.- Se han desarrollado principalmente para aumentar la concentración de la biomasa activa para aumentar el rendimiento energético por unidad de volumen del digestor, se utilizan principalmente para líquidos. Muchos de ellos no serían aplicables para residuos ganaderos. (DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS AGRÍCOLAS Y GANADEROS (Esp), 2010)

El costo de los digestores anaeróbicos para la producción y utilización de biogás variará con el tipo y tamaño del sistema, tipo de operación ganadera y condiciones específicas del sitio, y está entre los **800000Y 1200000 USD correspondiente a un 43% del costo total de la inversión** (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2012)

Fig. No 11 ETAPAS DE LA DIGESTION ANAEROBICA



Fuente: Grupo Urbaser Danner, 2013

Los digestores anaeróbicos son contenedores cerrados, herméticos, aislados e impermeables donde se deposita el sustrato (materia prima) variable en su composición, que se deja fermentar durante 30 a 60 días. Los subproductos son biogás y bio-fertilizante rico en nitrógeno, fósforo y potasio que depende principalmente de la temperatura, pH y relación C: N (carbono nitrógeno).

Durante la digestión anaeróbica ocurren cuatro etapas (ver fig11) que son

- Hidrólisis: los microorganismos anaeróbicos excretan enzimas hidrolíticas que rompen los enlaces de los polisacáridos que forman el sustrato, produciendo unidades simples de azúcares, grasas y aminoácidos.
- Acido génesis: los compuestos del sustrato son asimilados por algunos microorganismos y/o fermentados, produciendo ácidos orgánicos, y gases como dióxido de carbono, hidrógeno y pequeñas cantidades de amoníaco, ácido sulfhídrico y alcoholes, en especial glicerol.

- **Acetogénesis:** bacterias denominadas acetogénicas de lento crecimiento, metabolizan los alcoholes, el ácido láctico y los ácidos grasos volátiles, produciendo ácido acético e hidrógeno.

- **Metanogénesis:** el acetato, hidrógeno, y dióxido de carbono producido, es transformado por acción de las bacterias metanogénicas, en metano, dióxido de carbono y agua.

Dependiendo del sustrato (materia prima o mezcla de materia prima) utilizado se obtendrán distintos rendimientos (biogás x kg de sustrato). El potencial energético del biogás depende del porcentaje de metano que posea por lo que hay que poner atención a la mezcla de sustrato y al proceso para evitar biogás de bajo potencial energético. (ARBOLEDA & SALCEDO, 2009)

Relación C/N: La materia prima de digestión o fermentación está compuesta en su mayor parte por carbono (C) y también contienen nitrógeno (N), entonces se establece la relación entre ellos (C/N), la cual influye sobre la producción de gas. Una relación de 20:1 hasta 30:1 es aceptable aunque el valor ideal es de 16. Las mezclas de materiales de fermentación con alto contenido de nitrógeno (como por ejemplo, el estiércol de gallina) mezclado con material de fermentación con alto contenido de carbono (como el tamo de arroz) generan una elevada producción de gas. (ARBOLEDA & SALCEDO, 2009)

RELACION C: N DE VARIAS MATERIAS PRIMAS

Tabla 7 Relación c: n de varias materias primas

Sustancia	Relación C/N
Orina	0.80
Estiércol equino	25
Estiércol vacuno	18
Alfalfa	16-20
Algas marinas	19
Aserrín	511
Basura	25
Cáscaras de papa	25
Paja seca de trigo	87
Paja seca de arroz	67
Tallo del maíz	53
Hojas secas	41
Estiércol de aves	32
Pasto	27
Estiércol ovino	29
Estiércol de cerdos	13
Excretas frescas humanas	2.90

Fuente: (ARBOLEDA & SALCEDO, 2009)

Niveles de amoniaco: Este parámetro es importante cuando se utilizan materias pri-
mas con un alto porcentaje de este, como es estiércol de aves, entonces los niveles dentro de
los digestores deben estar por debajo de los 2000 mg/l, para lo cual se aumentan las diluciones
de entrada del material. (H2O).

PH: Está en función de la concentración de CO2 en el gas, de la concentración de
ácidos volátiles y de la propia alcalinidad de la materia prima. Las bacterias responsables del
mecanismo de producción de biogás son altamente sensibles a cambios en el pH, oscilando
entre 6 y 8 (es deseable un valor entre 7 y 7.2) .El pH del lodo de fermentación indica si el
proceso de fermentación transcurre sin problemas, y su medición indica el comportamiento
de la carga de fermentación dentro del digestor,

Comportamiento de la carga de fermentación dentro del biodigestor, de acuerdo con el valor
del pH

PH	Comportamiento
7 – 7.2	Óptimo
6.2	Retarda la acidificación
7.6	Retarda la amonización

Contenido de agua de la mezcla: Las bacterias y los microorganismos no funcionan
efectivamente cuando el agua en la mezcla es demasiado bajo, y entonces la cantidad de
biogás será pequeña. Y cuando la mezcla es demasiado diluida, se puede digerir relativa-
mente poca materia orgánica y la producción del biogás es limitada. En el uso de desechos
de agricultura, se deberá tener una razón biomasa a agua entre 1:1 y 1:2; y por cada 100 Kg
de estiércol, se pondrá de 100 a 200 litros de agua. Si la materia prima consta principalmente
de residuos vegetales, se requiere más agua, en razón de 1:3 o 1:4 La actividad de mezclar,
debe realizarse en forma uniforme en el tanque del digestor para promover una digestión
efectiva.

Materiales orgánicos: Puede usarse como sustrato para la obtención de biogás y bioabono el estiércol vacuno, el de cerdo y el de gallina entre los principales. (ARBOLEDA & SALCEDO, 2009)

El proceso termina con la producción de electricidad (1MW), para lo cual se usará un motor que emplea como combustible el biogás.

El motor generador de electricidad a biogás.- La alternativa para la generación eléctrica son motores duraderos y fiables en el uso de biogás. La inversión en el motor debe generar ahorros importantes a largo plazo, además de ser ambientalmente amigable. El biogás, producto principal de los procesos de la planta y esencialmente del digestor anaeróbico, se utiliza como combustible para este motor que generará 1MW de electricidad.

Al utilizar el biogás con este tipo de motores, se busca lo siguiente:

- Reducir emisiones de carbono.
- Eliminar olores y plagas provocadas por la descomposición del residuo orgánico.

Compuesto principalmente de metano y dióxido de carbono, el biogás, se produce mediante la descomposición anaeróbica de desperdicios orgánicos en el digestor. En lugar de permitir su descomposición descontrolada y la emisión de gases a la atmósfera, se conservan en un entorno sin oxígeno, como una laguna cubierta o tanque de acero sobre el suelo. El metano se extrae desde ahí y se usa como combustible del motor para generar electricidad y calor.

Debido a las impurezas del biogás, generalmente se requiere pretratamiento. Sin embargo, el uso de un motor de gas diseñado específicamente para operar con biogás puede reducir la inversión en pretratamiento. Los grupos electrógenos de combustible de bajo consumo energético están diseñados para manejar el combustible con las variaciones en el contenido de metano que suelen producirse en la fabricación del biogás.

El motor a biogás incluirá:

- Una bomba para ventilación del cárter que elimine los gases ácidos derivados.

- Núcleos del post-enfriador, culatas de cilindros, cojinetes de bancada y bielas diseñados especialmente para resistir elementos corrosivos.
- Sistemas de enfriamiento diferenciados que operan a altas temperaturas del agua de las camisas para evitar la condensación de los contaminantes.
- Los equipos de conmutación con controles basados en PLC (Programmable Logic Controller, controlador lógico programable: control de bornes, panel de sincronismo, relé de sincronismo con funcionamiento automático.) se suministran para colocar el generador en paralelo con la red eléctrica local y vender energía renovable al servicio eléctrico local. En el caso de las operaciones más remotas, las instalaciones pueden consumir la potencia generada en el sitio. (Mopesa Motores Power S.A.) El precio de este equipo está entre 350000 y 550000 **USD** (made in China) ver anexo 2 Ficha técnica.

Equivalencias

Es importante mencionar que para el análisis de pre factibilidad de una planta de biogás es necesario poder determinar, en forma teórica (en primera instancia) cual es la necesidad de materia prima y que cantidad de electricidad se puede obtener de la misma. Sabemos que la cantidad de biogás esperada en la planta depende directamente del contenido de *sólidos volátiles* presentes en el estiércol. El estiércol de una vaca lechera que pesa unos de 635 kg podría contener alrededor de 5.40 kg de sólidos volátiles el cual tiene el potencial para generar alrededor de 2.57 m³ – 2,73m³ de biogás.

La producción de biogás es de aproximadamente 2 m³ /vaca /día, asumiendo que cada vaca pueda producir 5.73 kg de sólidos volátiles de su estiércol por día, y que un digestor promedio puede producir aproximadamente 350 L de biogás por kg de sólidos volátiles. (Pizarro. C., 2006)

Según AquaLimpia consultores la producción de biogás es de 2.08m³ /vaca/día, pero en algunos lugares se ha reportado la producción de biogás de alrededor de 1.6 m³/vaca /día por lo que vemos que la producción de biogás es muy variable y depende de las condiciones

particulares de cada lugar, del tipo de alimentación a la vaca, de las condiciones climáticas, de la región, de la raza de las vacas, si son o no lecheras de la edad de la vaca, del destino final de la vaca (carne, leche, reproducción), y las características del digestor. Una tonelada de estiércol vacuno produce 483 kwh (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2012)

Respecto a la producción de energía eléctrica, acorde al biogás producido, se menciona una eficiencia de 1 a 1 es decir de 1.0 kwh es producido por 1 m³ de biogás, por lo cual 1000 vacas podrían generar 2141 kw-h/día esperando una producción teórica de 2000m³ de biogás/día. De lo anterior desprendemos que la planta de biogás necesita alrededor de 500 a 1000 vacas para producir 1 MW de potencia de electricidad. (Van Horn., 1994).

Opciones de ingresos por comercialización de subproductos:

- Venta de biogás depurado para uso industrial/residencial
- Venta de energía al sistema eléctrico del país a través de cogeneración energética.
- Venta de la energía directamente a un tercero (tanto eléctrica como térmica)
- Venta de energía térmica a industrias cercanas (esto sólo es posible si existe demanda que lo justifique y si la cercanía a la localización lo permite)

También hay elementos que pueden resultar útiles al momento de agregar cuantía a la cadena de valor del negocio de la planta de biogás como: imagen de la empresa; posibilidad de disminuir la huella de carbono; uso eficiente de los recursos; uso de espacios para disposición y ordenamiento de residuos; Producción de fertilizante, organización de redes de proveedores de residuos orgánicos etc.

Buenas prácticas de producción

Las buenas prácticas que se deben considerar al fabricar biogás son:

- Fuentes de sustrato: Se debe mantener un enfoque en el cual, los residuos o su mezcla no sea un problema, sino que sea un producto que se pueda valorizar.

- Valorización del calor como co-producto: El no considerar la venta de energía térmica (calórica) puede ser crítico para la rentabilidad del proyecto. Al ser complicado comercializar el calor producido, hay un desperdicio de este calor, se debería buscar un lugar donde sea posible vender a un cliente cercano este calor producido por la planta de biogás.
- Costos de transporte: Hay que considerar la disponibilidad de recursos en localidades cercanas. El costo de transporte a grandes distancias puede significar que la planta se quede sin provisión de sustratos o que el proyecto no sea viable económicamente.

Aspectos administrativos y de organización.- La planta tendrá una organización administrativa de pequeña empresa con un organigrama plano, y donde se contempla la creación de 8 plazas de empleo fijo en jornadas de 8 horas laborables, y contrato indefinido para trabajar en una planta de biogás productora de 1MW de potencia eléctrica. Y además se dará empleo a 12 plazas como servicios puntuales.

Distribución del personal fijo directo e indirecto, y externos eventuales

Tabla 8 Distribución de personal

Distribucion del personal fijo directo e indirecto y externos eventuales				
	PUESTO	CONTRATO	FUNCIONES	REM.TOT.
GERENTE	1	Indefinido	Responsable de toda la planta	4500
JEFE CONTABLE	1	externo	tareas adm. y contables	
JEFE TECNICO	1	indefinido	tareas adm. y tecnicas	2500
JEFE DE MANTENIMIENTO	1	externo	tareas adm. y de mantenimiento	
JEFE DE SISTEMAS	1	externo	tareas adm. Y de sistemas	
JEFE DE I+D	1	indefinido	tareas adm y de I+D	2200
ASIST DE PRODUCCION	4	Indefinido	manipulacion	3840
ASIST DE MANTENIMIENTO	5	externo	mantenimiento instalaciones y planta	
ASIST. CONTABLE	1	externo	registros contables	
ASIST. I+D	1	externo	registros de I+D	
VETERINARIO	1	externo	control del ganado	
ASIST VETERINARIO.	1	externo	ayuda a ganaderos	
Marketing (imagen RRPP	1	externo	Imagen, RRPP,adm comercial,inv merc	
SEGURIDAD	1	externo	seguridad	
LIMPIEZA	1	externo	limpieza	
TRANSPORTE	1	externo	transporte de materia prima	
SECRETARIA	1	indefinido	atencion cliente,archivo comunicaciones	660
	8		personal fijo directo	13700

Fuente: Elaboración propia

Durante los 6 meses de construcción de la planta se crearán los siguientes puestos de trabajo indirectos:

- Obra Civil - 8 personas. 1ª Fase
- Obra Técnica - 10 personas. 2ª Fase
- Puesta en Marcha – 3 personas. 3ª Fase

Durante las 3 fases habrá 2 Directores de Obra. Total =25

Puestos indirectos permanentes:

- 2 personas. Seguridad
- 1 persona. Limpieza
- 3 personas Transporte. Total = 6

Puestos técnicos temporales para las auditorias y los controles de calidad. 2. Total=2

Total = 16 Empleados Permanentes + 25 Durante la Obra + 2 Técnicos Temporales.

Además hay 3 puntos que consideramos importantes dentro de la organización del negocio a nivel externo a la planta: Proveedores, transporte y mercado de subproductos.

Elementos complementarios al digestor

- Los sistemas de calefacción.- Estos pueden ser aislamiento térmico adecuado, radiadores de serpentines en las paredes del reactor o que la energía utilizada para calentar el agua que circula en los serpentines provenga del motor de co-generación

- Los sistemas de agitación: Sirven para poner en contacto los microorganismos con el sustrato, mantener la temperatura del sustrato homogénea, y evitar la formación de costras. Su funcionamiento es eléctrico, y estos sistemas pueden ser:

- Agitador de hélice sumergible: Alta velocidad de mezcla para sustratos líquidos. Operación discontinua con tendencia a formarse capas duras en intervalos de no operación. Poseen un alto consumo energético.

- Agitadores axiales de rotación lenta: operación continua, generalmente utilizados para sustratos con contenido de sólidos medio - más de 10%-.

- Agitadores excéntricos: operación continua o semi-continua. Utilización en sustratos con contenido de sólidos medio.

- Agitadores verticales y horizontales de paleta: Lento, de operación continua. Se utilizan en reactores de flujo pistón con contenido de sólidos medios. (Hilbert, 2011)

La utilización de energía eléctrica por parte de los mecanismo de agitación y bombeo de sustrato oscila entre un 5 – 10%(Varnero, 2011) de la energía total generada. Asimismo, para la calefacción de los Biodigestores se utiliza entre 20 – 40 % (F. Kaiser, 2010)de la energía térmica disponible por la cogeneración, dependiendo principalmente de las condiciones climáticas de la zona – mientras más frío más energía será necesaria (Hilbert, 2011)

Métodos de eliminación de impurezas del biogás obtenido

El gas tal cual sale del digestor debe ser acondicionado a fin de asegurar un permanente y buen funcionamiento de los equipos que se alimentan de él, se debe acondicionar:

El dióxido de carbono.- No tiene ningún poder calorífico. Su eliminación no es aconsejable salvo en casos que se almacene el biogás a altas presiones Los métodos más usados son: absorción, adsorción, Mineralización y biomineralización; Purificación criogénica del biogás etc. (Hilbert, 2011)

El agua.- El biogás resultante del proceso suele, saturarse con vapor de agua. Para evitar que el biogás se condense en las tuberías de transporte, se debe asegurar una humedad relativa menor al 60%, este condensando sumado a otras impurezas del biogás puede corroer las tuberías. Algunos de los métodos utilizados para eliminarla son: secado por comprensión y/o enfriamiento del gas, adsorción en carbón activado o absorción, en soluciones de glicol y sales higroscópicas (Hilbert, 2011).

El sulfuro de hidrogeno (H₂S).- Para evitar la formación de ácido sulfúrico, corrosivo, que viene de combinarse el vapor de agua con el sulfuro de hidrógeno se puede utilizar: filtros de carbón activado, dosificar oxígeno y dosificar óxido de hierro. Otro mecanismo es la

desulfuración biológica – con microorganismos – y el enlace químico con zinc que consiste en pasar el biogás por cartuchos de óxido de zinc. (Hilbert, 2011).

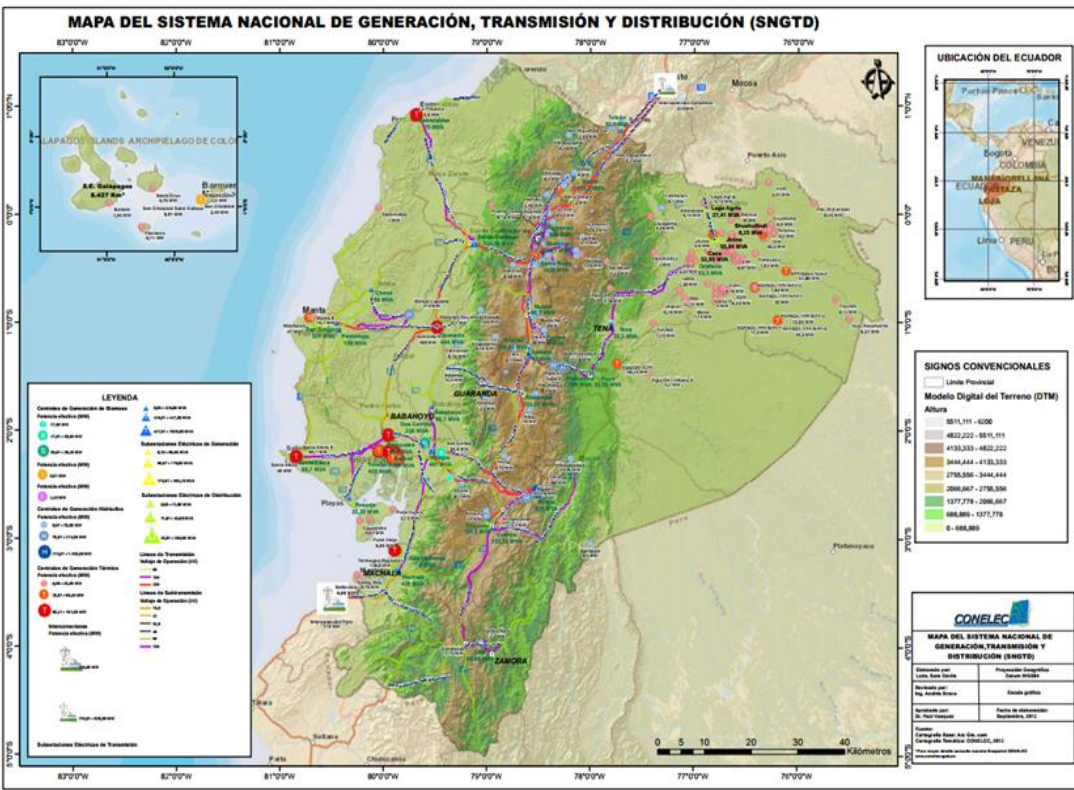
Supuestos para análisis

La planta de biogás producirá energía eléctrica con un motor generador $\leq$ a 1MW el cual funcionará con biogás purificado (libre de agua y sulfuros).

Los ingresos de la planta tiene como principal fuente, la venta de energía eléctrica la cual requiere: una conexión en paralelo con el distribuidor de la zona, en la subestación Jivino o a través del más cercano alimentador primario. Al lograr conectarse a la distribuidora su precio de venta es el mismo que si se conectara al SIN y está en 7,32 centavos de dólar.

La opción de conectarse a la subestación eléctrica de Jivino a 1 km(en línea recta) es factible porque implica el tirar una línea de 1 km con un costo de 10000 USD por km. Y luego conectarse en paralelo junto al resto de generadores (la conexión en paralelo permitiría entregar la generación sin mayores costos ya que nuestro generador tiene elementos de sincronismo automático) y de necesitarse elevar el voltaje a 69kV se lo hará, mediante nuestra transformación, (Transformador de poder 3,2/9,6/13,8/69 kV, Transformador de servicios auxiliares, Transformador de Corriente 13,8/69 kV, Interruptor 3,2/9,6 kV, Interruptor 13,8/69 kV, Seccionador 3,2/9,6 kV, des conector 9,6/13,8/69 kV Pararrayos 13,8/69 kV al voltaje de las líneas de distribución cercanas que son de 13,8/69 V). Como la generación eléctrica es con biogás $\leq$ a 1MW, considerada ERNC el proyecto no necesita licencia medioambiental únicamente un permiso. Otra opción sería conectarse directamente a la distribuidora de la Joya de los sachas (Emel Sucumbíos) a través de una conexión primaria cercana ubicada en -Joya de los sachas-. Podría conectarse directamente a un alimentador primario de la distribuidora mencionada. Y hacer la transformación (Regulación 002/13) (Valor entre 150 y 300 mil USD (ver anexo 3)

Fig. No 12 Mapa de generación transmisión y distribución



Fuente: (CONELEC, 2014)

3.1.1.3 Estudio Económico.

INVERSION INICIAL

La inversión inicial para la planta de biogás estará compuesta por tres grupos:

- *Inversiones en las obras civiles.-* (construcción de, biodigestor, estanques de recepción, y salida, sala de máquinas, oficinas, movimientos de tierra e instalación de faena.
- *Inversiones en equipos y materiales.-* (bombas, equipos eléctricos simples, materiales como tuberías de acero inoxidable, PVC, materiales para aislación térmica, costos de conexión a la red y los de planificación -nacional)
- *Inversiones de equipos.-* (equipos de generación con biogás, (Transformador de poder 3,2/13,8 kv Transformador de Corriente 13,8 kV Interruptor 3,2 kV Interruptor 13,8 kV Seccionador 3,2 kV Des conectador 13,8 kV Pararrayos 13,8 kV), los agitadores, instrumentos de medición, equipos de control y automatización -internacional).

Según F. Káiser, la inversión para producir 1 MW con una planta de biogás estaría entre 2.6 y 4.6 Millones de USD. Incluye: equipos de alimentación, bombas, equipos de agitación y separador de sólidos (sin equipos de pre tratamiento de residuos), la construcción de estanques, piping, fundaciones para equipos, gasómetros, sala de máquinas y obras menores, se considerarán los costos de terreno y la posible inversión para la utilización/venta de la energía térmica.

Inversión Total en dólares

Tabla 9 valor de la Inversión Inicial

INVERSIÓN INICIAL	
Motor electrógeno	\$ 550.000
Maquinarias y Equipos	\$ 200.000
Obras Civiles	\$ 1.000.000
Transformación	\$ 150.000
Terreno 1 hectarea	\$ 7.000
Otros (12,37% Inv)	\$ 277.750
SUB TOTAL	\$ 2.184.750
Contingencia	\$ 150.000
TOTAL	\$ 2.334.750

Fuente: Elaboración propia

A continuación se explica cada rubro:

El motor generador de electricidad a gas metano.- Según cotizaciones realizadas, a China la unidad generadora para producir 1MWde energía esta entre 350000y 550.000 USD. (Ver anexo 2)

*El costo de la maquinaria y equipos de alimentación.-*Como bombas, equipos de agitación, separador de sólidos sin equipos especiales para el pre tratamiento de los sustratos se estima en 200.000 USD acorde al porcentaje que aconseja (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2012)

La construcción.- De digestor, tuberías, techos, sala de máquinas, gasómetros, fundaciones para el generador y obras menores. Se estima en \$1.000.000 acorde a DGFIZ

*Transformación (elevadora).-*El transformador y complementos para la transformación tendría un valor de 150.000 USD, más contingentes.

Terreno.- Una hectárea en el la zona Jivino para la operación y funcionamiento de la planta se cotizó en 7.000 USD.

Otros.-Como equipos de electrotecnia y de control. Equipo para compresión y acondicionamiento del biogás, 277.750 USD.

Contingencia.-Debido a posibles imprevisto en el cálculo de la inversión, se deja para contingencia un valor de 6,8% dela inversión.

CAPITAL DE TRABAJO

Son los recursos que requiere la empresa para operar a corto plazo como: materia prima, mano de obra, reposición de activos fijos, etc. que de acuerdo a la comisión de energía de Chile está entre 18% y 22% de la inversión (adoptaremos $CT = 20\% = \$ 466.950$).

DEPRECIACION DE ACTIVOS FIJOS.

Es la distribución del costo del activo como gasto en los periodos en que prestan sus servicios, con una vida útil de los equipos de diez años. Se considera para la depreciación toda la inversión menos el terreno, resultando una depreciación de \$ 279.470 USD anual.

HORIZONTE DE EVALUACIÓN

Son los periodos/años considerados para la evaluación del proyecto (vida útil del proyecto). El horizonte que se consideró fue de 10 años.

TASA DE DESCUENTO

La tasa de descuento, utilizada en un flujo neto de fondos, es la rentabilidad que los inversionistas exigen a una inversión, como costo de oportunidad de su inversión (al renunciar a un uso alternativo de los recursos). La Superintendencia de Compañías del Ecuador, la define como el tipo de interés que se utiliza para calcular el valor actual del flujo de fondos que se obtendrán en el futuro. A mayor tasa de descuento, menor es el valor actual neto

La tasa de descuento considerada para el caso base es del 10% puesto que en Ecuador no existe experiencia consolidada en plantas de biogás basadas en desechos vacunos, se toma esta tasa en función de plantas similares desarrolladas en otros países de Latinoamérica como es el caso de Chile.

VALOR RESIDUAL

De los activos es aquella parte del costo que se esperaría recuperar mediante la venta del bien al final de su vida útil o, al final del horizonte de evaluación. No se consideró un valor residual debido a que este tipo de plantas no tiene mercado.

COSTOS Y GASTOS DE OPERACION

Los costos son desembolsos causados por la prestación del servicio de generación eléctrica. (Costos por sustrato, por energía consumida por la planta, por personal, por disposición de residuos (transporte), y por insumos de operación (de menor incidencia).

Costos por sustrato.-En nuestro caso no se pagará por los sustratos que se reciben, ya que se acordará con los ganaderos un pago equivalente por su recolección, que se espera estén en un radio de 10Km y se los recolecte en un camión de 8 toneladas. Este rubro no se toma en cuenta ya que los posibles ingresos por recolección deberían cubrir los gastos de transporte.

Costos por energía.- Según la experiencia de otras plantas especialmente en Chile se considera que con un nivel de automatización adecuado, el consumo propio de energía del proceso estaría alrededor del 5% del valor de la producción de energía de la planta **(1000Kwh*24h* 5% =2400kwh*07,32cent=175,68USD* 350 días= 30744USD)**

Costos operativos de personal.- Se requiere personal para tres labores principales:

- *Para la descarga y movimiento del sustrato*, la empresa puede utilizar la maquinaria disponible y 2 asistentes rotativos.
- *Para el análisis biológico del sustrato.*- se utilizará los conocimientos y personal del área de I+D de la empresa.

- *Un técnico encargado del control y operación de la planta.* De acuerdo con las fuentes estudiadas, se requiere al menos un técnico jornada completa y si es necesario 3 asistentes jornada adicional y rotativos. Por lo tanto, para la operación de la planta anual se requiere aprox. entre 2.000 HH/año, dependiendo del grado de automatización de la planta. Se contabilizará para efecto de sueldos operacionales un presupuesto de **76080USD** anual.

Costos de mantenimiento y reparación.- Los gastos de mantenimiento del generador según contratos de mantenimiento de empresas en Europa como la empresa Camda New Energy Equipment Co., Ltd. El valor está entre los 6 – 11 USD por hora de operación. Para un factor de planta del 80% esto significa alrededor de 7.500 horas anuales, que significaría entre 45.000 – 82.500 USD por mantenimiento y emergencias con la unidad generadora. Se considerará un costo de **60.000 USD** anual.

Otros costos.- son los desembolsos causados por la administración y seguros, de la producción de biogás y venta de energía. Existen gastos adicionales relacionados con las labores administrativas de la planta, seguros, estabilizadores, compuestos químicos para la medición de parámetros, etc. Para esto se considerará un monto anual de **88320 USD** por administración y venta de electricidad (personal administrativo). Y el 0,8% de la inversión total (valor del seguro **\$ 18.678USD**).

Costos por venta de carbono.- Para la venta de los bonos de carbono es necesario primero certificar la validez de éstos y luego buscar un comprador en el mercado. Lo que significa uso de tiempo y de recursos de la empresa. Costos en sueldos, comisiones, viáticos del vendedor y recursos de la empresa aplicados, se dará un valor del 8% del ingreso por venta de bonos de carbono equivalente (\$17.023,8)

Costos por transmisión eléctrica.- Debido a que se realizará una generación distribuida, No existen los costos por transmisión que se cancela a Transelectric **(0 USD)**

COSTOS DE OPERACIÓN

Tabla 10 Costos operacionales

Costos de venta bonos de carbono		17.023,78
Costo de consumo eléctrico propio		30.744,00
Costo de Venta		47.767,78
Mantenimiento y reparación de equipos		60.000,00
Sueldos y beneficios Sociales		76.080,00
Otros gastos (adm, seg)		106.998,00
Gastos de operacion		243.078,00
TOTAL COSTOS		290.845,78

Fuente: Elaboración Propia

INGRESOS

Para la evaluación financiera del caso base, se recibirá ingresos por: venta de energía eléctrica, venta de certificados por bonos de carbono, y como subproductos tenemos los ingresos por venta de fertilizantes orgánicos, y no se tendría ingresos por potencia eléctrica, energía térmica, ni gas.

Energía eléctrica.-Los ingresos por venta de la energía eléctrica están definidos por la cantidad de electricidad producida, menos la energía usada en la propia planta, el precio de la energía eléctrica sería 7,32 centavos USD. La energía disponible es de 7.980 MWh. Los ingresos serian de **\$584.136 USD** por año.

Potencia eléctrica.-También existirían ingresos por potencia firme ingresada al sistema eléctrico (0,85 MW potencia disponible). El precio utilizado estaría entre 4 y 7% de las ventas netas, pero no lo utilizaremos ya que este pago solo existe para generadores convencionales en el Ecuador.

Energía térmica.-No existen precios para la venta de la energía térmica en Ecuador, pero lo más comparable es el precio del GLP para clientes industriales. Sabiendo que hay un autoconsumo del 65%de calor en los procesos de la planta, quedaría un 35% para comercializar pero los costos de transporte a distancias largas no justificarían su venta, por tanto tampoco se venderá energía calórica.

Bonos de Carbono.- Por cada m3 de biogás utilizado en la producción de energía se evitaba la emisión de 6,58 kg de equivalente CO2.Como se utilizan aproximadamente 4 millones de m3 de biogás al año, significa que se evitaría la emisión de 27.636, toneladas de CO2. El precio actual de los bonos de carbono en el mercado a febrero del 2015 se movió entre 7 – 7,7USD/CER., por tanto se obtendrían ingresos de **212.797,2USD** anuales.

Otros ingresos.- Hay ingresos más difíciles de cuantificar, como el ingreso por venta de biofertilizante (se estima que 14,98% del sustrato ingresado, son sólidos totales 393,22 Ton año, C/T=30usd=**\$11.796,8** y los líquidos \$ **21.105,0**), la capacidad de comercializar gas, y la recepción de residuos por mayor espacio disponible (precio de recolección camión de 8T\$5c/T = precio de transporte camión 8T (\$2c/Km)(20Km) = \$40

INGRESOS TOTALES

Tabla 11 Ingresos

Energía Eléctrica		\$584.136
Potencia Eléctrica		\$0
Energía Térmica		0
Bonos de Carbono		\$212.797
otros ingresos		\$32.902
VENTAS TOTALES		\$829.835

Fuente: Elaboración Propia

En base a los ingresos y egresos anteriores se realiza la evaluación de la planta de biogás (ver el desarrollo en la aplicación práctica pág. 77) y se obtienen los siguientes indicadores

Tabla 12 Indicadores de rentabilidad

INDICADOR	VALOR
VAN	-\$153.194,43
TIR	6,29%
Payback	7 años 9 meses

Fuente: Elaboración Propia

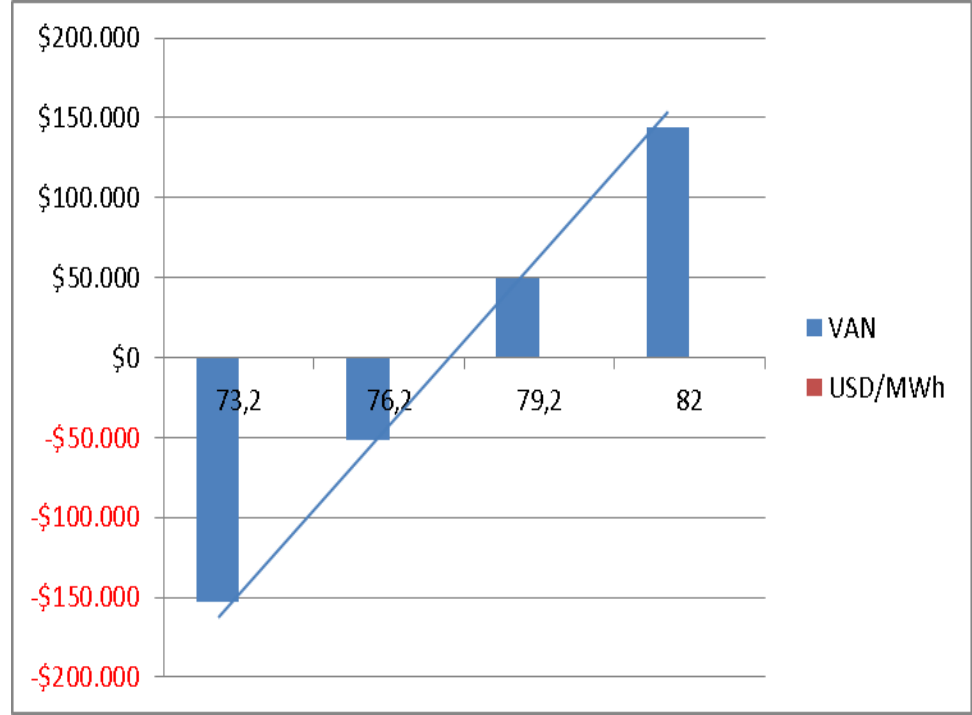
Los resultados del caso base son negativos: VAN<0 y TIR<10% por lo que no son atractivos. Luego, el análisis financiero bajo el caso base es poco factible de llevarse a cabo desde la perspectiva del inversor.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Los análisis realizados son ceteris paribus, respecto al VAN o sea, sólo se mueve un factor y el resto de factores queda fijo. Además, se encontrarán los puntos de Break Even, o puntos donde el factor que se está analizando hace que el VAN sea cero.

Se estudiará la sensibilidad a: precio, costos de venta, y a otros ingresos (Anexo 3)

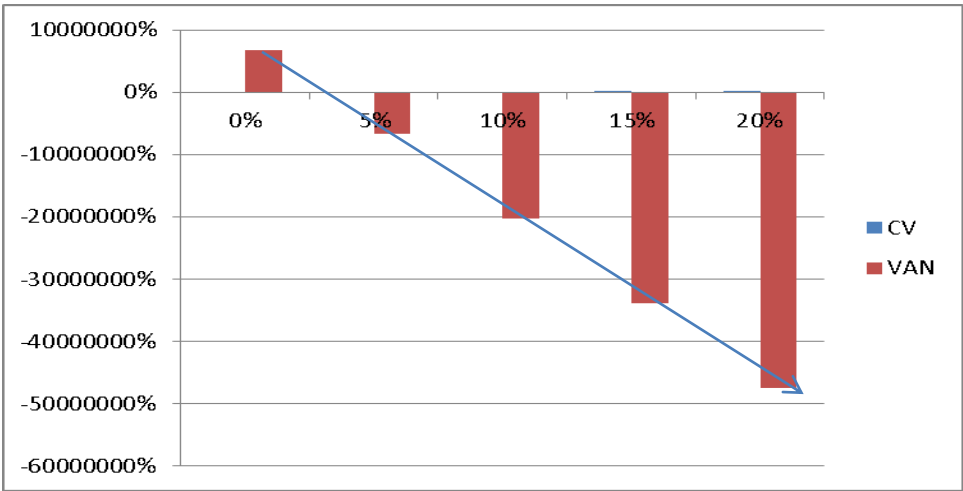
Fig. No 13 SENCIBILIDAD AL PRECIO



Fuente: Elaboración propia

Una gran parte de los ingresos provienen de la venta de energía eléctrica, por lo que la sensibilidad a cambios en el precio es alta. En la figura anterior vemos, que el VAN recién se vuelve positivo aproximadamente sobre un precio de 78 USD/MWh.

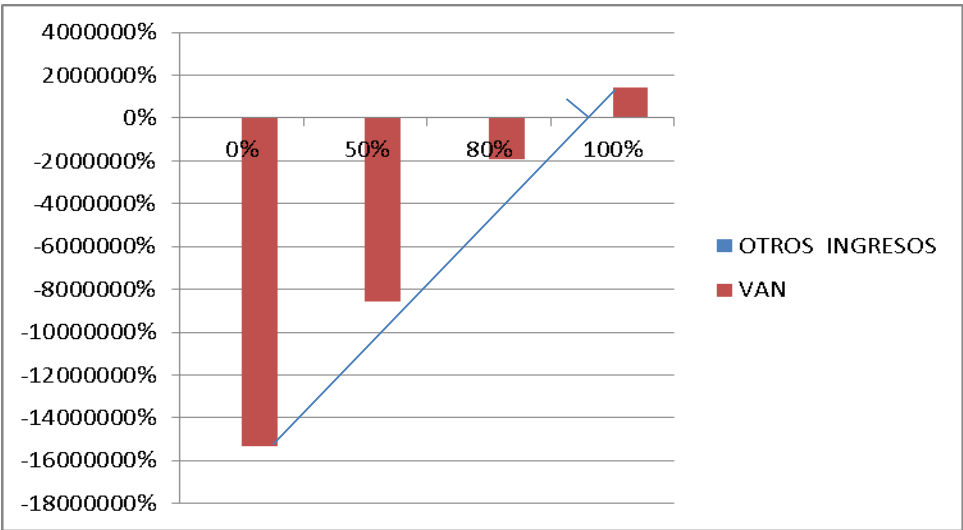
Fig. No 14 SENCIBILIDAD AL COSTO DE VENTAS



Fuente: Elaboración propia

Los costos de venta, conformados por: costos incurridos para vender los certificados de carbono (8%); y los costos de consumo eléctrico propio, son un factor importante, debido a que su porcentaje puede variar. Para nuestro caso base se utilizaron costos de venta de 47.767,8USD anuales, se puede observar que cuando los costos ya son inferiores al 5% de los ingresos por venta eléctrica (\$584.136USD anuales) el VAN se vuelve negativo. El aumento parcial de cada columna del gráfico representa aproximadamente 29.206,8 USD anuales.

Fig. No 15 SENCIBILIAD A OTROS INGRESOS

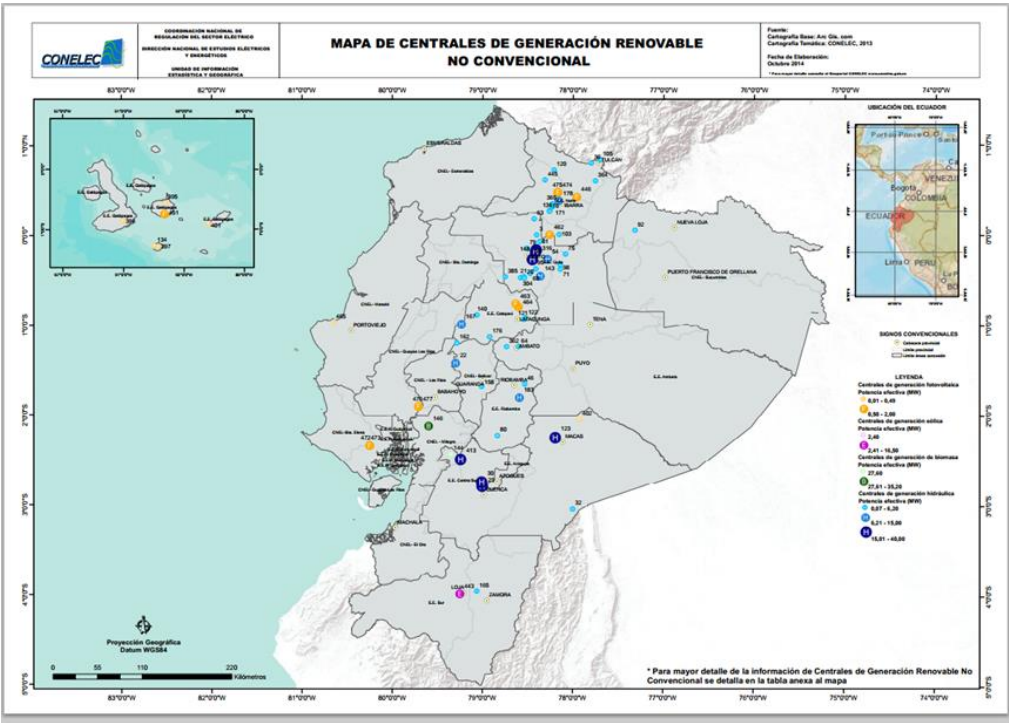


Fuente: Elaboración propia

Para determinar la sensibilidad a la variación en otros ingresos, se considera un aumento en el porcentaje de otros ingresos y se obtiene que entre el 80% y 100% de incremento en otros ingresos, el VAN se empieza a hacer positivo, lo que indica que de ser factible aumentar los beneficios del proyecto vía otros ingresos, con la estructura de supuestos dada, el VAN, aumenta conforme aumenta otros ingresos.

3.2.2. Nivel de desarrollo de las Pymes del sector (bioenergías renovables generadoras de electricidad (ERNC)

Fig. No 16 Mapa de generación con ERNC



Fuente: (CONELEC, 2014)

De acuerdo a la información proporcionada por el CONELEC en su página oficial, en Francisco de Orellana no existen empresas dedicadas a la generación eléctrica en función de biogás. Las únicas Centrales de generación Renovable No Convencional a nivel de todo el país activas son: Ecudos A-G Biomasa y ECOELECTRIC las cuales generan electricidad por 27,6 y 35,2 MW respectivamente quemando bagazo de caña. En la figura anterior se ve claramente que en la zona de estudio no existen actualmente empresas que se dediquen a la generación eléctrica con biogás. Es decir, el nivel de desarrollo

del sector de (BERGE) bioenergías renovables generadoras de electricidad en la provincia de Orellana es casi nulo

Situación actual del sector de bioenergías renovables generadoras de electricidad en Francisco de Orellana

A nivel de usos generales del biogás (no de generación eléctrica), se conoce que el Centro de Faenamiento de la ciudad del Coca está terminando estudios para implementar, en corto plazo, una inversión de aproximadamente US\$ 250.000, en un biodigestor que permita reemplazar las bombonas de GLP con biogás. (Visita Centro de Faenamiento).

El MEER ha dado capacitación alrededor de 440 personas acerca del uso de biodigestores y el aprovechamiento energético de la biomasa residual para generación eléctrica en las Provincias de Pichincha, Imbabura, Manabí y Francisco de Orellana, pero a pesar de ese esfuerzo, no hay interesados en actuar a nivel empresarial con este conocimiento.

La Tasa de crecimiento en un periodo de un año de este tipo de empresas está dado por la siguiente formula:

$$T = (E_a - E_p) / E_p * 100, \quad E_a = \text{Empresas actuales} = 2; \quad E_p = \text{Empresas pasadas} = 2$$

Esta tasa es equivalente a cero en la provincia de Francisco de Orellana donde, por inferencia de país a la provincia de Orellana nos resulta que no ha habido creación o desarrollo de más empresas dedicadas a generar electricidad en base a biogás de desechos vacunos.

Por tanto, de acuerdo a este índice, el crecimiento o desarrollo del sector, en función de una mayor participación de nuevos actores generadores de electricidad con biogás obtenido de desechos vacunos o de otros animales es nula.

Desarrollo en función del financiamiento

Así mismo vemos que el desarrollo de este tipo de Pymes, pero en función del financiamiento otorgado a promotores está dado por la fórmula:

$$DFF = FE_{geb} / F_{Total}:$$

FE_{geb} = Financiamiento otorgado a empresas que generar electricidad en base a biogás

$F_{Total} = \text{Financiamiento otorgado al total de las empresas generadoras de electricidad. (0/100)}$
 $= 0$

Vemos que el desarrollo en función del financiamiento es negativo. El financiamiento público a ERNC se enfoca actualmente en proyectos fotovoltaicos y eólicos. Y el sector privado no ha prestado interés por el sector generador de electricidad con biogás de residuos animales.

Dentro de nuestro estudio coincide el análisis anterior, con las entrevistas realizadas a expertos.

3.2.2.1 Entrevistas

A continuación se procederá a realizar el estudio de campo del desarrollo del sector de las bioenergías renovables productoras de electricidad en especial del biogás de residuos animales (ERNC) con entrevistas semiestructuradas, individuales, y en persona a expertos en áreas relacionadas.

Objetivos: Poder determinar el *nivel de desarrollo* que tienen las ERNC en la generación eléctrica (G-E) para Francisco de Orellana; conocer cuál es la *situación actual* de la generación eléctrica con este biogás en Francisco de Orellana (mediante inferencia del país); definir los *factores* que influyen en el crecimiento actual y futuro de Pymes en la (G-E) con este tipo de biogás (sector ERNC); detectar oportunidades a futuro de creación de Pymes en la generación eléctrica con biogás de desechos vacunos.

Personas a entrevistar.- Se procedió a entrevistar a expertos del MEER, del CONELEC, de EEQ, y Transelectric en total 10 personas.

Cuestionario.- El modelo de entrevista se ve a continuación y el resumen de las entrevistas y los videos realizados a los expertos se incluye en el anexo adjunto en CD. (se adjuntan 10 pág. de resumen de entrevistas y 10 videos)

Modelo de la entrevista (semiestructurada).

Perfil del entrevistado: Director de proyectos de energías renovables y eficiencia energética, Empresa Eléctrica Quito.

Lugar y Fecha: Quito, febrero del 2015

Preguntas / Resumen de Respuestas:

P1: ¿En general Cual es el grado de desarrollo del sector de ERNC generadoras de electricidad en el país y en especial del biogás obtenido de vacunos (BV)?

P2: ¿Que se debería hacer a nivel de estado, para impulsar el desarrollo de este sector (generador de electricidad en base a biogás de vacunos)?

P3: ¿Cuál considera es la situación actual del sector de ERNC generadoras de electricidad y en especial el BV?

P4: ¿Cuál considera es el principal elemento a corregir para mejorar la situación actual del sector de ERNC generadoras de electricidad y en especial el BV: (Inv. Ini., Tarifa etc.)?

P5: ¿Cuáles cree que han sido los factores que han incidido en la poca cantidad de empresas generadoras de electricidad con BV?

P6 ¿Considera que existe apoyo técnico, financiero y regulatorio a la generación eléctrica con BV?

P7: ¿Considera que en el futuro puedan aumentar el número de empresas interesadas en generar electricidad con BV?

P8: ¿Cómo calificaría las regulaciones de las ERNC, en especial las que tienen que ver con el biogás?

De las entrevistas realizadas se levantó información referente al grado de desarrollo del sector de generación eléctrica con plantas de biogás de residuos vacunos, acciones para impulsar ese desarrollo, conocimiento de la situación actual de las ERNC, acciones a corregir para mejorar el desarrollo, conocer que factores han incidido en la poca participación de empresas en el sector, para saber cómo han sido los apoyos técnicos, regulatorios y financieros, se levantó información para tener presente que se debería hacer para que aumente el número de empresas en el futuro en este sector y para conocer como son percibidas las regulaciones que norman este sector, todo esto se ve en mayor detalle en el siguiente apartado. (El resumen

de las entrevistas se presenta junto con los videos en un cd adjunto de entrevistas a 10 expertos del CONELEC, MEER, EEQ, Y TRANSELECTRIC)

3.2 Presentación y análisis de resultados

3.2.1 Mercado Eléctrico

Como resultados del mercado eléctrico tenemos que, para comercializar el potencial eléctrico de una planta de biogás que está sujeta a regulaciones de ERNC, la mejor opción en el Ecuador es vender electricidad al sistema eléctrico nacional. Los precios de la energía eléctrica que paga el sistema de electrificación nacional hacen analizable este tipo de plantas generadoras. El mercado de los gases combustibles, es importante en Ecuador en especial el GLP, por lo que la opción del biogás debe tomársela en cuenta a futuro. Además existe un aumento de la demanda de electricidad del SNI durante los últimos años así 5999 GWh en 1990, 12.010 GWh en 2002, y 18464 GWh en 2013, por lo que se puede aportar a la oferta eléctrica del país.

3.2.2 Materia Prima

En cuanto a la materia prima, vemos que en Orellana existe suficiente ganado vacuno, 35.942 cabezas. En el cantón Joya de los Sachas especialmente en el sector de Jivino se cuenta con proveedores de materia prima en 10Km a la redonda dentro de la parroquia Enokanqui que permitirían recolectar 7,5 Tm o más de estiércol diario, esto corresponde aproximadamente a unas 516 cabezas de ganado cuyo peso esta entre 450 y 500 Kg por cada res, para asegurar la provisión a largo plazo se iniciaría un proceso de convenio con productores ganaderos independientes y asociaciones que quieran ser parte de la planta, para intercambiar estiércol por digestato de la planta, también y se daría asistencia técnica para generalizar el uso de establos 2 veces al día. Se acordará para que el costo de transporte sea el mismo de la disposición del estiércol y, para estabilizar la obtención de la materia prima se ha analizado apoyar al ganadero en los siguientes aspectos:

1. Facilitar y fomentar la creación de más asociaciones ganaderas que aseguren el futuro de sus propias explotaciones ganaderas en la zona ayudándolas en la transformación y modernización necesarias para su supervivencia. (Asistencia técnica)

2. Dar entrada a los ganaderos, bien directamente o bien a través de cooperativas, en el accionariado de la planta de biogás.

3. Creación de empleo en algunas áreas relacionadas a la planta.

Se determinó que el valor de una hectárea esta alrededor de 7000 USD promedio para construir la planta de biogás que generaría 1MW de electricidad con un biodigestor continuo de 32 m de diámetro por 8 m de alto que contendrá 6430m³ de biogás con un valor aproximado de un millón de dólares donde se llevará a cabo la digestión anaeróbica (Hidrólisis, Acido génesis, Acetogénesis, Metanogénesis).

En base al cálculo de producción de estiércol se ha determinado la necesidad de 515,6 cabezas de ganado para producir 7,5 toneladas de estiércol al día y generar 12000 m³ de biogás que pueda generar 1MW por hora al día. Con un motor que trabaja con un 50 % de metano y partiendo de una eficiencia del 40 % en la transformación de energía térmica en electricidad, obtendríamos un factor de conversión de 2 KWh de electricidad (1 m³ de biogás * 50% * 40% * 10 KWh) por tanto 500m³ de biogás producen 1000 kwh.

3.2.3 Conexión

La solución más económica en cuanto al punto de entrega de la energía eléctrica será una conexión sincrónica en paralelo en la subestación de Jivino acorde a las características del motor y de la subestación, alternativamente existe la opción de conexión a un alimentador primario de la ciudad la joya de los sachas perteneciente a la distribuidora Emel-Sucumbíos. (La necesidad de elevación del voltaje dependerá de un análisis técnico más detallado en la fase correspondiente)

La inversión Inicial alcanza \$ 2.334.750 donde tenemos un rubro de contingencia de \$150000 que sería usado de necesitarse complementar la subida del voltaje del generador junto con la transformación requerida. El CT = \$ 466.950. Se ha tomado un horizonte de evaluación de 10 años que es el tiempo en que los inversores públicos o privados analizan su incursión en una empresa en nuestro país.

3.2.4 Costos por sustrato

Costos por sustrato.- En nuestro caso no se pagará por los sustratos que se reciben, ya que se acordará con los ganaderos un pago equivalente por su recolección, que se espera estén en un radio de 10Km y se los recolecte en un camión de 8 toneladas. Este rubro no se toma en cuenta ya que los posibles ingresos por recolección deberían cubrir los gastos de transporte.

3.2.5 Consumo propio

Se estima un consumo propio de energía eléctrica de \$30744 y sueldos operacionales por \$76080 donde los asistentes serán poli funcionales al igual que el resto de personal fijo. El costo asociado a la venta de bonos de carbono es el asociado a la comisión de un vendedor (8%) dedicado a esta venta. La transmisión eléctrica vía Transelectric no se la hará por lo cual no se considera el costo por transmisión, más bien se usará la conexión directa a Emel-Sucumbíos. Costos totales \$290 845

3.2.6 Ingresos

Los ingresos principales para la planta son: venta de electricidad por \$584.136, venta de bonos de carbono 212.797,2USD y venta de bio-fertilizante sólido y líquido \$ \$ 11796,8+21105 dando un total de **\$829.835**

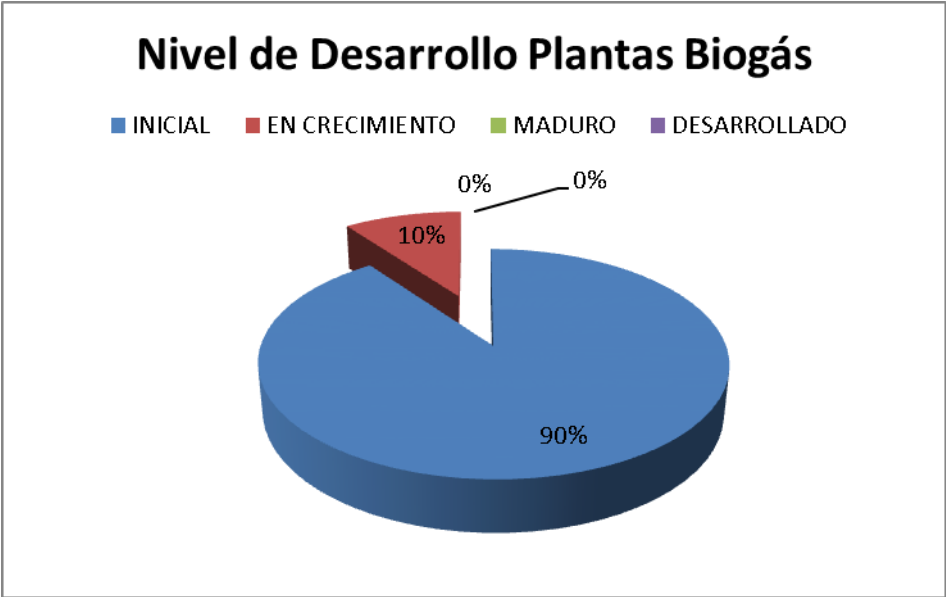
3.2.7 Indicadores de rentabilidad

Los indicadores de rentabilidad de la evaluación financiera de la Planta de biogás indican una *pérdida* de \$ -153.194,4, la tasa de rentabilidad es menor a la tasa de descuento tomada para el proyecto es decir tiene un retorno inferior en 3,71% y la recuperación de la inversión se hará en el año 7,93 lo cual indica claramente que en las condiciones dadas por la regulación 001/13 el proyecto no es rentable.

Dentro del análisis de sensibilidad que se realizó a la tarifa eléctrica para generadores de electricidad no convencionales (biogás) se evidenció que la tarifa actual emitida en la resolución 001/13 es poco competitiva en relación con las otras ERNC y poco atractiva para rentabilizar un proyecto como el configurado en este estudio. Vemos también que los costos de ventas conforme aumentan le quitan rentabilidad al proyecto ya que el VAN se vuelve negativo solo con superar el 5% en los mencionados costos. Y al determinar la sensibilidad a otros ingresos se pudo apreciar que aunque estos ingresos son relativamente bajos, con un aumento del 100%en ellos se lograría hacer el proyecto positivo.

3.2.8 Nivel de desarrollo

Fig. No 17 El nivel de desarrollo resultado



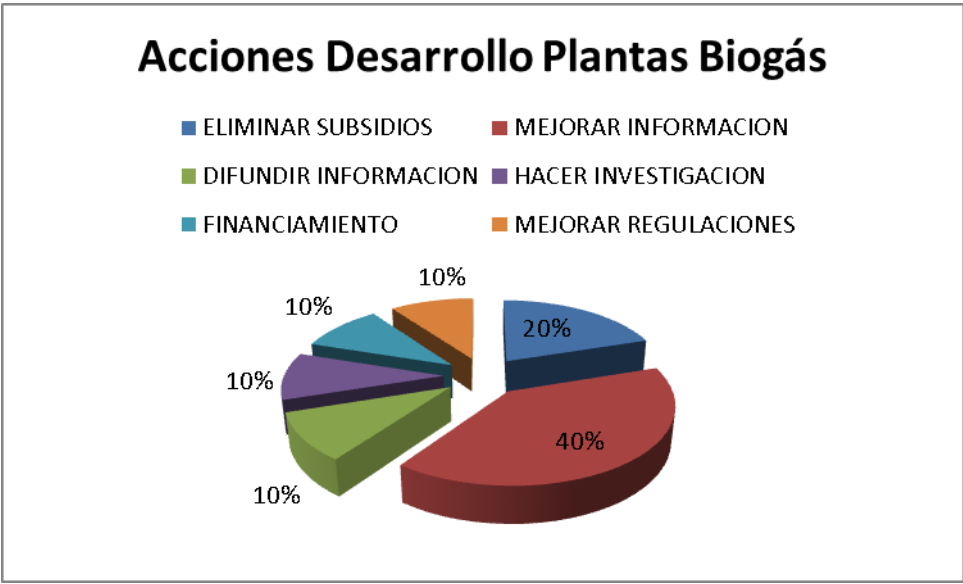
Fuente: Análisis del estudio

De las entrevistas realizadas se establece que el grado de desarrollo del sector de bioenergías renovables generadoras de electricidad (ERNC) en el país, y por inferencia en la provincia de Orellana tiene pocos actores, entonces el 90 % piensa que el sector mencionado estaría en un nivel inicial y solo un 10% opina que este sector está en un nivel de crecimiento, determinando así el objetivo de conocer el grado de desarrollo que tiene el sector el cual se encuentra en una *etapa inicial* de desarrollo.

Por tal motivo se trató de conocer, que acciones se podían desplegar principalmente a nivel de estado, para impulsar el crecimiento de Pymes, generadores de electricidad en base a biogás de desechos vacunos, dentro del sector.

3.2.9 Acciones para impulsar desarrollo

Fig. No 18 Acciones para impulsar desarrollo



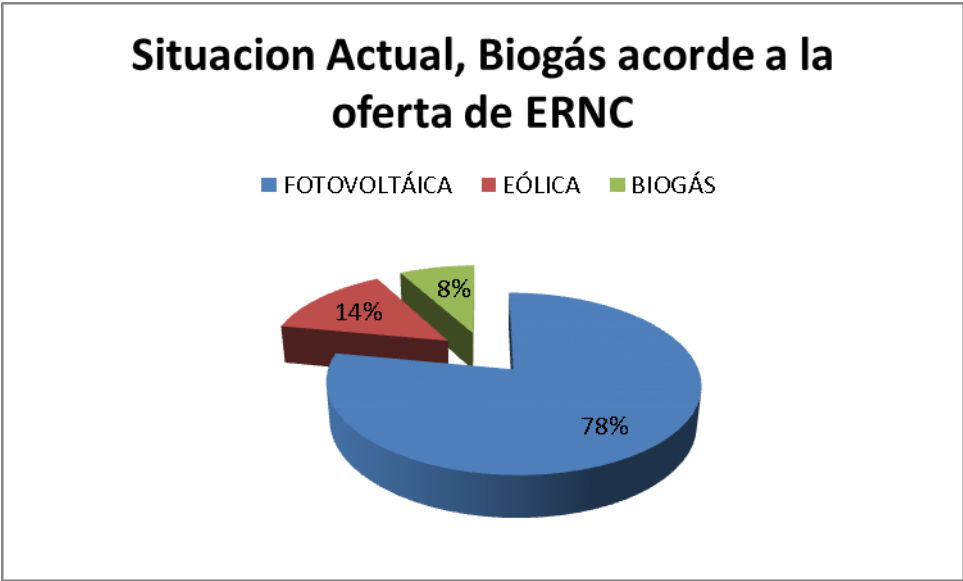
Fuente: Análisis del estudio

El estudio mostró que existen 6 acciones principales que se podría tomar, y la principal fue el que a nivel de estado las instituciones pertinentes deberían aportar con mayor información (40%) en cuanto a: contar con un atlas de recursos utilizables del

biogás, para que la participación privada sea más accesible, información sobre donde fi-
nanciar los proyectos menores a 1MW, ya sea con alianzas público privadas o con entes
de crédito públicos o privados que apoyen estos emprendimientos. Y en segundo lugar
una acción que podría tomar el estado es la eliminación del subsidio (20%) al GLP lo
que obligaría a que este tipo de energía ser más competitivo y pueda evolucionar.

3.2.10 Situación actual del Biogás

Fig. No 19 Situación actual del Biogás

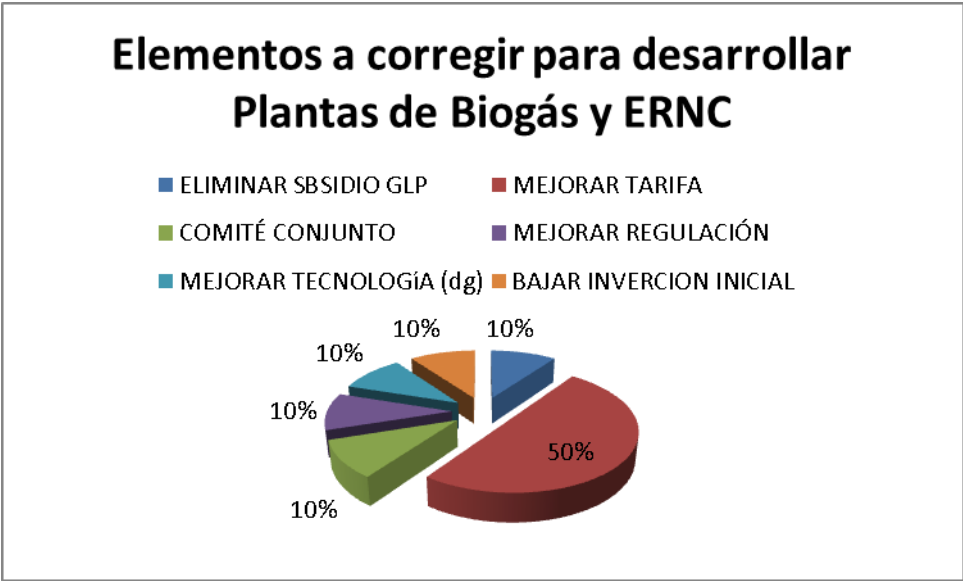


Fuente: Análisis del estudio

También se pudo conocer que dentro de las energías renovables no convenciona-
les, hoy en día la que más se ha desarrollado es la fotovoltaica con un 78% la eólica con
un 14% y la de biogás solo un 8% , es decir el biogás tiene un largo trecho para crecer
con nuevas empresas ya sea pequeñas medianas o grandes.

3.2.11Elementos a corregir para desarrollar el Biogás

Fig. No 20 Elementos a corregir para desarrollar el Biogás

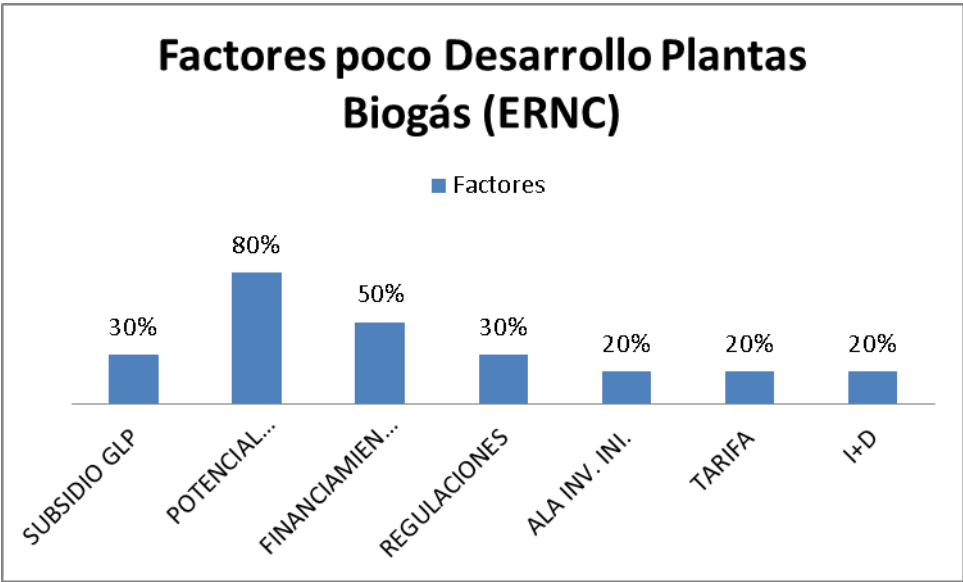


Fuente: Análisis del estudio

Se preguntó también que se podría corregir, y tener así una guía para poder desarrollar el sector, que pueda crecer y se logre cambiar la situación actual, el resultado fue que un 50% de los expertos cree que la tarifa del KWh debería ser mejorada, también los beneficios de la última regulación para generadores no convencionales menores a 1MW , así como también corregir el hecho de que los entes gubernamentales pertinentes no trabajen por separado respecto de las ERNC sino crear un comité conjunto que se preocupe de que la generación con biogás de residuos animales crezca y también el resto de ERNC.

3.2.12 Factores para el escaso desarrollo del biogás

Fig. No 21 Factores para el escaso desarrollo del biogás

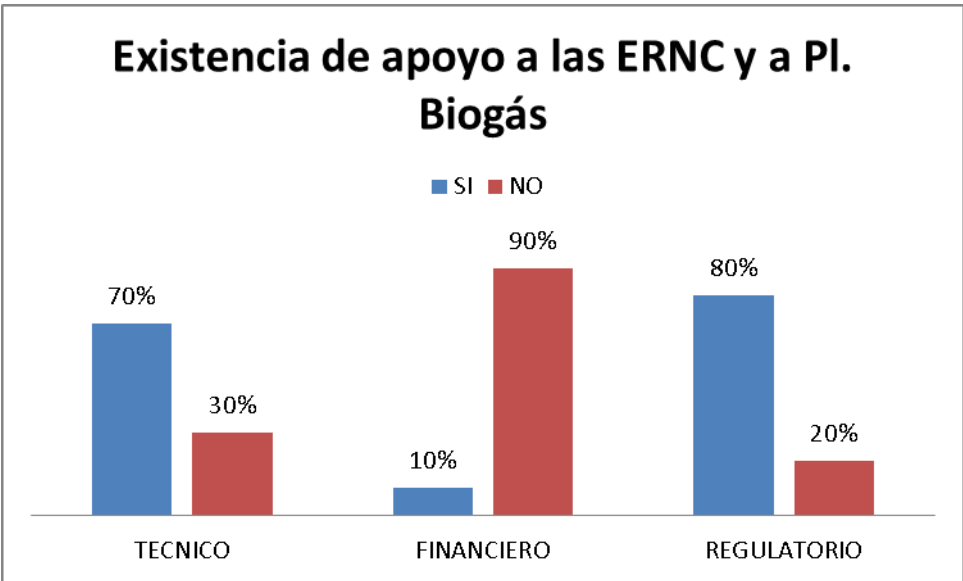


Fuente: Análisis del estudio

Otro resultado interesante fue la determinación de factores que han limitado que existan más actores, especialmente Pymes, en la generación eléctrica con ERNC, se descubrió que el mayor limitante puede ser el alto potencial Hidroeléctrico(80%) que tiene el país (25000MW) y que por este motivo las políticas del área van encaminadas a poder explotar ese potencial, dejando de lado las ERNC, y en segundo lugar está el hecho de falta de financiamiento(50%) por parte de bancos privados que piden garantías soberanas y de los bancos públicos que no ofrecen este servicio para las Pymes.

3.2.13Existencia del apoyo al biogás

Fig. No 22 Existencia del apoyo al biogás



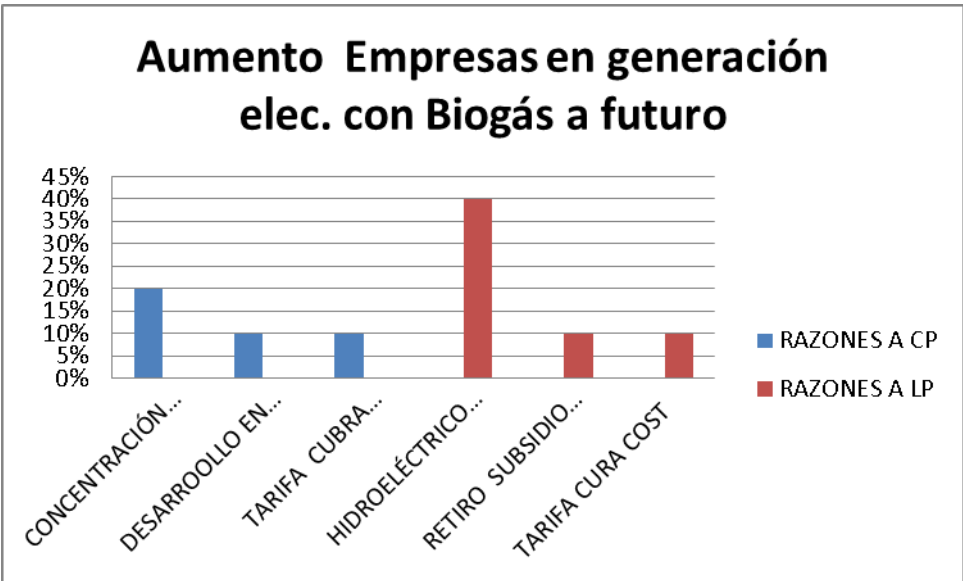
Fuente: Análisis del estudio

Los expertos consideran que en el aspecto técnico si han sido apoyadas las ERNC con capacitaciones y talleres en las comunidades rurales, pero el 30 % restante cree que el tema técnico de lograr una generación eléctrica a partir de un digestor industrial que ocupe 32 m de diámetro y 8 m de alto para contener cerca de 6500 m3 de biogás y lograr producir esa cantidad mediante un proceso controlado de digestión anaeróbica no es fácil y no se ha dado el apoyo en conocimiento necesario a los emprendedores. Además no existe un apoyo de entidades crediticias (90%) y en el tema de las regulaciones expedidas por el CONELEC a pesar de tomar en cuenta aspectos de política, técnicos, de recursos,

de demanda y de cultura en cuanto a la capacidad de pago, no ha apoyado a emprendimientos de carácter comunitario pequeños que necesitan mejoras en las mencionadas regulaciones.

3.2.14Factores para aumento de empresas en el sector

Fig. No 23 Factores para aumento de empresas en el sector



Fuente: Análisis del estudio

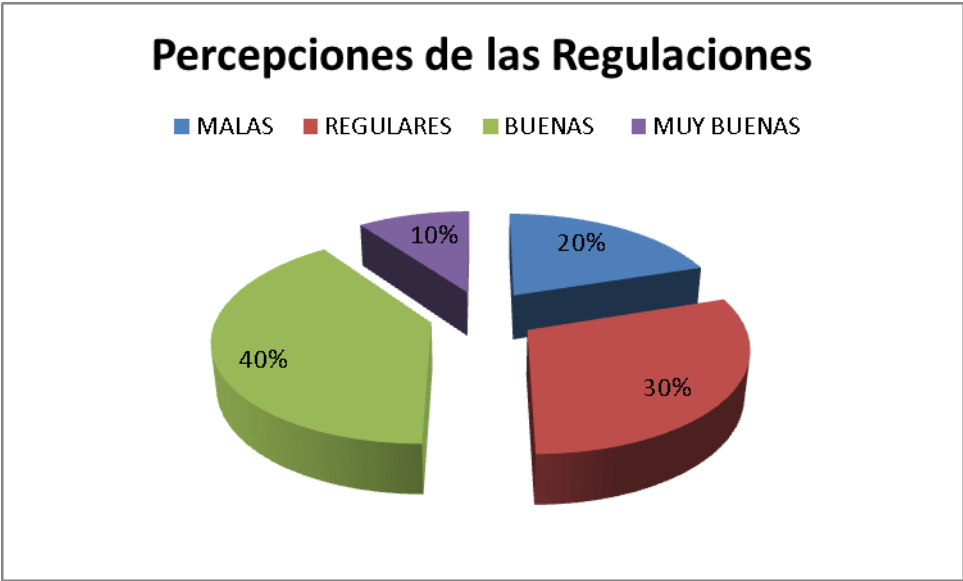
Se logró definir algunas oportunidades por las cuales pueden aumentar empresas en el sector de generación eléctrica con biogás, es decir porque razones ingresarían nuevas Pymes a este sector en el corto plazo y las razones fueron : Ingresarían nuevos actores que logren concentrar la materia prima, quienes logren servir a pueblos rurales o alejados de los anillos de transmisión y quienes logren que la tarifa por KWh cubra sus costos de inversión, de operación y mantenimiento con una rentabilidad adecuada.

Y las razones para que puedan ingresar al sector, actores en el largo plazo son: empresas grandes o pequeñas que acumulen conocimiento de esta tecnología y esperen a

que el potencial hidroeléctrico no sea aprovechado o disminuya por cualquier razón, que el subsidio al GLP se retire, que las tarifas logren cubrir sus costos.

3.2.15Percepción de las regulaciones

Fig. No 24 Percepción de las regulaciones



Fuente: Análisis del estudio

Quienes conocen el sector delas ERNC califican a las regulaciones de la siguiente manera: un 20% las considera malas porque se preocupan de temas de demanda, política , técnica y de recursos, dejando de lado el apoyo a las Pymes, un 30% las considera regulares porque si fueran buenas habría más actores dentro del sector de la generación eléctrica con biogás a base de residuos animales, un 40% las considera buenas ya que garantiza tarifa y despacho preferente en comparación con las energías convencionales que generan electricidad, y un 10% las consideran muy buenas debido a que logran equilibrar, el aspecto de políticas, el aspecto técnico, el aspecto de recursos mayoritarios y estables, la cultura del consumidor y la estabilidad del sistema.

3.2.16 Resumen del desarrollo del sector y sus resultados

El nivel de desarrollo.- Que se analiza en el estudio, evidencia que no existen actualmente empresas en la zona, (Francisco de Orellana) que se hayan desarrollado para proveer electricidad en base a biogás de residuos vacunos. A nivel país se están desarrollando proyectos en su fase inicial para aprovechamiento de gases de vertedero impulsados por el municipio de Quito y el del Cuenca, que a la fecha no están en funcionamiento, y los únicos que usan bioenergías para producir electricidad desde hace más de 15 años son Ecudos y Ecoelectric quemando el bagazo de caña, e inyectando sus excedentes al SIN, pero no existen más empresas que usen biomasa en este sentido.

Por lo anterior analizamos la oportunidad de crear una Pyme a partir del aprovechamiento del biogás contenido en el estiércol vacuno (bioenergías renovables) para generación electricidad en Francisco de Orellana lo que está limitado por la provisión permanente de sustrato a ser digerido, la calidad del mismo, la distancia entre los proveedores y la planta, el convencimiento de la comunidad de que es posible ser parte de una empresa comunitaria de este tipo, a que el mercado pueda demandar los subproductos: digestato, energía calórica, certificados de carbono, que la producción de biogás tenga una estabilidad energética y de volumen, que el precio por kwh mejore en al menos 7 %, que se logre gestionar la inversión mediante un sistema de dividendos mínimos garantizados (deben cubrir tasa de interés del mercado+ costo de oportunidad+ riesgo industrial+ riesgo tributario), que el subsidio a las energías convencionales (GLP) se retire, y que el estado pueda participar en una alianza pública privada en al menos el inicio de estas empresas comunitarias que ayudan a las poblaciones rurales, y la no dependencia de energías que al largo plazo dañan el ambiente.

3.3 Aplicación práctica.

El caso práctico a desarrollar, tiene como premisas la propuesta de que una comunidad de 85 productores agropecuarios de la zona aportarán 10.000

dólares c/u para completar el capital propio necesario (\$840.510) para llevar a cabo el proyecto, comprometiéndose, adicionalmente mediante convenio escrito, y en conjunto a entregar diariamente 7,5tm o mas de estiércol vacuno recolectado de establos (si no los tienen los deben construir), para la mencionada recolección y entrega se ha calculado que con un camión de ocho toneladas se podrá cubrir una distancia de 10km al mismo precio que se cobraría por la recolección de c/t de desechos vacunos. La Pyme está en el sector ERNC donde analizamos sus indicadores de *rentabilidad* para luego determinar su relación con el crecimiento o aumento de las mismas en el sector generador de electricidad en base a biogás vacuno.

3.3.1 Flujo de fondos operacional

Flujo de fondos operativo

Tabla 13 Flujo de fondos Operativo

CÁLCULO DEL FLUJO DE FONDOS OPERATIVO BRUTO													
A) Ingresos:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10		
Tarifa eléctrica para la venta a la red (Usd	73,20	73,20	73,20	73,20	73,93	74,67	75,42	76,17	76,93	77,70	78,48		
Tasa estimada de incremento de esa tarifa		0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
Volumen de electricidad que se vende (M	7.980,00	7.980,00	8.059,80	8.140,40	8.221,80	8.304,02	8.387,06	8.470,93	8.555,64	8.641,20	8.727,61		
Tasa estimada de incremento de ese volumen		0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
Ingresos derivados de la venta a la red		584.136,00	589.977,36	595.877,13	607.854,26	620.072,13	632.535,58	645.249,55	658.219,07	671.449,27	684.945,40		
Importe inicial por la venta de subproduct	212.797,20	213.010,00	213.223,01	213.436,23	213.649,67	213.863,32	214.077,18	214.291,26	214.505,55	214.720,05	214.934,77		
Tasa estimada de incremento de ese importe inicial		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Total de ingresos por venta de subproductos		213.010,00	213.223,01	213.436,23	213.649,67	213.863,32	214.077,18	214.291,26	214.505,55	214.720,05	214.934,77		
Otros ingresos de derivados de la planta	32.901,80	34.546,89	36.274,23	38.087,95	39.992,34	41.991,96	44.091,56	46.296,14	48.610,94	51.041,49	53.593,57		
Tasa estimada de incremento de esos ingresos		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05		
Total de otros ingresos		34.546,89	36.274,23	38.087,95	39.992,34	41.991,96	44.091,56	46.296,14	48.610,94	51.041,49	53.593,57		
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS		831.692,89	839.474,60	847.401,31	861.496,27	875.927,41	890.704,32	905.836,94	921.335,56	937.210,81	953.473,74		
B) Gastos:	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10		
Precio de la biomasa (USD/Tm)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Tasa estimada de incremento de ese precio		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Volumen de consumo de biomasa (Tm)	2.625,00	2.625,53	2.626,05	2.626,58	2.627,10	2.627,63	2.628,15	2.628,68	2.629,20	2.629,73	2.630,25		
Tasa estimada de incremento de ese volumen		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Gastos derivados de la compra de biomasa		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Mantenimiento de la instalación	60.000,00	61.800,00	63.654,00	65.563,62	67.530,53	69.556,44	71.643,14	73.792,43	76.006,20	78.286,39	80.634,98		
costo de ventas n.	47.767,78	49.200,81	50.676,83	52.197,14	53.763,05	55.375,94	57.037,22	58.748,34	60.510,79	62.326,11	64.195,90		
Coste de personal	164.400,00	169.332,00	174.411,96	179.644,32	185.033,65	190.584,66	196.302,20	202.191,26	208.257,00	214.504,71	220.939,85		
Seguros, servicios,	18.678,00	19.238,34	19.815,49	20.409,95	21.022,25	21.652,92	22.302,51	22.971,58	23.660,73	24.370,55	25.101,67		
Tasa estimada de incremento de esos gastos		0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05		
Gastos de operación y mantenimiento	290.845,78	299.571,18	308.558,32	317.815,07	327.349,53	337.170,02	347.285,12	357.703,67	368.434,78	379.487,82	390.872,46		
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS		299.571,18	308.558,32	317.815,07	327.349,53	337.170,02	347.285,12	357.703,67	368.434,78	379.487,82	390.872,46		
TOTAL UTILIDAD OPERATIVA BRUTA		532.121,71	530.916,28	529.586,24	534.146,74	538.757,39	543.419,20	548.133,27	552.900,78	557.722,99	562.601,28		
Porcentaje de incremento			-0,23%	-0,25%	0,86%	0,86%	0,87%	0,87%	0,87%	0,87%	0,87%		

Fuente: Elaboración Propia

Se ha calculado en primer lugar los ingresos y egresos operativos lo cual nos permite encontrar la *utilidad bruta operativa*. Que se generará por la operación normal de la planta

3.3.2 Calculo de la depreciación y Tabla de amortización

Calculo de la depreciación

Tabla 14 Depreciación

CÁLCULO DEPRECIACION												
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión inicial-terreno		2327750										
Período de amortización (	10											
Inversión inicial en CT		466950										
Período de amortización (	10											
dep anual			232.775,0	232.775,0	232.775,0	232.775,0	232.775,0	232.775,0	232.775,0	232.775,0	232.775,0	232.775,0
Amt, anual CT			46.695,0	46.695,0	46.695,0	46.695,0	46.695,0	46.695,0	46.695,0	46.695,0	46.695,0	46.695,0
TOTAL DEPRECIACION			279.470,0	279.470,0	279.470,0	279.470,0	279.470,0	279.470,0	279.470,0	279.470,0	279.470,0	279.470,0
Evolución del I.I dep y CT		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inv inicial dep bruto a final		2327750	2327750	2327750	2327750	2327750	2327750	2327750	2327750	2327750	2327750	2327750
Dep acumulada		0	232775	465550	698325	931100	1163875	1396650	1629425	1862200	2094975	2327750
Inv Ini. Neta		2327750	2094975	1862200	1629425	1396650	1163875	931100	698325	465550	232775	0
CT amortizables brutos		466950	466950	466950	466950	466950	466950	466950	466950	466950	466950	466950
Amortización acumulada		0	46695	93390	140085	186780	233475	280170	326865	373560	420255	466950
CT amortizable netos		466950	420255	373560	326865	280170	233475	186780	140085	93390	46695	0

Fuente: Elaboración Propia

Se ha calculado la depreciación de los activos depreciables que nos da un valor de \$279.470 anual y también vemos cómo evoluciona la depreciación de la Inversión Inicial tanto bruta como neta y como esta amortizado el Capital de trabajo tanto bruto como neto.

Tabla de amortización

Tabla 15 T. Amortización

Tabla de amortización												
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión y gastos amortizables		2794700										
Porcentaje de recursos propios		30%										
Subsidio		0										
Porcentaje de deuda		70%										
Capital inicial		838410										
Subsidio		0										
Deuda inicial		1956290										
Plazo de amortización (años)		10										
Pago capital amortizado anual			195629	195629	195629	195629	195629	195629	195629	195629	195629	195629
Saldo deuda final cada año		1956290	1760661	1565032	1369403	1173774	978145	782516	586887	391258	195629	0
Capital inicial promedio deuda anual			1858475,5	1662846,5	1467217,5	1271588,5	1075959,5	880330,5	684701,5	489072,5	293443,5	97814,5
Tipo de interés de referencia (%)		5,31%	5,31%	5,31%	5,31%	5,31%	5,31%	5,31%	5,31%	5,31%	5,31%	5,31%
Margen sobre la tasa referencial		2,69%	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%	2,69%
Tipo de interés de la deuda		8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Pago Intereses			148.678,0	133.027,7	117.377,4	101.727,1	86.076,8	70.426,4	54.776,1	39.125,8	23.475,5	7.825,2
Pago deuda anual (Interés + principal)			344.307,0	328.656,7	313.006,4	297.356,1	281.705,8	266.055,4	250.405,1	234.754,8	219.104,5	203.454,2

Fuente: Elaboración Propia

Se ha elaborado la tabla de amortización con un interés referencial de la CFN 5,31%, para financiamiento productivo estratégico a 10 años.

3.3.3 Flujos netos de caja y ratio de cobertura del servicio de la deuda

Flujos netos de caja y ratio de cobertura del servicio de la deuda

Tabla 16 FNC Y Capacidad de Pago

P y G Proyectado											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos operativos		813.964,7	820.860,0	827.856,0	840.973,7	854.378,7	868.078,1	882.079,5	896.390,2	911.018,2	925.971,5
Gastos operativos		299.571,2	308.558,3	317.815,1	327.349,5	337.170,0	347.285,1	357.703,7	368.434,8	379.487,8	390.872,5
Utilidad operativa bruta		514.393,5	512.301,7	510.040,9	513.624,1	517.208,7	520.793,0	524.375,8	527.955,4	531.530,4	535.099,0
- depreciacion		279.470,0	279.470,0	279.470,0	279.470,0	279.470,0	279.470,0	279.470,0	279.470,0	279.470,0	279.470,0
- Intereses		148.678,0	133.027,7	117.377,4	101.727,1	86.076,8	70.426,4	54.776,1	39.125,8	23.475,5	7.825,2
Beneficio antes de impuestos		86245,468	99803,948	113193,5	132427,05	151661,9	170896,59	190129,67	209359,62	228584,89	247803,87
(Tipo impositivo)	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%	34%
- Impuestos		29.064,7	33.633,9	38.146,2	44.627,9	51.110,1	57.592,2	64.073,7	70.554,2	77.033,1	83.509,9
Utilidad neta		57.180,7	66.170,0	75.047,3	87.799,1	100.551,8	113.304,4	126.056,0	138.805,4	151.551,8	164.294,0
Porcentaje de incremento			15,7%	13,4%	17,0%	14,5%	12,7%	11,3%	10,1%	9,2%	8,4%
FLUJOS NETOS DE CAJA											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Utilidad operativa bruta		514.393,5	512.301,7	510.040,9	513.624,1	517.208,7	520.793,0	524.375,8	527.955,4	531.530,4	535.099,0
- Impuestos		29.064,7	33.633,9	38.146,2	44.627,9	51.110,1	57.592,2	64.073,7	70.554,2	77.033,1	83.509,9
- Incremento de necesidades operativ		466.727,4	3.953,8	4.011,5	7.521,7	7.686,4	7.855,3	8.028,4	8.205,8	8.387,7	8.574,2
Necesidades de CT:											
Efectivo necesario como % de los ingr		40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Efectivo necesaria		325.585,9	328.344,0	331.142,4	336.389,5	341.751,5	347.231,3	352.831,8	358.556,1	364.407,3	370.388,6
CXC como % de los ingresos operativ		30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Clientes		244.189,4	246.258,0	248.356,8	252.292,1	256.313,6	260.423,4	264.623,8	268.917,1	273.305,5	277.791,4
CXP como % de los ingresos operativ		13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%
Proveedores		103.047,9	103.920,9	104.806,6	106.467,3	108.164,3	109.898,7	111.671,3	113.483,0	115.334,9	117.228,0
(CT como % de los ingresos operativo		57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%	57%
NCT		466.727,4	470.681,1	474.692,6	482.214,3	489.900,7	497.756,0	505.784,4	513.990,1	522.377,8	530.952,0
Flujo de caja Operativo disponible (		18.601,4	474.714,0	467.883,2	461.474,5	458.412,2	455.345,6	452.273,7	449.195,4	446.109,6	443.014,9
CAPACIDAD DE COBERTURA O PAGO DE LA DEUDA											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo de caja disponible para el servic		18.601,4	474.714,0	467.883,2	461.474,5	458.412,2	455.345,6	452.273,7	449.195,4	446.109,6	443.014,9
Pago deuda anual (SD)		344.307,0	328.656,7	313.006,4	297.356,1	281.705,8	266.055,4	250.405,1	234.754,8	219.104,5	203.454,2
Capacidad de pago (SD)		0,05	1,44	1,49	1,55	1,63	1,71	1,81	1,91	2,04	2,18

Fuente: Elaboración Propia

Se procedió a calcular los flujos de caja anuales que permiten determinar la disponibilidad de efectivo para poder pagar la deuda adquirida donde vemos que a partir del cuarto año ya es posible cumplir con los pagos del compromiso en forma amplia.

3.3.4 Balance General proyectado y Cálculo de los dividendos a repartir anualmente

Balance General proyectado

Tabla 17 Balance General Proyectado

BALANCE GENERAL PROYECTADO												
BALANCE ANTES DE REPARTO DE DIVIDENDOS												
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
Efectivo necesario	0	325.585,9	328.344,0	331.142,4	336.389,5	341.751,5	347.231,3	352.831,8	358.556,1	364.407,3	370.388,6	
Efect.suplementario (si es ne	0,0	-325.705,6	-179.648,4	-24.771,6	139.346,9	316.053,3	505.343,5	707.212,1	921.652,7	1.148.657,8	1.388.218,6	
cobro Clientes	0,0	244.189,4	246.258,0	248.356,8	252.292,1	256.313,6	260.423,4	264.623,8	268.917,1	273.305,5	277.791,4	
Inv. Ini. Neta	2.327.750,0	2.094.975,0	1.862.200,0	1.629.425,0	1.396.650,0	1.163.875,0	931.100,0	698.325,0	465.550,0	232.775,0	0,0	
CT amortizables netos	466.950,0	420.255,0	373.560,0	326.865,0	280.170,0	233.475,0	186.780,0	140.085,0	93.390,0	46.695,0	0,0	
Total Activo	2794700	2759299,67	2630713,638	2511017,62	2404848,45	2311468,36	2230878,157	2163077,69	2108065,86	2065840,545	2036398,6	
Pagos Proveedores	0,0	103.047,9	103.920,9	104.806,6	106.467,3	108.164,3	109.898,7	111.671,3	113.483,0	115.334,9	117.228,0	
Deuda principal	1.956.290,0	1.760.661,0	1.565.032,0	1.369.403,0	1.173.774,0	978.145,0	782.516,0	586.887,0	391.258,0	195.629,0	0,0	
Utilidad neta del año	0,0	57.180,7	66.170,0	75.047,3	87.799,1	100.551,8	113.304,4	126.056,0	138.805,4	151.551,8	164.294,0	
Reservas acumuladas	0,0	0,0	57.180,7	123.350,8	198.398,1	286.197,2	386.749,0	500.053,5	626.109,4	764.914,9	916.466,6	
Subsidio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Capital inicial propio	838.410,0	838.410,0	838.410,0	838.410,0	838.410,0	838.410,0	838.410,0	838.410,0	838.410,0	838.410,0	838.410,0	
Total Pasivo	2.794.700,0	2.759.299,7	2.630.713,6	2.511.017,6	2.404.848,5	2.311.468,4	2.230.878,2	2.163.077,7	2.108.065,9	2.065.840,5	2.036.398,6	

Fuente: Elaboración Propia

Se ha calculado un balance general proyectado a 10 años donde los activos están formados por el efectivo que se necesita, las cuentas por cobrar a clientes, la inversión inicial neta, el CT amortizado y un préstamo adicional. Mientras que el pasivo está formado por las cuentas por pagar a proveedores, el préstamo principal, la utilidad anual la reserva acumulada y el capital propio sin deuda aportado por los inversionistas.

Cálculo de los dividendos a repartir anualmente

Tabla 18 Dividendos a repartir

DIVIDENDOS DISTRIBUIBLES												
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
Flujo de caja para el servicio	0,0	18.601,4	474.714,0	467.883,2	461.474,5	458.412,2	455.345,6	452.273,7	449.195,4	446.109,6	443.014,9	
Servicio de la deuda anual (Si	0	344.307,0	328.656,7	313.006,4	297.356,1	281.705,8	266.055,4	250.405,1	234.754,8	219.104,5	203.454,2	
Flujo de caja disponible para	0	0,0	146.057,2	154.876,8	164.118,4	176.706,4	189.290,2	201.868,6	214.440,6	227.005,1	239.560,7	
FCDiv acumulado	0	0,0	146.057,2	300.934,0	465.052,5	641.758,9	831.049,1	1.032.917,7	1.247.358,3	1.474.363,4	1.713.924,2	
Utilidad neta del año	0	57.180,7	66.170,0	75.047,3	87.799,1	100.551,8	113.304,4	126.056,0	138.805,4	151.551,8	164.294,0	
Utilidad acumulados , límite a	0	57.180,7	123.350,8	198.398,1	286.197,2	386.749,0	500.053,5	626.109,4	764.914,9	916.466,6	1.080.760,6	
	0	0,0	123.350,8	198.398,1	286.197,2	386.749,0	500.053,5	626.109,4	764.914,9	916.466,6	1.080.760,6	
Dividendos repartibles acumu	0	0,0	123.350,8	198.398,1	286.197,2	386.749,0	500.053,5	626.109,4	764.914,9	916.466,6	1.080.760,6	
Dividendos repartibles anualm	0	0,0	123.350,8	75.047,3	87.799,1	100.551,8	113.304,4	126.056,0	138.805,4	151.551,8	164.294,0	

Fuente: Elaboración Propia

Los dividendos se calculan a partir del FCD se le resta el pago respectivo del préstamo, el resultado se acumula, se toma la utilidad del año y se la acumula, se compara los acumulados y se toma el menor, finalmente se ve si es mayor que 0, si lo es, se toma ese valor, de lo contrario se pone

0. Y ese resultado se resta el del año anterior y eso se repartirá a los accionistas.

3.2.5 Balance después de dividendos y resultados totales

Balance después de dividendos

Tabla 19 BG después de Dividendos

BALANCE GENERAL DESPUES DE REPARTO DE DIVIDENDOS REPARTIBLES												
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
Efectivo necesario	0,0	332.677,2	335.789,8	338.960,5	344.598,5	350.371,0	356.281,7	362.334,8	368.534,2	374.884,3	381.389,5	
Efectivo suplementario	7.000,0	-317.854,1	-307.652,7	-228.846,9	-153.578,0	-78.501,8	-3.623,9	71.050,1	145.514,2	219.762,3	293.788,2	
cobro Clientes	0,0	249.507,9	251.842,4	254.220,4	258.448,9	262.778,2	267.211,3	271.751,1	276.400,7	281.163,2	286.042,1	
Inv. Ini. Neta	2.327.750,0	2.094.975,0	1.862.200,0	1.629.425,0	1.396.650,0	1.163.875,0	931.100,0	698.325,0	465.550,0	232.775,0	0,0	
CT amortizables netos	466.950,0	420.255,0	373.560,0	326.865,0	280.170,0	233.475,0	186.780,0	140.085,0	93.390,0	46.695,0	0,0	
Total Activo	2.801.700,0	2.779.561,0	2.515.739,5	2.320.624,0	2.126.289,4	1.931.997,4	1.737.749,2	1.543.546,0	1.349.389,1	1.155.279,9	961.219,8	
Pagos Proveedores	0,0	105.292,3	106.277,5	107.281,0	109.065,4	110.892,4	112.763,2	114.679,0	116.641,1	118.650,9	120.709,8	
Deuda principal	1.961.190,0	1.765.071,0	1.568.952,0	1.372.833,0	1.176.714,0	980.595,0	784.476,0	588.357,0	392.238,0	196.119,0	0,0	
Reservas (Ut Ac-Div AC)	0,0	68.687,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Subvención	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Capital inicial propio	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	
Total Pasivo	2.801.700,0	2.779.561,0	2.515.739,5	2.320.624,0	2.126.289,4	1.931.997,4	1.737.749,2	1.543.546,0	1.349.389,1	1.155.279,9	961.219,8	

Fuente: Elaboración Propia

Se calcula el balance cuando ya se han pagado los dividendos a los accionistas quitando de las utilidades acumuladas los dividendos acumulados y el resultado será 0.

Resultados

Tabla 20 Resultados

CÁLCULO VAN, TIR Y PR INV EN BASE A CAPITAL INVERTIDO Y DIVIDENDOS REPARTIBLES (sin considerar un valor residual del proyecto)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
Capital invertido propio	840.510,0											
Dividendos repartibles anu	0,0	0,0	146.978,2	87.810,9	101.236,7	114.695,7	128.188,6	141.716,2	155.279,2	168.878,5	182.515,0	
Tasa de descuento aplicable	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	
Factor de descuento a esa	1	1,1	1,21	1,331	1,4641	1,61051	1,771561	1,9487171	2,14358881	2,357947691	2,59374246	
Dividendos descontados	0,0	0,0	121.469,6	65.973,6	69.146,0	71.217,0	72.359,1	72.722,8	72.438,9	71.621,0	70.367,4	
VA de los dividendos	687315,568											
VAN de la inversión	-153.194,4											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
Esquema de la inversión	-840.510,0	0,0	146.978,2	87.810,9	101.236,7	114.695,7	128.188,6	141.716,2	155.279,2	168.878,5	182.515,0	
TIR de la inversión	6,29%											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	
Dividendos repartibles	0,0	0,0	146.978,2	87.810,9	101.236,7	114.695,7	128.188,6	141.716,2	155.279,2	168.878,5	182.515,0	
(A)Dividendos repartibles a	0,0	0,0	146.978,2	234.789,2	336.025,9	450.721,6	578.910,2	720.626,4	875.905,6	1.044.784,2	1.227.299,1	
Capital invertido (B)	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	840.510,0	
A - B	-840.510,0	-840.510,0	-693.531,8	-605.720,8	-504.484,1	-389.788,4	-261.599,8	-119.883,6	35.395,6	204.274,2	386.789,1	
Años (el primero que aparece en la fila disti		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	8,0	9,0	10,0	
Meses (los primeros que aparecen en la fila		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	-2,5	-13,4	-10,0	
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,3	5,5	-4,4	0,0	
Período de retorno de la inv	Años							7,0				
	Meses							9,3				

Fuente: Elaboración Propia

Del análisis económico financiero anterior vemos que las estimaciones nos llevan a la conclusión que el proyecto no es rentable desde el punto de vista de los accionistas cooperados en el esquema propuesto para el proyecto, la tasa de retorno no cubre el valor del costo del dinero ni la tasa de descuento, que es la exigencia por la cual el inversionista esta dispuesto a sacrificar otras posibles inversiones, y se recupera la inversión muy tarde en el ciclo de vida del proyecto, a los 7 años 9 meses. Por tanto la decisión es no incursionar en este sector emprendiendo en una Pyme y por ende no participar en el desarrollo del este sector.

Resumen

Tabla 21 Resumen de cálculos

Resumen Operativo de las estimaciones													
				Inflaciones previstas									
Volúmenes iniciales:				Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta de electricidad a la red (MWh)		7.980,00		0,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
venta subproductos		212.797,20		0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%	0,10%
Otros ingresos de derivados de la planta		32.901,80		5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%
Volumen de consumo de biomasa (Tm)		2.625,00		0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%
Precios iniciales:													
Tarifa eléctrica para la venta a la red (USD/kWh)		73,20		0,00%	0,00%	0,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
Precio de la biomasa (USD/Tm)		0		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Mantenimiento de la instalación		60.000,00		3,00%	4,00%	4,00%	5,00%	5,00%	5,10%	5,10%	5,20%	5,20%	5,33%
costo de ventas n.		47.767,78		3,00%	4,00%	4,00%	5,00%	5,00%	5,10%	5,10%	5,20%	5,20%	5,33%
Coste de personal		164.400,00		3,00%	4,00%	4,00%	5,00%	5,00%	5,10%	5,10%	5,20%	5,20%	5,33%
Seguros, servicios,		18.678,00		3,00%	4,00%	4,00%	5,00%	5,00%	5,10%	5,10%	5,20%	5,20%	5,33%
Resumen economico financiero													
Total de la inversión		2801700											
A financiar con recursos propios		840510											
A financiar con subvención a fondo perdido		0											
A financiar con deuda		1961190											
Plazo de devolución		10											
Tipo de interés		8,00%											
% Necesidades operativas de fondos (NCT)		57%											
Tasa de descuento aplicada para calcular el VAN (P:V)		10%											
RESULTADOS													
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Total de ingresos operativos			0,00	831.692,89	839.474,60	847.401,31	861.496,27	875.927,41	890.704,32	905.836,94	921.335,56	937.210,81	953.473,74
Utilidad operativa bruta			0,00	532.121,71	530.916,28	529.586,24	534.146,74	538.757,39	543.419,20	548.133,27	552.900,78	557.722,99	562.601,28
Utilidad neta			0	68687,6406	78290,592	87810,927	101236,69	114695,71	128188,64	141716,22	155279,23	168878,51	182514,964
Flujo de caja disponible para el servicio de la deuda (FC)			0	20315,3791	486659,48	480407,15	474606,52	472183,25	469788,4	467422,49	465086,12	462779,91	460504,563
Pago anual de la deuda			0	345169,44	329479,92	313790,4	298100,88	282411,36	266721,84	251032,32	235342,8	219653,28	203963,76
Capacidad de coberturade la deuda			0,06	1,48	1,53	1,59	1,67	1,76	1,86	1,98	2,11	2,26	0,00
Dividendos a repartir anualmente			0	0	146978,23	87810,927	101236,69	114695,71	128188,64	141716,22	155279,23	168878,51	182514,964
VAN (punto de vista inversión para el accionista)			-153.194,4										
TIR (punto de vista inversión para el accionista)			6,29%										
Período de retorno (pay-back) para el accionista			0		0	0	0	0	0	7,0	0	0	0
		y	0		0	0	0	0	0	9,3	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

3.2.6 Desarrollo del sector de ERNC generadoras de electricidad con biogás producido por desechos animales

El aumento o desarrollo del sector en análisis está en una etapa básica, ya que la tasa de crecimiento o el ingreso de nuevos competidores al sector es nula, el porcentaje de Pymes financiadas para poder generar electricidad con biogás de desechos vacunos en el mercado financiero ecuatoriano también es nula, la tecnología para producir electricidad con biogás de desechos vacunos no es conocida suficientemente en el Ecuador, la productividad generando electricidad con biogás de desechos vacunos obviamente es inexistente, en cuanto a las regulaciones, estas han producido normas que tratan de ayudar a las ERNC en general pero por los resultados obtenidos, la anterior regulación obtuvo algunos resultados con la energía solar y eólica pero no con biomasa y biogás.

Entonces el nivel de desarrollo de las BERGE en base a biogás producido de los desechos vacunos en el país está en su fase inicial, los expertos consideran que se podrían desarrollar las mismas a futuro: mejorando todos los niveles de información hacia los posibles inversionistas y a quienes desarrollan políticas en este ámbito, la ERNC mas desarrollada desde el 2011 es la energía fotovoltaica que ha logrado generar 30 proyectos de 1000 esperados, en vista de lo cual se piensa que se deben corregir principalmente la tarifa remunerativa para las ERNC que aun constan en la regulación preferente (biomasa y biogás), el factor que más ha incidido en el poco desarrollo de plantas de biogás de vacunos en especial, y del resto de ERNC, es el alto potencial de generación eléctrica en base al recurso hídrico que tiene el país, para terminar el desarrollo de plantas de biogás con desechos vacunos al igual que el resto de ERNC ha sufrido la falta de apoyo en cuanto al financiamiento de la inversión inicial cosa que repercute en el desarrollo de estas a corto y largo plazo.

Para que puedan ingresar más empresas al sector en el futuro lo principal que se debe tomar en cuenta por parte de los promotores de estas energías principalmente del biogás de vacunos, es tener alta capacidad de concentración de la materia prima (estiércol vacuno o de cualquier otro animal) y que el potencial hidroeléctrico del país no se lo esté explotando de acuerdo a lo que se espera.

3.2.7 La Prueba Chi Cuadrado y La relación entre variables

En base a las entrevistas (existencia de apoyos), se recopila los datos desde el punto de vista de la rentabilidad, para conocer si el financiamiento de una Pyme permitiría o no el desarrollo del sector ERNC y si las tarifas (incluidas en las regulaciones) permitirían el desarrollo de dicho sector.

La prueba CHI Cuadrado nos permite conocer si existe relación entre las dos variables, desarrollo y rentabilidad, para poder relacionarlas entre sí con mayor grado de confiabilidad.

Prueba de relacion entre variables			
H0 : Hipotesis nula de relacion entre variables			
El grado de desarrollo es independiente de la rentabilidad de sus empresas			
H1: Hipotesis alternativa			
El grado de desarrollo depende del grado de rentabilidad de sus empresas			

Tabla 22 Tabla de frecuencias Observadas

rentabilidad	desarrollo		
	si	no	
tarifa	80	20	100
financiamiento	90	10	100
	170	30	200

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23 Tabla de frecuencias Esperadas

	si	no
tarifa	85	15
financiamiento	85	15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24 Chi cuadrado calculado

F observdas	F.esperadas	X2
80	85	0,29411765
90	85	0,29411765
20	15	1,66666667
10	15	1,66666667
X2 total calculado		3,92156863

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25 Chi cuadrado Tabular

A	B	C	D
Tabla resumida de distribución del Chi Cuadrado			
GL/Conf.	99%	95%	90%
1	6,6349	3,8415	2,7055
2	9,2104	5,9915	4,6052
3	11,3449	7,8147	6,2514
4	13,2767	9,4877	7,7794
5	15,0863	11,0705	9,2363
6	16,8119	12,5916	10,6446
7	18,4753	14,0671	12,0170
8	20,0902	15,5073	13,3616
9	21,6660	16,9190	14,6837
10	23,2093	18,3070	15,9872

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26X2calculado > X2 tabular

Grado de libertad	1	
Nivel de confianza	95%	
X2 tabulado	3,8415	
3,921568627 >		3,8415

Fuente: Elaboración Propia

De lo anterior vemos que sí, existe relación entre las variables, rentabilidad y desarrollo por tanto podemos mencionar que para el caso práctico de una Pyme dentro del sector de ERNC que genera electricidad en base a desechos vacunos al no ser rentable, no permite que su sector se desarrolle.

Estas variables en nuestro estudio tienen algunas características importantes que debemos señalar así, la rentabilidad empresarial dentro del sector de ERNC en base a desechos vacunos, tiene como insumos a: la *necesidad* del país de generar electricidad, a la *demanda* que es incremental año a año, este mercado se debe manejar en base a *políticas*, que están basadas en la *cultura* de consumo y pago de la población, además interviene la *técnica y la tecnología* que se pueda usar, la existencia y concentración adecuada de *materia prima*, distancia de *transporte*, posibilidades de *financiamiento*, *tarifa* y demás *regulaciones* todas estas características tienen un efecto en el desarrollo que pueda tener todo el sector de ERNC generadoras de electricidad en base a biogás de estiércol vacuno, como es el *ingreso* o no de nuevos competidores, la *confianza* de los entes crediticios para financiar estos proyectos, el *mejoramiento de las tecnologías* usadas que permiten una mayor productividad y eficiencia, y finalmente tienen un efecto en las condiciones benéficas dentro de las *regulaciones* para que se fomente o incentive a empresas públicas o privadas, a incursionar en plantas generadoras de electricidad basadas en biogás de estiércol vacuno.

Es decir la relación entre estas características da la pauta de la incidencia que tienen las unas sobre las otras.

CAPITULO IV

4.1 Conclusiones.

A partir del análisis realizado tenemos las siguientes conclusiones.

- La utilidad socioeconómica, en la vida de la Pyme está dada por la participación comunitaria de los productores agropecuarios de la zona, como accionistas, como generadores de empleo y como generadores de energía limpia en función del aprovechamiento de la materia prima a largo plazo.
- La evaluación financiera, nos muestra una forma de poder acceder a crédito bancario con aportes de pequeños inversionistas (85 inversionistas de 10000USD), quienes durante toda la vida de la pyme recibirán alrededor de mil dólares anuales. Entonces la estructura de financiamiento de La planta de biogás de vacunos se estableció en 30% de recursos propios (85 personas) y 70% de recursos de crédito bancario.
- El VAN desde el punto de vista de los accionistas arroja una pérdida de \$-153.194, mientras que la TIR nos indica que no se llega a cubrir las expectativas de ganancias de los inversionistas que esperaban una retribución mínima del 10% y solo se obtuvo en el caso base el 6,29%. Y al analizar el rendimiento del capital propio aportado por la comunidad de pequeños inversionistas vemos que recupera 81 centavos por cada dólar invertido.
- Para el análisis de sensibilidad, se incrementó el precio en 4% pasando el VAN de \$ -153.194 a \$ -51.401. Luego se incrementó un 4% adicional y el VAN paso de \$ -51.401 a \$ 49.625. Con esta premisa el VAN con un 8% de incremento de la tarifa actual se hace positivo la TIR pasa de 6,29% a 11.4%. Para nuestro caso base se utilizaron costos de venta de 47.767,8USD anuales, se puede observar que cuando los

costos ya son inferiores al 5% de los ingresos por venta eléctrica (\$584.136USD anuales) el VAN se vuelve negativo. Para determinar la sensibilidad a la variación en otros ingresos, se aumenta en el porcentaje de otros ingresos y se obtiene que entre el 80% y 100% de incremento en otros ingresos, el VAN se empieza a hacer positivo, lo que indica que de ser factible aumentar los beneficios del proyecto vía otros ingresos, con la estructura de supuestos dada, el VAN, aumenta conforme aumenta otros ingresos

- La energía hidroeléctrica es la energía que se impone en el corto y mediano plazo, por el gran potencial del país (25000GW). La construcción de grandes centrales implica altos costos y, a pesar de poder usar óptimamente la potencia hidroeléctrica instalada, el Ecuador necesita ir desarrollando otras energías para lograr diversificar la generación, puesto que habrá épocas que la energía hidroeléctrica será insuficiente para abastecer la demanda, y la energía termoeléctrica será necesaria, en periodos de estiaje, pero la debemos evitar por costo y por contaminación ambiental, por lo que debe remplazarse esta generación desarrollando el sector de ERNC dando espacio al biogás obtenido de los desechos vacunos..
- Técnicamente es factible desarrollar la Planta de biogás en base a desechos vacunos, ya que un generador a biogás para producir 1000 kw en una hora teniendo en eficiencia del 40% y para usar biogás con un contenido de metano del 50% necesita 500m³ de biogás para funcionar. En un día son, 12000m³ de biogás los cuales son producidos por 7,5 toneladas de estiércol vacuno que es proporcionado por 516 vacas con un peso de 500Kg, que tengan una alimentación continua y que permanezcan en establo al menos 7 horas al día. Usando una organización cooperativa para la concentración de esta MP, y hacer que el costo del sustrato sea cero, y con apoyo técnicos se mejora la eficiencia de la recolección y transporte, del sustrato para ser procesado por un biodigestor continuo de 32 m de diámetro y 8 m de alto con capacidad de producir

6500m³ de biogás. Pero no es viable financieramente con la tarifa actual emitida por la regulación codificada 01/13.

- En el estudio del mercado eléctrico se determinó que existe una demanda eléctrica del país que supera el 50% de crecimiento en los últimos 11 años. Lo cual es un factor positivo importante para los inversionistas públicos o privados, ya que existe una demanda en constante crecimiento.
- EL estudio muestra claramente que para generaciones menores a 1MW, por ser tan pequeñas respecto de la generación convencional del país, por conveniencia de costos la mejor opción es acceder a una generación distribuida. Ya que la Inversión Inicial esta reducida al máximo en cuanto a proyectos de este tipo se refieren obteniendo la siguiente estructura 25,1745% para Motor electrógeno, 9,1544% para maquinaria y equipos 45,7718% obras civiles, 6,8658% para transformación, 0,3204% para terreno, 12,7131% para otros rubros, vemos que esta estructura está dentro de los estándares internacionales.
- Se determinó que el consumo de electricidad propio de la planta es de \$30744, valor que se descuenta de la generación eléctrica total, la cual alcanza 8400000 Kwh/año dejando una producción disponible para la venta de 7.980.000,0 kw/año
- Un elemento que tiene gran importancia para el desarrollo de Pymes en este sector es de apoyar a la comunidad que auspicie el proyecto en los siguientes aspectos: 1. fomentar más asociaciones ganaderas y dar asistencia técnica 2. Dar entrada a los ganaderos, en el accionariado de la planta de biogás. 3. Creación de empleo en áreas relacionadas a la planta.
- El estudio encontró que el nivel de desarrollo de las ERNC y en especial el biogás de vacuos en un 90% está en una etapa inicial, 10% opina que este sector está en un nivel de crecimiento y 0% cree que está en una etapa de madures y 0% que está en una etapa desarrollada.

- El estudio mostró que existen 6 acciones principales que se podría tomar para desarrollar el sector de ERNC en especial el biogás de vacunos eliminar subsidios 20%, mejorar información 40%, hacer investigación 10%, mejorar las regulaciones 10% y financiamiento 10% , difundir información 10%.
- Dentro de las energías renovables no convencionales, hoy en día la que más se ha desarrollado es la fotovoltaica con un 78% la eólica con un 14% y la de biogás con un 8%, es decir el biogás de vacunos puede crecer con nuevas empresas ya que existen espacios.
- Una guía para poder desarrollar el sector, fue que un 50% de los expertos (pertenecientes al sector público) cree que la tarifa del Kwh debería ser mejorada, mejorar la última regulación 10%, para generadores no convencionales menores a 1MW , crear un comité conjunto 10%, mejorar tecnología 10%, bajar costos de la Inv. Ini. 10%, eliminar subsidio al GLP 10% con esto vemos que hay camino por mejorar.
- Las oportunidades por las cuales pueden crearse Pymes en el sector de generación eléctrica con biogás de vacunos, en el corto plazo son: nuevos actores que logren concentrar la materia prima, quienes sirvan a pueblos rurales o alejados de los anillos de transmisión y quienes logren que la tarifa por KWh cubra sus costos de inversión, de operación y mantenimiento con una rentabilidad adecuada. Y para que puedan ingresar al sector, actores en el largo plazo son: empresas grandes o pequeñas que acumulen conocimiento de esta tecnología y esperen a que el potencial hidroeléctrico no sea aprovechado o disminuya por cualquier razón, que el subsidio al GLP se retire, que las tarifas logren cubrir sus costos.

4.2 Recomendaciones

- Apoyar a las instituciones correspondientes MEER, ARCONEL etc. con estudios prácticos de la realidad de la tecnología del biogás de vacunos, que les permitan tener una realimentación desde el punto de vista del generador comunitario, de la situación que representa el lograr optimizar los recursos intervinientes en el emprendimiento, para que ellos puedan mejorar las regulaciones y tramites correspondiente a este segmento de generadores eléctricos.
- El lograr iniciar, continuar y madurar esta tecnología permitirá liberar de la atmosfera 29000 toneladas de gas de efecto invernadero, y poder aportar positivamente al cambio climático.
- Se podría recomendar que las tarifas de las ERNC correspondientes al biogás sean diferenciadas tanto para el biogás de vertedero como para el biogás de estiércol animal (vacuno, porcino y avícola) ya que el primero puede entrar en economías de escala mientras que el segundo es mucho más difícil de hacer esto por la tecnología que implica concentrar la materia prima y darle calidad al biogás.
- Un tema para mantener las tarifas actuales, sería bonificar a los productores comunitarios por mejora de sus procesos de recolección y transporte de sustratos y por mejoramiento en implementación de tecnologías para separar del digestato los nitratos.
- La conexión a las redes para la evacuación de la energía eléctrica producida por el biogás de estiércol de animales, tanto si se lo hace al SIN o es una generación distribuida debería efectuarse mediante una compartición de costos y gastos entre el receptor de la energía y los generadores de la misma.
- Las exigencias de la regulación 001/13, sobre el registro es especialmente limitante para el desarrollo del biogás de digestión de excretas animales, por las garantías económicas que se exigen a los promotores, especialmente plantas comunitarias $\leq$ a 1MW del sector agropecuario del Ecuador, se podría analizar disminuirlas.

- Que se desarrolle mesas de biogás a nivel público y privado con los productores agropecuarios para ir generando instrumentos que desarrollen el sector.
- Se podría en un momento dado de desarrollo del sector empezar a masificar el desarrollo rural en base a esta tecnología.
- Las instituciones que generan la política en materia energética de electricidad con biogás de procedencia agropecuaria podrían apoyar financieramente la I +D en universidades y la transferencia de tecnología para lograr soluciones que se adapten a las necesidades específicas de generación de nuestro sector agropecuario.

Materiales de referencia

Abengoa - Soluciones Tecnológicas Innovadoras Para El Desarrollo Sostenible. (2011).

Agencia Alemana De Energía. (2012). *Informe Anual*. Agencia Alemana De Energia.

Álvarez José M, C. L. (N.D.). *Biomasa Y Biogas*. Universidad Nacional Delnordeste.

Anahí Briozzo*, G. P. (2011). *Evaluación De Proyectos Con Herramientas Borrosas. Análisis De Casos*. Buenos Aires.

Arboleda, Y. O., & Salcedo, L. O. (2009). Fundamentos Para Eldiseño De Biodigestores. *Universidad Nacional De Colombia Sede Palmira*.

Autoridad Internacional De Energía. (2012).

Calvente, I. A. (2007). *El Concepto Moderno De Sustentabilidad* .

Camilo Cornejo, A. C. (2010). De Estiércol A Energía - Captura De Metano En Ecuador. *Revista Tecnológica Espol*.

Centro De Investigacion En Energía-Unam. (2004). *Nuevas Energias Renovables: Una Alternativa Energetica Sustentable Para Mexico*.

Chain, N. S. (2011). *Proyectos De Inversión*. Pearson.

Conelec. (2014). *Regulación No. Conelec – 004/11*.

Deutsche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit. (2012). *Guía De Planificación Para Proyectos De Biogás En Chile*. Santiago De Chile: (Minenergía/Giz(.

Dirección General De Recursos Agrícolas Y Ganaderos (Esp). (2010). *El Sector Del Biogás Agroindustrial En España*. Madrid: Ministerio Del Medio Ambiente Y Medio Rural Y Marino.

El Tiempo. (2013, Junio 20). Todo Listo Para Generar Electricidad Con Biogás. P. 1er Parrafo.

Emilio Cerdá. (2011). *Energia Obtenida A Partir De Biomasa*.

F. Kaiser, K. V. (2010). *Guía De Planificación Para Proyectos De Biogás En Chile*. Santiago: Proyecto Energías Renovables No Convencionales En Chile.

Garcia, J. E. (2008). *Combustión Directa De La Biomasa*.

González, J. E. (2011). *La Teoría Del Pico De Hubbert: Implicaciones Para México Y El Mundo*.

Hilbert, I. A. (2011). *Manualpara La Produccion De Biogas*. Buenosaires: Instituto De Ingeniería Rural.

- Instituto De Investigaciones Tecnológicas. (1983). *Estudio Sobre Obtención De Biogás A Partir De Desechos Orgánicos, Informe Final A Colciencias*.
- Instituto Politécnico Nacional. (2007). *Energías Alternativas Y Cambio Climático*.
- Pizarro, C., W. M. (2006). An Economic Assessment Of algal Turf Scrubber Technology For Treatment Of Dairy Manure Effluent. *Journal Of Ecological Engineering*.
- Planes De Desarrollo Sector Energías Renovables El Salvador. (2011). *Revista Entorno*, 120.
- Rae, R. A. (2005). *Diccionarios*.
- Richard C. Duncan, P. (. (2007). *La Teoría De Olduvai: El Declive Final Es Inminente* .
- Rodríguez, B. G. (2012). *La Política Energética En La Unión Europea Y En* .
- Salazar, I. R. (2008). *Bibdigital.Epn.Edu.Ec*.
- Sánchez Ballesta, J. P. (2002). *Análisis De Rentabilidad De La Empresa*.
- Secretaria Nacional De Energía Renovable (Sener), Gobierno Federal. (2012).
- Urueña, J. M. (2007). Diseño Y Estudio Económico Preliminar De Una Planta Productora De Biogas Utilizando Residuos Orgánicos De Ganado Vacuno. *Ingeniería E Investigación*.
- Van Horn., A. J. (1994). Components Of Dairy Manure Management Systems. *Journal Of Dairy Science*.
- Varnero, M. T. (2011). *Manual Del Biogás*. Santiago De Chile: Ministerio De Energía, Pnud, Fao, Gfd.

ANEXOS

Anexo No 1 Modelo y resumen de entrevista semiestructurada

Al representante de la ASOCIACION DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS DEL CANTON JOYA DE LOS SACHAS APROCAS

BARRIO SANTA RITA (proveedores de materia prima)

Sr Enrique Intriago

Perfil del entrevistado: Presidente Asociación Ganaderos Joya de los Sachas

Lugar y Fecha: Quito, Marzo del 2015

Preguntas / Resumen de Respuestas

1 Los miembros de la asociación estarían dispuestos a pagar, a una empresa por deshacerse de residuos animales? Si la respuesta es sí, responder

- a) Entre 1 a 5 centavos por tonelada
- b) Entre 5 a 10 centavos

Si la respuesta es no, indicar por qué

.....

2 Los miembros de la asociación estarían dispuestos a cobrar, a una empresa por entregar los residuos animales y vegetales? Si la respuesta es si

- a) Entre 1 a 4 centavos por tonelada métrica de residuos
- b) Entre 4 a 8 centavos por tonelada métrica de residuos

Si la respuesta es no, indicar por qué

.....

3 Los miembros de la asociación estarían dispuestos, a colaborar con el proyecto, a cambio de obtener un mejor fertilizante por entregar los residuos animales y vegetales?

Si () no ()

4. A cambio de que, los miembros de la asociación estarían dispuestos a colaborar con este proyecto

- a) Asistencia técnica
- b) Contrato a largo tiempo de los residuos
- c) Participación comunitaria en el proyecto

5Cuál sería la capacidad de entrega de residuos animales y/o vegetales de su asociación diaria o semanalmente.

- a) Entre 1 y 20 t. al día
- b) Entre 20 y 40 t. a la semana
- c) Más de 5 t. al día
- d) Más de 5 t. la semana

Datos:

Nombre del representante o encargado de la asociación:

Dirección:

Número de Teléfono y/o celular:

Gracias por su tiempo y colaboración

Resumen de entrevista a Sr. Enrique Intriago

Nombre : Sr. Enrique Intriago

Perfil del entrevistado: Presidente de la asociación ganaderalocal

Lugar y Fecha: Quito, Marzo del 2015

Preguntas / **Resumen** de Respuestas

1 Los miembros de la asociación estarían dispuestos a pagar, a una empresa por deshacerse de residuos animales? Si la respuesta es sí, responder

- a) Entre 1 a 5 centavos por tonelada
- b) Entre 5 a 10 centavos

Si la respuesta es no, indicar por qué

...No, preferiría tener una relación como miembro o accionista de la futura planta

2 Los miembros de la asociación estarían dispuestos a cobrar, a una empresa por entregar los residuos animales y vegetales? Si la respuesta es si

a) Entre 1 a 4 centavos por tonelada métrica de residuos

b) Entre 4 a 8 centavos por tonelada métrica de residuos

Si la respuesta es no, indicar por qué

No, prefiere llegar a un acuerdo para que se tome estos valores como parte de la organización comunitaria de la planta

3 Los miembros de la asociación estarían dispuestos, a colaborar con el proyecto, a cambio de obtener un mejor fertilizante por entregar los residuos animales y vegetales?

Si (X) no ()

4. A cambio de que, los miembros de la asociación estarían dispuestos a colaborar con este proyecto

a) Asistencia técnica

b) Contrato a largo tiempo de los residuos

c) **Participación comunitaria en el proyecto**

5Cuál sería la capacidad de entrega de residuos animales y/o vegetales de su asociación diaria o semanalmente.

a) Entre 2 y 4 T al día

b) Entre 4 y 8 T. al día

c) **Más de 8 T al día**

Anexo No 2 Ficha técnica motor generador de potencia



Guangdong Honny Power-Tech Co., Ltd.



Inicio

Producto

Perfil de Empresa

Detalles de Contacto

Inicio > Lista de Producto > Generadores del gas > 60Hz 1000kw Natural Gas Generator Set con ...



60Hz 1000kw Natural Gas Generator Set con Container Type

Precio por Unidad:US \$ 350000.0-370000.0 / Set

Cantidad Mínima:1 Set

Términos Comerciales:FOB, CFR, CIF

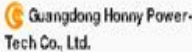
Condiciones de Pago:LC, T/T

Tiempo Válido del Precio:12/8/2014 ~ 3/4/2015

✉ Contacta Ahora

60Hz 1000kw Natural Gas Generator Set con Container Type

Perfil de Proveedor



Audited Supplier

Guangdong China

Tipo de Negocio: Fabricante

Principales Productos: Generador de Diésel, Generador, la Potencia del Generador, Grupo Electrónico, Generación de Energía, ...

Servicio de OEM/ODM: Sí

Radiador horizontal Natural Gas Generador 1000kW 1250kVA 60Hz

Gas aplicado:
Gas de Gas natural, de Biogás, de la ciudad Sewage Gas, de Landfill, gas de Oil, biogás de la granja, gas de la mina de carbón, etc.
Presión de gas aceptable de combustible: 5~12kPa
Contenido CH4: Para el gas&ge natural; CH4 del 85%, contenido: Para el biogás ≥ el 40%
Valué &ge del calor del gas; 5500kcal/Nm3 (23MJ/Nm3). Gen set de potencia de salida aumentará como el aumento del valor del calor del gas, si gas de pocas calorías del valor del uso para el combustible (Heat valué<5500kcal/Nm3, bajará la eficacia de potencia.
El gas no incluye el agua libre o los materiales libres (la talla de impurezas debe ser menos que 5μ M.)
Content&le de H2S; 200mg/Nm³
Content&le NH3; 20mg/Nm³
Content&le de las impurezas; 30mg/Nm³; Size≤ 5μ M
Content&le del agua; 40g/Nm³, ninguna agua libre.

Condiciones de trabajo aceptables:
Temperatura ambiente: -10° C~+40° C
(Anticongelante o precalentador necesario para 0° below; C)
Higrometría: el <90% (20° C)
Altitud: ≤ el 1000m
Condiciones de trabajo normales:
Gen set puede ejecutarse en la potencia clasificada en las condiciones:
Presión atmosférica: 100kPa, temperatura de Ambiente: 20° C, higrometría: el 30%.

Sácope estándar de Supply:

1. El motor de gas a estrenar, piezas del 90% incluye el cuerpo del motor, el eje inestable, el árbol de levas, el pistón, culata, el etc. hechos por los E.E.U.U. Googol con la mejor calidad
2. Francia sin cepillo a estrenar Meccalte, Leroy Somer, alternador de Stamford
3. Grado: 3 fases 4 líneas. 3,2/9,6kV, 60 hertzios, 1500rpm, 0.8PF, IP22-23, clase H (opción de Insulation de 60Hz 1200RPM Tipo Generador Sincrónico Programmable Logic Controller, controlador lógico programable: control de bornes, panel de sincronismo, relé de sincronismo con funcionamiento automático
Potencia Nominal(eléctrica)1,2 MW Potencia(eléctrica)42,1% , Factor de Potencia (térmica) 43,8%
4. Radiador para 40° C/50° Temperatura ambiente de C
5. Sistema de ignición Alemania adoptada Motortech
6. Parada Emergencia montada
7. Cable de la batería, de Batería y cargador de Batería
8. Caja de herramientas estándar
9. Accesorios estándar para la instalación (incluir los bramidos, el silenciador, el borde, la pista del asbesto, el agua del Anti-moho, el tornillo)
10. El gas Train incluye la válvula de Regulador, Electroválvula, pararrayos de Fire, bola válvula (la marca de fábrica china)

Lista de los accesorios

1. Manual de Operación del mantenimiento
2. El certificado de la calidad, GEN-fijó informe de prueba en fábrica

Opcional:

1. Pabellón insonoro/de Container
2. Sistema de CHP y de CCHP
3. Sistema paralelo de la red
4. Radiador alejado o tipo horizontal radiador
5. Sistema de relleno del gasóleo
6. Calentador de agua
7. Calentador de petróleo
8. Detector que se escapa del gas
9. Detector de llama
10. Depurador de gas

Anexo No 3 Características de transformador elevador devoltaje

Transformador de poder 3,2/13,8 kV

Transformador de Corriente 13,8 kV

Interruptor 3,2 kV

Interruptor 13,8 kV

Seccionador 3,2 kV

Des conectador 13,8 kV

Pararrayos 13,8 kV Valor referencial: 95000 USD

Anexo No 4 Sensibilidad al precio, costo de ventas y otros ingresos

SENSIBILIDAD A:

PRECIO MWh de ENERGIA ELECTRICA		
	VAN	TIR
	USD/MWh	
	73,2	6,29%
	76,2	8,79%
	79,2	11,14%
	82	13,23%

var del costo de ventas			
	CV	VAN	TIR
0,0	0%	66979,0	0,1153
29.206,8	5%	-67176,0	0,0841
58.413,6	10%	-202638,0	0,0502
87.620,4	15%	-338286,0	0,013
116.827,2	20%	-473934,0	-0,0285

VARIACION OTROS INGRESOS		
OTROS INGRESOS	VAN	TIR
0%	-153.194,43	6,29%
50%	-85.789,28	7,96%
80%	-19053,89	10,15%
100%	14289,63	10,33%