



FACULTAD DE POSTGRADO

TESIS DE POSTGRADO

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE GENERACIÓN DE
ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE BIOGÁS UTILIZANDO
COMO MATERIA PRIMA DESECHOS ORGÁNICOS
AVÍCOLAS.**

SUSTENTADO POR:

TANYA MARIBEL NÚÑEZ FLORES

JOSÉ DAVID GUZMÁN ANDINO

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN GESTIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE**

TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS, C.A.

ABRIL, 2016

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

LUIS ORLANDO ZELAYA MEDRANO

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTOR ACADÉMICO

MARLON BREVÉ REYES

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

JOSÉ ARNOLDO SERMEÑO LIMA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE GENERACIÓN DE
ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE BIOGÁS UTILIZANDO
COMO MATERIA PRIMA DESECHOS ORGÁNICOS
AVÍCOLAS.**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MÁSTER EN
GESTIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE**

**ASESOR METODOLÓGICO
WILFREDO CÉSAR FLORES CASTRO**

**ASESOR TEMÁTICO
GEOVANY PINEDA BENÍTEZ**

**MIEMBROS DE TERNA:
CARLOS ZELAYA OVIEDO
JORGE CENTENO
MOISES STARKMAN**



FACULTAD DE POSTGRADO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE BIOGÁS UTILIZANDO COMO MATERIA PRIMA DESECHOS ORGÁNICOS AVÍCOLAS.

NOMBRE DE LOS MAESTRANTES:

TANYA MARIBEL NÚÑEZ FLORES

JOSÉ DAVID GUZMÁN ANDINO

Resumen

El presente trabajo se centra en el estudio para la generación de energía eléctrica por medio de biogás, estimando la producción de biogás y de energía eléctrica, a través de la utilización de la gallinaza, materia prima que se obtiene de las instalaciones de la granja avícola que lleva por nombre Inversiones Avícolas de Honduras (INAVIH), la misma tiene una producción diaria de 90 m³, de los cuales aproximadamente 70 m³ son enviados a una pila de oxidación, este será el parámetro a utilizar para estimar la producción. La metodología se centra en un análisis cuantitativo, tomando datos de campo y a través de entrevistas al personal seleccionado, así como la utilización de la literatura adecuada para obtener datos de análisis elaborados con anterioridad por otros autores. La finalidad del estudio es hacer visible el potencial que tiene el sector avícola en generación biogás y de energía eléctrica, así como el ahorro que traerá a INAVIH en su factura de consumo.

Palabras claves: Gallinaza, Biodigestato, Biogás, Planta de biogás y Potencia Eléctrica.



FACULTAD DE POSTGRADO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE BIOGÁS UTILIZANDO COMO MATERIA PRIMA DESECHOS ORGÁNICOS AVÍCOLAS.

NOMBRE DE LOS MAESTRANTES:

TANYA MARIBEL NÚÑEZ FLORES

JOSÉ DAVID GUZMÁN ANDINO

ABSTRACT

The following report is focused in a study for the generation of electrical power from biogas, estimating the production of biogas and electrical power from poultry, prime material obtained from the facilities of the poultry farm Inversiones Avicolas de Honduras (INAVIH). Daily production of poultry is of 90 m³, from which approximately 75 m³ are sent to an oxidation pile, this will be the parameter we will use to estimate total production. The methodology is focused in a quantitative analysis obtaining data from field values and through interviews performed to selected personnel, as well as the usage of adequate book information in order to obtain data analysis elaborated by other authors. The final goal of this study is to view the full potential that poultry business sector has in biogas and electrical power generation, and the savings that will bring to INAVIH on your consumption bill

Keywords: Poultry, Residue, Biogas, Biogas plant, Electric power.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, por sus palabras de aliento y apoyo incondicional para llegar a esta meta. A mi compañero de Tesis, José David Guzmán Andino, por toda su colaboración y ayuda para lograr un excelente resultado en nuestro trabajo.

Tanya Maribel Núñez Flores

Dedico esta tesis primeramente a Dios ya que me dio la oportunidad de cumplir esta meta, a mis padres y hermana por su constante apoyo y palabras de ánimo que dieron hasta llegar al cumplimiento de esta meta, a mi compañera Tanya Maribel Núñez Flores por toda su colaboración y apoyo para consecución de grandes resultados en este trabajo.

José David Guzmán Andino

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme sabiduría, inteligencia y humildad para poder afrontar los retos y soportar las caídas, ofreciéndome su mano para levantarme, dándome cuenta que gracias a todo eso pude culminar con éxito esta meta en mi vida.

A mis padres, Marco Tulio Núñez Portillo y Deysi Maribel Flores Alvarado, por guiarme en la vida y ayudarme a seguir el camino del bien ofreciéndome con cariño y amor todo el apoyo moral y económico para la realización de mis estudios y así ellos poder ver y disfrutar como la criatura que una vez arrullaron entre sus brazos ha crecido y se abre camino en la vida.

A mis catedráticos, por ofrecerme con paciencia y dedicación todos sus conocimientos, para ayudarme a desenvolver con soltura en el ámbito social y profesional.

Tanya Maribel Núñez Flores

A Dios, por brindarme la oportunidad de cumplir mi meta, por estar siempre a mi lado brindándome fuerzas, sabiduría e inteligencia para la consecución del objetivo final planteado al momento de elegir este nuevo reto.

A mis padres, Ovidio Guzmán Sevilla y Doris Esperanza Andino, los cuales siempre me dieron palabras de aliento para seguir adelante a pesar de la dificultad que presenta este reto, por ser quienes me apoyan y aconsejan constantemente en cada uno de las metas que propongo para mi vida, les agradezco por darme la vida y apoyar siempre en el cumplimiento de mis sueños, al igual por motivarme y apoyarme en el cumplimiento de mis estudios.

A mis catedráticos, por compartirme sus experiencias y conocimiento con paciencia y dedicación.

José David Guzmán Andino

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	1
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	2
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	5
2.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO – ENTORNO.....	5
2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO – ENTORNO	12
2.1.3 ANÁLISIS INTERNO.....	14
2.2 TEORÍA DE SUSTENTO.....	17
2.2.1 DIGESTIÓN ANAEROBIA.....	17
2.2.2 UTILIZACIÓN DEL BIOGÁS	19
2.2.3 TRATAMIENTO DEL BIOGÁS.....	21
2.3 CONCEPTUALIZACIÓN	22
2.4 INSTRUMENTOS	23
2.4.1 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	23
2.4.2 PROCEDIMIENTO EMPLEADOS.....	26

2.5	MARCO LEGAL	27
2.6	MARCO INSTITUCIONAL.....	29
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....		30
3.1	CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	30
3.1.1	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	30
3.1.2	HIPÓTESIS	32
3.2	ENFOQUE Y MÉTODOS	32
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
3.3.1	POBLACIÓN.....	33
3.3.2	MUESTRA	33
3.3.3	UNIDAD DE ANÁLISIS	34
3.3.4	UNIDAD DE RESPUESTA.....	34
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS.....	34
3.4.1	INSTRUMENTOS.....	34
3.4.2	TÉCNICAS.....	35
3.5	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	36
3.5.1	FUENTES PRIMARIAS	36
3.5.2	FUENTES SECUNDARIAS.....	36
3.6	LIMITANTES DEL ESTUDIO	36
3.7	FLUJOGRAMA	37
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....		38
4.1	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO	38
4.2	DEFINICIÓN DEL MODELO DE NEGOCIOS.....	39
4.3	PROPIEDAD INTELECTUAL	42
4.4	FACTORES CRÍTICOS DE RIESGO.....	42

4.5	ESTUDIO DE MERCADO.....	42
4.5.1	ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA E INDUSTRIA	42
4.5.2	ANÁLISIS DEL CONSUMIDOR.....	42
4.6	ESTUDIO DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES	43
4.6.1	DISEÑO DEL PRODUCTO O SERVICIO	43
4.6.2	INSTALACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN.....	53
4.6.3	PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	56
4.6.4	PLANIFICACIÓN ORGANIZACIONAL.....	57
4.6.5	FACTORES AMBIENTALES.....	59
4.7	ESTUDIO FINANCIERO.....	60
4.7.1	PLAN DE INVERSIÓN	60
4.7.2	ESTRUCTURA DE CAPITAL.....	62
4.7.3	COSTO DE CAPITAL.....	62
4.7.4	PRESUPUESTOS DE INGRESOS, COSTOS Y GASTOS	62
4.7.5	DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES	63
4.7.6	PROGRAMA DE AMORTIZACIÓN DE FINANCIAMIENTO	65
4.7.7	ESTADO DE RESULTADOS	67
4.7.8	FLUJO DE CAJA PARA LA DEUDA	69
4.7.9	BALANCE GENERAL.....	71
4.7.10	VALOR ACTUAL NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO.....	77
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		79
5.1	CONCLUSIONES.....	79
5.2	RECOMENDACIONES	80
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD		82

“GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE BIOGÁS UTILIZANDO COMO MATERIA PRIMA DESECHOS ORGÁNICOS AVÍCOLAS”	82
6.1 INTRODUCCIÓN.....	82
6.2 DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS	82
6.2.1 ESCENARIO 1	82
6.2.2 ESCENARIO 2	84
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción de Electricidad a través de biogás en la Unión Europea, 2007-2008.....	7
Tabla 2. Estimación de contribución, Capacidad Instalada y Generación Bruta de electricidad.....	9
Tabla 3. Perspectiva de la Capacidad Instalada por fuente en Brasil, 2014.....	9
Tabla 4. Perspectiva de la Capacidad Instalada por fuente en Brasil, 2020.....	10
Tabla 5. Plantas generadoras de Biogás	12
Tabla 6. Producción de aguas mieles y generación de biogás en COCAFELOL y ARUCO	13
Tabla 7. Cargas orgánicas diarias, biogás equivalente y gallinaza en centro de producción sector granjas avícolas	13
Tabla 8. Aves alojadas por galera	16
Tabla 9. Composición del biogás según su materia prima	17
Tabla 10. Tipo de fermentación anaerobia y rangos de temperaturas.....	23
Tabla 11. Tiempo de retención según región	23
Tabla 12. Ventajas y Desventajas del Biodigestor Batch o discontinuo	24
Tabla 13. Ventajas y Desventajas del Biodigestor tipo continuo.....	24
Tabla 14. Ventajas y Desventajas del Biodigestor tipo semicontinuo	25
Tabla 15. Ventajas y Desventajas del Biodigestor anaerobio de campana fija.....	25
Tabla 16. Ventajas y Desventajas del Biodigestor anaeróbico de tambor flotante	26
Tabla 17. Ventajas y Desventajas del Biodigestor anaeróbico tubular de polietileno	26
Tabla 18. Operacionalización de las variables	31

Tabla 19. Consumo y Potencia de motores generadores para los Sectores 4 y 5 de INAVIH.....	44
Tabla 20. Análisis para conocer el volumen de gallinaza requerido diariamente.....	44
Tabla 21. Resumen del Diseño de Producción.....	52
Tabla 22. Datos de materia prima para estimar producción.....	55
Tabla 23. Estimación de producción de biogás.....	55
Tabla 24. Estimación de generación de electricidad.....	55
Tabla 25. Equipo requerido y costos.....	56
Tabla 26. Generación de energía eléctrica mensual.....	57
Tabla 27. Ahorro en consumo de energía eléctrica.....	57
Tabla 28. Descripción del personal.....	58
Tabla 29. Plan de Inversión.....	61
Tabla 30. Estructura de Capital.....	62
Tabla 31. Presupuestos de Ingresos.....	63
Tabla 32. Presupuestos de Costos y Gastos.....	63
Tabla 33. Depreciaciones y Amortizaciones.....	64
Tabla 34. Amortización de Financiamiento.....	66
Tabla 35. Estado de Resultados.....	67
Tabla 36. Flujo de caja para la deuda.....	69
Tabla 37. Balance general antes de dividendos.....	71
Tabla 38. Dividendos por pagar.....	73
Tabla 39. Balance General después de dividendos.....	75
Tabla 40. Valor Actual Neto.....	77
Tabla 41. Tasa Interna de Retorno.....	78
Tabla 42. Datos de materia prima para estimar producción Escenario 1.....	83
Tabla 43. Estimación de producción de biogás Escenario 1.....	83
Tabla 44. Estimación de generación de electricidad Escenario 1.....	83
Tabla 45. Datos de materia prima para estimar producción.....	84
Tabla 46. Estimación de producción de biogás.....	84
Tabla 47. Estimación de generación de electricidad.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Energía eléctrica vertida a la red en España	8
Figura 2. Perspectiva Capacidad Instalada por fuente en Brasil, 2014	10
Figura 3. Perspectiva Capacidad Instalada por fuente en Brasil, 2020	11
Figura 4. Ubicación de INAVIH.....	15
Figura 5. Sistema de recolección de gallinaza en galeras automáticas	16
Figura 6. Productos finales del proceso de digestión anaerobia.....	19
Figura 7. Aplicaciones de mayor interés para el biogás.....	20
Figura 8. Tratamiento del biogás según su uso	21
Figura 9. Diagrama de variables.....	30
Figura 10. Enfoque y Métodos de la investigación	32
Figura 11. Etapas de la investigación.....	33
Figura 12. Flujograma de metodología	37
Figura 13. Modelo de Negocios	39
Figura 14. Distribución de las áreas de la planta de biogás	43
Figura 15. Temperaturas promedio diarias.....	46
Figura 16. Vista superior de la planta de biogás	51
Figura 17. Flujograma de Procesos de Producción	54
Figura 18. Organigrama	58

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Inversiones Avícolas de Honduras (INAVIH) es una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos alimenticios, actualmente posee una cantidad aproximada de un millón de aves por lo que ha decidido realizar un estudio de factibilidad para el aprovechamiento de los desechos orgánicos de dichos especímenes en la producción de energía eléctrica a través de biogás.

El estudio de factibilidad se realizará con la finalidad de identificar cuánto sería el ahorro en su factura de consumo de energía eléctrica, determinando de esta manera si es factible o no llevar a cabo esta inversión para la generación de energía eléctrica a través de biogás, comparando el tamaño de la inversión con el ahorro que generará.

Actualmente los funcionarios de INAVIH utilizan los desechos orgánicos de las aves, principalmente el estiércol, conocido como gallinaza, para la producción de abono, una de las principales ventajas de llevar a cabo este proyecto es que los desechos orgánicos de las aves, luego de culminar con el proceso de producción de biogás que se realiza en el biodigestor, también se podrán aprovechar para la producción de abono, lo cual no afectaría el aprovechamiento que en la actualidad se está obteniendo de los desechos orgánicos.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Honduras es un país, en su mayoría, con actividades de agricultura y ganadería, incluyendo ésta última especies como bovinos, porcinos y aves, entre otros, obteniéndose materia orgánica animal, especialmente estiércol, que en muchas ocasiones no es aprovechada y puede ser utilizada para la producción de biogás.

Aunque la producción y el uso de biogás es un tema que no ha tomado auge en Honduras, es una práctica que viene a reducir emanación de gases de efecto invernadero en el ambiente y la contaminación de las fuentes de agua, mediante el manejo adecuado o control de residuos o desechos orgánicos, agregando un punto a su favor, que es la producción de abono orgánico a través de los residuos que se obtienen al finalizar el proceso de obtención o producción de biogás.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Honduras es un país con altos potenciales para la producción de biogás en diferentes áreas, como ser: Café, Palma Africana, Ingenios Azucareros, Granjas Porquerizas, Granjas Avícolas, entre otros (SNV/PNUD/MiAMBIENTE, 2012). Lastimosamente muchas de estas áreas no se han desarrollado, quedando toda la información en base teórica, es así como nace la necesidad de llevar a cabo una factibilidad, identificando a través de ella el potencial real que tiene el sector avícola en la producción de biogás, tomando como muestra una de las granjas avícolas más fuertes del sector, Inversiones Avícolas de Honduras (INAVIH).

1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En Inversiones Avícolas de Honduras (INAVIH), actualmente se producen 90 m³ diarios de gallinaza, dato proporcionado por el Gerente de Producción: Ing. Marco Tulio Núñez; una pequeña parte de la gallinaza es utilizada para producir directamente abono orgánico, el resto es enviado a una laguna de oxidación ubicada a 15 km de INAVIH, para su traslado se hace uso de volquetas, teniéndose gastos de transporte y una contaminación del medio ambiente ya que la laguna de oxidación no se construyó con las condiciones óptimas para su utilización. INAVIH necesita una forma eficiente para hacer uso de esta materia prima por lo que se ha decidido realizar un estudio de factibilidad y conocer la viabilidad de la utilización de biogás para obtener energía eléctrica y abono orgánico de la materia prima.

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuánto Biogás en m³ podrán producirse diariamente partiendo de la cantidad total de materia prima o desecho orgánico disponible?
- ¿Cuál es la Demanda de Energía Eléctrica en kW-h/mes de la planta de INAVIH?
- ¿Cuál es la Capacidad en Kilowatts (kW) recomendada para la adquisición del Motor Generador a base de Biogás?
- ¿Cuáles son las Características del Motor Generador a base de Biogás seleccionado?

- ¿Qué cantidad diaria en m³ de desecho orgánico se necesitaran introducir al Biodigestor para obtener el Biogás necesario para producir la energía eléctrica requerida para cubrir las necesidades energéticas en el plantel de INAHIV?
- ¿Qué tipo de Biodigestor se puede utilizar para la producción del Biogás?
- ¿Cuánto costará la implementación de todo el sistema?
- ¿Cómo disminuirá la contaminación del medio ambiente?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un estudio de factibilidad en el cual se estime la producción de energía eléctrica para autoconsumo por medio de biogás, utilizando como materia prima el estiércol de aves, obtenido de las instalaciones de Inversiones Avícolas de Honduras (INAVIH), ubicado en la comunidad de El Zapote, municipio de San Francisco de Yojoa, Cortés.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desarrollar una investigación acerca de los tipos de biodigestores y tecnologías que se pueden implementar para la obtención de Biogás, para ser utilizado en la generación de energía eléctrica, haciendo uso de materias primas orgánicas de origen animal y tomando en consideración el clima de Honduras.
2. Identificar la viabilidad económica del proyecto
3. Estimar la cantidad de energía eléctrica a generar para conocer el ahorro que tendrá en su factura INAVIH.
4. Analizar la re-utilización de la materia prima, el Biodigestato, después de haberse aprovechado para la producción de Biogás.
5. Determinar los beneficios ambientales que traerá consigo la implementación del proyecto en las instalaciones de INAVIH.

1.5 JUSTIFICACIÓN

En Honduras, los grandes productores de palma africana (PALCASA y HONDUPALMA) son los generadores de energía eléctrica a través de biogás, utilizando los desechos de la palma (La Prensa, 2015). Sin embargo, en Honduras se tiene un gran potencial para producir energía eléctrica a través de los desechos orgánicos del sector avícola, este potencial equivale a 35.4 MWe/año (SNV/PNUD/MiAMBIENTE, 2012).

Es así como, Inversiones Avícolas de Honduras, INAVIH, busca una manera factible para utilizar los desechos orgánicos de las aves y reducir su factura por consumo de energía eléctrica, con dicha finalidad es que se plantea llevar a cabo el estudio de factibilidad para estimar la producción de energía eléctrica a través de biogás, teniendo como meta una viabilidad económica y ambiental.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En esta sección se describe un análisis del macro entorno, enfocándose en la situación actual de la producción de biogás; otro análisis que se menciona es el del micro entorno, describiendo el entorno que rodea a la producción de biogás en Honduras; y por último un análisis interno de la ubicación y capacidad de Inversiones Avícolas de Honduras.

2.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO – ENTORNO

El biogás es una fuente de energía renovable, compuesta principalmente por metano y dióxido de carbono, generados a partir de la biodegradación de materia orgánica en ausencia de oxígeno. Cumple una importante función medioambiental ya que se obtiene a partir del tratamiento y la valorización energética de residuos orgánicos de origen animal, vegetal, agroindustrial, forestal y acuático. (ENDESA, 2015)

2.1.1.1 SITUACIÓN GENERAL

A nivel mundial, pequeñas y medianas empresas (PYME) dedicadas a los rubros de agricultura y manufacturación, se han encontrado con la sorpresa de que los proyectos de generación de biogás poseen altos índices de rentabilidad económica, agregando a ellos beneficios ambientales, sociales y económicos; lo que representa una viabilidad para hacer frente a problemas relacionados con seguridad alimentaria, producción de energía limpia, uso eficiente de residuos (Agrícolas, Industriales, Residuos Sólidos Urbanos), gestión adecuada del agua, mitigación y adaptación del cambio climático (SNV/FACT, 2014).

Experiencias alrededor del mundo nos muestran que la producción de biogás está en aumento:

- Fábricas en China y Brasil ahora producen generadores y motores para biogás.
- Residuos de alimentos provenientes de supermercados en India e Indonesia proporciona energía renovable descentralizada e insumos agrícolas para los agricultores locales.

- Prisiones, hospitales y Escuelas en Ruanda, Sri Lanka y Haití, están tratando residuos sólidos urbanos y residuos de alimentos para proveer suministros de energía institucionales.
- El aumento de la regulación ambiental en Nicaragua ha impulsado, recientemente, el desarrollo de biogás en procesamiento de alimentos.
- Planta empacadora de pescado en Costa Rica, produce electricidad a través de biogás, con los residuos que una vez contaminaron la costa.
- Cooperativa de granja porcina genera biogás para una escuela en Bolivia.

Fuente: (SNV/FACT, 2014)

Sin embargo, la producción de biogás todavía no ha recibido la atención que se merece, especialmente de los sectores público y privado, aun observando que la producción de biogás es la clave para disminuir negocios con modelos que dañan el medio ambiente, y para aumentar beneficios ambientales, sociales y económicos en los negocios y en las comunidades (SNV/FACT, 2014).

A continuación se muestran algunos casos de producción de biogás en varios países del mundo.

2.1.1.2 BIOGÁS EN LA UNIÓN EUROPEA Y ESPAÑA

La Unión Europea hace uso de dos mecanismos de tarifas para la comercialización de la energía producida a través de fuentes renovables, el primer mecanismo es un sistema de cuotas, éste divide la electricidad generada de fuentes renovables en dos productos:

- Energía eléctrica generada: esta se comercializa en el mercado eléctrico.
- Calidad verde o el carácter renovable: se comercializa en el mercado de certificadores separados.

El segundo mecanismo, obliga a las empresas y a los operadores de la red eléctrica a comprar la electricidad que proviene de fuentes renovables, este mecanismo garantiza durante un periodo de tiempo, una tarifa fija por energía eléctrica procedente de fuentes renovables e

introducida a la red (IDAE, Situación y potencial de generación de biogás. Estudio Técnico PER 2011-2020, 2011).

En cuanto al biogás, su ley establece que las instalaciones de biogás pueden aportar al desarrollo sostenible de áreas rurales, y también ayudar a los agricultores con nuevas formas de ingresos.

En la Tabla 1 se muestra la producción de electricidad en GWh proveniente de biogás para los años 2007 y 2008 en la Unión Europea

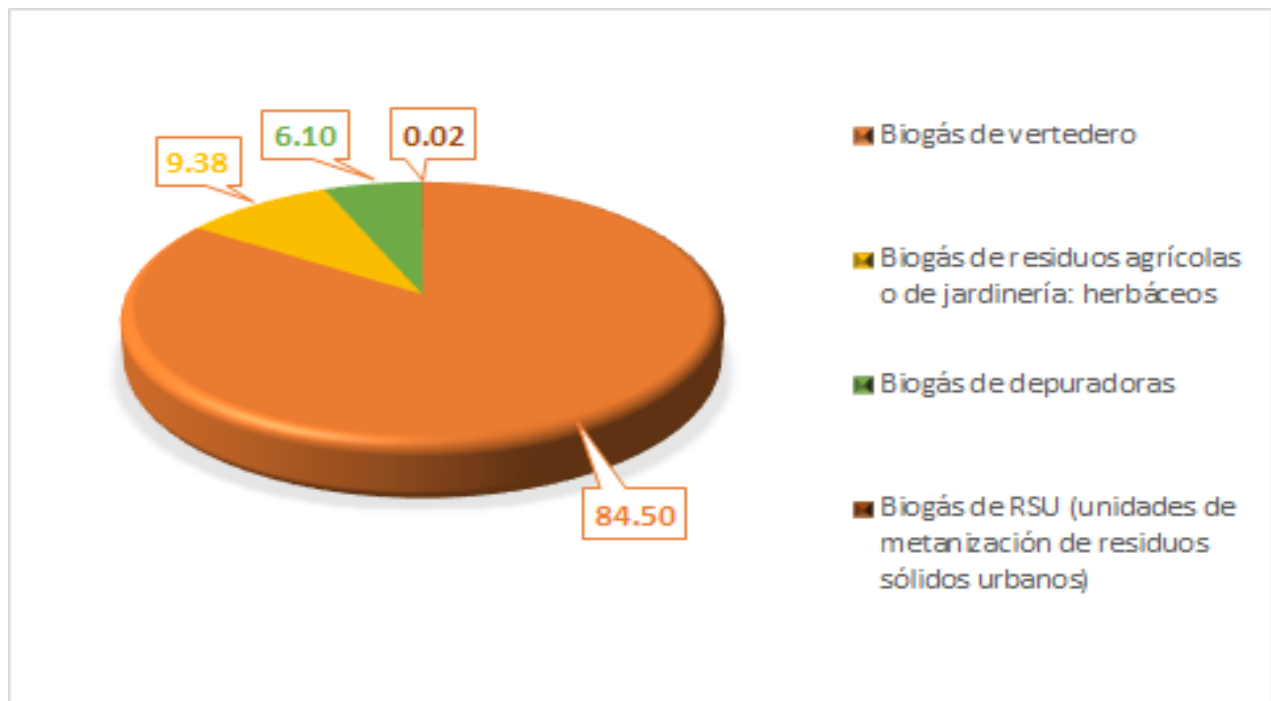
Tabla 1. Producción de Electricidad a través de biogás en la Unión Europea, 2007-2008

País	2007			2008		
	Centrales Eléctricas (GWh)	Centrales funcionando con cogeneración (GWh)	Electricidad total (GWh)	Centrales Eléctricas (GWh)	Centrales funcionando con cogeneración (GWh)	Electricidad total (GWh)
Alemania	7219.20	1132.10	8351.30	7175.80	1142.00	8317.80
Reino Unido	4728.10	445.30	5173.40	4848.00	474.70	5322.70
Italia	1159.50	287.80	1447.30	1290.80	308.70	1599.50
Austria	789.10	42.30	831.40	926.20	42.60	968.80
Países Bajos	100.60	410.40	511.00	82.70	650.00	732.70
Francia	538.40	87.00	625.40	594.40	88.10	682.50
España	274.00	334.00	608.00	540.50	44.00	584.50
Bélgica	170.40	173.50	343.90	174.30	163.00	337.30
República Checa	70.10	145.10	215.20	63.20	203.70	266.90
Dinamarca	1.70	269.60	271.30	1.20	246.90	248.10
Polonia	195.20	0.60	195.80	246.60	0.00	246.60
Grecia	160.00	23.40	183.40	171.00	20.40	191.40
Irlanda	101.90	16.90	118.80	110.50	16.80	127.30
Portugal	58.00	7.40	65.40	63.30	8.10	71.40
Eslovenia	8.90	39.20	48.10	9.70	39.00	48.70
Hungría	0.00	27.80	27.80	0.00	47.00	47.00
Letonia	0.70	36.20	36.90	2.30	37.30	39.60
Luxemburgo	0.00	36.60	36.60	0.00	38.50	38.50
Suecia	0.00	64.00	64.00	0.00	30.30	30.30
Finlandia	0.70	28.60	29.30	0.40	29.10	29.50
Eslovaquia	0.00	11.00	11.00	0.00	14.00	14.00
Estonia	12.40	0.00	12.40	9.30	0.00	9.30
Lituania	0.00	5.20	5.20	0.00	9.10	9.10
Chipre	0.00	1.40	1.40	0.00	1.40	1.40

País	2007			2008		
	Centrales Eléctricas (GWh)	Centrales funcionando con cogeneración (GWh)	Electricidad total (GWh)	Centrales Eléctricas (GWh)	Centrales funcionando con cogeneración (GWh)	Electricidad total (GWh)
Total UE	15588.90	3625.40	19214.30	16310.20	3654.70	19964.90

Fuente: (IDAE, 2011)

A inicios de los años 80's, se instalaron en España plantas de biogás, pertenecientes al sector ganadero, lastimosamente los diseños no adecuados a las condiciones del campo, una operación no apropiada y la falta de mantenimiento de las plantas, ocasionaron un estancamiento en la producción agroindustrial de biogás, pero la producción de biogás de depuradoras o vertederos (desechos sólidos urbanos) tuvo su auge y es así como en el 2008 el país ocupa el séptimo lugar en producción de biogás en Europa (*Tabla 1. Producción de Electricidad a través de biogás en la Unión Europea, 2007-2008*). Es así como el 90% del biogás procedente de vertederos es convertido en energía eléctrica, mientras que solo el 9% es procedente de biogás agroindustrial (IDAE, Situación y potencial de generación de biogás. Estudio Técnico PER 2011-



2020, 2011).

Figura 1. Energía eléctrica vertida a la red en España

Fuente: (IDAE, 2011)

En la siguiente tabla se muestra el crecimiento estimado que tendrá el sector del biogás, en el ámbito de la producción de energía eléctrica, en cuanto a capacidad instalada y generación bruta, para el año 2020.

Tabla 2. Estimación de contribución, Capacidad Instalada y Generación Bruta de electricidad.

	Capacidad Instalada (MW)	Generación Bruta (GWh)
2005	152	623
2015	220	1302
2020	400	2617

Fuente: (IDAE, 2011)

2.1.1.3 BIOGÁS EN BRASIL

Brasil es una potencia a nivel latinoamericano en lo que respecta a energía renovable, por lo que la expansión de su matriz energética se presenta a continuación, a través de perspectivas de la capacidad instalada por fuentes:

Tabla 3. Perspectiva de la Capacidad Instalada por fuente en Brasil, 2014

	GW	%
Hidroeléctrica	90	67
Eólica y Biomasa	18	13
Nuclear	2	1
Petróleo, Gas y Carbón	25	19
Total	135	100

Fuente: (OLADE, 2012)

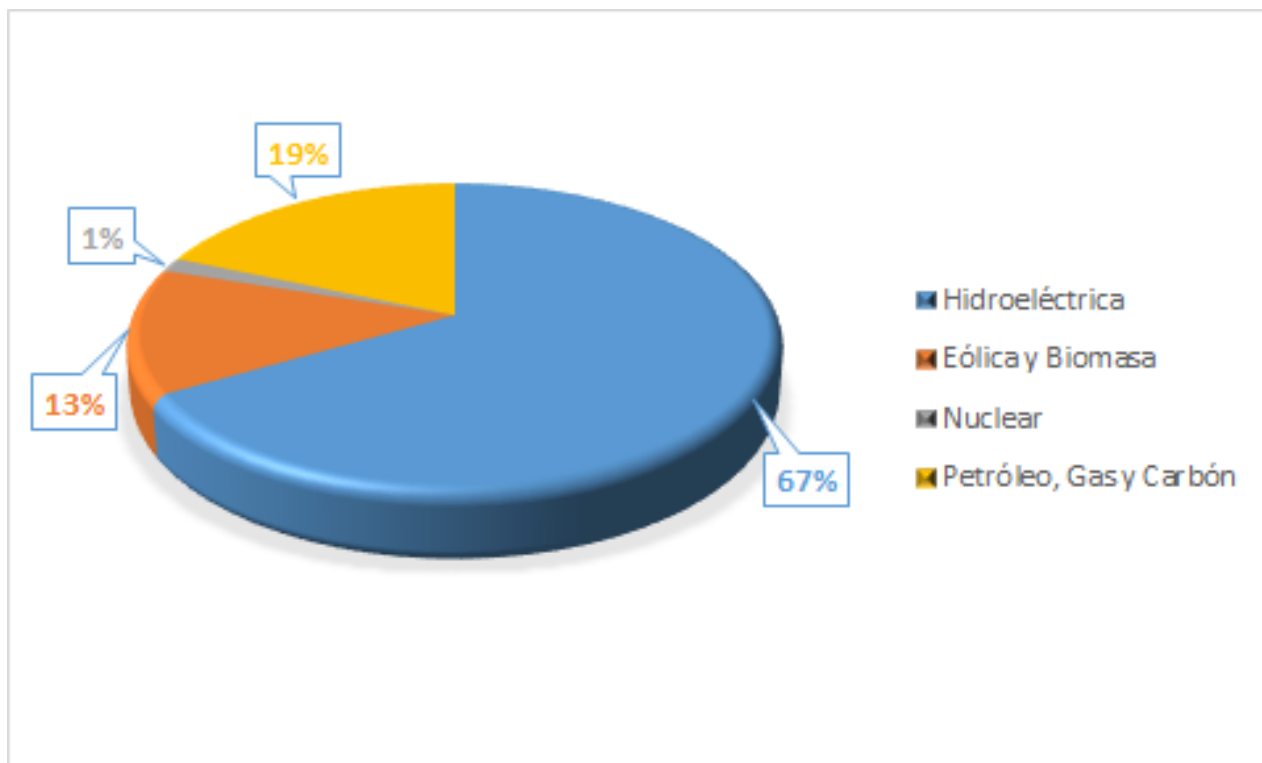


Figura 2. Perspectiva Capacidad Instalada por fuente en Brasil, 2014

Fuente: (OLADE, 2012)

En el año 2014 se tuvo una **disminución** en la capacidad instalada provenientes de fuentes renovables, representando en ese año el 76%, mientras que el uso de hidrocarburos aumentó a un 19%

Tabla 4. Perspectiva de la Capacidad Instalada por fuente en Brasil, 2020

	GW	%
Hidroeléctrica	115	67
Eólica y Biomasa	27	16
Nuclear	3	2
Petróleo, Gas y Carbón	25	15
Total	170	100

Fuente: (OLADE, 2012)

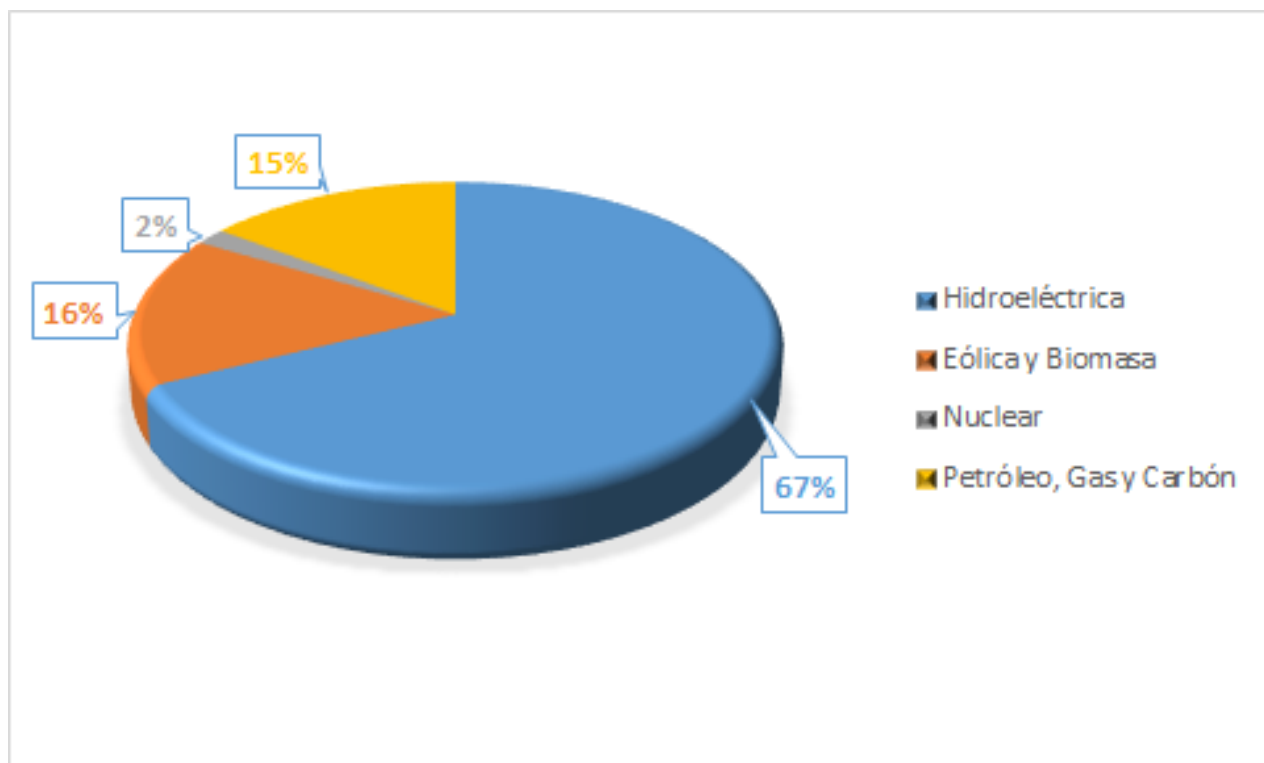


Figura 3. Perspectiva Capacidad Instalada por fuente en Brasil, 2020

Fuente: (OLADE, 2012)

Para el año 2020 se espera tener 83% de capacidad instalada provenientes de fuentes renovables, pero también se espera aumentar el uso de las nucleares, representando éstas junto a los hidrocarburos el 17% de la capacidad instalada.

Aunque en Brasil haya un desarrollo pequeño de la tecnología basada en biogás, han implementado plantas de biogás en el país, aunque su producción es mínima al compararla con la producción energética nacional, la ventaja que trae consigo es la obtención de bonos de carbono ya que el metano no llega a la atmósfera (OLADE/ONUUDI, 2011).

En la tabla que se presenta a continuación se detallan las plantas de biogás instaladas en Brasil:

Tabla 5. Plantas generadoras de Biogás

Planta	Potencia (KW)	Ubicación
Bandeirante	20,000	San Pablo
São João Biogás	21,560	San Pablo
Energ-Biog	30	Barueri
Unidad Industrial de Aves	160	Matelândia
Unidad Industrial de Vegetales	40	Itaipulândia
ETE Ouro Verde	20	Foz do Iguacu
Granja Colombari	32	São Miguel do Iguacçu
Asja BH	4,280	Belo Horizonte
Arrudas	2,400	Belo Horizonte

Fuente: (OLADE/ONUUDI, 2011)

Aunque no represente una cifra significativa en la matriz energética de Brasil, el uso de biogás trae consigo uno de los mayores beneficios ambientales, la mitigación del impacto que produce la emanación del metano a la atmosfera, trayendo consigo este beneficio ambiental para Brasil.

2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO – ENTORNO

En Honduras, durante los años 80, luego de la crisis del petróleo en 1979, las energías renovables tuvieron un primer impulso teniendo el apoyo de organismos como la FAO y la cooperación bilateral. En particular, durante los años 80, la FAO apoyó la capacitación de técnicos hondureños en Brasil y China en la construcción y manejo de biodigestores modelo domo fijo para la producción de biogás; posteriormente se promovió la construcción de este tipo de biodigestores, en fincas de propiedad privada (SNV, 2013). Actualmente se ha implementado este tipo de tecnología haciendo uso de desechos orgánicos bovinos, desechos de la palma africana y aguas mieles del café, pero utilizando materia orgánica de las aves no ha sido implementada.

En el caso de las aguas mieles del café, los sustratos, para los procesos de digestión anaeróbica, tienen un gran potencial para la producción de biogás; pero dado su alto contenido de azúcares, fácilmente fermentables y su alcalinidad nula, es necesario controlar la alimentación al digestor, como también aumentar la alcalinidad interna. Se tomaron dos ejemplos para demostrar la capacidad de producir biogás a partir de las aguas miel, COCAFELOL y ARUCO, ambos

beneficios productoras de café (VIOGAZ/SNV, 2013). En el siguiente cuadro se resume su producción de aguas miel y la generación de biogás a partir de ellas

Tabla 6. Producción de aguas mieles y generación de biogás en COCAFELOL y ARUCO

Beneficio	Flujo de aguas mieles	Producción de biogás
COCAFELOL	9.12 m ³ /día	45 m ³ biogás/día
ARUCO	3.31 m ³ /día	20 m ³ biogás/día

Fuente: (VIOGAZ/SNV, 2013)

Con estos resultados se puede decir que los beneficios de café tienen gran potencial, pues sus aguas residuales, con altas cargas orgánicas, presentan posibilidades para generar grandes volúmenes de biogás, que podrían ser utilizados para la sustitución de energía eléctrica u otras.

En el caso de la producción de biogás a partir de gallinaza, el Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV/PNUD/MiAMBIENTE, 2012), ha desarrollado un estudio en el que explica la utilización de la materia orgánica procedente de granjas avícolas en Honduras, en dicho estudio se tomó como muestra una granja avícola con capacidad para 44,010 aves, obteniéndose resultados mostrados en la Tabla No. 6

Tabla 7. Cargas orgánicas diarias, biogás equivalente y gallinaza en centro de producción sector granjas avícolas

Parámetro	Unidades	Valor
Población de la granja	No. de aves	44,010
Cantidad de sustrato producido	kg/día	1,064
Materia seca en sustrato	kg materia seca/kg sustrato	0.386
Materia orgánica en materia seca en sustrato	kg materia orgánica/kg materia seca	0.771
Materia orgánica seca total	kg MOS/día	316
Potencial específico de biogás	Nm ³ biogás @ 60% CH ₄ /kg MOS	0.55
Biogás equivalente	Nm ³ biogás/día	173.9
Biogás equivalente, ambos sustratos	Nm ³ biogás/día	184.9
PCI biogás @ 60% CH ₄	MJ/ Nm ³	21.6
Energía térmica equivalente	MJ/día	3.756
Potencia térmica equivalente	kW _t	43.5
Potencia térmica equivalente, ambos sustratos	kW _t	46.2
Potencia eléctrica equivalente	kW _e	17.4
Potencia eléctrica equivalente, ambos sustratos	kW _e	18.5
Rendimientos específico de biogás	Nm ³ biogás @ 60% CH ₄ /ave-día	0.00395

Fuente: (SNV/PNUD/MiAMBIENTE, 2012)

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la potencia eléctrica equivalente que podremos obtener de esta granja pequeña es de aproximadamente 17.4 kW por día, esto es si se utiliza solamente la gallinaza, si se usa la gallinaza junto con las aves que mueren la potencia aumenta al 18.5 kW por día, siendo más factible utilizar solo la gallinaza, ya que el cuerpo de las aves puede obstruir la salida del biodigestato.

Tipos de Gallinaza

En Honduras se trabaja con dos tipos de gallinaza:

- Gallinaza mezclada con aserrín.
- Gallinaza pura.

El tipo de gallinaza que se obtenga dependerá de la tecnología en jaula que se esté utilizando en la granja, la gallinaza mezclada con aserrín se obtiene de las granjas que manejan sus aves directamente en el piso, antes de ingresar el ave a la galera se coloca una cama de aserrín ya que el ave excreta directamente en el piso de la galera; en el caso de la gallinaza pura, esta se obtiene de las aves que se encuentran en jaulas, esto puede ser en galeras manuales o galeras automatizadas, en las primeras la jaula se coloca en lo alto de la galera y la gallinaza del ave se recolecta durante cierto tiempo en la parte baja de la galera; en las galeras automatizadas la gallinaza cae directamente sobre una banda transportadora que la dirige hacia el camión recolector de gallinaza (Núñez, 2015).

2.1.3 ANÁLISIS INTERNO

Inversiones Avícolas de Honduras (INAVIH), es una granja avícola fundada en el 2004, se ubica a 1.5 Km de la carretera que conduce hacia San Buenaventura, en la comunidad de El Zapote, Municipio de San Francisco de Yojoa, Departamento de Cortés.

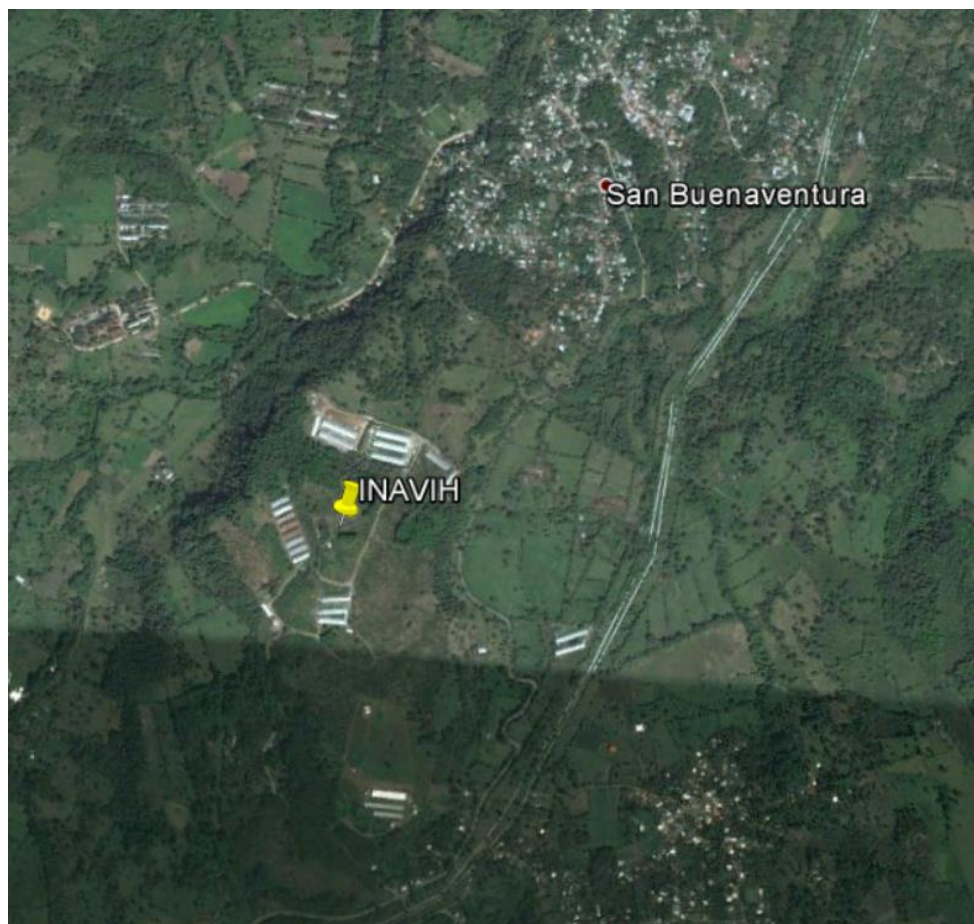


Figura 4. Ubicación de INAVIH

Actualmente INAVIH cuenta con 19 galeras, distribuidas en 5 sectores, la granja alojan más de un millón de aves. Esta granja produce gallinaza pura y para la recolección del estiércol producidos por las aves, 8 galeras cuentan con un sistema manual y las 11 restantes con sistemas automatizados, en las primeras la recolección de la gallinaza se hace directamente del piso, mientras que las segundas tienen un sistema de bandas transportadoras que mueve la gallinaza hacia la volqueta que la movilizará hacia el lugar destinado para su desecho, de estas 19 galeras, 3 de ellas son utilizadas para levante, esto significa que aquí se trae el ave recién nacida y se cría hasta que cumpla 12 semanas para luego ser trasladada a las galeras de producción, según la información proporcionada por el Ing. Marco Tulio Núñez.



Figura 5. Sistema de recolección de gallinaza en galeras automáticas

En la siguiente tabla se muestra una distribución de la cantidad de aves alojadas por galera:

Tabla 8. Aves alojadas por galera

No. Galera	Nombre	Cantidad de Aves	Sectores
1	Levante	120,000	Sector 1
2	Levante	120,000	
3	Levante	120,000	
1	Manual	8,000	Sector 2
2	Manual	8,000	
3	Manual	8,000	
4	Manual	8,000	
5	Manual	8,000	
6	Manual	8,000	
7	Manual	8,000	
8	Manual	8,000	
9	Túneles 1 (Automática)	30,000	Sector 3
10	Túneles 1 (Automática)	30,000	
11	Túneles 1 (Automática)	30,000	
12	Túneles 2 (Automática)	80,000	Sector 4
13	Túneles 2 (Automática)	80,000	
14	Túneles 2 (Automática)	80,000	
15	Túneles 3 (Automática)	120,000	Sector 5
16	Túneles 3 (Automática)	180,000	
Total de Aves		1,054,000	

Fuente: (Núñez, 2015)

2.2 TEORÍA DE SUSTENTO

Biogás es el nombre que se le da a los gases producidos por la degradación anaerobia de residuos orgánicos tales como residuos agrícolas, lodos de depuradora, residuos industriales y desechos sólidos urbanos. Sus principales componentes son metano y dióxido de carbono, su valor energético será determinado por la concentración de metano. Es menos denso que el aire, con una densidad de 1.2 kg/m^3 y su temperatura de inflamación es de $600 \text{ }^\circ\text{C}$. (ONUDI, 2012)

A continuación se describe la composición del biogás según su materia prima:

Tabla 9. Composición del biogás según su materia prima

Componente	Residuos Agrícolas	Lodos de Depuradora	Residuos Industriales	Gas de Vertedero
Metano	50% - 80%	50% - 80%	50% - 70%	45% - 60%
Dióxido de carbono	30% - 50%	20% - 50%	30% - 50%	40% - 60%
Agua	Saturado	Saturado	Saturado	Saturado
Hidrógeno	0% - 2%	0% - 5%	0% - 2%	0% - 0.2%
Sulfuro de hidrógeno	100 ppm – 700 ppm	0% - 1%	0% - 8%	0% - 1%
Amoníaco	Trazas	Trazas	Trazas	0.1% - 1%
Monóxido de carbono	0% - 1%	0% - 1%	0% - 1%	0% - 0.2%
Nitrógeno	0% - 1%	0% - 3%	0% - 1%	2% - 5%
Oxígeno	0% - 1%	0% - 1%	0% - 1%	0.1% - 1%
Compuestos orgánicos	Trazas	Trazas	Trazas	0.1% - 0.6%

Fuente: (ONUDI, 2012)

Ya que el biogás se compone principalmente de metano, su poder calorífico ronda los 4,500 a $5,600 \text{ Kcal/m}^3$, este poder calorífico se puede aumentar si se elimina todo o parte del dióxido de carbono. (ONUDI, 2012)

2.2.1 DIGESTIÓN ANAEROBIA

Este tipo de digestión tiene la capacidad de depurar y al mismo tiempo producir energía, entre los beneficios ambientales que se pueden mencionar se tienen:

- Reducción de la contaminación de suelos y fuentes de agua.

- Reducción de la emisión de gases de efecto invernadero.
- Los nutrientes de los lodos obtenidos son más susceptibles a ser absorbidos por las plantas y así evitar la lixiviación en el suelo.
- Reducción de olores en los lodos agrícolas.
- Se evita la proliferación de insectos.

Algunas ventajas que este tipo proceso tiene son:

- Su consumo energético es inferior al de los procesos aerobios.
- Se produce en el proceso un gas combustible que puede ser aprovechado fácilmente.
- Son sistemas simples y fáciles de gestionar.
- Hay una amplia gama de tecnologías.

Los estudios químicos y microbiológicos llevados a cabo hasta el momento, dividen el proceso anaerobio en 4 etapas:

- Hidrólisis
- Acidogénica o Fermentativa
- Acetogénica
- Metanogénica

Fuente: (ONUDI, 2012)

En la siguiente figura se muestran los productos finales del proceso de digestión anaerobia:

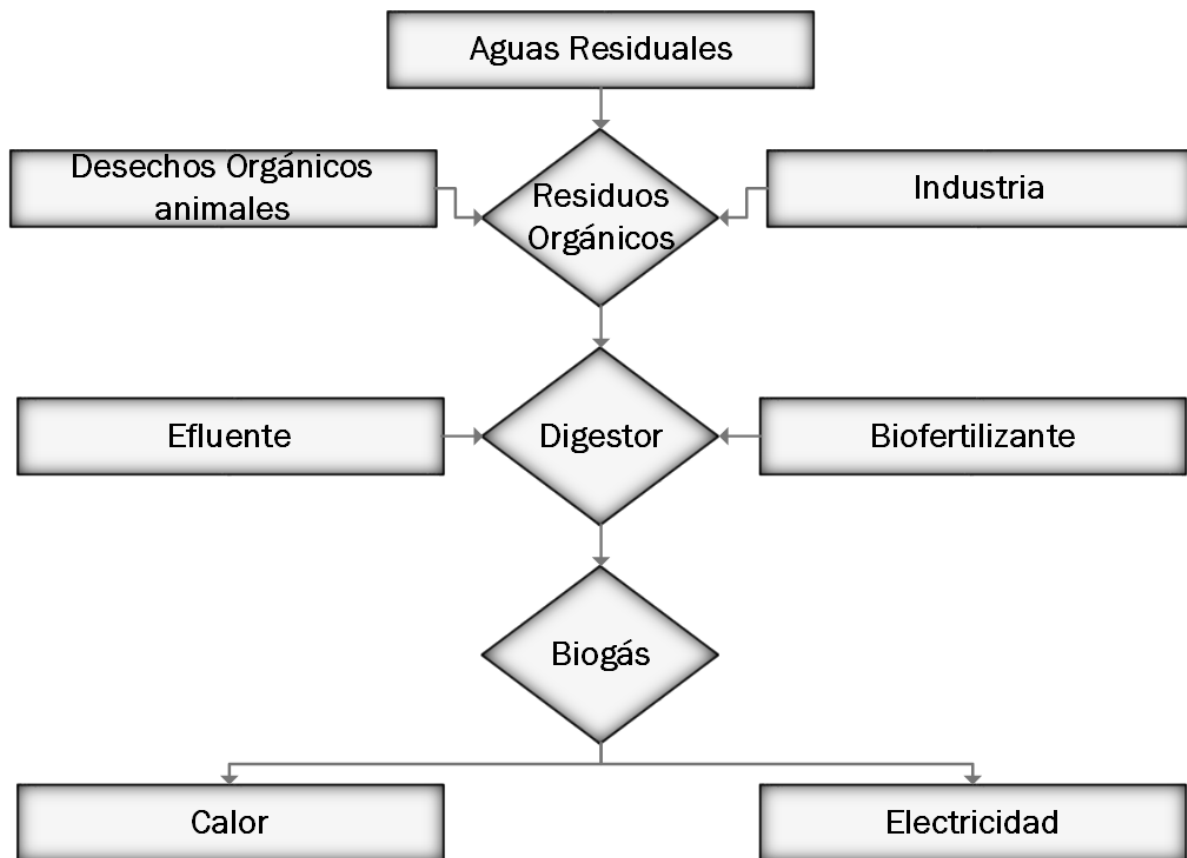


Figura 6. Productos finales del proceso de digestión anaerobia

Fuente: (ONUDI, 2012)

2.2.2 UTILIZACIÓN DEL BIOGÁS

Uno de los principales usos del biogás es como fuente de energía, este uso va aumentando cada vez más, ya que la importancia que se le está dando a las energías renovables aumenta día con día. La utilización del biogás en el ámbito energético ha ido evolucionado, entre sus primeras aplicaciones destacan su uso en cocinas familiares y lámparas en países como China e India. (ONUDI, 2012)

Actualmente, las aplicaciones de mayor interés para el biogás son:



Figura 7. Aplicaciones de mayor interés para el biogás

Fuente: (ONUDI, 2012)

- **Obtención de calor:** El biogás se puede utilizar en la generación de calor, a través de su combustión. El biogás mezclado con aire puede ser quemado en un amplio espectro de artefactos descomponiéndose principalmente en Dióxido de Carbono (CO₂) y Agua (H₂O). (ONUDI, 2012)
- **Generación de electricidad:** es el uso más interesante que tiene el biogás en la actualidad. El biogás puede ser usado para generar electricidad de dos formas diferentes:
 - ✓ Mediante motores de combustión: El biogás tiene un octanaje que oscila entre 100 y 110, lo que hace que sea muy adecuado para su uso en motores de alta relación volumétrica de compresión, aunque como contrapartida tiene una baja velocidad de encendido. (ONUDI, 2012)
 - ✓ Mediante turbinas de gas: este uso va en aumento ya que es menos contaminante pues tiene un mejor rendimiento. Su principal ventaja es que requieren menos tiempo de instalación comparada con otros sistemas equivalentes. (ONUDI, 2012)

- **Integración en la red de gas natural:** Aunque se tendría que someter el biogás a un proceso de depuración, es algo que se puede llevar a cabo y que se ha demostrado, dando como ejemplo a Suecia. Una vez depurado el biogás puede introducirse en la red de distribución del gas natural, ya que poseen una composición similar, y ambos están compuesto principalmente por metano. (ONUUDI, 2012)
- **Combustible para vehículos:** El uso del biogás como combustible en el transporte es similar, tecnológicamente hablando, al del gas natural. (ONUUDI, 2012)
- **Pilas de combustibles:** El hidrógeno está teniendo mucho auge en la actualidad, este puede ser obtenido de diferentes fuentes renovables como la biomasa, a través de descomposición térmica. Se pueden crear pilas de combustible y se espera sean comerciales en los próximos años. (ONUUDI, 2012)

2.2.3 TRATAMIENTO DEL BIOGÁS

El biogás debe ser refinado previamente en cualquiera de sus aplicaciones energéticas. En este sentido, las operaciones de depuración varían en función del uso del biogás.

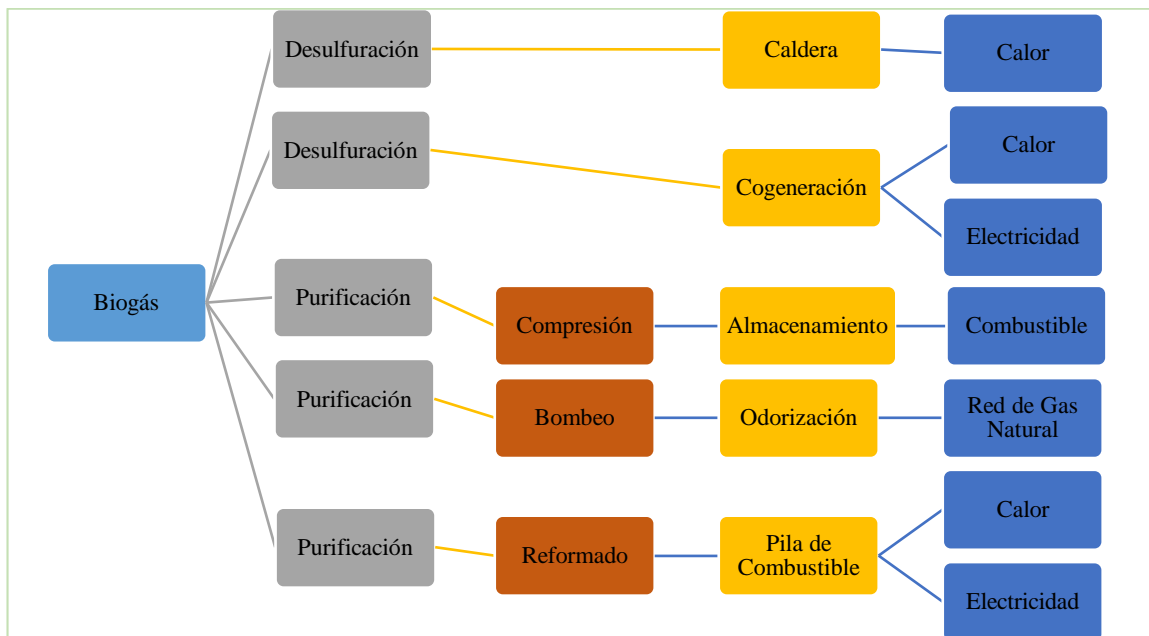


Figura 8. Tratamiento del biogás según su uso

Fuente: (ONUUDI, 2012)

Además de tratarse, el biogás también debe acondicionarse antes de su aprovechamiento, estas son las características a las que el gas debe acondicionarse:

- Reducción y/o eliminación del H₂S y trazas de otros gases, purificación.
- Reducción de humedad.
- Reducción de CO₂.
- Corrección, calibración y control de presión.

(ONUDI, 2012)

2.3 CONCEPTUALIZACIÓN

El **Biogás** es producto de la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno por acción directa de bacterias metanogénicas, todo este proceso se lleva a cabo en un **digestor** ya que éste permite que se realice la descomposición anaerobia, produciendo biogás y un subproducto llamado **biodigestato**, el cual tiene un uso potencial como fertilizante orgánico (ONUDI, 2012).

Otros componentes obtenidos en la producción de biogás son: **sulfuro de hidrógeno** y el **metano**, este segundo es el componente principal del biogás, y también del gas natural y del carbón (ONUDI, 2012).

La producción de biogás es una manera efectiva de utilizar fuentes renovables para disminuir la emisión de metano y de **dióxido de carbono** al ambiente.

Todo lo anterior descrito se puede resumir como **planta de biogás**, ya que es una planta que se utiliza para procesar materia orgánica con el fin de producir biogás y lodos, en este tipo de plantas se encuentran dos tipos de sistemas, **manejo de gases**, donde se seca, presuriza y cuantifica volumétricamente el flujo de biogás que sale del biodigestato; el **sistema de medición de gases**, cuantifica el volumen de biogás (ONUDI, 2012).

2.4 INSTRUMENTOS

La obtención de biogás a través de residuos orgánicos, es una práctica que tiene más de 100 años de antigüedad, con el pasar del tiempo las tecnologías para obtener biogás han ido evolucionando, teniéndose en la actualidad biodigestores que funcionan de acuerdo al tipo de carga que se les coloque y también se pueden clasificar por el tipo de coste del biodigestor, todo esto dependerá del tipo de residuo a tratar (ONUFI, 2012).

2.4.1 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Dos parámetros fundamentales en la producción de biogás son: la temperatura y la zona de ubicación del biodigestor, ambos se utilizan para determinar el tiempo de retención de la materia prima en el biodigestor, para que se lleve a cabo la digestión anaerobia y así obtener el biogás estimado.

El tipo de fermentación y el rango de temperaturas se describen en el siguiente cuadro:

Tabla 10. Tipo de fermentación anaerobia y rangos de temperaturas

Tipo de Fermentación	Temperatura Mínima °C	Temperatura Óptima °C	Temperatura Máxima °C	Tiempo de fermentación
Psychophilica	4 – 10	15 – 18	20 – 25	Sobre 100 días
Mesophilica	15 – 20	25 – 35	35 – 45	30 – 60 días
Thermophilica	25 – 45	75 – 80	75 – 80	10 – 15 días

Fuente: (FAO, 2011)

De los tipos de fermentación, la que más se ha estudiado ha sido la mesophilica, esto se debe a que las temperaturas que comprende hacen que la digestión anaerobia se lleve a cabo en un tiempo óptimo, el cual no es demasiado corto ni demasiado largo.

En el siguiente cuadro se describen las regiones junto con su temperatura promedio y el tiempo de retención de la materia prima.

Tabla 11. Tiempo de retención según región

Región Característica	Temperatura °C	Tiempo de retención
Trópico	30	20 días
Valle	20	30 días
Altiplano	10	60 días

Fuente: (Herrero, 2008)

Haciendo uso de estos dos parámetros se define el tiempo que la materia prima será retenida en el biodigestor.

Biodigestores

Una vez determinado el tiempo de retención se procede a la elección de tipo de biodigestor a utilizar. A continuación se describen los tipos de biodigestores que se pueden encontrar:

- **Digestor Batch o discontinuo:** Su principal característica es que se carga totalmente para iniciar el proceso y se descarga cuando éste ha finalizado, este tipo de biodigestor se recomienda si la materia a utilizar se produce de manera intermitente. A continuación se detallan sus ventajas y desventajas

Tabla 12. Ventajas y Desventajas del Biodigestor Batch o discontinuo

Ventajas	Desventajas
La tasa de producción es alta al inicio.	Con el tiempo la tasa de producción decae porque las bacterias no tienen posibilidades de desarrollarse.
Se utiliza para la digestión de materiales celulósicos o con contenidos de lignina.	
Tiene capacidad para trabajar con sustratos con altos contenidos de sólidos.	
Disminuye la utilización de agua para mezclar la biomasa.	

Fuente: (ONUFI, 2012)

- **Biodigestor de tipo continuo:** el funcionamiento de este biodigestor consiste en que una vez cargado se debe mantener constante la alimentación.

Tabla 13. Ventajas y Desventajas del Biodigestor tipo continuo

Ventajas	Desventajas
Una vez estabilizado el proceso de digestión, la tasa de producción es constante.	La biomasa debe estar mezclada con agua y esta mezcla se debe producir fuera del biodigestor, antes de la alimentación.
Su aplicación es de nivel industrial, utilizado principalmente para la digestión de aguas residuales, por lo que se emplea en tecnologías avanzadas.	Se necesita un elemento a la salida del biodigestor que recoja los lodos ya digeridos.
Por su tamaño se emplean equipos comerciales para alimentarlos y darles calefacción y agitación.	Se debe verificar que las entradas y salidas no estén bloqueadas por la digestión.

Fuente: (ONUFI, 2012)

- **Biodigestor de tipo semicontinuo:** es una combinación de los biodigestores tipo Batch y continuo. La característica de este biodigestor es que el que volumen que ingresa desplaza una cantidad equivalente que se evacua por la salida.

Tabla 14. Ventajas y Desventajas del Biodigestor tipo semicontinuo

Ventajas	Desventajas
La carga se hace diariamente.	Es un digestor pequeño para uso doméstico.
La descarga solo se hace una o dos veces al año.	
Generalmente las descargas coinciden con los periodos de siembra, así que se aprovecha el fertilizante de los residuos de la digestión.	

Fuente: (ONUFI, 2012)

- **Biodigestor anaerobio de campana fija:** es también conocido como digestor modelo chino, este tipo de biodigestor consiste en cámara de fermentación y una cúpula fija para el almacenamiento del biogás.

Tabla 15. Ventajas y Desventajas del Biodigestor anaerobio de campana fija

Ventajas	Desventajas
Los digestores no tienen partes móviles	La necesidad de sellados especiales.
Los costos son bajos	Se requieren altos conocimientos técnicos para su construcción.
Su vida útil es de 20 años y hasta 50 años siempre y cuando se realice un mantenimiento sistemático.	Las presiones de gas fluctúan, lo que hace complicado el uso del gas.
	Tiene un alto costo de inversión

Fuente: (ONUFI, 2012)

- **Biodigestor anaeróbico de tambor flotante:** es también conocido como digestor modelo hindú, se distingue del modelo chino porque el modelo hindú utiliza un tambor móvil, cuando el tambor flota, ya sea en una cama de agua o en los mismos residuos a procesar, esto significa que no hay biogás presente en él, conforme va ascendiendo es que se está llenando de biogás.

Tabla 16. Ventajas y Desventajas del Biodigestor anaeróbico de tambor flotante

Ventajas	Desventajas
Se puede ver y entender mejor cómo funciona el digestor.	El tambor es de acero y es relativamente caro, también requiere un mantenimiento frecuente.
Es de fácil operación.	La vida útil del biodigestor es de 5 a 15 años
Y la presión del gas se mantiene de una manera más fácil.	El tambor puede atorarse por lo que se necesita un mantenimiento periódico.

Fuente: (ONUFI, 2012)

- **Biodigestor anaeróbico tubular de polietileno:** Los componentes fundamentales de este biodigestor son: una bolsa de polietileno de película delgada, normalmente de dos capas, capaz de soportar las presiones normales de trabajo del biogás y donde se almacena el residuo mezclado con agua, siempre se debe dejar el volumen necesario para almacenar el biogás.

Tabla 17. Ventajas y Desventajas del Biodigestor anaeróbico tubular de polietileno

Ventajas	Desventajas
Costes Bajos.	Su vida útil es de 2 a 10 años
Fácil construcción	Es vulnerable a sufrir daños por condiciones climáticas adversas

Fuente: (ONUFI, 2012)

2.4.2 PROCEDIMIENTO EMPLEADOS

Las principales tecnologías utilizadas en países en desarrollo como Honduras son:

- **Tecnologías Básicas:** El objetivo buscado es proporcionar energía, sanidad y fertilizantes orgánicos a agricultores de áreas marginales o a productores medios de países con sectores rurales de bajísima renta y difícil acceso a fuentes convencionales de energía. La tecnología desarrollada busca la obtención de digestores de mínimo coste y fácil mantenimiento, pero con eficiencias pobres y bajos niveles de producción de energía.

- **Tecnologías avanzadas:** Están orientadas al sector agrícola y agroindustrial de renta media-alta. El objetivo, en este caso es suministrar energía y solucionar graves problemas de contaminación. Los digestores de alta eficiencia desarrollados para esta aplicación tienen mayor coste inicial y poseen sistemas que vuelven más compleja su gestión y su mantenimiento (ONUDI, 2012). El impacto que producen en el medio rural es:
 - ✓ Aumento de la sostenibilidad ambiental de la producción agrícola y ganadera.
 - ✓ Intensificación de la economía regional.
 - ✓ Reducción de los gastos por consumo de energía.
 - ✓ Aumento de la producción/oferta nacional de fertilizantes para la agricultura.
 - ✓ Preservación ambiental de la reducción de las emisiones de gases efecto invernadero.

Fuente: (ONUDI, 2012)

2.5 MARCO LEGAL

Reglamento para el Manejo Integral de Los Residuos Sólidos (Acuerdo 1567-2010)

Artículo 77.- La empresa privada podrá dedicarse al tratamiento y la disposición final de residuos sólidos, previa autorización de permisos ambientales y de operación. Podrán construir y operar rellenos sanitarios, plantas de generación de energía eléctrica por medio de incineración de residuos y por captura de biogás, u otros sistemas de valorización de residuos.

Ley General de la Industria Eléctrica

Artículo 11.- Generación de energía eléctrica. La generación de energía eléctrica por cualquier medio se regirá por la presente Ley y sus Reglamentos. Las empresas generadoras podrán vender sus productos a las entidades siguientes:

- I. Empresas distribuidoras;
- II. II. Consumidores calificados;
- III. III. Otras empresas generadoras;
- IV. IV. Comercializadoras;
- V. y, V. Al mercado eléctrico de oportunidad nacional o regional.

En el caso de los generadores de energía con fuentes renovables quedarán vigentes las disposiciones contenidas en la Ley de Promoción para la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables y sus reformas, que no contravengan lo dispuesto en esta Ley.

En el caso de ventas al mercado de oportunidad nacional, la remuneración que la empresa generadora recibirá en cada intervalo de operación igual al costo marginal de la última unidad generadora, cuya entrada en el sistema haya sido necesaria para satisfacer la demanda al mínimo costo. La Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), por vía reglamentaria determinará la metodología de cálculo para establecer los precios de referencia de la potencia que servirán para remunerar las ventas al mercado resultantes por las diferencias entre la capacidad firme del sistema eléctrico y la capacidad firme que las empresas distribuidoras, comercializadoras y consumidores calificados hayan cubierto con sus contratos.

La exportación de energía es permitida, de conformidad con el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, sus Protocolos y el Reglamento del Mercado Eléctrico Regional, entendiéndose que las necesidades nacionales se considerarán cubiertas cuando haya capacidad y energía disponibles en el Mercado Eléctrico Regional.

Artículo 23.- Régimen fiscal e impositivo. Las empresas que se dediquen a las actividades reguladas por esta Ley están sujetas al mismo régimen fiscal, aduanero e impositivo aplicable a cualquier otra sociedad mercantil. No se podrá dictar ninguna medida de carácter aduanero, impositivo o fiscal que discrimine en contra de las empresas del subsector eléctrico. Las ventas de energía y potencia de las empresas del subsector eléctrico estarán exentas del pago del Impuesto Sobre Ventas, con excepción de las ventas a consumidores finales. Lo establecido en este Artículo es sin perjuicio del beneficio a la generación de energía eléctrica con recursos renovables a que se refiere el cuarto párrafo del Artículo Once (11) de esta Ley.

Reforma Ley para la producción y consumo de biocombustibles y la UTB (Decreto 295-2013)

Artículo 12.- Las materias primas y biomásas para la producción de biocombustibles y los biocombustibles nacionales, tienen prioridad en su uso a las materias primas, biomásas o biocombustibles importados en las condiciones de mercado. Se establecen condiciones especiales de mercado para los biocombustibles siguientes:

a) **Bioetanol:** se autoriza la mezcla de bioetanol anhidro (99.5% de pureza), como aditivo combustible oxigenante con las gasolinas importadas en la República de Honduras para uso en todo el territorio nacional, hasta 5% (E5) en 2012, hasta el 0% (El 0) en 2015 y, hasta 20% (E20) en 2020.

b) **Biodiesel:** se autoriza la mezcla de biodiesel como aditivo combustible, con el diésel importado en la República de Honduras para uso en todo el territorio nacional, hasta 5% (B5) en 2012, hasta 10% (B10) en 2015 y, hasta 20% y, (B20) en 2020.

c) **Generación de energía eléctrica a partir de biomasa y biogás:** La generación de energía eléctrica a partir de biomasa forestal o biogás producido en el país, tienen la prioridad en los procesos de compra de energía que requiera la Empresa Nacional de Energía de Eléctrica (ENEE) y esta disposición es de carácter obligatorio para la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) y para las demás autoridades competentes y, aplicable en todo el territorio nacional a partir de la vigencia legal del presente Decreto en adelante.

2.6 MARCO INSTITUCIONAL

A través de las leyes mencionadas anteriormente, se puede determinar que las instituciones relacionadas con el tema de biogás son:

- Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas le concierne el control de contaminación y le corresponden la administración de algunos sectores de energía.
- Secretaría en los Despachos de Agricultura y Ganadería es la encargada del control de la producción de materias primas agrícolas o pecuarias.
- Unidad Técnica de Biocombustibles, pertenece a la Secretaría de Industria y Comercio, y es la UTB la encargada de promover la producción y consumo de biocombustibles.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Con el planteamiento del problema descrito y el marco teórico desarrollado, a continuación se muestra la metodología de la investigación, utilizando diferentes instrumentos y técnicas para la recolección de la información.

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

La metodología que se plantea a continuación, tiene como base la información presentada anteriormente, tomando como factor principal el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente documento.

3.1.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

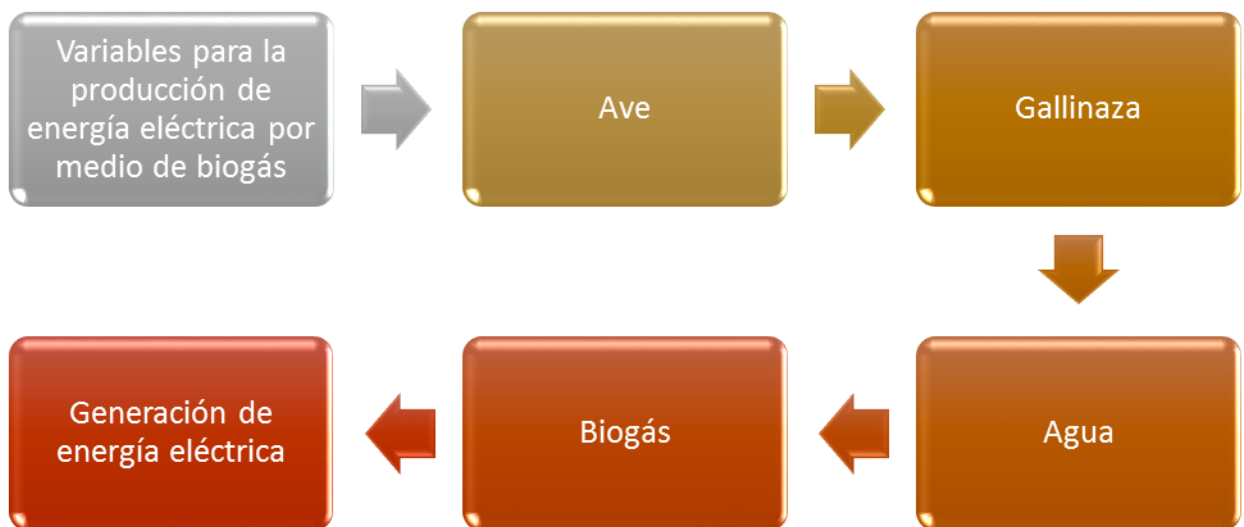


Figura 9. Diagrama de variables

Tabla 18. Operacionalización de las variables

Variable independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Biogás	Es el gas o elemento que activará el motor generador para iniciar el proceso de generación de energía eléctrica.	Es el elemento fundamental para obtener el producto final que es la energía eléctrica.	m ³ /día	Inestable ya que varía según las variables de las cuales depende.	¿Cuál es la cantidad de biogás que se llegará a producir?	m ³ /día	Razón	Índice de Producción de biogás
Variable Dependiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
Ave (Gallina)	Conceptual	Operacional						
Ave (Gallina)	Es el elemento generador de la materia prima principal para que se lleve a cabo todo el proyecto de generación de energía eléctrica.	Es el elemento del cual se adquirirá la gallinaza para la producción del biogás.	Unidad	El indicador será el número de especímenes que se tienen dentro de las instalaciones de INAVIH.	¿Cuánta gallinaza pueden producir las aves?	Dependerá de la cantidad de kW-h que se pretende generar	Razón	Observación
Gallinaza	Son los desechos orgánicos producidos por las aves o gallinas.	Es la materia prima que se combinará con el agua para la producción del biogás.	m ³ /día	Variable ya que depende de la cantidad de gallinas y otros factores como el régimen de alimentación de las mismas.	¿Qué cantidad de gallinaza se necesita para generar biogás?	Su unidad será expresada en m ³ /día	Razón	Recolección de todo el desecho orgánico producido por las aves.
Agua	Es la sustancia líquida que se utilizará para la humectación de los desechos orgánicos avícolas.	Materia prima para humectación de la gallinaza.	m ³	Su cantidad se determinará conforme a la cantidad de gallinaza obtenida.	¿Qué cantidad de agua será necesaria por m ³ de gallinaza?	La cantidad de agua se expresaría en Litros/m ³	Razón	Calculo de la cantidad de agua necesaria según los m ³ de gallinaza.
Producción de energía eléctrica	Es el resultado obtenido del aprovechamiento del biogás como fuente energética para el motor generador de energía eléctrica.	Es la cantidad de kW que se puede obtener por m ³ de biogás.	kW/día	Inestable ya que varía según las variables de las cuales depende	¿Cuántos kW/día se lograrán generar para autoconsumo de las granjas?	kWh/día	Razón	Eficiencia en la transformación del motor generador de energía eléctrica.

3.1.2 HIPÓTESIS

Luego del análisis de las variables de estudio se formulan las hipótesis de investigación basadas en los resultados brindados por dicho análisis:

Hi: La generación de energía eléctrica por medio de biogás para autoconsumo de las granjas avícolas de INAVIH es factible.

Ho: La generación de energía eléctrica por medio de biogás para autoconsumo de las granjas avícolas de INAVIH no es factible.

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

Según las interrogantes de estudio establecidas anteriormente, el presente escrito tiene un enfoque cuantitativo puesto que lo que se desea es medir la factibilidad de llevar a cabo la inversión para producir energía eléctrica por medio de biogás a partir de los kW generados, esto se logrará determinar por medio de la cantidad de desechos orgánicos avícolas que se obtengan diariamente para la producción de biogás.

Los métodos utilizados son:

- Método histórico: utilizado en el marco teórico del presente estudio.
- Método deductivo: por la utilización del enfoque cuantitativo.

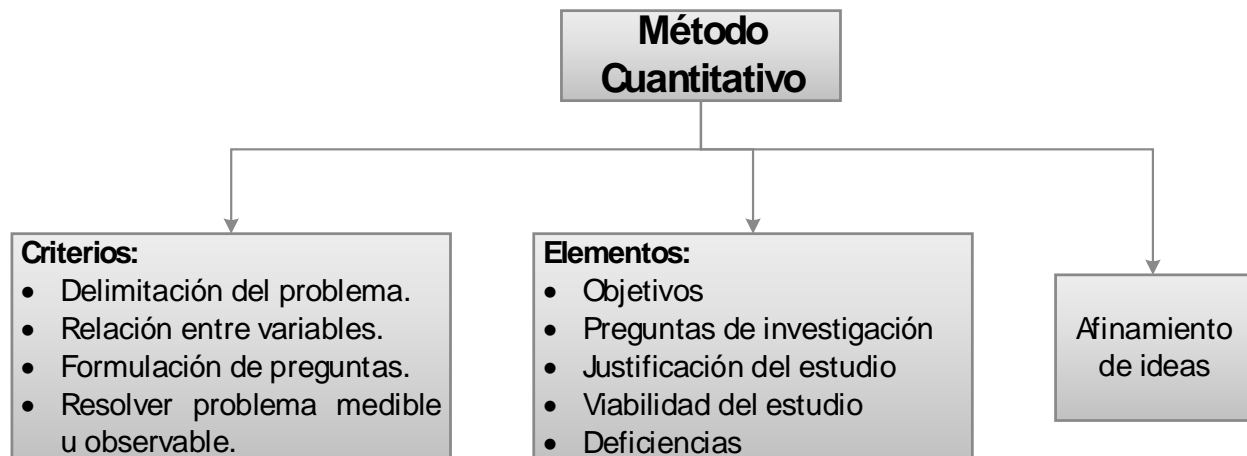


Figura 10. Enfoque y Métodos de la investigación

Fuente: (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Con la finalidad de despejar las preguntas de investigación y cumplir los objetivos planteados en este documento, se han diseñado los siguientes procesos para desarrollar la investigación planteada:

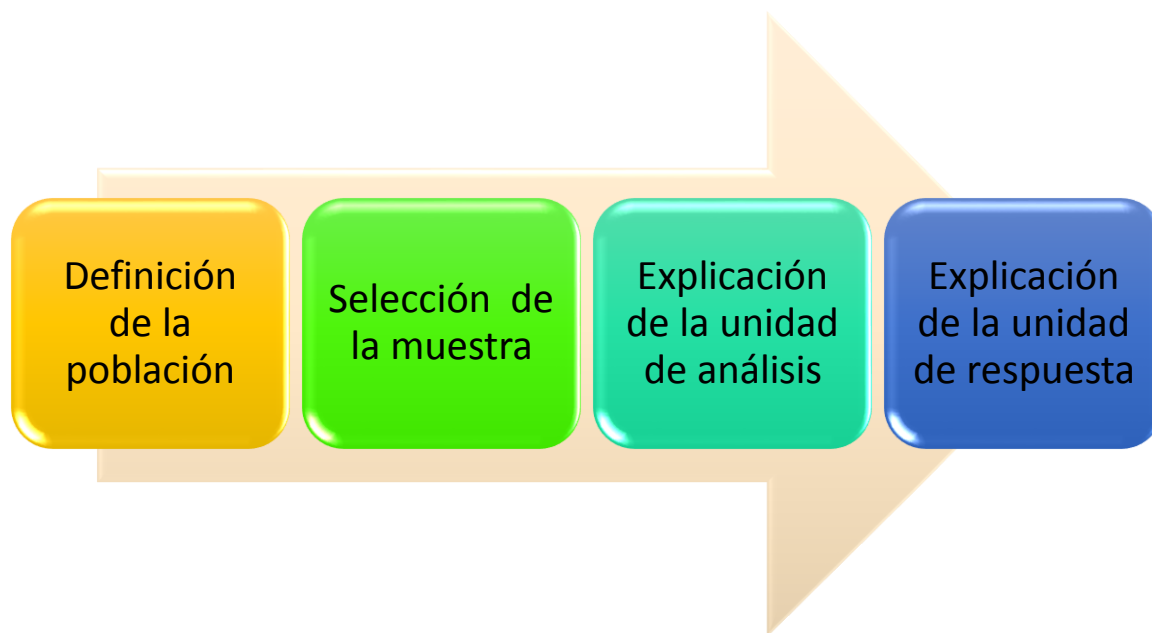


Figura 11. Etapas de la investigación

3.3.1 POBLACIÓN

El objetivo son los desechos orgánicos que producen las aves para la producción de biogás, tomando como población el rubro avícola de Honduras, el cual consta aproximadamente de 90 millones de aves.

3.3.2 MUESTRA

La muestra a utilizar son las aves pertenecientes a Inversiones Avícolas de Honduras (INAVIH), ya que cuenta con 1,054,000 aves, representando una muestra significativa para el estudio y para conocer la cantidad de biogás y de energía eléctrica a generar.

3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

La principal unidad de análisis en este estudio es conocida como la cantidad de especímenes avícolas existentes en las instalaciones de INAVIH, puesto que de ellos depende directamente la cantidad de gallinaza obtenida para la producción de biogás y el cual será transformado en energía eléctrica.

La segunda unidad de análisis son los datos obtenidos y representados en este estudio por parte de los autores, ya que estos le determinarán al inversor que tan factible es llevar a cabo la inversión en comparación a los beneficios obtenidos.

3.3.4 UNIDAD DE RESPUESTA

La unidad de respuesta para la unidad de especímenes avícolas se determinó tomando como base los m³ de desechos orgánicos producidos diariamente, puesto que estos influyen directamente con el producto final de biogás para la obtención de energía eléctrica.

Para los datos obtenidos en el desarrollo de la investigación se tiene como unidad de respuesta los ahorros generados al llevar a cabo la inversión y el tiempo de retorno en que se recuperaría la inversión realizada.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

En esta sección se describen las técnicas e instrumentos aplicados en el enfoque cuantitativo del proyecto:

3.4.1 INSTRUMENTOS

Para la recolección adecuada de los datos que se necesitan para el desarrollo del proyecto se aplicaron los siguientes instrumentos:

3.4.1.1 TIPOS DE INSTRUMENTOS

- Cuestionarios: basado en preguntas tipo abiertas para obtener información relevante del lugar en estudio.
- Observación: para llevar un registro del transporte y utilización actual de la materia prima.
- Datos secundarios: la revisión de datos presentados por otro investigador, ayudará a conocer el ámbito del biogás y el uso de la gallinaza.

3.4.1.2 PROCESO DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

Al poseer un estudio del potencial de Honduras en la producción de biogás a través de la gallinaza, la validación de los instrumentos se hará con la validez de criterio, con este tipo de validez se pueden comparar los resultados que se obtengan, con los resultados del estudio y estos deben ser similares.

3.4.2 TÉCNICAS

Una vez establecidos los tipos de instrumentos a utilizar, es necesario determinar las técnicas que se llevaran a cabo para la recolección de los datos, siendo estas:

- Entrevistas personales: con esta técnica, el gerente general y el gerente de producción de Inversiones Avícolas de Honduras (INAVIH), proporcionarán la información que se necesita de su granja avícola para realizar el proyecto.
- Verificación de campo: con el instrumento de observación y a través de la técnica de verificación se determinará si la información obtenida en las entrevistas es congruente con la realidad de INAVIH.
- Revisión de documentos: obteniendo datos de otros autores se puede corroborar el grado de exactitud de los resultados que se obtendrán en el proyecto.

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

A continuación se mencionan las diferentes fuentes de información utilizadas, para el análisis y obtención de datos:

3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

- Tesis sobre estudio de prefactibilidad de la generación de electricidad a partir de biógas en La Finca Esparta, Danlí, El Paraíso, Honduras.
- Entrevistas
- Medios electrónicos
- Reportes de la SNV

3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

- Libros de texto.
- Estudios de organizaciones privadas y no gubernamentales (SNV, OLADE, PNUD)
- Manuales (ONUUDI)

3.6 LIMITANTES DEL ESTUDIO

En el país no se encuentran muchos proyectos que generen biogás, y mucho menos proyectos que generen electricidad a partir de biogás, por lo que la mayor parte de información se obtiene de otros países que tienen una experiencia mayor en este tipo de tecnología.

3.7 FLUJOGRAMA

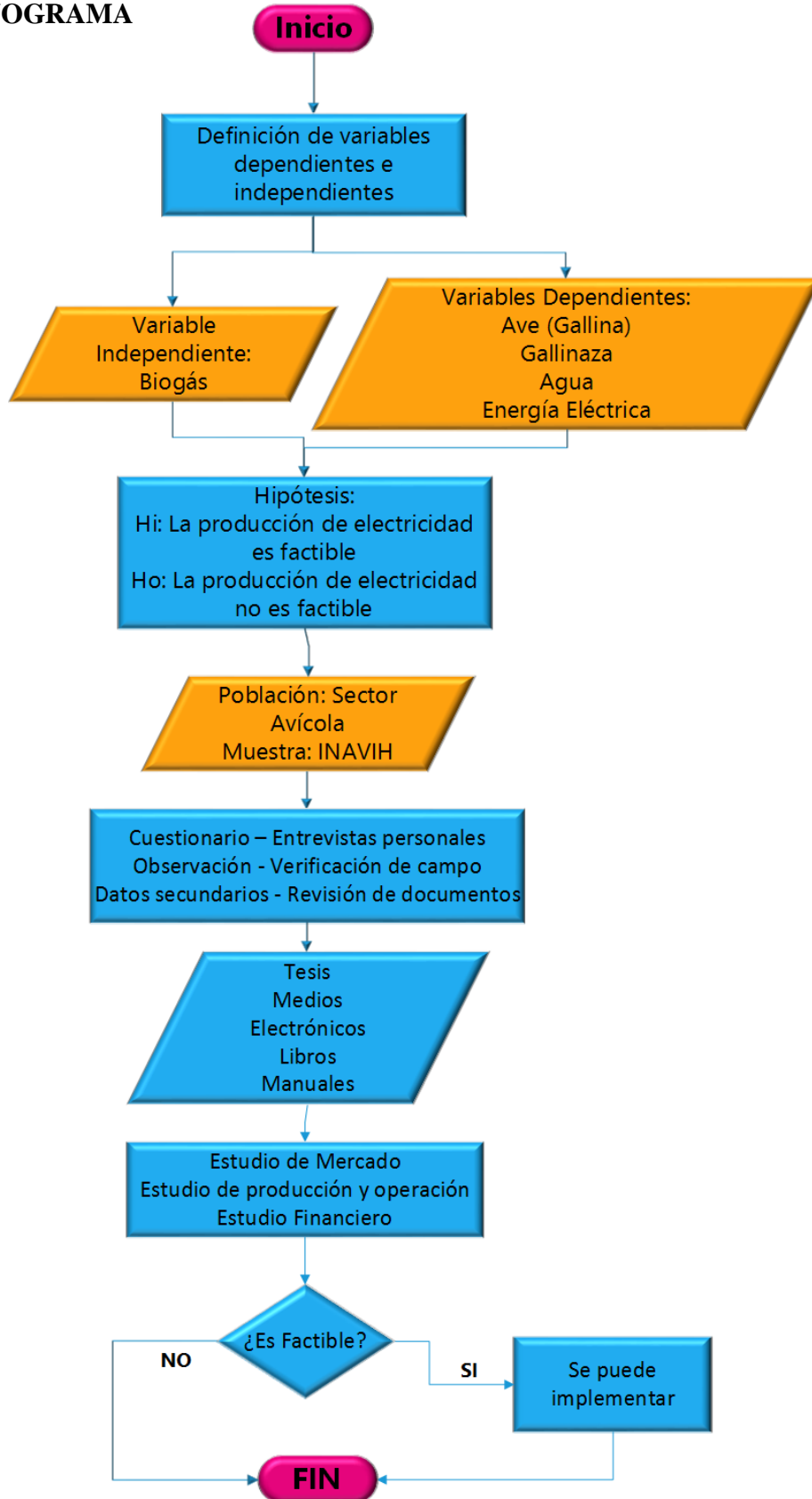


Figura 12. Flujograma de metodología

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO

El estudio de factibilidad se lleva a cabo en las instalaciones de INAVIH, con la finalidad de estimar la generación de energía eléctrica a través de biogás, utilizando como materia prima el desecho orgánico animal conocido como gallinaza.

Al culminar dicho estudio de factibilidad y evaluar los resultados obtenidos, se determinará si dicho proyecto para generación de energía eléctrica brindará frutos positivos para que INAVIH invierta en la realización de este proyecto, teniendo la empresa el beneficio de utilizar la energía producida para autoconsumo, disminuyendo de esta forma el valor de su factura en lo que respecta a consumo energético, agregando a lo anterior el aprovechamiento adecuado de la gallinaza ya que actualmente este recurso está siendo desechado en una laguna de oxidación y solamente cierto porcentaje del mismo se utiliza para producir abono.

Para la generación de energía eléctrica a través de biogás, se necesitaran como piezas claves: materia prima, recurso hídrico, biodigestor, desulfurizador, tanque de almacenamiento de biogás y el motor generador a base de biogás para producir energía eléctrica; como elementos secundarios podemos mencionar los conectores y la tubería, necesarios para hacer la conexión entre los elementos principales mencionados anteriormente; el biogás obtenido tendrá un uso exclusivo para la generación de energía eléctrica, ya que no se cuenta con ningún sistema de tuberías para gas.

El tipo de tecnología utilizada para la generación de dicha energía eléctrica está comprendida en el campo de generación de energía por medio de biomasa; la cual está basada en el aprovechamiento de desperdicios o desechos sólidos, cuya desintegración se produce de manera anaeróbica para obtener posteriormente el biogás, el cual puede ser aprovechado de manera directa o en generación de energía eléctrica, para llevar a cabo este último proceso es necesario tener un motor generador para convertir el biogás en energía eléctrica, alimentándolo con flujo de biogás.

4.2 DEFINICIÓN DEL MODELO DE NEGOCIOS

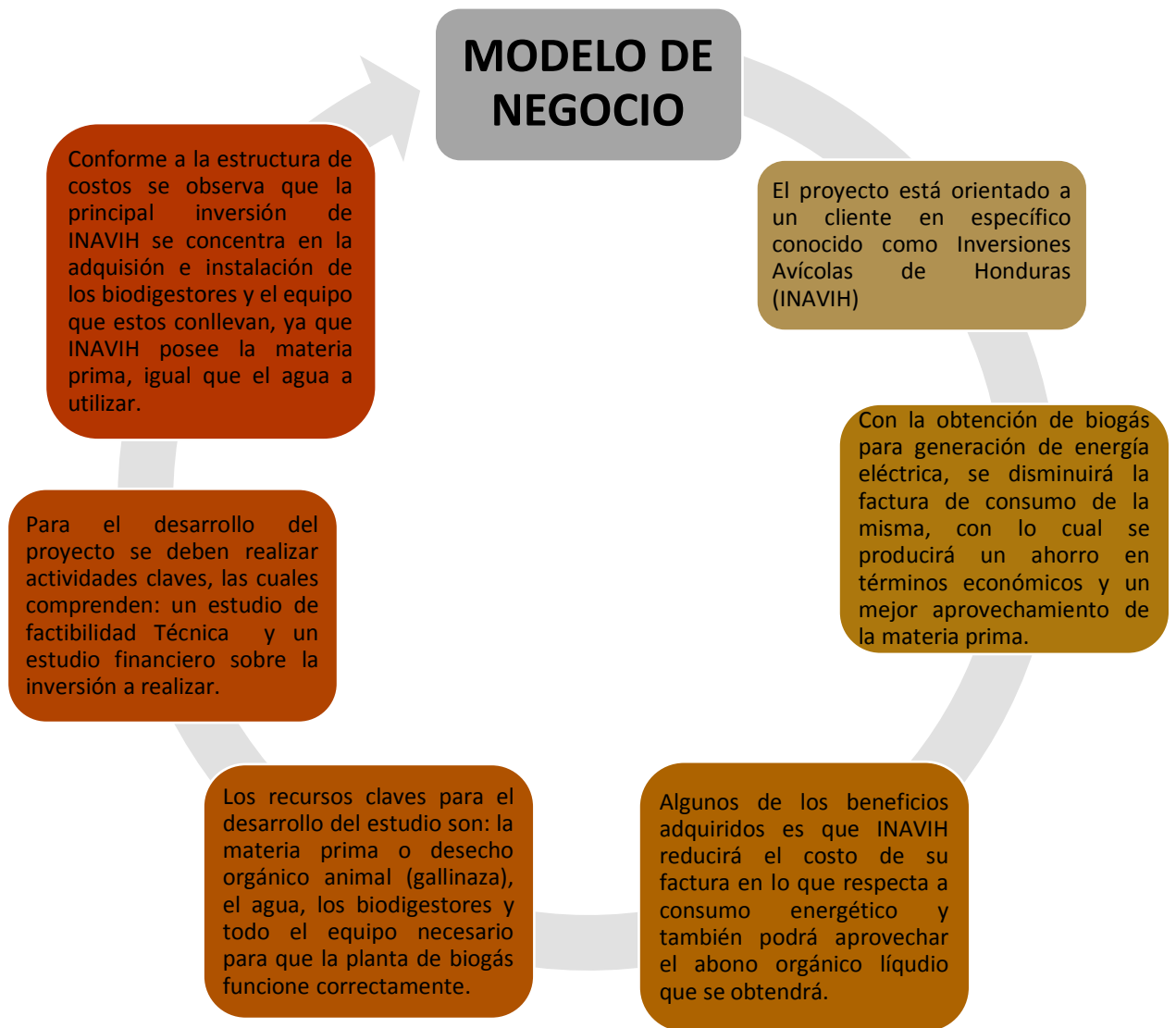


Figura 13. Modelo de Negocios

1. Segmento de clientes

El proyecto está orientado a un cliente en específico, el cual es el poseedor de la materia prima que se utilizará para la generación de energía, dicho cliente es conocido como Inversiones avícolas de Honduras (INAVIH); las instalaciones de INAVIH se encuentra en el Zapote, San Francisco de Yojoa en el departamento de Cortés.

2. Propuesta de Valor

En la actualidad INAVIH solamente utiliza un porcentaje de la gallinaza el cual es empleado como abono para el área de plantación que poseen en sus instalaciones, en las cuales se cuenta con más de 100 manzanas de diversos cultivos, el resto de los desechos orgánicos animales es vertido en una laguna de oxidación la cual no está construida con las características necesarias.

Con el objeto de mejorar el manejo que se le da a los desechos orgánicos animales se ha llevado cabo un estudio de factibilidad, para determinar si sería viable desarrollar el proyecto de la implementación de biodigestores para la generación de energía eléctrica a través de biogás utilizando como materia prima los desechos orgánicos animales (gallinaza), con la finalidad de mejorar el aprovechamiento del recurso y la disminución de costos en consumo de energía eléctrica.

3. Recursos Claves

En el desarrollo del proyecto existen varios recursos claves para obtener el resultado final que es la generación de energía eléctrica a través de biodigestores con la utilización de desechos orgánicos animales como materia prima, entre los recursos claves podemos destacar cuatro (4) los cuales son de vital importancia para la generación de energía, puesto que estos determinarán la cantidad de energía eléctrica a generar y los cuales son:

- **Desecho Orgánico Animal (Gallinaza):** La importancia de la gallinaza se basa en que dicho recurso será la materia prima para llevar a cabo la digestión anaeróbica.

- **Agua:** Es el elemento que se mezclará con la materia prima dentro del biogás para llevar a cabo la digestión anaeróbica
- **Biodigestores:** En estos dispositivos es donde se llevará a cabo la digestión anaeróbica, para la producción de biogás y biodigestato.
- **Motor Generador de energía:** Será el encargado de transformar el biogás en energía eléctrica para la transmisión de la misma hacia las vías de distribución de la energía a las granjas avícolas.

4. Actividades Claves

Anterior a la implementación de la planta de producción de biogás para la generación de energía eléctrica se deben realizar actividades claves, que son la base para la estimación de la producción de biogás y la implementación de la planta, entre estas actividades se destacan las siguientes:

- **Estudio de Factibilidad Técnica:** Es el proceso o la actividad que determinará la viabilidad técnica de llevar a cabo la implementación de la planta productora de biogás para la generación de energía eléctrica para autoconsumo de la planta de INAVIH.
- **Análisis Financiero:** Por medio de este análisis se determinará la viabilidad económica para implementar el proyecto y el tiempo que llevará recuperar la inversión. Por medio de este estudio se decidirá si invertir en el desarrollo del proyecto o no.

5. Estructura de Costos

Conforme a la estructura de costos se observa que la principal inversión de INAVIH se concentra en la adquisición e instalación de los biodigestores y el equipo que estos conllevan, ya que ellos poseen la materia prima al igual que el agua a utilizar.

También durante el desarrollo del proyecto se tendrán costos de mantenimiento del equipo.

4.3 PROPIEDAD INTELECTUAL

Debido a la naturaleza del proyecto, los derechos de autor del mismo serán otorgados a UNITEC y a la empresa INAVIH, entregándose toda la información recolectada y los resultados obtenidos a ambas entidades.

4.4 FACTORES CRÍTICOS DE RIESGO

Ya que la finalidad del proyecto es ser implementado para autoconsumo, el único factor de riesgo que se presenta es la capacidad de pago de Inversiones Avícolas de Honduras, al momento de adquirir el préstamo para la implementación del proyecto.

4.5 ESTUDIO DE MERCADO

4.5.1 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA E INDUSTRIA

Este tipo de industria, generación de energía eléctrica a través de biogás, es una industria que no ha sido explotada en Honduras, teniendo un alto potencial, cuyas variaciones se producirían de acuerdo al tipo de materia prima, clima y ubicación de los proyectos; en este caso, el sector avícola no ha incursionado en la producción de biogás, teniendo un mercado libre para su incursión y con la ventaja de llegar a ser pionero en este tipo de industria.

4.5.2 ANÁLISIS DEL CONSUMIDOR

Se proyecta que toda la energía producida será consumida por INAVIH, la producción de energía se distribuirá en dos sectores de la granja, actualmente una de ellas consume aproximadamente 7400 kWh al mes y la otra 11.2 kWh al mes, ambas de la red de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica, ENEE, requiriéndose así un total de 18.6 MWh por mes de energía eléctrica a producir para lograr una autonomía para estos sectores.

4.6 ESTUDIO DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES

En esta sección se presenta toda la información sobre los materiales, producción estimada y capacidad de suplir energía eléctrica a INAVIH, también se muestra el diseño de la planta de biogás con la que se logrará la producción estimada así como posibles ampliaciones.

4.6.1 DISEÑO DEL PRODUCTO O SERVICIO

En la imagen que se muestra a continuación se puede apreciar la distribución de las áreas en la planta de biogás:

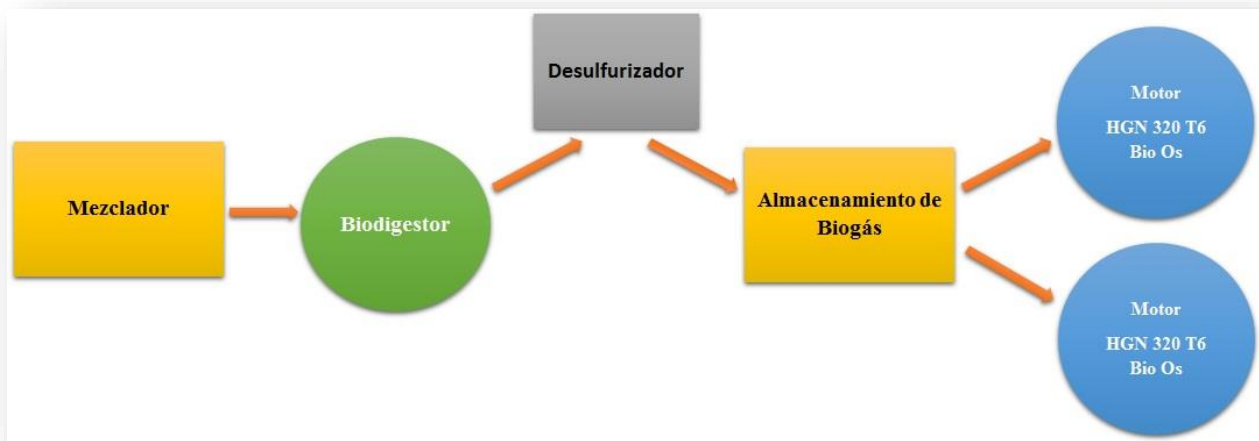


Figura 14. Distribución de las áreas de la planta de biogás

Antes de proceder al diseño de las áreas mostradas en la figura anterior, es necesario conocer cuanta gallinaza se va a utilizar para generar el biogás con el que se van a abastecer los dos motores generadores.

El gerente general de INAVIH, Lic. Luis Gustavo Mancía, proporcionó información de consumo solamente de dos sectores de la granja, así mismo proporcionó la información de la capacidad de los motores generadores a base de diésel que utilizan al fallar el flujo eléctrico de la ENEE, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 19. Consumo y Potencia de motores generadores para los Sectores 4 y 5 de INAVIH

Sector	Consumo en kWh al mes	Potencia del motor generador a base de diésel
Sector 4 (Túneles 2)	7,440	200 kVA
Sector 5 (Túneles 3)	11.200	250 kVA
Total	18,600	450 kVA

En el sector 5 se espera una ampliación de 150 kVA, por lo que para seleccionar los motores generadores a base de biogás se toma en consideración un total de **600 kVA**. Es así como se selecciona el motor generador a base de biogás HGN 320 T6 BIO OS, de la empresa HIMOINSA, cuya capacidad es de 318 kVA, se utilizarán dos, uno en cada sector.

Al conocer la capacidad del motor, también se conoce el flujo de biogás con el que debe ser alimentado para entregar el 100% de su capacidad, siendo éste de 116.7 m³/hora; el motor generador funcionará las 24 horas del día.

Tabla 20. Análisis para conocer el volumen de gallinaza requerido diariamente

Análisis según motor generador		
Motor Generador de 318KVA a base de Biogás modelo número:	HGN 320 T6 BIO OS	
Flujo de biogás al 100 % de la capacidad del Motor Generador	116.7	m3/h
Horas de trabajo al día del Motor Generador	24	h
Cantidad Diaria de biogás requerido para operar el motor generador las 24 horas del día (Cantidad Diaria de Biogás a Producir por Motor Generador)	2800.8	m3/día
Cantidad de motores requeridos en la Planta	2	
Cantidad Total Diaria de Biogás que se requerirá para operar todos los motores generadores	5601.6	m3/día
Cantidad de m3 de biogás producidos diariamente por Kg de Gallinaza	0.08	m3/kg
Cantidad de Gallinaza requerida diariamente	70020	kg/día
Densidad de la Gallinaza	1020	Kg/m3
Volumen de la Gallinaza requerida diariamente	68.65	m3/día

Como se muestra en la tabla anterior, el volumen requerido de gallinaza para generar la cantidad de biogás necesario para que funcionen los dos motores generadores es de 68.65 m³/día, redondeándolo a **70 m³/día**.

4.6.1.1 DISEÑO DE LAS ÁREAS DE LA PLANTA DE BIOGÁS

Para llevar a cabo del diseño de cada una de las áreas, se tomaron como base los 70 m³ de los 90 m³ de gallinaza que se producen diariamente en la granja, se toman solo 70 m³ ya que según el análisis hecho en la sección 4.6.1 esa cantidad es la necesaria para suplir las necesidades de energía de los dos sectores.

- **Área de Mezcla**

Datos:

Cantidad de materia prima = 70 m³

Proporción de materia prima / agua = 1:3

Ecuación 1. Cantidad de agua para mezcla

$$\text{Cantidad de agua} = 3 * \text{cantidad de materia prima}$$

Donde:

Cantidad de materia prima: es la cantidad de gallinaza que será utilizada para producir biogás

Fuente: (Pineda, 2015)

$$\text{Cantidad de agua} = 3 * 70 = 210 \text{ m}^3$$

Ecuación 2. Capacidad del mezclador

$$\text{Capacidad del mezclador} = \text{Cantidad de materia prima} + \text{cantidad de agua}$$

Donde:

Cantidad de materia prima: es la cantidad de gallinaza que será utilizada para producir biogás

Cantidad de agua: es la cantidad de agua a mezclar con la materia prima para que se lleve a cabo la digestión anaerobia.

Fuente: (Pineda, 2015)

$$\text{Capacidad del mezclador} = 210 + 70 = 280 \text{ m}^3$$

El área de mezcla será de 280 m³

- **Tiempo de retención**

Este tiempo se determina tomando en consideración las temperaturas promedios en El Zapote, municipio de San Francisco de Yojoa en el departamento Cortés, es por ello que se obtuvieron datos de temperatura de la estación meteorológica con la que cuentan el sistema de los sectores automatizados, se ingresaron en el programa estadístico SPSS para visualizarlas en el siguiente gráfico:

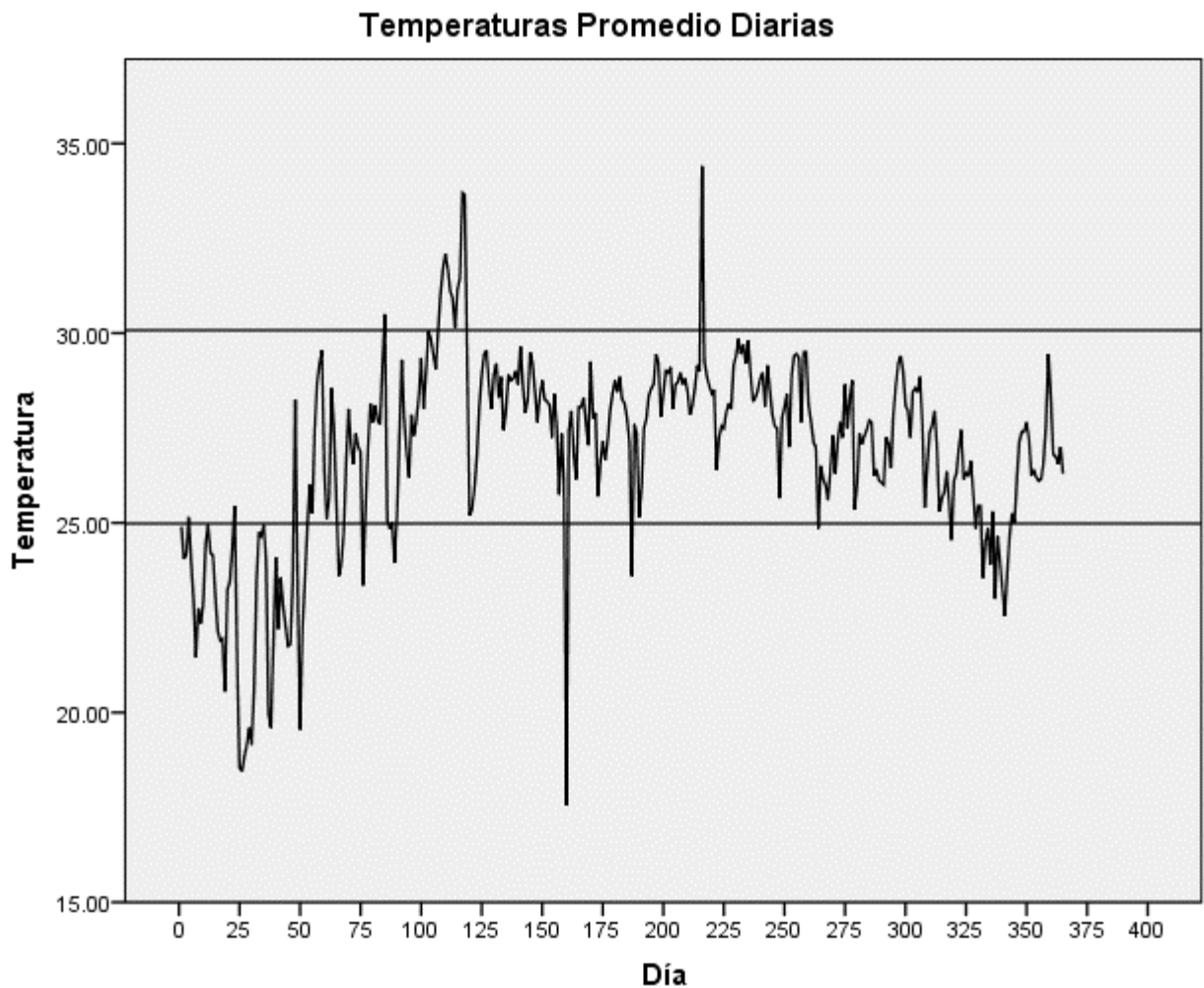


Figura 15. Temperaturas promedio diarias

Se puede observar que la mayor parte del año las temperaturas oscilan entre los 25 °C y 30 °C, con lo cual se determina que se puede trabajar en la fase de fermentación Mesophilica, como se explica en la sección 2.4.1 del capítulo II.

Además de estas temperaturas, Honduras se encuentra en la región del Trópico, por lo que haciendo una combinación del tipo de fermentación y conociendo las características de la región de San Francisco de Yojoa, Cortés, se determina que el tiempo de retención de la mezcla de carga en el biodigestor a utilizar será de 20 días.

- **Biodigestor**

Datos:

Mezcla (Materia prima + agua) = 280 m³

Tiempo de retención = 20 días

Cuando se estima la capacidad del biodigestor se define que la mezcla representa el 75% del volumen del biodigestor, siendo el 25% restante el volumen que ocupará el biogás que se genere continuamente por lo que tenemos lo siguiente:

Ecuación 3. Capacidad del biodigestor

$$\text{Capacidad del biodigestor} = \text{Mezcla} * 1.25 * \text{Tiempo de retención}$$

Donde:

Mezcla: es la cantidad de materia + la cantidad de agua

Tiempo de retención: el tiempo que la mezcla estará en el biodigestor para hacer posible la digestión anaerobia.

Fuente: (Pineda, 2015)

$$\text{Capacidad del biodigestor} = 280 * 1.25 * 20 = 7000 \text{ m}^3$$

- **Almacenamiento de biogás**

Datos:

Materia prima = 70 m³

Densidad de la gallinaza en kg/m³ = 1020

Potencial de producción de biogás = 0.08 m³/kg de materia prima

Ecuación 4. Producción de materia prima en kilogramos

*Produc. de materia prima en kg = materia prima * densidad de la gallinaza*

Donde:

Materia prima: es la cantidad de gallinaza producida

Densidad de la gallinaza: densidad equivalente de la gallinaza en kilogramos por m³

Fuente: (Pineda, 2015)

$$\text{Producción de materia prima} = 70 * 1020 = 71,400 \text{ kg}$$

Ecuación 5. Capacidad de almacenamiento de biogás

Capacidad de almacenamiento de biogás

$$= \text{producción de materia prima} * \text{potencial de producción}$$

Donde:

Producción de materia prima: es la cantidad de gallinaza en kilogramos

Potencial de producción de biogás: es la cantidad de metros cúbicos de biogás a producir por kilogramo de materia prima

Fuente: (Pineda, 2015)

$$\text{Capacidad de almacenamiento de biogás} = 71,400 * 0.08 = 5,712 \text{ m}^3$$

El almacenamiento del biogás se hará durante 3 días, por lo que la capacidad del almacenador será de **17,200 m³ de biogás**

- **Desulfurizador**

Datos:

Producción de biogás = 5,712 m³

Tiempo de producción = 24 horas

Ecuación 6. Flujo de biogás

$$\text{Flujo de biogás} = \frac{\text{Producción de biogás}}{\text{Tiempo de producción}}$$

Donde:

Producción de biogás: es la cantidad de metros cúbicos de biogás producido

Tiempo de producción: cantidad de horas al día que se estará generando biogás

Fuente: (Pineda, 2015)

$$\text{Flujo de biogás} = \frac{5,712}{24} = 238 \text{ m}^3/\text{h}$$

El desulfurizador trabajará con un flujo de biogás de 238 m³/hora

- **Motor**

Datos:

Modelo del Motor generador = HGN 320 T6 BIO OS

Capacidad del motor = 254 kW

Tiempo de funcionamiento del motor = 24 horas

Ecuación 7. Energía a generar

*Energía Eléctrica a generar = Capacidad del motor * Tiempo de funcionamiento*

Donde:

Capacidad del motor: según especificaciones técnicas del motor.

Tiempo de funcionamiento del motor = tiempo que estará generando energía eléctrica el motor.

$$\mathbf{Energía\ Eléctrica\ a\ generar = 254 * 24 = 6,096 \frac{kWh}{día}}$$

El motor HGN 320 T6 BIO OS, tiene la capacidad de generar 6,096 kWh al día para cada sector.

En la siguiente figura se puede apreciar la vista superior de la planta de biogás, indicándose cada una de sus áreas:

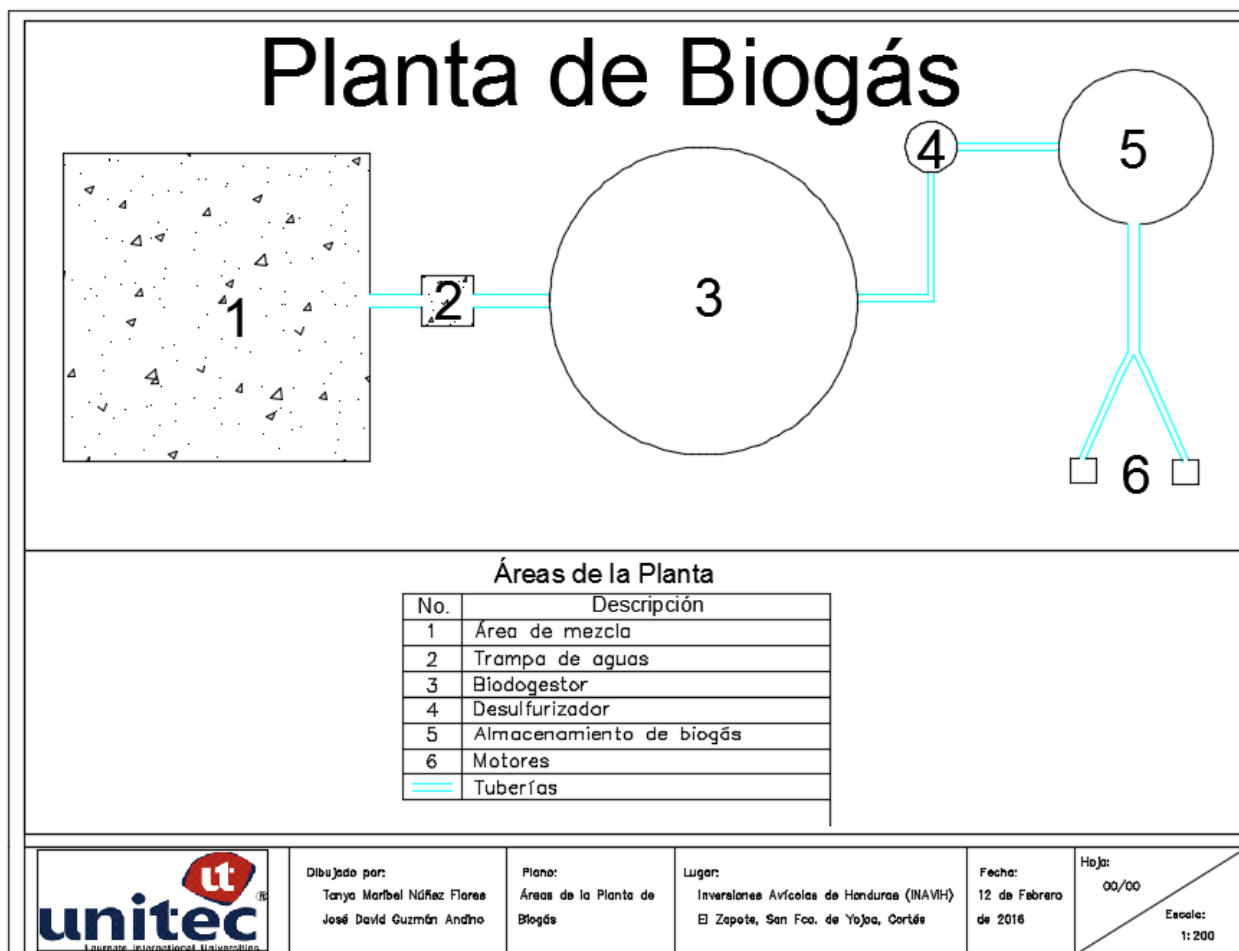


Figura 16. Vista superior de la planta de biogás

En el cuadro que se muestra a continuación se detallan las especificaciones técnicas del equipo a utilizar, se describen los materiales que se utilizarán para su construcción o los materiales por los cuales está compuesto y por último se detalla la capacidad de producción de cada uno de los equipos:

Tabla 21. Resumen del Diseño de Producción

Área	Especificaciones técnicas	Materiales	Producción	Fuente
Área de Mezcla	Dosificación: 1:2:2 Resistencia de concreto: 3000 psi	Concreto reforzado	280 m ³	
Trampa de agua	Dosificación: 1:2:2 Resistencia de concreto: 3000 psi	Concreto reforzado y rejilla de malla.	Solamente será utilizada para eliminar plumas que se encuentren en la materia prima	
Biodigestor	Capacidad de 1000 m ³ a 100,000 m ³ Tanque de concreto reforzado Cúpula diseñada con membrana reforzada de PVC	Concreto reforzado y membrana reforzada de PVC	7000 m ³	(Shenzhen Teenwin Environment Co. Ltd, 2015)
Desulfurizador	Flujo de biogás de 200 m ³ /h a 250 m ³ /h	Acero, prefabricado.	238 m ³ /h	(Shenzhen Teenwin Environment Co. Ltd, 2015)
Almacenamiento de biogás	Capacidad para almacenar 20,000 m ³ de biogás	Material principal es fluoruro de polivinilideno (PVDF) con anticorrosión, anti envejecimiento, anti microbios y protección UV.	17,200 m ³	(Shenzhen Teenwin Environment Co. Ltd, 2015)
Motor	2 Motores modelos HGN 318 KVA / 254 kW 480/277 V, 1800 r.p.m., 60 Hz, Trifásico	El motor viene acompañado de: * Cuadro Manual AS5. Auto-Start CEM7 * Breaker de protección 3P * Regulación electrónica * Sensores ATA/ BPA * Reloj programador * Detector de fuga de gas * Sistema automático detección/extinción incendios por gas HFC-227	636 kVA	(HIMOINSA, 2015)

4.6.2 INSTALACIÓN Y PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN

De los 90 m³ que se producen de gallinaza en las instalaciones de INAVIH, se utilizarán 70 m³ para alimentar los motores generadores con la producción de biogás y posteriormente generar energía eléctrica para cubrir una parte de la demanda de la granja.

Toda la producción se llevara a cabo cuando la materia prima pase por una serie de etapas, a través de las cuales se logrará su conversión en biogás y abono orgánico, ambos serán utilizados para ofrecer el mayor beneficio a INAVIH.

Las principales etapas en la producción de biogás son:

- Producción de materia prima (gallinaza): INAVIH cuenta con toda densa población de aves a través de las cuales se obtendrá la materia prima.
- Ingreso en biodigestores: una vez que la materia prima es recolectada, se procede a mezclarla con 3 partes de agua, luego se ingresa en el biodigestor y mediante el proceso anaerobio se obtendrá el metano, que conforma el biogás que se necesita, junto con otros compontes, eliminándose el sulfuro de hidrógeno a través de un desulfurizador, ya que es el elemento más corrosivo.
- Obtención de biodigestato: una vez que la materia prima ha generado el biogás, se obtiene un componente que se llama biodigestato, es muy rico en nutrientes por lo que se puede obtener beneficio del mismo utilizándolo como abono orgánico.
- Almacenamiento de biogás: se llevará a cabo solamente el día que no se pueda generar electricidad y que sea necesario almacenar el biogás.
- Casa de máquinas: es aquí donde se encuentra el motor que convertirá el biogás producido en energía eléctrica, para luego ser distribuida a los respectivos sectores.

En el flujograma que se presenta a continuación se detallan las etapas explicadas anteriormente:

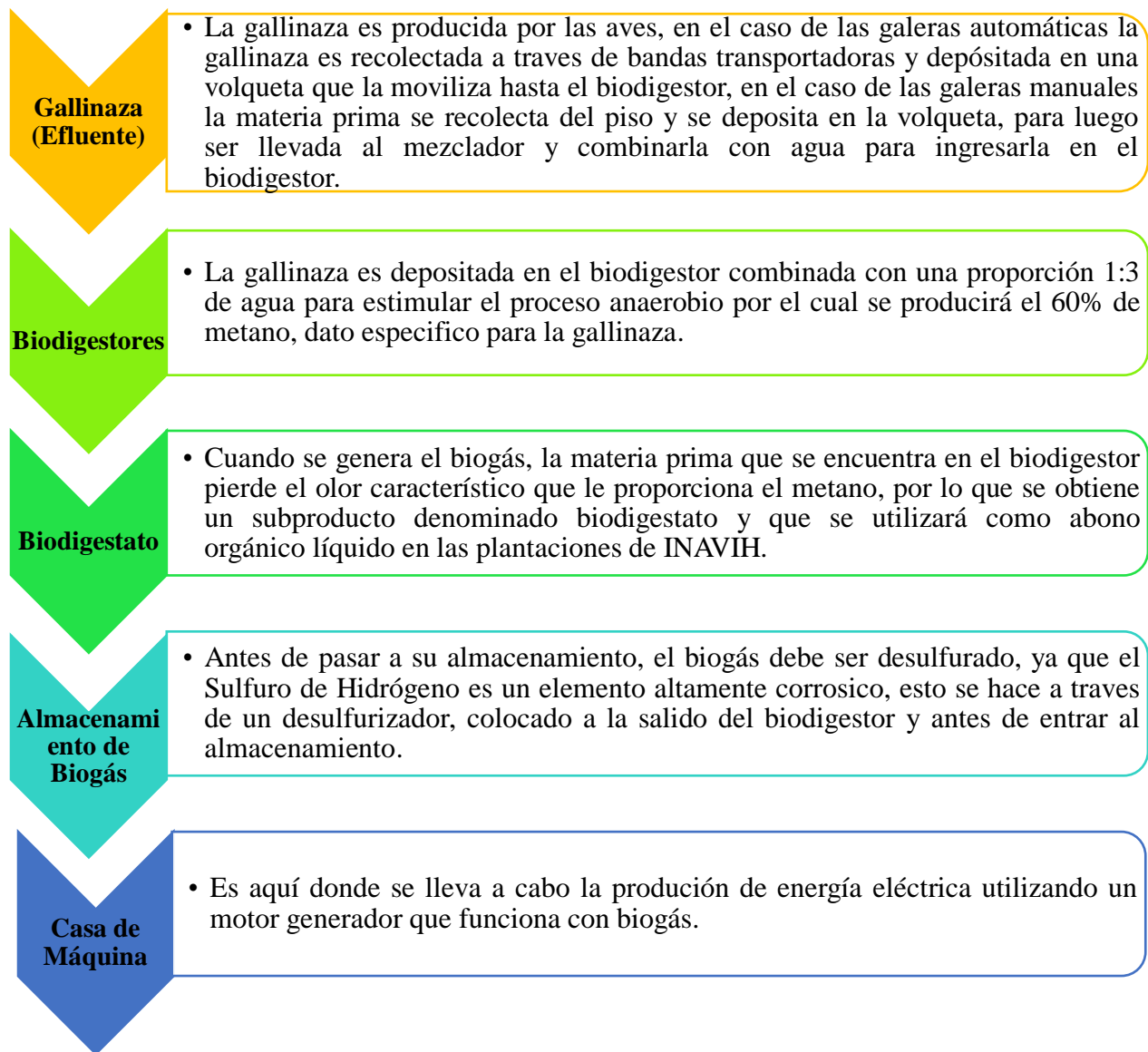


Figura 17. Flujograma de Procesos de Producción

Una vez explicadas las etapas para generación de biogás, se procede a estimar la producción del mismo y la producción de energía eléctrica, todos los cálculos se llevan a cabo según las ecuaciones descritas anteriormente, en el siguiente cuadro se calcula la producción que se tendrá con 70 m³ de gallinaza:

Tabla 22. Datos de materia prima para estimar producción

Datos de Materia Prima		
Densidad de la galinaza	1,020	kg/m ³
Producción materia prima (m ³)	70	m ³ /día
Producción materia prima (kg)	71,400	kg/día

Tabla 23. Estimación de producción de biogás

Biogás		
Tipo de Residuo	Galinaza	
Potencial de producción de biogás	0.08	m ³ /kg de materia
% de Metano presente	60	%
Tiempo de retención	20	Días
Temperatura promedio	25 – 30	°C
Producción de biogás	5,712	m ³ de biogás/día

Tabla 24. Estimación de generación de electricidad

Generación de energía eléctrica		
Potencia eléctrica del motor	254	kW
Tiempo de trabajo	24	Horas
Factor de Trabajo	1.00	
Cantidad de motores	2	
Energía Eléctrica al día	12,192	kWh / día
Energía Eléctrica al mes	365.76	MWh / Mes

En el cuadro que se presenta a continuación se detalla el equipo requerido para la construcción de la planta de biogás y sus respectivos costos:

Tabla 25. Equipo requerido y costos

Descripción	Costo en Dólares	Costo en Lempiras
I. Sistema de Biodigestores		
Biodigestor con capacidad para 7,000 m ³	70,000.00	1584,184.00
Almacenamiento de biogás	80,000.00	1810,496.00
Tuberías	1,700.00	38,473.04
Trampa de agua	200	4,526.24
Desulfurizador	4,565.00	103,311.43
Subtotal	156,465.00	3540,990.71
II. Equipos		
Generador HGN-320 T6 BIO con capacidad de 318 kW	211,745.17	4792,047.29
Transfer	8,188.81	185,322.50
Gastos de transmisión	3,726.02	84,324.32
Bomba	503.34	11,391.19
Subtotal	224,163.34	5,073,085.30
III. Obra Civil		
Limpieza y marcado de terrero	250	5,657.80
Excavaciones	176	3,983.09
Losa de cimentación	3,000.00	67,893.60
Mezclador	5,400.19	122,212.78
Tuberías	23,534.00	532,602.66
Subtotal	32,360.19	732,349.93
IV. Mano de Obra		
Ingeniero Mecánico	1,500.00	33,946.80
Ingeniero Eléctrico	1,500.00	33,946.80
Ingeniero Civil	1,500.00	33,946.80
Técnico en electricidad	600	13,578.72
Ayudantes	1,400.00	31,683.68
Subtotal	6,500.00	146,846.70
V. Contingencias		
Imprevistos que se presenten en el proyecto	41,948.85	949,352.87
VI. Otros		
Gastos Administrativos	1,000.00	22,591.80
Desarrollo e Ingeniería	2,000.00	45,183.60
Permisos y Licencias	400	9,036.72
Gastos Legales	700	15,814.26
Subtotal	4,100.00	92,787.92
Costo total del Proyecto	465,537.38	10,535,669.53

4.6.3 PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Según los cálculos realizados en el apartado anterior, se obtiene una producción de biogás estimada de **5,712 m³/día**, con lo que se estima generar **12,192 kWh/día**, teniendo estos datos se procede a estimar la producción mensual, los sectores a cubrir y el ahorro en la factura a obtener:

Tabla 26. Generación de energía eléctrica mensual

Generación Mensual		
Días del mes	30	días
Producción de energía eléctrica diaria	12,192	kWh/día
Generación de energía eléctrica mensual	365.76	MWh/mes

INAVIH cuenta con uno de los sectores que consume un promedio de 7,400 kWh al mes, el segundo sector consume 11,200 kWh al mes, teniendo un consumo de 18,600 kWh al mes entre los dos sectores, comparándolo con la generación que se tendrá en la planta de biogás, el proyecto logrará cubrir el 100% de ambos sectores.

En cuanto al ahorro que se tendrá en su factura mensual, a continuación se detalla la cantidad en lempiras por sector y una sumatoria de ambos:

Tabla 27. Ahorro en consumo de energía eléctrica

Sector	Consumo en kWh/mes	Consumo en Lps/mes	Consumo en \$/mes
Túneles 2	11,200	48,390.76	2,141.96
Túneles 3	7,400	29,960.16	1,326.15
Total de ahorro		78,350.92	3,468.11

Fuente: (Núñez, 2015)

4.6.4 PLANIFICACIÓN ORGANIZACIONAL

Para el correcto funcionamiento de la planta de biogás es necesario establecer un organigrama del personal que estará a cargo de la misma, así como definir las responsabilidades de cada, a continuación se detalla el organigrama planificado:

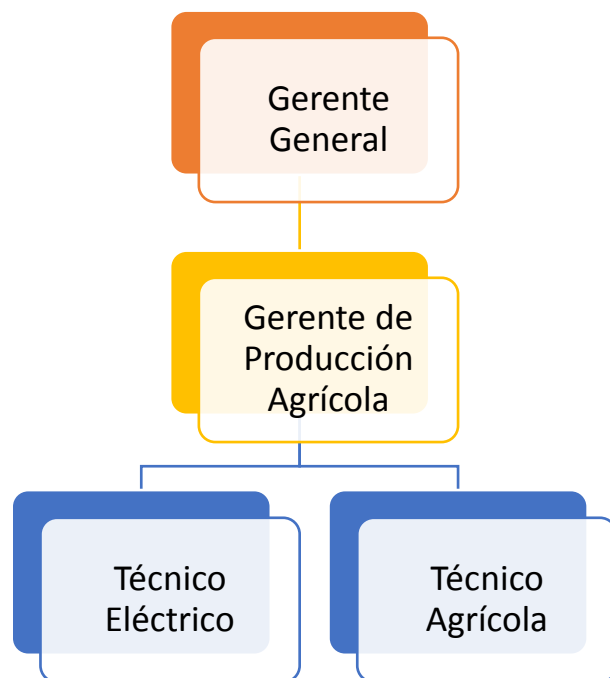


Figura 18. Organigrama

En la Tabla No. 27 se detallan las habilidades que debe poseer cada uno de los integrantes del organigrama, así como sus responsabilidades para el buen funcionamiento de la planta de biogás y al mismo tiempo se detallan los costos de salarios.

Tabla 28. Descripción del personal

Personal	Habilidades	Responsabilidades	Costos
Gerente General	*Conocimientos técnicos, métodos y medios para cumplir sus responsabilidades. *Capacidad de interactuar adecuadamente con las personas que trabajan con él. *Pensamiento futurista y de rápida acción, para encontrar soluciones rápidas a los problemas con los que se encuentre.	* Definir objetivos y metas. * Establecer los métodos para cumplir esos objetivos y metas. * Motivar a su personal. * Controlar lo ejecutado y evaluarlo.	Lleva el control de toda INAVIH por lo que su salario no se incluye en el análisis de costos
Gerente de Producción agrícola	Al igual que el gerente general debe tener las	* Junto con el gerente general	Lleva el control de toda la producción agrícola que tiene

Personal	Habilidades	Responsabilidades	Costos
	<p>siguientes habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> *Conocimientos técnicos, métodos y medios para cumplir sus responsabilidades. *Capacidad de interactuar adecuadamente con las personas que trabajan con él. *Pensamiento futurista y de rápida acción, para encontrar soluciones rápidas a los problemas con los que se encuentre. 	<p>definen metas y objetivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Motiva a su personal para el cumplimiento de las metas y objetivos. * Debe monitorear los procesos y comunicar todo lo relacionado con ellos al gerente general. 	<p>INAVIH por lo que su salario no se incluye en el análisis de costos</p>
Técnico Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> *Conocimientos técnicos de electricidad. *Conocimientos de los métodos para resolver problemas eléctricos. *Conocimiento de los medios a utilizar para el monitoreo del equipo eléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> * Evaluación periódica del equipo eléctrico. * Mantenimiento del equipo eléctrico cuando será necesario. 	Lps. 11,374.95
Técnico Agrícola	<ul style="list-style-type: none"> * Conocimientos agrícolas para resolver problemas que se presenten. *Conocimientos de distribución de abono orgánico en las plantaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> * Monitoreo y control de la planta de biogás. *Comunicar al gerente de producción agrícola cualquier anomalía que se presente en la planta. * Controlar la aplicación del biodigestato en las plantaciones de INAVIH. 	Lps. 11,374.95

4.6.5 FACTORES AMBIENTALES

Al generar energía limpia a través de la planta de biogás, se deja de enviar a la atmosfera una gran cantidad de dióxido de carbono (CO₂), cantidad que ve reflejada en el siguiente cálculo:

Datos:

Consumo mensual = 18,200 kWh

Factor de emisión = 0.36 Kg de CO₂ equivalente/kWh, Fuente: (IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2010)

$$\text{Consumo Anual} = \text{Consumo mensual} * 12$$

$$\text{Consumo Anual} = 18,200 * 12 = 218,400 \text{ kWh}$$

$$\text{kg de CO}_2 \text{ equivalente} = \text{Consumo anual} * 0.36$$

$$\text{kg de CO}_2 \text{ equivalente} = 134,400 * 0.36 = 78,624$$

Se dejan de enviar al ambiente 78.62 toneladas de CO₂

4.7 ESTUDIO FINANCIERO

Se trabajarán dos estudios, uno en la que los ingresos y los costos son fijos, y otra en las que ambos tienen una inflación.

4.7.1 PLAN DE INVERSIÓN

En este apartado se detallará en la tabla el plan de inversión a realizar para la implementación de la planta generadora de biogás. El presupuesto es dividido en siete secciones:

- Sistema de biodigestores: se detalla el equipo a utilizar en la producción de biogás
- Equipos: se especifican los equipos eléctricos para la generación y transmisión de la energía eléctrica.
- Obra Civil: las actividades a llevar a cabo en la parte civil del proyecto.
- Mano de Obra: elementos calificados y no calificados para la construcción del proyecto.
- Contingencias: ante cualquier imprevisto se calcula un valor para contingencias, corresponde al 10% de la sumatoria de los subtotales del Sistema de Biodigestores, Equipos, Obra Civil y Mano de Obra.
- Otros: se detallan gastos administrativos y de permisos.

- Valor de Activos: Es la sumatoria de las primeras cuatro secciones.

A continuación se especifican las secciones con sus respectivos precios y totales en dólares y lempiras.

Tabla 29. Plan de Inversión

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total (\$)	Total (Lps.)
I. Sistema de Biodigestores						
1.1	Biodigestor con capacidad para 7,000 m ³	Unidad	1	70,000.00	70,000.00	1584,184.00
1.2	Almacenamiento de biogás	Unidad	1	80,000.00	80,000.00	1810,496.00
1.4	Tuberías	Unidad	1	1,700.00	1,700.00	38,473.04
1.5	Trampa de agua	Unidad	1	200.00	200.00	4,526.24
1.6	Desulfurizador	Unidad	1	4,565.00	4,565.00	103,311.43
Subtotal					156,465.00	3540,990.71
II. Equipos						
2.1	Generador HGN-320 T6 BIO con capacidad de 318 kW	Unidad	2	105,872.59	211,745.17	4792,047.29
2.2	Transfer	Unidad	2	4,094.40	8,188.81	185,322.50
2.3	Gastos de transmisión	Unidad	1	3,726.02	3,726.02	84,324.32
2.4	Bomba	Unidad	1	503.34	503.34	11,391.19
Subtotal					224,163.34	5,073,085.30
III. Obra Civil						
3.1	Limpieza y marcado de terrero	Obra	1	250.00	250.00	5,657.80
3.2	Excavaciones	hora	16	11.00	176.00	3,983.09
3.3	Losa de cimentación	Obra	1	3,000.00	3,000.00	67,893.60
3.4	Mezclador	Obra	1	5,400.19	5,400.19	122,212.78
3.5	Tuberías	Lance	200	117.67	23,534.00	532,602.66
Subtotal					32,360.19	732,349.93
IV. Mano de Obra						
4.1	Ingeniero Mecánico	Obra	1	1,500.00	1,500.00	33,946.80
4.2	Ingeniero Eléctrico	Obra	1	1,500.00	1,500.00	33,946.80
4.3	Ingeniero Civil	Obra	1	1,500.00	1,500.00	33,946.80
4.4	Técnico en electricidad	Obra	1	600.00	600.00	13,578.72
4.5	Ayudantes	Obra	4	350.00	1,400.00	31,683.68
Subtotal					6,500.00	146,846.70
V. Contingencias						
5.1	Imprevistos que se presenten en el proyecto				41,948.85	949,352.87

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total (\$)	Total (Lps.)
VI. Otros						
6.1	Gastos Administrativos	Obra	1	1,000.00	1,000.00	22,591.80
6.2	Desarrollo e Ingeniería	Obra	1	2,000.00	2,000.00	45,183.60
6.3	Permisos y Licencias	Obra	1	400.00	400.00	9,036.72
6.4	Gastos Legales	Obra	1	700.00	700.00	15,814.26
	Subtotal				4,100.00	92,787.92
VII. Valor de Activos						
7.1	Valor de Inversión de Activos				419,488.53	9,493,528.74
Total de Inversión del Proyecto					465,537.38	10,535,669.53

4.7.2 ESTRUCTURA DE CAPITAL

Inversiones Avícolas de Honduras, INAVIH, tiene la capacidad para financiar el 40% de la inversión del proyecto por lo que la estructura de capital queda de la siguiente forma:

Tabla 30. Estructura de Capital

Estructura de Capital	
Ente Financiero	Porcentaje de Inversión (%)
INAVIH	40
Banca	60

4.7.3 COSTO DE CAPITAL

Ya que el proyecto es de naturaleza de autoconsumo el costo de capital para INAVIH, será el ahorro que se tendrá en su factura de consumo que es de **Lps. 78,350.92.**

4.7.4 PRESUPUESTOS DE INGRESOS, COSTOS Y GASTOS

El presupuesto de ingresos como su nombre lo indica, detalla todos los ingresos que tendrá INAVIH en el proyecto, siendo así, el único ingreso que tendrá será el ahorro en su factura de consumo.

Tabla 31. Presupuestos de Ingresos

Ahorro Generado		
Detalle	Lempiras	Dólares
Ahorro en consumo energético mensual	78,350.92	3,462.08
Ahorro en consumo energético anual	940,211.04	41,544.90

En el presupuesto de Costos y Gastos se especifican todo los ítems que se involucran en este presupuesto y que conllevan un gasto para INAVIH, a continuación se detalla dicho presupuesto:

Tabla 32. Presupuestos de Costos y Gastos

Gastos		
Detalle	Lempiras	Dólares
Gastos administrativos	22.591,80	1.000,00
Desarrollo e Ingeniería	45.183,60	2.000,00
Permisos y Licencias	9.036,72	400,00
Gastos Legales	15.814,26	700,00
Total	92,787.92	4.100,00

4.7.5 DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES

En esta sección se especifican los gastos por depreciación y amortizaciones, la depreciación involucra un 5% ya que es eso lo que se deprecia el equipo utilizado en este proyecto, en el caso de las amortizaciones estas se harán a 12 años que es el plazo para el pago del préstamo que se obtendrá para cubrir el 60% de la inversión, a continuación se detallas los gastos por depreciación y amortización:

Tabla 33. Depreciaciones y Amortizaciones

Años	0	1	2	3	4	5
Inversión en Activos	\$ 419,488.53					
Plazo de Depreciación	20					
Inversión en Gastos Capitalizados	\$ 46,048.85					
Plazo de Amortización	12					
Depreciación Anual de Activos		\$ 20,974.43	\$ 20,974.43	\$ 20,974.43	\$ 20,974.43	\$ 20,974.43
Amortización Anual de Gastos Capitalizados		\$ 3,837.40	\$ 3,837.40	\$ 3,837.40	\$ 3,837.40	\$ 3,837.40
Total Gastos Depreciación y Amortización		\$ 24,811.83	\$ 24,811.83	\$ 24,811.83	\$ 24,811.83	\$ 24,811.83

Años	6	7	8	9	10
Inversión en Activos					
Plazo de Depreciación					
Inversión en Gastos Capitalizados					
Plazo de Amortización					
Depreciación Anual de Activos	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43
Amortización Anual de Gastos Capitalizados	\$3,837.40	\$3,837.40	\$3,837.40	\$3,837.40	\$3,837.40
Total Gastos Depreciación y Amortización	\$24,811.83	\$24,811.83	\$24,811.83	\$24,811.83	\$24,811.83

Años	11	12	13	14	15
Inversión en Activos					
Plazo de Depreciación					
Inversión en Gastos Capitalizados					
Plazo de Amortización					
Depreciación Anual de Activos	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43
Amortización Anual de Gastos Capitalizados	\$3,837.40	\$3,837.40	-	-	-
Total Gastos Depreciación y Amortización	\$24,811.83	\$24,811.83	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43

Años	16	17	18	19	20
Inversión en Activos					
Plazo de Depreciación					
Inversión en Gastos Capitalizados					
Plazo de Amortización					
Depreciación Anual de Activos	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43
Amortización Anual de Gastos Capitalizados	-	-	-	-	-
Total Gastos Depreciación y Amortización	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43

4.7.6 PROGRAMA DE AMORTIZACIÓN DE FINANCIAMIENTO

El financiamiento se obtendrá a una tasa de interés del 8.3%, en un plazo de 12 años, datos con los cuales se calcula la cuota de financiamiento a pagar anualmente a la entidad bancaria que financie el 60% de la inversión del proyecto:

Tabla 34. Amortización de Financiamiento

Años	0	1	2	3	4	5	6
Inversión	\$465,537.38						
Porcentaje Financiado por INAVIH	40%						
Porcentaje Financiado por la Banca	60%						
Monto Inicial de la deuda	\$279,322.43						
Plazo de repago de la deuda	12 años						
Repago anual de Capital		\$23,276.87	\$23,276.87	\$23,276.87	\$23,276.87	\$23,276.87	\$23,276.87
Saldo de Capital	\$279,322.43	\$256,045.56	\$232,768.69	\$209,491.82	\$186,214.95	\$162,938.08	\$139,661.21
Promedio Anual de la deuda		\$267,683.99	\$244,407.12	\$221,130.26	\$197,853.39	\$174,576.52	\$151,299.65
Tasa de interés de la deuda	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%
Pago anual de intereses		\$22,217.77	\$20,285.79	\$18,353.81	\$16,421.83	\$14,489.85	\$12,557.87
Amortización de Financiamiento		\$45,494.64	\$43,562.66	\$41,630.68	\$39,698.70	\$37,766.72	\$35,834.74

Años	7	8	9	10	11	12
Inversión						
Porcentaje Financiado por INAVIH						
Porcentaje Financiado por la Banca						
Monto Inicial de la deuda						
Plazo de repago de la deuda						
Repago anual de Capital	\$23,276.87	\$23,276.87	\$23,276.87	\$23,276.87	\$23,276.87	\$23,276.87
Saldo de Capital	\$116,384.34	\$93,107.48	\$69,830.61	\$46,553.74	\$23,276.87	\$-0.00
Promedio Anual de la deuda	\$128,022.78	\$104,745.91	\$81,469.04	\$58,192.17	\$34,915.30	\$11,638.43
Tasa de interés de la deuda	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%
Pago anual de intereses	\$10,625.89	\$8,693.91	\$6,761.93	\$4,829.95	\$2,897.97	\$965.99
Amortización de Financiamiento	\$33,902.76	\$31,970.78	\$30,038.80	\$28,106.82	\$26,174.84	\$24,242.86

4.7.7 ESTADO DE RESULTADOS

En el estado de resultado se conoce la utilidad neta que tendrá el proyecto, tomando en consideración todos los ingresos y los gastos que se tendrán en el proyecto, a continuación de detalla el estado de resultado para el presente proyecto:

Tabla 35. Estado de Resultados

Años	1	2	3	4	5
Ingreso de Operación	\$41,617.36	\$42,254.10	\$42,900.59	\$43,556.97	\$44,223.39
Gastos de Operación y mantenimiento	\$1,750.00	\$1,968.40	\$2,214.06	\$2,490.37	\$2,801.17
Ganancia Bruta	\$39,867.36	\$40,285.70	\$40,686.54	\$41,066.60	\$41,422.22
Depreciación y Amortización	\$24,811.83	\$24,811.83	\$24,811.83	\$24,811.83	\$24,811.83
Interés de Deuda Principal	\$22,217.77	\$20,285.79	\$18,353.81	\$16,421.83	\$14,489.85
Utilidad antes de impuesto	-\$7,162.24	-\$4,811.92	-\$2,479.11	-\$167.06	\$2,120.54
Tasa Impositiva	8%	8%	8%	8%	8%
Impuesto sobre la renta	-\$594.47	-\$399.39	-\$205.77	-\$13.87	\$176.01
Utilidad Neta Final	-\$6,567.78	-\$4,412.53	-\$2,273.34	-\$153.20	\$1,944.54

Años	6	7	8	9	10
Ingreso de Operación	\$44,900.01	\$45,586.98	\$46,284.46	\$46,992.61	\$47,711.60
Gastos de Operación y mantenimiento	\$3,150.75	\$3,543.97	\$3,986.26	\$4,483.74	\$5,043.31
Ganancia Bruta	\$41,749.26	\$42,043.01	\$42,298.21	\$42,508.87	\$42,668.29
Depreciación y Amortización	\$24,811.83	\$24,811.83	\$24,811.83	\$24,811.83	\$24,811.83
Interés de Deuda Principal	\$12,557.87	\$10,625.89	\$8,693.91	\$6,761.93	\$4,829.95
Utilidad antes de impuesto	\$4,379.55	\$6,605.29	\$8,792.46	\$10,935.11	\$13,026.51
Tasa Impositiva	8%	8%	8%	8%	8%
Impuesto sobre la renta	\$363.50	\$548.24	\$729.77	\$907.61	\$1,081.20
Utilidad Neta Final	\$4,016.05	\$6,057.05	\$8,062.69	\$10,027.50	\$11,945.31

Años	11	12	13	14	15
Ingreso de Operación	\$48,441.59	\$49,182.74	\$49,935.24	\$50,699.25	\$51,474.95
Gastos de Operación y mantenimiento	\$5,672.72	\$6,380.67	\$7,176.98	\$8,072.67	\$9,080.14
Ganancia Bruta	\$42,768.87	\$42,802.07	\$42,758.26	\$42,626.58	\$42,394.81
Depreciación y Amortización	\$24,811.83	\$24,811.83	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43
Interés de Deuda Principal	\$2,897.97	\$965.99	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad antes de impuesto	\$15,059.07	\$17,024.25	\$21,783.83	\$21,652.16	\$21,420.39
Tasa Impositiva	8%	8%	8%	8%	8%
Impuesto sobre la renta	\$1,249.90	\$1,413.01	\$1,808.06	\$1,797.13	\$1,777.89
Utilidad Neta Final	\$13,809.17	\$15,611.24	\$19,975.78	\$19,855.03	\$19,642.49

Años	16	17	18	19	20
Ingreso de Operación	\$52,262.51	\$53,062.13	\$53,873.98	\$54,698.25	\$55,535.14
Gastos de Operación y mantenimiento	\$10,213.34	\$11,487.96	\$12,921.66	\$14,534.28	\$16,348.16
Ganancia Bruta	\$42,049.18	\$41,574.17	\$40,952.32	\$40,163.97	\$39,186.98
Depreciación y Amortización	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43	\$20,974.43
Interés de Deuda Principal	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Utilidad antes de impuesto	\$21,074.75	\$20,599.74	\$19,977.90	\$19,189.55	\$18,212.55
Tasa Impositiva	8%	8%	8%	8%	8%
Impuesto sobre la renta	\$1,749.20	\$1,709.78	\$1,658.17	\$1,592.73	\$1,511.64
Utilidad Neta Final	\$19,325.55	\$18,889.96	\$18,319.73	\$17,596.81	\$16,700.91

4.7.8 FLUJO DE CAJA PARA LA DEUDA

El flujo de caja para la deuda trabaja con la ganancia bruta y el capital de trabajo para definir como se manejará el flujo de la deuda . En la tabla que se muestra a continuación se muestra el cálculo del flujo de caja para la deuda:

Tabla 36. Flujo de caja para la deuda

Años	1	2	3	4	5
Margen de Operación	\$39,867.36	\$40,285.70	\$40,686.54	\$41,066.60	\$41,422.22
Impuesto sobre la renta	\$-594.47	\$-399.39	\$-205.77	\$-13.87	\$176.01
Cambios en el capital de trabajo	\$4,987.07	\$60.55	\$59.51	\$58.21	\$56.62
Capital de trabajo neto	\$4,987.07	\$5,047.62	\$5,107.14	\$5,165.35	\$5,221.97
Días promedios de cuentas por cobrar	45	45	45	45	45
Cuentas por cobrar	\$5,130.91	\$5,209.41	\$5,289.11	\$5,370.04	\$5,452.20
Días promedio de cuentas por pagar	30	30	30	30	30
Cuentas por pagar	\$143.84	\$161.79	\$181.98	\$204.69	\$230.23
Flujo de caja para la deuda	\$35,474.75	\$40,624.54	\$40,832.79	\$41,022.25	\$41,189.60

Años	6	7	8	9	10
Margen de Operación	\$41,749.26	\$42,043.01	\$42,298.21	\$42,508.87	\$42,668.29
Impuesto sobre la renta	\$363.50	\$548.24	\$729.77	\$907.61	\$1,081.20
Cambios en el capital de trabajo	\$54.69	\$52.38	\$49.64	\$46.42	\$42.65
Capital de trabajo neto	\$5,276.65	\$5,329.03	\$5,378.67	\$5,425.08	\$5,467.73
Días promedios de cuentas por cobrar	45	45	45	45	45
Cuentas por cobrar	\$5,535.62	\$5,620.31	\$5,706.30	\$5,793.61	\$5,882.25
Días promedio de cuentas por pagar	30	30	30	30	30
Cuentas por pagar	\$258.97	\$291.29	\$327.64	\$368.53	\$414.52
Flujo de caja para la deuda	\$41,331.07	\$41,442.40	\$41,518.79	\$41,554.84	\$41,544.44

Años	11	12	13	14	15
Margen de Operación	\$42,768.87	\$42,802.07	\$42,758.26	\$42,626.58	\$42,394.81
Impuesto sobre la renta	\$1,249.90	\$1,413.01	\$1,808.06	\$1,797.13	\$1,777.89
Cambios en el capital de trabajo	\$38.27	\$33.19	\$27.32	\$20.57	\$12.83
Capital de trabajo neto	\$5,506.00	\$5,539.19	\$5,566.51	\$5,587.09	\$5,599.91
Días promedios de cuentas por cobrar	45	45	45	45	45
Cuentas por cobrar	\$5,972.25	\$6,063.63	\$6,156.40	\$6,250.59	\$6,346.23
Días promedio de cuentas por pagar	30	30	30	30	30
Cuentas por pagar	\$466.25	\$524.44	\$589.89	\$663.51	\$746.31
Flujo de caja para la deuda	\$41,480.70	\$41,355.87	\$40,922.88	\$40,808.88	\$40,604.09

Años	16	17	18	19	20
Margen de Operación	\$42,049.18	\$41,574.17	\$40,952.32	\$40,163.97	\$39,186.98
Impuesto sobre la renta	\$1,749.20	\$1,709.78	\$1,658.17	\$1,592.73	\$1,511.64
Cambios en el capital de trabajo	\$3.96	\$-6.18	\$-17.75	\$-30.92	\$-45.91
Capital de trabajo neto	\$5,603.87	\$5,597.69	\$5,579.94	\$5,549.02	\$5,503.11
Días promedios de cuentas por cobrar	45	45	45	45	45
Cuentas por cobrar	\$6,443.32	\$6,541.91	\$6,642.00	\$6,743.62	\$6,846.80
Días promedio de cuentas por pagar	30	30	30	30	30
Cuentas por pagar	\$839.45	\$944.22	\$1,062.05	\$1,194.60	\$1,343.68
Flujo de caja para la deuda	\$40,296.02	\$39,870.57	\$39,311.90	\$38,602.16	\$37,721.24

4.7.9 BALANCE GENERAL

En el balance general se reflejan todos los ingresos y egresos del proyecto, obteniéndose al final el capital contable con el que cuenta el proyecto, a continuación se detalla el balance general del proyecto:

Tabla 37. Balance general antes de dividendos

Años		0	1	2	3	4	5
Efectivo necesario para operación	-	-	\$1,750.00	\$1,968.40	\$2,214.06	\$2,490.37	\$2,801.17
Efectivo adicional	\$465,537.38	-	\$-18,337.66	\$-19,338.94	\$-18,243.29	\$-15,075.91	\$-9,866.09
Cuentas por cobrar	-	-	\$5,130.91	\$5,209.41	\$5,289.11	\$5,370.04	\$5,452.20
Activos fijos netos	-	\$419,488.53	\$398,514.10	\$377,539.67	\$356,565.25	\$335,590.82	\$314,616.39
Gastos capitalizados	-	\$46,048.85	\$42,211.45	\$38,374.04	\$34,536.64	\$30,699.24	\$26,861.83
TOTAL ACTIVOS	\$465,537.38	\$465,537.38	\$429,268.79	\$403,752.59	\$380,361.76	\$359,074.55	\$339,865.50
Cuentas por pagar	-	-	\$143.84	\$161.79	\$181.98	\$204.69	\$230.23
Deuda principal por pagar	\$279,322.43	\$279,322.43	\$256,045.56	\$232,768.69	\$209,491.82	\$186,214.95	\$162,938.08
Utilidad del periodo	-	-	\$-6,567.78	\$-4,412.53	\$-2,273.34	\$-153.20	\$1,944.54
Utilidades acumuladas	-	-	\$-6,567.78	\$-10,980.31	\$-13,253.65	\$-13,406.84	\$-11,462.30
Capital inversor	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95
Total Pasivo y Capital Contable	\$465,537.38	\$465,537.38	\$429,268.79	\$403,752.59	\$380,361.76	\$359,074.55	\$339,865.50

Años	6	7	8	9	10
Efectivo necesario para operación	\$3,150.75	\$3,543.97	\$3,986.26	\$4,483.74	\$5,043.31
Efectivo adicional	\$-2,647.84	\$6,539.59	\$17,650.95	\$30,634.31	\$45,430.17
Cuentas por cobrar	\$5,535.62	\$5,620.31	\$5,706.30	\$5,793.61	\$5,882.25
Activos fijos netos	\$293,641.97	\$272,667.54	\$251,693.12	\$230,718.69	\$209,744.26
Gastos capitalizados	\$23,024.43	\$19,187.02	\$15,349.62	\$11,512.21	\$7,674.81
TOTAL ACTIVOS	\$322,704.93	\$307,558.43	\$294,386.24	\$283,142.57	\$273,774.81
Cuentas por pagar	\$258.97	\$291.29	\$327.64	\$368.53	\$414.52
Deuda principal por pagar	\$139,661.21	\$116,384.34	\$93,107.48	\$69,830.61	\$46,553.74
Utilidad del periodo	\$4,016.05	\$6,057.05	\$8,062.69	\$10,027.50	\$11,945.31
Utilidades acumuladas	\$-7,446.25	\$-1,389.20	\$6,673.49	\$16,700.98	\$28,646.29
Capital inversionista	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95
Total Pasivo y Capital Contable	\$322,704.93	\$307,558.43	\$294,386.24	\$283,142.57	\$273,774.81

Años	11	12	13	14	15
Efectivo necesario para operación	\$5,672.72	\$6,380.67	\$7,176.98	\$8,072.67	\$9,080.14
Efectivo adicional	\$61,970.49	\$80,177.62	\$124,668.73	\$164,461.17	\$203,845.26
Cuentas por cobrar	\$5,972.25	\$6,063.63	\$6,156.40	\$6,250.59	\$6,346.23
Activos fijos netos	\$188,769.84	\$167,795.41	\$146,820.98	\$125,846.56	\$104,872.13
Gastos capitalizados	\$3,837.40	-	-	-	-
TOTAL ACTIVOS	\$266,222.70	\$260,417.33	\$284,823.09	\$304,630.99	\$324,143.75
Cuentas por pagar	\$466.25	\$524.44	\$589.89	\$663.51	\$746.31
Deuda principal por pagar	\$23,276.87	\$0.00	-	-	-
Utilidad del periodo	\$13,809.17	\$15,611.24	\$19,975.78	\$19,855.03	\$19,642.49
Utilidades acumuladas	\$42,455.46	\$58,066.70	\$78,042.47	\$97,897.50	\$117,540.00
Capital inversionista	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95
Total Pasivo y Capital Contable	\$266,222.70	\$260,417.33	\$284,823.09	\$304,630.99	\$324,143.75

Años	16	17	18	19	20
Efectivo necesario para operación	\$10,213.34	\$11,487.96	\$12,921.66	\$14,534.28	\$16,348.16
Efectivo adicional	\$242,691.13	\$280,851.49	\$318,159.47	\$354,426.09	\$389,437.55
Cuentas por cobrar	\$6,443.32	\$6,541.91	\$6,642.00	\$6,743.62	\$6,846.80
Activos fijos netos	\$83,897.71	\$62,923.28	\$41,948.85	\$20,974.43	-
Gastos capitalizados	-	-	-	-	-
TOTAL ACTIVOS	\$343,245.49	\$361,804.64	\$379,671.98	\$396,678.42	\$412,632.51
Cuentas por pagar	\$839.45	\$944.22	\$1,062.05	\$1,194.60	\$1,343.68
Deuda principal por pagar	-	-	-	-	-
Utilidad del periodo	\$19,325.55	\$18,889.96	\$18,319.73	\$17,596.81	\$16,700.91
Utilidades acumuladas	\$136,865.54	\$155,755.51	\$174,075.24	\$191,672.05	\$208,372.96
Capital inversor	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95
Total Pasivo y Capital Contable	\$343,245.49	\$361,804.64	\$379,671.98	\$396,678.42	\$412,632.51

Tabla 38. Dividendos por pagar

Años	1	2	3	4	5
Flujo de caja para la deuda	\$35,474.75	\$40,624.54	\$40,832.79	\$41,022.25	\$41,189.60
Servicio de la deuda principal	\$45,494.64	\$43,562.66	\$41,630.68	\$39,698.70	\$37,766.72
Flujo de caja para dividendos	\$-10,019.89	\$-2,938.12	\$-797.89	\$1,323.55	\$3,422.88
Flujo de caja para dividendos acumulados	\$-10,019.89	\$-12,958.01	\$-13,755.90	\$-12,432.34	\$-9,009.46
Utilidad del periodo	\$-6,567.78	\$-4,412.53	\$-2,273.34	\$-153.20	\$1,944.54
Utilidades acumuladas	\$-6,567.78	\$-10,980.31	\$-13,253.65	\$-13,406.84	\$-11,462.30
Dividendos acumulados pagados	-	-	-	\$1,323.55	\$4,746.44
Dividendos anuales por pagar	-	-	-	\$1,323.55	\$3,422.88

Años	6	7	8	9	10
Flujo de caja para la deuda	\$41,331.07	\$41,442.40	\$41,518.79	\$41,554.84	\$41,544.44
Servicio de la deuda principal	\$35,834.74	\$33,902.76	\$31,970.78	\$30,038.80	\$28,106.82
Flujo de caja para dividendos	\$5,496.33	\$7,539.64	\$9,548.01	\$11,516.04	\$13,437.62
Flujo de caja para dividendos acumulados	\$-3,513.13	\$4,026.50	\$13,574.52	\$25,090.56	\$38,528.18
Utilidad del periodo	\$4,016.05	\$6,057.05	\$8,062.69	\$10,027.50	\$11,945.31
Utilidades acumuladas	\$-7,446.25	\$-1,389.20	\$6,673.49	\$16,700.98	\$28,646.29
Dividendos acumulados pagados	\$8,919.21	\$13,035.96	\$17,087.65	\$21,064.05	\$24,953.66
Dividendos anuales por pagar	\$5,496.33	\$7,539.64	\$9,548.01	\$11,516.04	\$13,437.62

Años	11	12	13	14	15
Flujo de caja para la deuda	\$41,480.70	\$41,355.87	\$40,922.88	\$40,808.88	\$40,604.09
Servicio de la deuda principal	\$26,174.84	\$24,242.86	-	-	-
Flujo de caja para dividendos	\$15,305.86	\$17,113.01	\$40,922.88	\$40,808.88	\$40,604.09
Flujo de caja para dividendos acumulados	\$53,834.04	\$70,947.05	\$111,869.93	\$152,678.81	\$193,282.90
Utilidad del periodo	\$13,809.17	\$15,611.24	\$19,975.78	\$19,855.03	\$19,642.49
Utilidades acumuladas	\$42,455.46	\$58,066.70	\$78,042.47	\$97,897.50	\$117,540.00
Dividendos acumulados pagados	\$28,743.48	\$32,418.88	\$58,035.89	\$81,731.76	\$81,412.97
Dividendos anuales por pagar	\$15,305.86	\$17,113.01	\$40,922.88	\$40,808.88	\$40,604.09

Años	16	17	18	19	20
Flujo de caja para la deuda	\$40,296.02	\$39,870.57	\$39,311.90	\$38,602.16	\$37,721.24
Servicio de la deuda principal	-	-	-	-	-
Flujo de caja para dividendos	\$40,296.02	\$39,870.57	\$39,311.90	\$38,602.16	\$37,721.24
Flujo de caja para dividendos acumulados	\$233,578.92	\$273,449.49	\$312,761.39	\$351,363.56	\$389,084.80
Utilidad del periodo	\$19,325.55	\$18,889.96	\$18,319.73	\$17,596.81	\$16,700.91
Utilidades acumuladas	\$136,865.54	\$155,755.51	\$174,075.24	\$191,672.05	\$208,372.96
Dividendos acumulados pagados	\$80,900.11	\$80,166.59	\$79,182.48	\$77,914.07	\$76,323.40
Dividendos anuales por pagar	\$40,296.02	\$39,870.57	\$39,311.90	\$38,602.16	\$37,721.24

Tabla 39. Balance General después de dividendos

Años	0	1	2	3	4	5	
Efectivo necesario para operación	-	-	\$1,750.00	\$1,968.40	\$2,214.06	\$2,490.37	\$2,801.17
Efectivo adicional	-	-	\$-11,769.89	\$-14,926.41	\$-15,969.95	\$-16,246.27	\$-16,557.07
Cuentas por cobrar	-	-	\$5,130.91	\$5,209.41	\$5,289.11	\$5,370.04	\$5,452.20
Activos fijos netos	-	\$356,894.01	\$398,514.10	\$377,539.67	\$356,565.25	\$335,590.82	\$314,616.39
Gastos capitalizados	-	\$25,702.52	\$42,211.45	\$38,374.04	\$34,536.64	\$30,699.24	\$26,861.83
TOTAL ACTIVOS	\$465,537.38	\$465,537.38	\$435,836.57	\$408,165.12	\$382,635.10	\$357,904.20	\$333,174.53
Cuentas por pagar	-	-	\$143.84	\$161.79	\$181.98	\$204.69	\$230.23
Deuda por pagar	\$279,322.43	\$279,322.43	\$256,045.56	\$232,768.69	\$209,491.82	\$186,214.95	\$162,938.08
Utilidades acumuladas	-	-	\$-6,567.78	\$-10,980.31	\$-13,253.65	\$-14,730.40	\$-16,208.74
Capital	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95
Total pasivos y Capital contable	\$465,537.38	\$465,537.38	\$435,836.57	\$408,165.12	\$382,635.10	\$357,904.20	\$333,174.53

Años	6	7	8	9	10
Efectivo necesario para operación	\$3,150.75	\$3,543.97	\$3,986.26	\$4,483.74	\$5,043.31
Efectivo adicional	\$-15,583.10	\$-12,553.43	\$-7,499.39	\$-457.24	\$8,531.20
Cuentas por cobrar	\$5,535.62	\$5,620.31	\$5,706.30	\$5,793.61	\$5,882.25
Activos fijos netos	\$293,641.97	\$272,667.54	\$251,693.12	\$230,718.69	\$209,744.26
Gastos capitalizados	\$23,024.43	\$19,187.02	\$15,349.62	\$11,512.21	\$7,674.81
TOTAL ACTIVOS	\$309,769.67	\$288,465.41	\$269,235.90	\$252,051.02	\$236,875.84
Cuentas por pagar	\$258.97	\$291.29	\$327.64	\$368.53	\$414.52
Deuda por pagar	\$139,661.21	\$116,384.34	\$93,107.48	\$69,830.61	\$46,553.74
Utilidades acumuladas	\$-16,365.46	\$-14,425.17	\$-10,414.16	\$-4,363.07	\$3,692.63
Capital	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95
Total pasivos y Capital contable	\$309,769.67	\$288,465.41	\$269,235.90	\$252,051.02	\$236,875.84

Años	11	12	13	14	15
Efectivo necesario para operación	\$5,672.72	\$6,380.67	\$7,176.98	\$8,072.67	\$9,080.14
Efectivo adicional	\$19,417.84	\$32,147.50	\$46,657.06	\$62,874.39	\$102,789.80
Cuentas por cobrar	\$5,972.25	\$6,063.63	\$6,156.40	\$6,250.59	\$6,346.23
Activos fijos netos	\$188,769.84	\$167,795.41	\$146,820.98	\$125,846.56	\$104,872.13
Gastos capitalizados	\$3,837.40	-	-	-	-
TOTAL ACTIVOS	\$223,670.05	\$212,387.21	\$206,811.42	\$203,044.20	\$223,088.29
Cuentas por pagar	\$466.25	\$524.44	\$589.89	\$663.51	\$746.31
Deuda por pagar	\$23,276.87	\$0.00	-	-	-
Utilidades acumuladas	\$13,711.98	\$25,647.82	\$20,006.58	\$16,165.74	\$36,127.03
Capital	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95
Total pasivos y Capital contable	\$223,670.05	\$212,387.21	\$206,811.42	\$203,044.20	\$223,088.29

Años	16	17	18	19	20
Efectivo necesario para operación	\$10,213.34	\$11,487.96	\$12,921.66	\$14,534.28	\$16,348.16
Efectivo adicional	\$142,465.47	\$181,794.94	\$220,657.26	\$258,915.21	\$296,413.23
Cuentas por cobrar	\$6,443.32	\$6,541.91	\$6,642.00	\$6,743.62	\$6,846.80
Activos fijos netos	\$83,897.71	\$62,923.28	\$41,948.85	\$20,974.43	-
Gastos capitalizados	-	-	-	-	-
TOTAL ACTIVOS	\$243,019.84	\$262,748.09	\$282,169.77	\$301,167.54	319608.1919
Cuentas por pagar	\$839.45	\$944.22	\$1,062.05	\$1,194.60	\$1,343.68
Deuda por pagar	-	-	-	-	-
Utilidades acumuladas	\$55,965.44	\$75,588.92	\$94,892.76	\$113,757.99	\$132,049.56
Capital	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95	\$186,214.95
Total pasivos y Capital contable	\$243,019.84	\$262,748.09	\$282,169.77	\$301,167.54	\$319,608.19

4.7.10 VALOR ACTUAL NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO

En los siguientes cuadros se muestran los cálculos del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), para el presente proyecto:

Tabla 40. Valor Actual Neto

Años	0	1	2	3	4	5
Inversiones totales del proyecto	\$465,537.38					
Dividendos anuales pagados	\$-	\$35,474.75	\$40,624.54	\$40,832.79	\$41,022.25	\$41,189.60
Tasa de descuento para el Valor Actual Neto	8%					
Factor de Descuento	1	0.925925926	0.85733882	0.793832241	0.735029853	0.680583197
Dividendos descontados	\$465,537.38	\$32,846.99	\$34,829.00	\$32,414.38	\$30,152.58	\$28,032.95

Años	6	7	8	9	10
Dividendos anuales pagados	\$41,331.07	\$41,442.40	\$41,518.79	\$41,554.84	\$41,544.44
Factor de Descuento	0.630169627	0.583490395	0.540268885	0.500248967	0.463193488
Dividendos descontados	\$26,045.58	\$24,181.24	\$22,431.31	\$20,787.77	\$19,243.11

Años	11	12	13	14	15
Dividendos anuales pagados	\$41,480.70	\$41,355.87	\$40,922.88	\$40,808.88	\$40,604.09
Factor de Descuento	0.428882859	0.397113759	0.367697925	0.340461041	0.315241705
Dividendos descontados	\$17,790.36	\$16,422.99	\$15,047.26	\$13,893.83	\$12,800.10

Años	16	17	18	19	20
Dividendos anuales pagados	\$40,296.02	\$39,870.57	\$39,311.90	\$38,602.16	\$37,721.24
Factor de Descuento	0.291890468	0.270268951	0.250249029	0.231712064	0.214548207
Dividendos descontados	\$11,762.02	\$10,775.78	\$9,837.77	\$8,944.59	\$8,093.03

Valor Actual Neto del Proyecto es de \$ -69,204.74

Tabla 41. Tasa Interna de Retorno

Años	0	1	2	3	4	5
Flujo de Caja del Proyecto	\$-465,537.38	\$35,474.75	\$40,624.54	\$40,832.79	\$41,022.25	\$41,189.60

Años	6	7	8	9	10
Flujo de Caja del Proyecto	\$41,331.07	\$41,442.40	\$41,518.79	\$41,554.84	\$41,544.44

Años	11	12	13	14	15
Flujo de Caja del Proyecto	\$41,480.70	\$41,355.87	\$40,922.88	\$40,808.88	\$40,604.09

Años	16	17	18	19	20
Flujo de Caja del Proyecto	\$40,296.02	\$39,870.57	\$39,311.90	\$38,602.16	\$37,721.24

La Tasa Interna de Retorno del Proyecto es de 5.94%

Con estos valores de VAN y TIR se puede concluir que el proyecto no es factible financieramente.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Basándose en los resultados de la página 45, de la sección 4.6.6.1 en cumplimiento del objetivo 1, mostrado en la página 4, en la sección 1.4.2 se determina que la variabilidad de nuestro clima no influye en la elección del biodigestor, influye directamente en el tiempo de retención de la materia prima para la producción del biogás como se menciona en la sección 2.4.1 del capítulo II, obteniéndose que para las temperaturas entre 25 °C y 30°C se trabajará con un tiempo de retención de 20 días; lo que si influye en el tipo de biodigestor a seleccionar es la cantidad de veces que se desea ingresar materia prima al biodigestor así como la cantidad de veces que se prefiere sacar el biodigestato del mismo, en conclusión el biodigestor que se adapta a las necesidades del proyecto es uno tipo semicontinuo, ya que la cantidad de materia prima que se ingrese al mismo desplazará la misma cantidad de biodigestato como se muestra en la sección 2.4.1 en la página 22.
- Basándose en los resultados de la página 78, de la sección 4.7.10 en cumplimiento del objetivo 2, mostrado en la página 4, en la sección 1.4.2 se determina que el proyecto no es viable económicamente, ya que el Valor Actual Neto (VAN) es de \$-69,204.74 y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de 5.94%, el primero al ser negativo y menor a cero, y la segunda un porcentaje demasiado bajo, indican que no es factible invertir.
- Basándose en los resultados de la página 55, de la sección 4.6.2 en cumplimiento del objetivo 3, mostrado en la página 4, en la sección 1.4.2 se determina que, llevando a cabo los respectivos cálculos para estimar la producción de biogás se obtiene que con 70 m³ de gallinaza se pueden producir 5,712 m³ de biogás al día, dicha cantidad de biogás es la necesaria para suplir la demanda de dos motores generadores con una capacidad total de 636 kVA, motores que convertirán el biogás en un total de 12,192 kWh al día, representado esto 365.76 MWh al mes; ya que Inversiones Avícolas de Honduras (INAVIH) factura su consumo por sectores, en este caso se obtuvo la información de dos sectores que consumen un total de 18.6 MWh al mes, con esto se determina que la producción mensual de

energía que se generará con el biogás suple la demanda de ambos sectores y trae consigo un ahorro en la facturación de Lps. 78,350.92 mensual y de Lps. 940,211.04 anualmente.

- Basándose en los resultados de la página 54, de la sección 4.6.2 en cumplimiento del objetivo 4, mostrado en la página 4, en la sección 1.4.2 se determina que el biodigestato obtenido del proceso anaerobio mantiene sus nutrientes, ya que INAVIH posee más de 100 manzanas de cultivos, se estima que el abono orgánico líquido será utilizado para nutrir dichos cultivos.
- Basándose en los resultados de la página 60, de la sección 4.6.5 en cumplimiento del objetivo 4, mostrado en la página 4, en la sección 1.4.2 se determina que el beneficio ambiental que trae consigo el suplir la demanda de los dos sectores es dejar de emitir dióxido de carbono a la atmosfera, evitando así la emisión de 78.62 Toneladas de dióxido de carbono.

5.2 RECOMENDACIONES

Una de las recomendaciones más importantes que se pueden brindar es que, Honduras necesita explotar más sus potenciales, el miedo a lo inexplorado impide que se generen proyectos renovables de gran magnitud y con un impacto ambiental mucho menor que el que producen los hidrocarburos, es necesario obtener más información y recolectar más datos de procesos como la producción de biogás en Honduras, se cuentan con sectores agrícolas que generan desechos que perfectamente pueden ser utilizados para la generación de biogás, sin menospreciar al humano que genera aguas residuales, que muy a menudo van a parar a los cauces de ríos y quebradas porque no se sabe qué hacer con ellos, desperdiciando la oportunidad de generar energía a través de los mismos. Se necesitan personas emprendedoras y también se necesitan entidades bancarias que presten sus servicios para la implementación de este tipo de proyectos.

Principales Aportes

Como se explica desde el inicio, el tema de la producción de biogás a través de gallinaza en Honduras es un tema inexplorado, es así como el desarrollo del presente trabajo trae consigo los siguientes aportes:

- La gallinaza es una materia prima con un alto potencial de producción de biogás, según la teoría investigada y según los cálculos realizados, lo que indica que es factible técnicamente.
- Según los cálculos realizados en estudio financiero, para un proyecto de esta magnitud se necesita una gran inversión, aproximadamente Lps. 10,535,669.53.
- Se disminuye considerablemente la contaminación ambiental, ya que se deja de emitir al ambiente ese metano que produce la gallinaza y agregando a ello con el ahorro en la factura de consumo se dejan de enviar al ambiente 78.62 Toneladas de dióxido de carbono.

CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

“GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE BIOGÁS UTILIZANDO COMO MATERIA PRIMA DESECHOS ORGÁNICOS AVÍCOLAS”

6.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo se centra en detallar la aplicabilidad según el potencial de los desechos orgánicos de las aves; el potencial de dicha materia prima nos entregará resultados que afectarán la producción de energía eléctrica, dicho de otra forma, entre mayor sea el potencial de la materia prima mayor será su producción de biogás por lo tanto se incrementará de manera directa la producción de energía eléctrica, en este capítulo se describen dos (2) escenarios en los cuales se utilizarán los valores máximo y mínimo potencial de la gallinaza, observando cómo afecta la producción de biogás como la producción de energía eléctrica según sea el valor utilizado del potencial.

6.2 DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS

Los principales escenarios a los que puede estar expuesta la producción se describen a continuación:

6.2.1 ESCENARIO 1

En este escenario se estima que el potencial de la materia prima es menor a 0,08 m³/kg de materia, utilizándose el valor mínimo de 0.065 m³/kg de materia, al utilizar este valor mínimo de potencial de la gallinaza, disminuye de manera significativa tanto la producción de biogás como la producción de energía eléctrica, detallándose en las Tablas 33 y 34 las producciones que se estimaría tener si el potencial de la gallinaza disminuye al mínimo.

Tabla 42. Datos de materia prima para estimar producción Escenario 1

Datos de Materia Prima		
Densidad de la materia prima	1,020	kg/m ³
Producción materia prima (m ³)	70	m ³ /día
Producción materia prima (kg)	71,400	kg/día

Tabla 43. Estimación de producción de biogás Escenario 1

Biogás		
Tipo de Residuo	Gallinaza	
Potencial de producción de biogás	0.065	M ³ /kg de materia
Tiempo de retención	20	Días
Temperatura promedio	25-30	°C
Producción de biogás	4,641	m ³ de biogás/día
Flujo de Biogás	193.375	m ³ /h

Ya que son dos motores generadores los que se van a alimentar de biogás, el flujo de biogás se divide teniendo un flujo de **96.687 m³/h**, para que el motor generador funcione al 100% debe recibir un flujo de 119 m³/h de biogás, con el flujo que se obtiene al utilizar el potencial mínimo de la gallinaza el motor generador funcionará al 83%, por lo que se estará generando la siguiente cantidad de energía:

Tabla 44. Estimación de generación de electricidad Escenario 1

Generación de energía eléctrica		
Potencia eléctrica del motor	254	kW
Tiempo de trabajo	24	Horas
Factor de Trabajo	0.83	
Cantidad de motores	2	
Energía Eléctrica al día	10,119.36	kWh / día
Energía Eléctrica al mes	303.58	MWh / Mes

Aunque la cantidad de energía a producir sigue siendo de valor alto, el principal problema de que el motor no funcione al 100% de su capacidad es que, no estará generando la potencia necesaria para suplir la demanda de ambos sectores, ya que al considerar la

ampliación de uno de ellos se llegan a 600 kVA, y los motores generadores trabajando al 83% de su capacidad solo generaran 527.88 kVA.

6.2.2 ESCENARIO 2

En este escenario se estima que el potencial de la materia prima es mayor a 0,08 m³/kg de materia, utilizándose el valor máximo de 0.116 m³/kg de materia, al utilizar este valor máximo de potencial de la gallinaza, aumenta de manera significativa tanto la producción de biogás como la producción de energía eléctrica, detallándose en las Tablas 36 y 37 las producciones que se estimaría tener si el potencial de la gallinaza aumenta al máximo.

Tabla 45. Datos de materia prima para estimar producción

Datos de Materia Prima		
Densidad de la materia prima	1020	kg/m ³
Producción materia prima (m ³)	70	m ³ /día
Producción materia prima (kg)	71,400	kg/día

Tabla 46. Estimación de producción de biogás

Biogás		
Tipo de Residuo	Gallinaza	
Potencial de producción de biogás	0.116	M ³ /kg de materia
Tiempo de retención	20	Días
Temperatura promedio	25-30	°C
Producción de biogás	8,282.4	m ³ de biogás/día
Flujo de Biogás	345.10	m ³ /h

Ya que son dos motores generadores los que se van a alimentar de biogás, el flujo de biogás se divide teniendo un flujo de **172.55 m³/h**, para que le motor generador funcione al 100% debe recibir un flujo de 119 m³/h de biogás, con el flujo que se obtiene al utilizar el

potencial máximo de la gallinaza se sobrepasará la capacidad del motor generador, por lo que se puede alimentar un motor de mayor capacidad.

Tomando como ejemplo el motor HGN 420 T6 BIO, que tiene una capacidad de 419 kVA, y genera una potencia de 335 kW al funcionar al 100% de su capacidad con un flujo de biogás de 164.2 m³/h, se puede obtener la siguiente cantidad de energía eléctrica

Tabla 47. Estimación de generación de electricidad

Generación de energía eléctrica		
Potencia eléctrica del motor	335	kW
Tiempo de trabajo	24	Horas
Factor de Trabajo	1.0	
Cantidad de motores	2	
Energía Eléctrica al día	16,080	kWh / día
Energía Eléctrica al mes	482.40	MWh / Mes

Si el potencial de la producción de biogás llegase a ser tan alto, se podrían abastecer más sectores de la granja.

BIBLIOGRAFÍA

- ENDESA. (02 de Diciembre de 2015). *twenergy*. Obtenido de *twenergy*: <http://twenergy.com/a/el-biogas-la-energia-renovable-con-mayor-potencial-en-espana-y-en-europa-1131>
- EWB-UK. (19 de Febrero de 2010). Disposal of latrine waste: Is biogas the answer? A review of literature Daniel Buxton & Brian Reed. *Disposal of latrine waste: Is biogas the answer? A review of literature Daniel Buxton & Brian Reed*. Leicester, Inglaterra.
- FAMSUN. (2016). *WATTAGNET*. Obtenido de *WATTAGNET*: <http://www.wattagnet.com/articles/15015-honduras-crecimiento-del-4-por-ciento-en-la-avicultura-nacional>
- FAO. (2011). Manual de Biogás. Santiago de Chile, Chile.
- Gamero Rodríguez, R., & Vásquez Fortín, L. (2010). *Tesis sobre estudio de prefactibilidad de la generación de electricidad a partir de biogás en La Finca Esparta, Danlí, El Paraíso, Honduras*. Tegucigalpa, Honduras: UNITEC.
- Google Earth. (09 de Marzo de 2016). Imagen Digital INAVIH. San Francisco de Yojoa, Cortés, Honduras.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. MCGRAW-HILL.
- Herrero, J. M. (2008). Biodigestores Familiares: Guía de diseño y manual de instalación. La Paz, Bolivia.
- HIMOINSA. (2015). Motor para generación de electricidad por medio de biogás: HGN-650 T6 BIO. Panamá, Panamá.
- IDAE. (2007). *Biomasa: Digestores anaerobios*. Madrid: BELSEL S.A.
- IDAE. (2010). *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*. Obtenido de Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía:

http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Factores_EP_CO2_2008_d7bc8d56.pdf

IDAE. (2011). *Situación y potencial de generación de biogás. Estudio Técnico PER 2011-2020*. Madrid, España.

La Prensa. (28 de Septiembre de 2015). *La Prensa*. Obtenido de <http://www.laprensa.hn/economia/885133-410/honduras-es-1%C3%ADder-mundial-en-generaci%C3%B3n-de-energ%C3%ADa-a-base-de-palma>

Mancia, L. G. (30 de Noviembre de 2015). Información general de INAVIH. (T. Núñez, & J. Guzmán, Entrevistadores)

Mundo Compresor. (02 de Noviembre de 2015). *mundocompresor.com*. Obtenido de mundocompresor.com: <http://www.mundocompresor.com/frontend/mc/Normal-Metro-Cubico-vn3095-vst37>

Núñez, M. T. (20 de Septiembre de 2015). Información técnica de INAVIH. (T. Núñez, & J. Guzmán, Entrevistadores)

OLADE. (2012). *Matriz Energética en América Latina y el Caribe, Situación Actual y Perspectivas de las Energías Renovables*. La Habana, Cuba.

OLADE/ONUDI. (2011). *Brasil, Informe Final, Producto 1: Línea Base de las Tecnologías Energéticas, Producto 2: Estado del Arte*. Brasil.

ONUDI. (2012). Programa de capacitación en Energías Renovables. América Latina y el Caribe.

Pineda, G. (2015). Biogás. Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras.

Shenzhen Teenwin Environment Co. Ltd. (2015). Catalog of biogas product. Shenzhen, China.

SNV. (2013). Estudio de factibilidad para un programa de biogás en Honduras. *Estudio de factibilidad para un programa de biogás en Honduras*. Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras.

- SNV/FACT. (2014). *Productive Biogas: Current And Future Development*. Granada, Nicaragua.
- SNV/PNUD/MiAMBIENTE. (2012). *Biogás, su potencial de producción en Honduras*. Honduras: Comunica.
- SNV/PNUD/MiAMBIENTE. (2012). *Estudio sobre el potencial de desarrollo de iniciativas de biogás a nivel productivo en Honduras*. Honduras: Comunica.
- Soluciones Prácticas-ITDG. (02 de Noviembre de 2015). *Soluciones Prácticas* . Obtenido de Soluciones Prácticas : <http://www.solucionespracticas.org.pe/>
- VIOGAZ/SNV. (2013). Retos y experiencias con la producción de biogás a partir de aguas mieles del proceso del beneficiado del café. *Retos y experiencias con la producción de biogás a partir de aguas mieles del proceso del beneficiado del café*. Tegucigalpa, Honduras.

ANEXOS

Anexo1. Reporte de Campo para conocer la Densidad de la gallinaza

I. Introducción

La gallinaza o estiércol de aves, es la materia prima que se utilizará como base para estimar la producción de biogás del estudio de factibilidad, mismo que se está elaborando para Inversiones Avícolas de Honduras (INAVIH), ésta es una empresa dedicada al sector avícola, cuya orientación es la producción de huevos, además se dedican al sector agrario teniendo cultivos de limón, guanábana y rambután. El objetivo del trabajo de campo es obtener la densidad de la gallinaza en kilogramos por m³, para conocer su peso en kilogramos ya que actualmente solamente se dispone de la cantidad de estiércol producido en metros cúbicos, a continuación se detallan los materiales utilizados y la explicación del proceso para la realización del objetivo.

II. Materiales

1 recipiente cuadrado de 10cm X 10cm X 10cm.

1 pesa en kilogramos.

1 espátula.

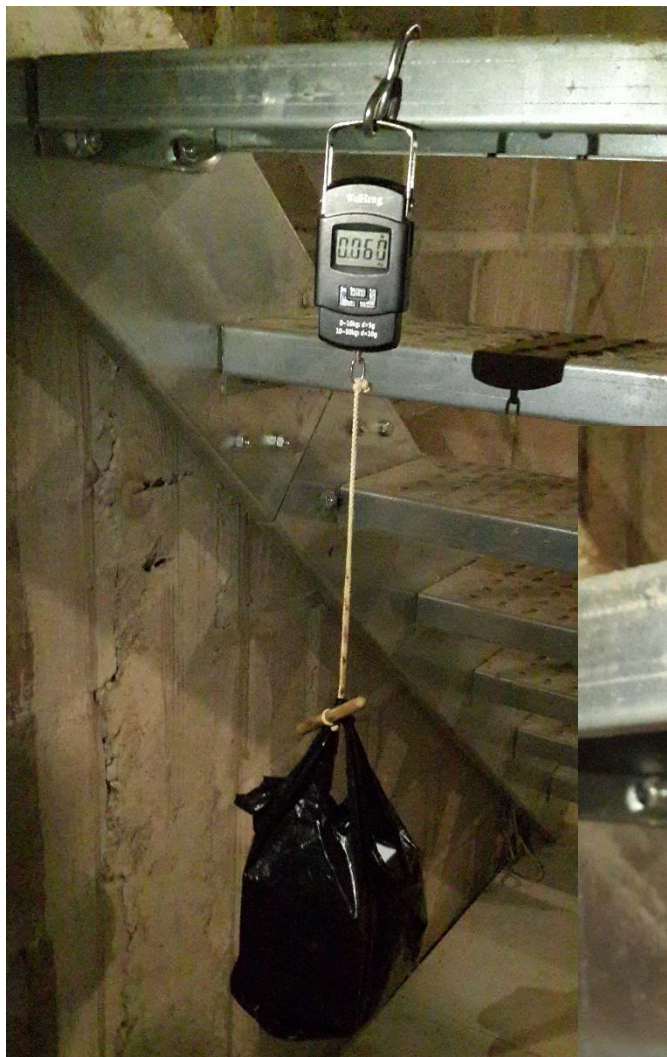
2 pares de guantes de látex.

2 bolsas plásticas con orejas.

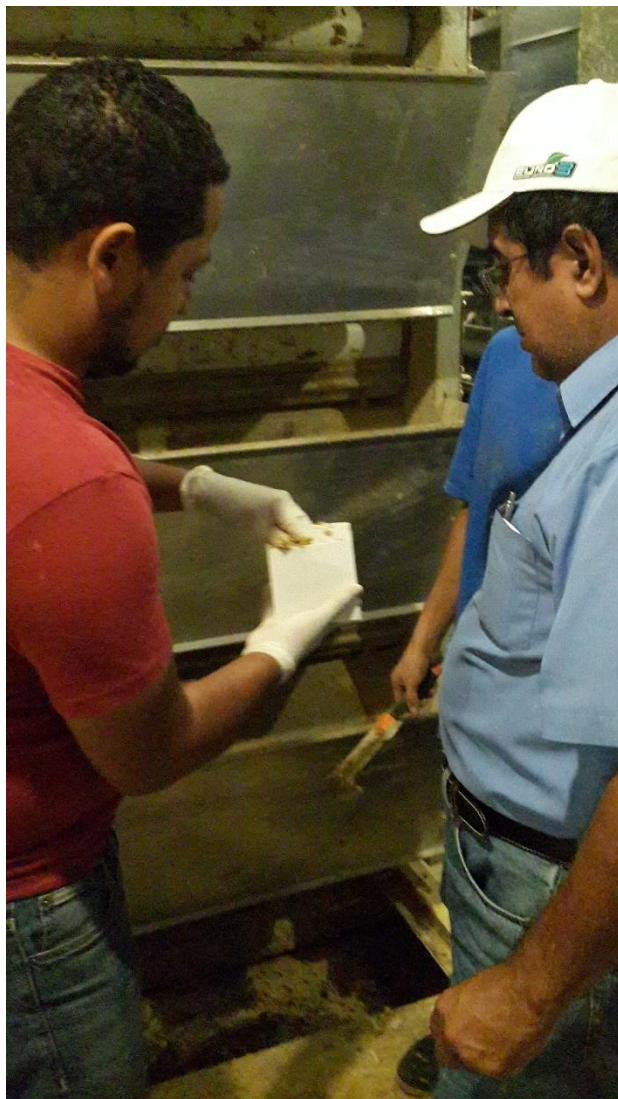
Gallinaza

III. Procedimiento

1. Se posiciona la pesa en un lugar estable y se procede a tomar el peso del recipiente vacío con la bolsa plástica.



2. Luego se introduce la gallinaza en el recipiente, compactando el estiércol para evitar burbujas y cubrir toda el área del cubo.



3. Con la espátula se retira cualquier exceso que se haya colocado en el recipiente, debiendo quedar completamente cuadrado.



4. Una vez relleno y compactado el material en el recipiente, se toma el peso y se hacen los cálculos para conocer el peso obtenido



IV. Resultados

✚ Definición de variables:

- $A = \text{Área del recipiente}$
- $P_1 = \text{Peso del recipiente + bolsa plástica}$
- $P_2 = \text{Peso del recipiente+ bolsa plástica + gallinaza}$
- $P_{\text{total}} = P_2 - P_1$

✚ Datos Obtenidos

- $A = 1,000 \text{ cm}^3$
- $P_1 = 0.060 \text{ kg}$
- $P_2 = 1.080 \text{ kg}$

✚ Resultados Finales

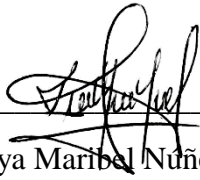
$$P_{\text{total}} = 1.080 - 0.060 = 1.020 \text{ kg}$$

$$Densidad = \frac{1.020 \text{ kg}}{1000 \text{ cm}^3} \left(\frac{1000000 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} \right) = 1020 \text{ kg/m}^3$$

CONSTANCIA

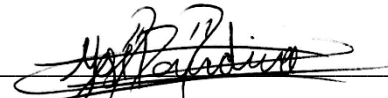
Por medio de la presente, Marco Tulio Núñez Portillo, Gerente de Producción de la empresa Inversiones Avícolas de Honduras (INAVIH), hace constar que **Tanya Maribel Núñez Flores** y **José David Guzmán Andino**, estudiantes de la maestría en **Gestión de Energía Renovable**, se presentaron en las instalaciones de INAVIH y llevaron a cabo una prueba de campo para conocer el peso en kilogramos de la gallinaza, prueba que se realizó el día viernes 29 de enero del presente año, siendo testigo y dando fe de los resultados obtenidos en dicha prueba.

Para los fines que al interesado convenga, se firma la presente en el municipio de San Francisco de Yojoa, Departamento de Cortés a los veintinueve días del mes de enero del año dos mil dieciséis.



Tanya Maribel Núñez Flores

Cuenta No. 11413278



José David Guzmán Andino

Cuenta No. 11413280



Marco Tulio Núñez Portillo

Gerente de Producción

INAVIH

Anexo 2. Cotización Motores Generadores



HIMOINSA®
THE ENERGY

HIMOINSA PTY, S.A.
Zona procesadora para la Exportación
Albrook, Panamá, República de Panamá
Tlf. +507 232 5741
E-mail: jcerezuela@himoinsa.com.pa

**** OFERTA ECONÓMICA ****

Número	Fecha:
OF018.01348JC	12/02/16
Codigo cliente:	

Pag N°	1/1
--------	-----

ATTN: TANYA NUÑEZ

Plazo entrega: 14 a 16 semanas tras confirmación de orden de compra.

Cod.	Descripción mercancía	Cantidad	Precio	Descuento	Total
1	Planta Eléctrica HGN 320 T6 BIO Abierto Motor MAN modelo E 3262 LE 202 Continua.: KVA / kW 480/277 V, 1800 r.p.m., 60 Hz, Trifásico * Cuadro Manual AS5. Auto-Start CEM7 * Breaker de protección 3P * Cargador de batería * Silencioso residencial (-35 dB) * Regulación electrónica * Sensores ATA/ BPA * Reloj programador * Detector de fuga de gas * Sistema automático detección/extinción incendios por gas HFC-227	2	105.872,59	NETO	211.745,17

CONDICIONES DE PAGO: ABONO DEL 50% CON ORDEN DE COMPRA RESTO ANTES DE EMBARQUE * Incluye transporte GARANTIA DE 2 AÑOS O 1000 HORAS - EN EMERGENCIA MAXIMO 500 HORAS POR AÑO	SUB TOTAL USD 211.745,17 TOTAL CIF Honduras USD 211.745,17
--	---

En caso de litigio el Comprador y el Vendedor se someten expresamente a la jurisdicción y competencia de los Juzgados y Tribunales de Madrid, con renuncia expresa de su propio fuero.

Anexo 4. Factura de Consumo de los dos Sectores de INAVIH

-- ORIGINAL -- Ref # 4W3Q783 --

E . N . E . E

CLAVE PRIMARIA : 1748900

Medidor: 0002006320515
Emision: 03/02/2016 Vence: 18/02/2016

Nombre: INVERSIONES AVICOLA DE HONDUR
Ubicacion: 610-004-332
Direccion: EL ZAPOTE SAN FRANCISCO DE
YOJOA SCV

Fecha Act: 03/02/2016 Lect. Act: 00922
Fecha Ant: 04/01/2016 Lect. Ant: 00860

Lectura Reactiva Actual : 00335
Lectura Reactiva Anterior: 00314
Factor de Potencia : 0.95

Dias fac: 29 CONSUMO KWH: 7440
Tarifa: 202 Multiplicador: 120.00

Cargos del mes:

ALUMBRADO PUBLICO : 2098.75
COSTO ENERGIA CONSUMIDA: 27861.41
AJUST COMBU/TIPO CAMBIO: 0.00

Total mes: 29960.16

Saldo Anterior: 41479.22

Pagos del mes: 41479.22

Total a Pagar: 29960.16

SU CONSUMO BAJO 3120 KWH
CONTROLE SU CONSUMO Y
MANTENGASE EN ESTE RANGO

SR. ABONADO, SE LE INFORMA QUE EL
AJUSTE POR COMBUSTIBLE AUTORIZADO POR
LA ENEE ES DE 0.00%

FACEBOOK: EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA
ELECTRICA TWITTER : @EneehOficial

TELLEFONO SI M.H: 26548224 EMERGENCIA E
NEE: 2556-6402 2556-7272
LINEA GRATUITA 118

-- ORIGINAL -- Ref # 4W3Q783 --

-- ORIGINAL -- Ref # Y97L3LI --

E . N . E . E

CLAVE PRIMARIA : 1485281

Medidor: 0200800900312
Emision: 03/02/2016 Vence: 18/02/2016

Nombre: MANCIA ZUNIGA LUIS ALONSO
Ubicacion: 610-004-244
Direccion: EL ZAPOTE BENEFICIO ABONOS
CA AVERAL SCV

Fecha Act: 03/02/2016 Lect. Act: 02060
Fecha Ant: 04/01/2016 Lect. Ant: 02025

Lectura Reactiva Actual : 01354
Lectura Reactiva Anterior: 01331
Factor de Potencia : 0.84

Dias fac: 29 CONSUMO KWH: 5600
Tarifa: 202 Multiplicador: 160.00

Cargos del mes:

ALUMBRADO PUBLICO : 1722.70
COSTO ENERGIA CONSUMIDA: 20973.92
COSTO ENERGIA REACTIVA : 1491.71
AJUST COMBU/TIPO CAMBIO: 0.00

Total mes: 24188.33

Saldo Anterior: 32041.65

Pagos del mes: 32041.65

Total a Pagar: 24188.33

SU CONSUMO BAJO 1920 KWH
CONTROLE SU CONSUMO Y
MANTENGASE EN ESTE RANGO

SR. ABONADO, SE LE INFORMA QUE EL
AJUSTE POR COMBUSTIBLE AUTORIZADO POR
LA ENEE ES DE 0.00%

FACEBOOK: EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA
ELECTRICA TWITTER : @EneehOficial

TELLEFONO SI M.H: 26548224 EMERGENCIA E
NEE: 2556-6402 2556-7272
LINEA GRATUITA 118

-- ORIGINAL -- Ref # Y97L3LI --

-- ORIGINAL -- Ref # KCJW8T1 --

E . N . E . E

CLAVE PRIMARIA : 0932583

Medidor: 0200800900089
Emision: 03/02/2016 Vence: 18/02/2016

Nombre: MANCIA ZUNIGA LUIS ALONSO
Ubicacion: 610-004-034
Direccion: EL ZAPOTE CONTG A COHDEFOR
FCO DE YOJOA

Fecha Act: 03/02/2016 Lect. Act: 04409
Fecha Ant: 04/01/2016 Lect. Ant: 04339

Lectura Reactiva Actual : 02032
Lectura Reactiva Anterior: 01987
Factor de Potencia : 0.84

Dias fac: 29 CONSUMO KWH: 5600
Tarifa: 201 Multiplicador: 80.00

Cargos del mes:

ALUMBRADO PUBLICO : 1821.80
COSTO ENERGIA CONSUMIDA: 20888.92
COSTO ENERGIA REACTIVA : 1491.71
AJUST COMBU/TIPO CAMBIO: 0.00

Total mes: 24202.43

Saldo Anterior: 34804.42

Pagos del mes: 34804.42

Total a Pagar: 24202.43

SU CONSUMO BAJO 2560 KWH
CONTROLE SU CONSUMO Y
MANTENGASE EN ESTE RANGO

SR. ABONADO, SE LE INFORMA QUE EL
AJUSTE POR COMBUSTIBLE AUTORIZADO POR
LA ENEE ES DE 0.00%

FACEBOOK: EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA
ELECTRICA TWITTER : @EneehOficial

TELLEFONO SI M.H: 26548224 EMERGENCIA E
NEE: 2556-6402 2556-7272
LINEA GRATUITA 118

-- ORIGINAL -- Ref # KCJW8T1 --

Anexo 5. Especificaciones Técnicas del Motor HGN 320 T6 BIO



Model: **HGN-320 T6 BIO**
INDUSTRIAL RANGE
 Open Skid
 Powered by MAN



- OPEN SKID
- WATER COOLED
- THREE PHASE
- 60 Hz
- NOT REQUIRED
- BIOGAS

Generating Rates

SERVICE		COP	STANDBY
Power	kVA	318	318
Power	kW	254	254
Rated Speed	r.p.m.	1.800	
Standard Voltage	V	480/277	
Available Voltages	V	208/120 – 220/127 – 380/220 – 440/254	
Rated at power factor	Cos Phi	0,8	

1

HIMOINSA, company with quality certification ISO 9001

HIMOINSA gensets and cogenerations are compliant with EC mark which includes the following directives:

- 2006/42/CE Machinery safety.
- 2006/95/CE Low voltage.
- 89/338/EEC Electromagnetic compatibility.
- 2000/14/EC Sound Power level. Noise emissions outdoor equipment. (amended by 2005/88/EC).
- 97/66/EC Emissions of gaseous and particulate pollutants. (amended by 2002/69/EC & 2004/26/EC).
- EN 12100, EN 13857, EN 60204.

Ambient conditions of reference: 1000 mbar, 25°C, 30% relative humidity. Power according to ISO 3046 normative.

CONTINUOUS POWER (COP) – ISO 8528: It is defined as being the maximum power which the generating set is capable of delivering continuously whilst supplying a constant electrical load when operated for an unlimited number of hours per year under the agreed operating conditions with the maintenance intervals and procedures being carried out as prescribed by the manufacturer.

PRIME POWER (PRP) - ISO 8528: It is defined as being the maximum power which a generating set is capable of delivering continuously whilst supplying a variable electrical load when operated for an unlimited number of hours per year under the agreed operating conditions with the maintenance intervals and procedures being carried out as prescribed by the manufacturer. The permissible average power output over 24 h of operation shall not exceed 70 % of the PRP.

STANDBY POWER (ESP) - ISO 8528: It is defined as being the maximum power which a generating set is capable of delivering continuously whilst supplying a variable electrical power sequence, under the stated operating conditions, for which a generating set is capable of delivering in the event of a utility power outage or under test conditions for up to 200 h of operation per year with the maintenance intervals and procedures being carried out as prescribed by the manufacturer. The permissible average power output over 24 h of operation shall not exceed 70 % of the ESP.

HIMOINSA HEADQUARTERS:

Ctra. Murcia - San Javier, Km. 23,6 | 30730 SAN JAVIER (Murcia) Spain
 Tel. +34 968 19 11 28 Fax +34 968 19 12 17 Fax +34968 19 04 20 info@himoinsa.com www.himoinsa.com

Manufacturing facilities: SPAIN • FRANCE • INDIA • CHINA • USA • BRASIL

Subsidiaries:

ITALY | PORTUGAL | POLAND | GERMANY | SINGAPORE | UAE | MEXICO | PANAMA | ARGENTINA | ANGOLA | UK



Ctra. Murcia - San Javier, km. 23,6 | 30730 San Javier (Murcia) SPAIN | Tel.: +34 902 191128 / +34 968 191 128
 Fax: +34 968 191 217 | Export Fax +34 968 190 420 | E-Mail: info@himoinsa.com | www.himoinsa.com





Engine

		COP	STANDBY
Rated Output	Kw	295	295
Manufacturer		MAN	
Model		E 2848 LE 322	
Rated Speed	r.p.m.	1.800	
Fuel		Biogas	
Engine Type		4 otto-cycle	
Ignition System		Spark plug ignition	
Aspiration Type		Turbocharged and intercooled	
Cylinders Arrangement		8 - V	
Bore and Stroke	mm	128 x 142	
Displacement	l	14,62	
Cooling System		Liquid	
Compression Ratio		12 : 1	
Governor	Type	Electronic	
Air Filter	Type	Dry	

2

Alternator

Poles	Num	4
Winding Connections (standard)		Star
Frame Mounting		S-1 14"
Insulation	Class	H class
Enclosure (according IEC-34-5)		IP23
Exciter System		self-excited, brushless
Voltage Regulator		A.V.R. (Electronic)
Bearing		Single bearing
Coupling		Flexible disc
Coating type		Standard (Vacuum impregnation)





HIMOINSA[®]
THE ENERGY

Model: **HGN-320 T6 BIO**
INDUSTRIAL RANGE
Open Skid
Powered by MAN

Cooling system

Air Flow (Combustion + Cooling)	m ³ /h	38.378
Engine Coolant Capacity	l	18
Coolant Flow	m ³ /h	26,1
Heat rejection to Coolant	kW	190

Exhaust system

Exhaust Flow at Rated kW	kg/h	1.415
Exhaust Temperature at Rated kW	°C	480
Maximum Back Pressure	kPa	4
Exhaust Flange Size (external diameter)	mm	-
Heat rejection to Exhaust (to 120 °C)	kW	169

3

Lubrication system

Lube Oil Specifications		SAE 15W40
Lube Oil Capacity with filters	l	70

Air inlet system

Intake Air Flow	m ³ /h	1.078
Cooling Air Flow	m ³ /h	37.300



Ctra. Murcia - San Javier, km. 23,6 | 30730 San Javier (Murcia) SPAIN | Tel.: +34 902 191129 / +34 968 191 129
Fax: +34 968 191 217 | Export Fax +34 968 190 420 | E-Mail: info@himoinsa.com | www.himoinsa.com





HIMOINSA®
THE ENERGY

Model: **HGN-320 T6 BIO**
INDUSTRIAL RANGE
Open Skid
Powered by MAN

Starting system

Starting Motor	Kw	6,5
Recommended Battery Capacity	Ah	143
Auxiliary Voltage	Vcc	24

Fuel system

Biogas Specifications*		Refer to manual
Fuel Consumption StandBy	Nm ³ /h	116,7
Fuel Consumption 100% COP	Nm ³ /h	116,7
Fuel Consumption 75 % COP	Nm ³ /h	88,3
Fuel Consumption 50 % COP	Nm ³ /h	62,8
Fuel Supply Connection Size	inches	2
Standard Fuel Supply Pressure	mbar	30-300
Auto Fuel Lock-Off Double Solenoid Valve		Standard

*Based on Biogas with LHV = 6,0 kWh/Nm³.

4



Ctra. Murcia - San Javier, km. 23,6 | 30730 San Javier (Murcia) SPAIN | Tel.: +34 902 191129 / +34 988 191 129
Fax: +34 988 191 217 | Export Fax +34 988 190 420 | E-Mail: info@himoinsa.com | www.himoinsa.com



Anexo 5. Especificaciones Técnicas del Motor HGN 420 T6 BIO



Model: **HGN-420 T6 BIO**
INDUSTRIAL RANGE
Open Skid
Powered by MAN



- OPEN SKID
- WATER COOLED
- THREE PHASE
- 60 Hz
- NOT REQUIRED
- BIOGAS

Generating Rates

SERVICE		COP	STANDBY
Power	kVA	419	419
Power	kW	335	335
Rated Speed	r.p.m.	1.800	
Standard Voltage	V	480/277	
Available Voltages	V	208/120 – 220/127 – 380/220 – 440/254	
Rated at power factor	Cos Phi	0,8	

1

HIMOINSA, company with quality certification ISO 9001
HIMOINSA gensets and cogenerations are compliant with EC mark which includes the following directives:

- 2006/42/CE Machinery safety.
- 2006/55/EC Low voltage.
- 89/336/EEC Electromagnetic compatibility.
- 2000/14/EC Sound Power level. Noise emissions outdoor equipment. (amended by 2005/88/EC).
- 97/68/EC Emissions of gaseous and particulate pollutants. (amended by 2002/88/EC & 2004/26/EC).
- EN 12100, EN 13857, EN 60204.

Ambient conditions of reference: 1000 mbar, 25°C, 30% relative humidity. Power according to ISO 3048 normative.

CONTINUOUS POWER (COP) – ISO 8528: It is defined as being the maximum power which the generating set is capable of delivering continuously whilst supplying a constant electrical load when operated for an unlimited number of hours per year under the agreed operating conditions with the maintenance intervals and procedures being carried out as prescribed by the manufacturer.

PRIME POWER (PRP) - ISO 8528: It is defined as being the maximum power which a generating set is capable of delivering continuously whilst supplying a variable electrical load when operated for an unlimited number of hours per year under the agreed operating conditions with the maintenance intervals and procedures being carried out as prescribed by the manufacturer. The permissible average power output over 24 h of operation shall not exceed 70 % of the PRP.

STANDBY POWER (ESP) - ISO 8528: It is defined as being the maximum power which a generating set is capable of delivering continuously whilst supplying a variable electrical power sequence, under the stated operating conditions, for which a generating set is capable of delivering in the event of a utility power outage or under test conditions for up to 200 h of operation per year with the maintenance intervals and procedures being carried out as prescribed by the manufacturer. The permissible average power output over 24 h of operation shall not exceed 70 % of the ESP.

HIMOINSA HEADQUARTERS:
Ctra. Murcia - San Javier, Km. 23,6 | 30730 SAN JAVIER (Murcia) Spain
Tel. +34 968 19 11 28 Fax +34 968 19 12 17 Fax +34968 19 04 20 info@himoinsa.com www.himoinsa.com

Manufacturing facilities: SPAIN • FRANCE • INDIA • CHINA • USA • BRASIL

Subsidiaries:
ITALY | PORTUGAL | POLAND | GERMANY | SINGAPORE | UAE | MEXICO | PANAMA | ARGENTINA | ANGOLA | UK



Ctra. Murcia - San Javier, km. 23,6 | 30730 San Javier (Murcia) SPAIN | Tel.: +34 902 191128 / +34 968 191 128
Fax: +34 968 191 217 | Export Fax +34 968 190 420 | E-Mail: info@himoinsa.com | www.himoinsa.com





Engine

		COP	STANDBY
Rated Output	Kw	380	380
Manufacturer		MAN	
Model		E 2842 LE 322	
Rated Speed	r.p.m.	1.800	
Fuel		Biogas	
Engine Type		4 otto-cycle	
Ignition System		Spark plug ignition	
Aspiration Type		Turbocharged and intercooled	
Cylinders Arrangement		12 – V	
Bore and Stroke	mm	128 x 142	
Displacement	l	21,93	
Cooling System		Liquid	
Compression Ratio		12 : 1	
Governor	Type	Electronic	
Air Filter	Type	Dry	

2

Alternator

Poles	Num	4
Winding Connections (standard)		Star
Frame Mounting		S-1 14*
Insulation	Class	H class
Enclosure (according IEC-34-5)		IP23
Exciter System		self-excited, brushless
Voltage Regulator		A.V.R. (Electronic)
Bearing		Single bearing
Coupling		Flexible disc
Coating type		Standard (Vacuum impregnation)





Cooling system

Air Flow (Combustion + Cooling)	m³/h	40.216
Engine Coolant Capacity	l	23
Coolant Flow	m³/h	37,62
Heat rejection to Coolant	kW	232

Exhaust system

Exhaust Flow at Rated kW	kg/h	1.990
Exhaust Temperature at Rated kW	°C	490
Maximum Back Pressure	mbar	40
Exhaust Flange Size (external diameter)	mm	-
Heat rejection to Exhaust (to 120 °C)	kW	243

3

Lubrication system

Lube Oil Specifications		SAE 15W40
Lube Oil Capacity with filters	l	90

Air inlet system

Intake Air Flow	m³/h	1.516
Cooling Air Flow	m³/h	38.700





HIMOINSA®
THE ENERGY

Model: **HGN-420 T6 BIO**
INDUSTRIAL RANGE
Open Skid
Powered by MAN

Starting system

Starting Motor	Kw	7
Recommended Battery Capacity	Ah	200
Auxiliary Voltage	Voc	24

Fuel system

Biogas Specifications*		Refer to manual
Fuel Consumption StandBy	Nm ³ /h	164,2
Fuel Consumption 100% COP	Nm ³ /h	164,2
Fuel Consumption 75 % COP	Nm ³ /h	128,7
Fuel Consumption 50 % COP	Nm ³ /h	89,3
Fuel Supply Connection Size	inches	2
Standard Fuel Supply Pressure	mbar	30-300
Auto Fuel Lock-Off Double Solenoid Valve		Standard

*Based on Biogas with LHV = 6,0 kWh/Nm³.

4



Ctra. Murcia - San Javier, km. 23,8 | 30730 San Javier (Murcia) SPAIN | Tel.: +34 902 191129 / +34 968 191 129
Fax: +34 968 191 217 | Export Fax +34 968 190 420 | E-Mail: info@himoinsa.com | www.himoinsa.com

