



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE BIOGÁS
PARA LA AVÍCOLA DE LA HACIENDA LA VICTORIA”**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera en Sistemas Eléctricos de Potencia.

Autor:

Guanochanga Amores William Alexander

Tutor:

ING. M.SC. Gabriel Napoleón Pesantez Palacios

LATACUNGA-ECUADOR

Marzo 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **Guanochanga Amores William Alexander** declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **"GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE BIOGÁS PARA LA AVÍCOLA DE LA HACIENDA LA VICTORIA"**, siendo el Ing. Gabriel Pesantez Palacios tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Guanochanga Amores William Alexander
Número de C.I. 172163101-6

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE BIOGÁS PARA LA AVÍCOLA DE LA HACIENDA LA VICTORIA”, del señor **Guanochanga Amores William Alexander**, de la carrera de Ingeniería en Sistemas Eléctricos de Potencia, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero, 2020



El Tutor

ING. M.SC. Gabriel Napoleón Pesantez Palacios

C.I: 030189388-9


APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN


En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: **Guanochanga Amores William Alexander** con el título de Proyecto de titulación: **"GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE BIOGÁS PARA LA AVÍCOLA DE LA HACIENDA LA VICTORIA"**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Febrero, 2020

Para constancia firman:


Lector 1 (Presidente)
Nombre: Ing. Carlos Pacheco
CC: 050307290-2


Lector 2
Nombre: Ing. Jimmy Toaza
CC: 171762106-2



Lector 3
Nombre: Ing. Franklin Vásquez
CC: 171043449-7

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por haber guiado mi camino, brindándome sabiduría y fortaleza para cumplir una etapa de mi vida.

A mi madre y a mi padre, quienes fueron mis guías y apoyo fundamental para superar cada obstáculo en mi camino, brindándome valores, amor y consejos para cada decisión que he tomado, a mi hermana y a mi novia por su gran apoyo y motivación para seguir adelante, a todos ellos gracias por estar siempre conmigo en las buenas y las malas.

DEDICATORIA

La presente Tesis la dedico primeramente a Dios por brindarme conocimiento, guiarme y no abandonarme en los momentos más difíciles que se me han presentado en el tiempo de mi vida estudiantil y darme el valor para seguir adelante a pesar de ello.

A mi madre Rocio Amores y a mi padre Geovanny Guanochanga a quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional, por educarme con sus valores, virtudes y enseñándome a jamás rendirme, a mi novia Silvia Vega y a mi hermana Erika Guanochanga quienes por su gran apoyo que me han brindado he podido cumplir una meta más en mi vida y han estado siempre conmigo en las buenas y las malas.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS	3
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
5.1. Situación problemática	3
5.2. Formulación del problema	3
6. OBJETIVOS.....	4
6.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	6
8.1. Generación Eléctrica con Biogás	6
8.2. Poder calorífico de los excrementos de animales	7

8.3.	Cómo se produce el fenómeno de digestión	9
8.4.	Qué es un Biodigestor?	9
8.5.	Avícolas y su funcionamiento.....	11
8.5.1.	Funcionamiento de una granja avícola	12
8.6.	Potencia instalada o carga eléctrica	13
8.7.	Demanda máxima	13
8.8.	Factor de demanda	14
8.9.	Energía eléctrica o consumo de energía eléctrica	14
8.10.	Intensidad de corriente eléctrica.....	15
8.11.	Cálculo del calibre del conductor eléctrico	15
8.12.	Protecciones eléctricas	16
8.13.	Caída de tensión	18
8.14.	Tablero de transferencia de carga.....	19
8.15.	Motores – Generadores que operan con biogás	20
9.	HIPÓTESIS	26
10.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	26
10.1.	Casos de estudio	34
10.1.1.	Caso número uno (25 %)	36
10.1.2.	Caso número dos (50 %)	38
10.1.3.	Caso número tres (75 %)	41
10.1.4.	Caso número cuatro (80 %)	44
10.1.5.	Demanda máxima de la avícola de la hacienda la Victoria.....	47
10.1.6.	Potencia instalada de la avícola de la hacienda la Victoria	49
10.1.6.1.	Circuito número uno (C1)	49
10.1.6.2.	Circuito número dos (C2).....	50
10.1.6.3.	Circuito número tres (C3)	51
10.1.6.4.	Circuito número cuatro (C4)	52

10.1.6.5.	Circuito número cinco (C5).....	53
10.1.6.6.	Circuito número seis (C6).....	54
10.1.7.	Energía total consumida en la avícola de la hacienda la Victoria	55
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
11.1.	Análisis técnico-económico	59
11.1.1.	Periodo de demanda base	60
11.1.2.	Periodo de demanda media.....	60
11.1.3.	Periodo de demanda punta.....	60
11.1.4.	Cálculo del VAN	61
11.1.4.1.	Cálculo del VAN para el caso número uno.....	61
11.1.4.2.	Cálculo del VAN para el caso número dos	62
11.1.4.3.	Cálculo del VAN para el caso número tres	63
11.1.4.4.	Cálculo del VAN para el caso número cuatro.....	65
11.1.5.	Cálculo del TIR	66
11.1.5.1.	Cálculo del TIR para el caso número uno	66
11.1.5.2.	Cálculo del TIR para el caso número dos	66
11.1.5.3.	Cálculo del TIR para el caso número tres	67
11.1.5.4.	Cálculo del TIR para el caso número cuatro	68
12.	PRESUPUESTO DE INVERSIÓN.....	69
12.1.	Presupuesto total	69
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
13.1.	Conclusiones	70
13.2.	Recomendaciones.....	70
14.	BIBLIOGRAFÍA	71
15.	ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de Objetivos [Autor].....	5
Tabla 2. Composición química del biogás [4].....	7
Tabla 3. Poder calorífico de los gases [Autor].	9
Tabla 4. Producción de estiércol diario [20].....	27
Tabla 5. Producción de orina en porcentaje por animal [21].	28
Tabla 6. Porcentaje de agua por cada kg de estiércol [20].	29
Tabla 7. Datos del tiempo de retención hidráulica [20].	30
Tabla 8. Producción de biogás por cada Kg de estiércol [20].	30
Tabla 9. Producción de electricidad por cada m ³ de biogás [20].	31
Tabla 10. Para los datos de eficiencia y dimensionamiento de la etapa número 6 [20].....	33
Tabla 11. Para los datos de factor A y factor B del dimensionamiento de la etapa número 6 [20].....	33
Tabla 12. Características del motor para este primer caso [Autor].	37
Tabla 13. Características del motor para este segundo caso [Autor].....	40
Tabla 14. Características del motor para este tercer caso [Autor].....	43
Tabla 15. Características del motor para este cuarto caso [Autor].....	46
Tabla 16. Cálculo del circuito uno [Autor].....	50
Tabla 17. Cálculo del circuito dos [Autor].	51
Tabla 18. Cálculo del circuito tres [Autor].....	52
Tabla 19. Cálculo del circuito cuatro [Autor].....	53
Tabla 20. Cálculo del circuito cinco [Autor].....	54
Tabla 21. Cálculo del circuito seis [Autor].....	55
Tabla 22. Calculo de la energía total consumida en la avícola [Autor].....	56
Tabla 23. Resultados del primer caso de estudio [Autor].	57
Tabla 24. Resultados del segundo caso de estudio [Autor].....	57
Tabla 25. Resultados del tercer caso de estudio [Autor].	58
Tabla 26. Resultados del cuarto caso de estudio [Autor].	59
Tabla 27. Cálculo de operación del motor generador en el primer caso [Autor].	61
Tabla 28. Cálculo de operación del motor generador en el segundo caso [Autor].....	62
Tabla 29. Cálculo de operación del motor generador en el tercer caso [Autor].....	64
Tabla 30. Cálculo de operación del motor generador en el cuarto caso [Autor].....	65
Tabla 31. Cálculo del TIR para el caso número uno [Autor].	66
Tabla 32. Cálculo del TIR para el caso número dos [Autor].....	67

Tabla 33. Cálculo del TIR para el caso número tres [Autor].	67
Tabla 34. Cálculo del TIR para el caso número cuatro [Autor].	68
Tabla 35. Presupuesto total para la inversión [Autor].	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ilustración del proceso de generación de energía eléctrica con biogás [Autor].....	6
Figura 2. Representación de un biodigestor y su funcionamiento [10].	11
Figura 3. Ilustración de una granja avícola estándar [11].....	12
Figura 4. Ilustración del funcionamiento de una granja avícola [12].	13
Figura 5. Ilustración de un interruptor termo magnético [16].	17
Figura 6. Ilustración de un tablero de transferencia de carga manual [17].	20
Figura 7. Ilustración de un motor reciprocante [18].	21
Figura 8. Ilustración de una turbina de gas [18].	22
Figura 9. Ilustración de unas microturbinas [18].	22
Figura 10. Ilustración de la cantidad de ganado en los últimos 10 años [Autor].	34
Figura 11. Ilustración de cantidad de ganado en los últimos 10 años [Autor].	35
Figura 12. Ilustración del valor mínimo a tomar para los casos de estudio [Autor].	35
Figura 13. Ilustración de la curva de demanda máxima de la avícola [Autor].....	48
Figura 14. Ilustración de la demanda máxima de la avícola [Autor].	48
Figura 15. Ilustración de la demanda máxima de la avícola [Autor].	59

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “Generación de energía eléctrica a través del biogás para la avícola de la hacienda la VICTORIA”.

Autor:

Guanochanga Amores William Alexander

RESUMEN

La hacienda la Victoria, que se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, sector La Calera, cuenta con un número considerable de cabezas de ganado que producen 62 000 Kg de estiércol fresco al día, el 20 % de estas excretas se utilizan en la elaboración de abono mediante la lombricultura, es por eso que en este documento se realizó cuatro casos de estudio con el 25 %, 50 %, 75 %, 80 % del total de excrementos de ganado bovino y así poder determinar cuál es la cantidad de biogás que se produce en cada uno de los casos con la finalidad o la necesidad de abastecer de energía eléctrica a la avícola de la hacienda en el periodo de demanda punta que es el periodo donde la energía eléctrica cuesta más que en el periodo de demanda base y en el periodo de demanda media, reduciendo costos energéticos. Por ello, para disminuir el problema o la necesidad anteriormente expuesta este trabajo tiene como objetivo fundamental dimensionar un sistema de generación eléctrica usando biogás que se puede obtener a partir de excrementos de ganado bovino de la hacienda la Victoria. Para dar cumplimiento a dicho objetivo se realizó cuatro casos de estudio con diferentes porcentajes de la cantidad total de excrementos de ganado bovino con todas sus etapas correspondientes y así poder determinar la cantidad de biogás y a partir de este se dimensiona el motor-generador a base de biogás, del cual obtendremos la potencia necesaria para abastecer la demanda máxima de la avícola, así como también se realizara un análisis técnico-económico para determinar su factibilidad desarrollando el cálculo del VAN y del TIR. Y por último cabe recalcar que el biol generado se utilizara como abono para los cultivos de pasto azul y trébol blanco y rojo, que se utilizan como alimento para el ganado.

Palabras clave: Excretas, Biodigestor, Biogás, Biol, Potencia instalada, Demanda máxima, Energia, protecciones.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: "Electricity generation through biogas for the poultry farm of the VICTORIA".

Author:

Guanochanga Amores William Alexander

ABSTRACT

The Victoria estate, which is located in the province of Pichincha, canton Mejia, La Calera sector, has a considerable number of head of cattle that generate a 62 000 Kg of fresh manure per day, 20% of these excreta are used in the elaboration of fertilizer by vermiculture, that is why in this document four case studies were carried out with 25%, 50%, 75%, 80% of the total excrement of cattle and thus being able to determine what is the amount of biogas that occurs in each of the cases with the purpose or the need to supply electricity to the poultry farm in the peak demand period which is the period where electric power costs more than in the demand period base and in the period of average demand, reducing energy costs.

Therefore, in order to reduce the problem or the need described above, this work has the fundamental objective of sizing a system of electricity generation using biogas that can be obtained from excrements of cattle from the Victoria estate. To fulfill this objective, four case studies were carried out with different percentages of the total amount of cattle excrement with all its corresponding stages and thus to determine the amount of biogas and from this the motor-generator is sized based on biogas, from which we will obtain the necessary power to supply the maximum demand for poultry, as well as a technical-economic analysis to determine its feasibility by developing the calculation of NPV and IRR. And finally it should be noted that the biol generated was used as fertilizer for bluegrass and white and red clover crops, which are used as food for livestock.

Keywords: Excreta, Biodigester, Biogas, Biol, Installed power, Maximum demand, Energy, protections.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS, GUANOCHANGA AMORES WILLIAM ALEXANDER** cuyo título versa “**GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE BIOGÁS PARA LA AVÍCOLA DE LA HACIENDA LA VICTORIA**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, 7 de Febrero del 2020

Atentamente,

Lic. Ana Jacqueline Guamani Aymacaña, Msc.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 1803239183



CENTRO
DE IDIOMAS

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título:

“Generación de energía eléctrica a través del biogás para la avícola de la Hacienda la VICTORIA”.

Fecha de inicio:

Octubre – 2019

Fecha de finalización:

Marzo – 2020

Lugar de ejecución:

Cantón Mejía, Provincia de Pichincha-Hacienda la VICTORIA.

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Eléctrica

Proyecto de investigación vinculado:

Energías alternativas renovables

Tutor del Proyecto de Investigación:

Nombre: Ing. MSc. Gabriel Pesantez

Domicilio: Latacunga

Numero de celular: 0998596423

E-mail: gabriel.pesantes3889@utc.edu.ec

Coordinador del Proyecto:

Nombre: William Alexander Guanochanga Amores

Domicilio: Quito

Numero de celular: 0987450812

E-mail: william.guanochanga@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Energías alternativas

Línea de investigación:

Explotación y diseño de Sistemas eléctricos de potencia

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Calidad de energía

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este proyecto de investigación se desarrollara y recolectara datos con el fin de realizar una metodología que nos permita evaluar la factibilidad técnico económico para la generación de electricidad a partir del biogás utilizando excrementos de animales Bovinos. Para ello, se realiza una descripción de las tecnologías disponibles para la generación de electricidad a partir de biogás con el fin de abastecer de energía eléctrica a la avícola de la Hacienda la VICTORIA.

Por esta razón y con el fin de aprovechar los excrementos de ganado bovino, se pretende utilizar los mismos para obtener biocombustibles, como en este caso es el biogás el cual es el factor principal para le generación de energía eléctrica.

Por ello, para disminuir costos energéticos en la avícola, este trabajo tiene como objetivo fundamental dimensionar un sistema de generación eléctrica usando biogás que se puede obtener a partir de excrementos de ganado bovino de la hacienda la Victoria.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La ejecución del presente proyecto de investigación, justifica significativamente el aprovechamiento de las excretas de ganado Bovino para la generación de energía eléctrica mediante la digestión anaerobia (proceso en el cual los microorganismos descomponen material biodegradable en ausencia de oxígeno) de los desechos sólidos generados por los animales ya mencionados, obteniendo en una primera etapa biogás y posteriormente este

biogás se utilizara para la generación de energía eléctrica que será direccionada a la avícola de la hacienda la Victoria, pretendiendo que represente un ahorro económico.

Se cuantificará la cantidad de biogás que se podría obtener a partir de la cantidad del recurso primario que se genera diariamente, es decir en función del número de animales que se dispongan y se determinarán las características técnicas y financieras.

La importancia de dimensionar un biodigestor para la generación de energía eléctrica, tiene la finalidad de utilizar biomasa de ganado bovino la cual nos proporcionara una cantidad de biogás, el cual será utilizado para generar electricidad para la avícola de la hacienda la Victoria que pueda abastecer la demanda máxima que posee y así poder abaratar costos de consumo de energía eléctrica en el periodo de demanda pico o punta de la avícola.

4. BENEFICIARIOS

El presente proyecto pretende tener como beneficiario directo a la hacienda la VICTORIA.

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

5.1. Situación problemática

Los niveles de temperatura existentes en la hacienda la Victoria la cual está ubicada en el cantón Mejía el cual es conocido por su clima frío (con temperaturas que varían de los 9 a 15 grados centígrados por la tarde y la noche), húmedo y sus inesperadas heladas (Fenómeno atmosférico que consiste en una bajada de temperatura hasta la congelación del agua.), presentan un problema Térmico para la supervivencia de las aves que se encuentran en la avícola de la hacienda y como consecuencia es necesario un elevado consumo de energía eléctrica, además existe un desaprovechamiento de dicha biomasa del lugar, que también puede ser direccionada para electricidad, la cual puede sustituir en un gran porcentaje a la energía suministrada de la red y así poder tener un considerable ahorro en unidades monetarias por el consumo de energía eléctrica.

5.2. Formulación del problema

La utilización de los recursos orgánicos que se producen en la hacienda ya mencionada, como en este caso son los excrementos de ganado bovino, hace factible el análisis de aprovechamiento de dicha biomasa, a partir de estos desechos que no están direccionados a la actividad de generación de energía eléctrica, que pueden ser usados como materia prima para

el proceso de generar electricidad, es viable diseñar un biodigestor que nos proporcione de una determinada cantidad de biogás para generar energía eléctrica para la avícola de la hacienda.

Debido a esto observamos la posibilidad de aprovechar la biomasa existente en el lugar para transformarla en biogás que nos servirá para generar electricidad.

¿Cuáles son los efectos que se suscitan al no realizar un estudio de energías alternativas en la hacienda, teniendo como materia prima los mismos excrementos de sus animales para la obtención de energía eléctrica?

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Dimensionar un sistema de generación eléctrica usando biogás que se puede obtener a partir de excrementos de ganado bovino de la hacienda la Victoria.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Analizar el proceso para generar energía eléctrica usando biogás.
- ✓ Determinar la demanda máxima de la avícola de la hacienda.
- ✓ Determinar la potencia eléctrica que se puede generar a partir del biogás producido en la hacienda la Victoria.
- ✓ Determinar la factibilidad técnica económica de implementar un proyecto de generación eléctrica utilizando como recurso el biogás producido en la hacienda la Victoria.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Tabla de Objetivos [Autor].

OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADOS	DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA
Analizar el proceso para generar energía eléctrica usando biogás.	Investigación bibliográfica de como efectuar un adecuado procedimiento para generar electricidad a partir de biogás.	Comprender sobre la cantidad de biogás que se puede obtener para generar electricidad.	Búsqueda de información bibliográfica acerca de cómo generar energía eléctrica a partir de biogás.
Determinar la demanda máxima de la avícola de la hacienda.	Realizar un dimensionamiento de cargas en la avícola de la hacienda la Victoria.	Determinación de la demanda máxima con su respectiva curva.	Método de cálculo y determinación de la potencia de cada elemento de la avícola de la hacienda.
Determinar la potencia eléctrica que se puede generar a partir del biogás.	1) Realizar el cálculo y dimensionamiento del biodigestor. 2) Determinar la cantidad de biogás. 3) Dimensionar el motor generador para biogás. 4) Determinar la carga. 5) Selección de conductores y protecciones.	Obtener un sistema eléctrico a base de biogás que nos proporcione la potencia necesaria para cubrir la demanda máxima de la avícola de la hacienda.	Método de cálculo etapa por etapa para desarrollar el sistema de generación eléctrica usando biogás para abastecer a la avícola de la hacienda la Victoria.
Analizar los costos para determinar la factibilidad técnica económica de implementar un proyecto de generación eléctrica utilizando como recurso el biogás producido en la hacienda la Victoria.	1) Realizar un inventario y equipos a utilizarse. 2) Cálculo del VAN y el TIR.	Obtener un determinado costo total de los materiales que pueden utilizarse.	Método explicativo, con el fin de realizar un análisis de costos necesarios para su implementación.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

8.1. Generación Eléctrica con Biogás

La necesidad de alternativas de producción energética, mediante la implementación de prácticas amigables con el ambiente y el aprovechamiento de los recursos disponibles como se muestra en la figura 1, crea un clima favorable para la promoción e implementación de la tecnología de biodigestores, obteniendo como beneficio la producción de biogás. Por tanto, aprovechar de manera eficiente este combustible es de importancia para sustituir las tradicionales fuentes energéticas no renovables, escasas y costosas, convirtiendo la explotación agropecuaria en una actividad económica más rentable y menos contaminante [1].

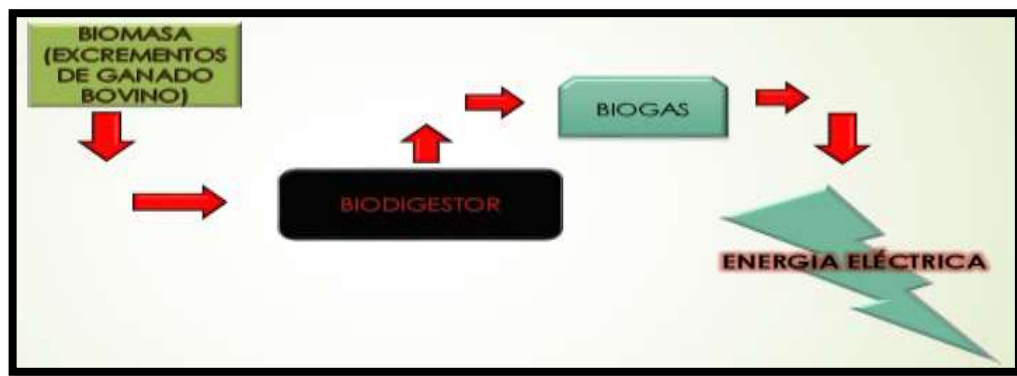


Figura 1. Ilustración del proceso de generación de energía eléctrica con biogás [Autor].

Generalmente, en la mayoría de los países latinoamericanos, el biogás ha tenido un uso limitado a la cocción de alimentos y calefacción de animales de granja. A pesar de esto, el uso del biogás en la sustitución de combustibles fósiles, para la generación de electricidad en motores de combustión interna ha cobrado importancia en los últimos años. El biogás puede ser utilizado para reemplazar la gasolina hasta en un 100 %, mientras que en motores diésel sólo se logra un máximo de 80 %, debido a que la baja ignición del biogás no permite que haya explosión en este tipo de motores que carecen de bujía [2].

El metano representa un poco más del 50 % de los gases que constituyen el biogás como se muestra en la tabla 2, lo que hace a éste un combustible con buenas características para ser usado en turbinas o máquinas de combustión interna que accionen generadores eléctricos [3].

Tabla 2. Composición química del biogás [4].

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BIOGÁS		
Componentes	Fórmula Química	Porcent aje
Metano	CH ₄	60-70
Gas carbónico	CO ₂	30-40
Hidrógeno	H ₂	1.0
Nitrógeno	N ₂	0.5
Monóxido de carbono	CO	0.1
Oxígeno	O ₂	0.1
Acido sulfídrico	H ₂ S	0.1

La mayoría de los proyectos en operación utilizan motores de combustión interna (reciprocantes), turbinas y microturbinas. Estas últimas se aplican en rellenos sanitarios pequeños o aplicaciones en nicho. Ciertas tecnologías como motores Stirling o motores de Ciclo Orgánico Rankine y celdas de combustible están aún en una fase de investigación y desarrollo [5].

Las aplicaciones de cogeneración están aumentando a nivel global, ya que proveen mayor eficiencia energética pues además de generar electricidad utilizan el calor recuperado; para esta tecnología se utilizan generalmente motores de combustión interna, turbinas de gas, o microturbinas, mientras que es menos común la generación de electricidad a través de sistemas caldera-turbina de vapor ya que resultan más eficientes en proyectos de producción de electricidad de mayor escala [6].

8.2. Poder calorífico de los excrementos de animales

El poder calorífico es la cantidad de energía por unidad de masa o unidad de volumen de materia que se puede desprender al producirse una reacción química de oxidación.

En realidad, el poder calorífico de cada combustible tiene siempre el mismo valor, sin embargo, en la práctica común se han definido dos valores: poder calorífico superior (abreviadamente, PCS) y poder calorífico inferior (abreviadamente, PCI) [7].

El estiércol de vaca se degrada aerobiamente produciendo metano el cual tiene un poder calorífico (PCI) de 13.89 kWh/Kg y 11.973 Kcal/Kg, uno de los gases de efecto invernadero con un impacto 30 veces mayor que el anhídrido carbónico. En ocasiones es utilizado como abono directo, pero al reaccionar con el oxígeno del aire ambiente se libera energía térmica de la reacción, capaz de inhibir la germinación de la semilla y ofrece sus nutrientes aproximadamente en un año.

En el campo energético, la biomasa se caracteriza por tener bajos contenidos de carbono y a su vez un alto contenido de oxígeno y compuestos volátiles. Estos compuestos están formados por cadenas largas y presencia de CO₂ e H₂, son los elementos que concentran en mayor parte del poder calorífico de la biomasa. El poder calorífico depende en mayor parte del tipo de biomasa considerada y a su humedad. Así normalmente estos valores de poder calorífico de la biomasa se pueden dar en base seca o en base húmeda [8].

En general se puede decir que el poder calorífico de la biomasa oscila entre los 3000-3500 kcal/kg para los residuos celulósicos, cabe resaltar que en el aspecto ecológico y ambiental, el aprovechamiento energético de la biomasa no contribuye al aumento de los gases de efecto invernadero, debido a que el balance de emisiones de CO₂ a la atmósfera es neutro. Realmente el CO₂ generado por la combustión de la biomasa es reabsorbido mediante la fotosíntesis en el crecimiento de las plantas que son necesarias para su producción y, debido a esto, no aumenta la cantidad de CO₂ presente en la atmósfera.

Los beneficios de usar el estiércol como materia prima permitirían la producción de un combustible, fertilizante orgánico, disminución de emisiones naturales de metano, disminución de contaminación por fertilizantes químicos sintéticos, disminución del gasto económico al no depender de la compra de fertilizantes, y ahorro o venta de combustible [7].

Un factor importante es que el tratamiento del residuo estiércol, no genera otros residuos, la materia prima es de coste bajo o nulo y fácil de acopiar.

En la actualidad no se realiza un tratamiento adecuado a las excretas de ganado, esto implica mantener un foco de infección latente y perjudicial para la comunidad en general [8].

El potencial energético de la biomasa, como el de cualquier otro combustible, se mide en función del poder calorífico del recurso como se muestra en la tabla 3, o bien, en función del poder calorífico del producto energético resultante de su tratamiento [7].

Hablando en términos medios, el poder calorífico inferior (PCI) de la biomasa permite obtener 15000 kJ/kg (equivalente a 3500 kcal/kg y a 4 kWh/kg), el PCI del gasóleo es de 42000 kJ/kg y el de la gasolina es de 44.000 kJ/kg. Es decir, por cada tres kilogramos que no se aprovechan de biomasa, se desperdicia el equivalente a un kilogramo de gasolina [8].

Tabla 3. Poder calorífico de los gases [Autor].

GASES	PCI (GJ/t)	PCI (KWh/)	PCI (Kcal/K)	PCI (Tep/t)	PCI (Tep/miles de litros)	PCS (MJ/Nm3)	PSC (Kcal/Nm)
GNL	45,1	12,53	10,8	1,08			
Gas natural						40,47	9,66
Etano	50	13,89	11,97	1,19			
Metano	47,51	13,2	11,35	1,13			
Gas de refinería	49,36	13,71	11,32	1,18			
Gas de coquería						19,01	4,54
Gas de alto horno						2,89	6,9
Biogases en general						21,77	5,2
Biogás pobre						15,51	3,7
Biogás de vertedero						20	4,77
Biogás de depuradora						26	6,32

8.3. Cómo se produce el fenómeno de digestión

Sucede al existir un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos presentes en el material fecal que, cuando actúan sobre los desechos orgánicos de origen vegetal y animal, producen una mezcla de gases con alto contenido de metano (CH₄) llamada biogás, que se usa como combustible.

El resultado del proceso son residuos que tienen un elevado grado de concentración en cuanto a nutrientes y de materia orgánica, tanto ideales como fertilizantes, los cuales pueden aplicarse frescos, ya que este tratamiento anaeróbico elimina los malos olores y la presencia de moscas.

Debemos destacar que una de las características más importantes de la biodigestión es la disminución del potencial contaminante de los excrementos de origen animal y humano, reduciendo la demanda química de oxígeno DQO y la demanda biológica de Oxígeno DBO hasta en un porcentaje del 90 % (todo depende de las condiciones de diseño y operación) [9].

8.4. Qué es un Biodigestor?

Un biodigestor es un contenedor hermético que permite la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas y facilita la extracción del gas resultante para su uso como energía. El biodigestor cuenta con una entrada para el material orgánico, un espacio

para su descomposición, una salida con válvula de control para el gas (biogás), y una salida para el material ya procesado [10].

Los biodigestores son sistemas diseñados para optimizar la producción de biogás por medio de desechos orgánicos, lo que permite obtener energía limpia, renovable y de bajo costo como se muestra en la Figura 2.

Los biodigestores fueron considerados, principalmente, como una manera de producir gas combustible a partir de desechos orgánicos. Sin embargo, al ser integrados a un sistema de agricultura ecológica los biodigestores pueden brindar muchos otros beneficios como la generación de energía eléctrica [9].

El biodigestor es un sistema sencillo de implementar con materiales económicos y se está introduciendo en comunidades rurales aisladas y de países subdesarrollados para obtener el doble beneficio de conseguir solventar la problemática energética-ambiental, así como realizar un adecuado manejo de los residuos tanto humanos como animales [10].

El biodigestor es un recinto cerrado donde se producen reacciones anaeróbicas (sin aire) en el que se degrada la materia orgánica disuelta en un medio acuoso, para dar como resultado metano y dióxido de carbono, trazas de hidrógeno y sulfídrico, estos microorganismos, protozoarios hongos y bacterias que están en el interior deben ser cultivadas, por tanto no vamos a obtener el biogás inmediatamente, tendremos que esperar que lo empiecen a producir, esto tarda unos 15 días más o menos, esta producción se verá afectada por la temperatura exterior, por tanto si queremos que nuestro biodigestor produzca algo más o menos constante debemos enterrarlo para que la temperatura se mantenga en unos 18 grados, no es lo mejor pero durante el invierno tendremos buena producción. Este proceso de biodigestión se da porque existe un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos en los excrementos que al actuar en el material orgánico produce una mezcla de gases (con alto contenido de metano) al cual se le llama biogás [9].

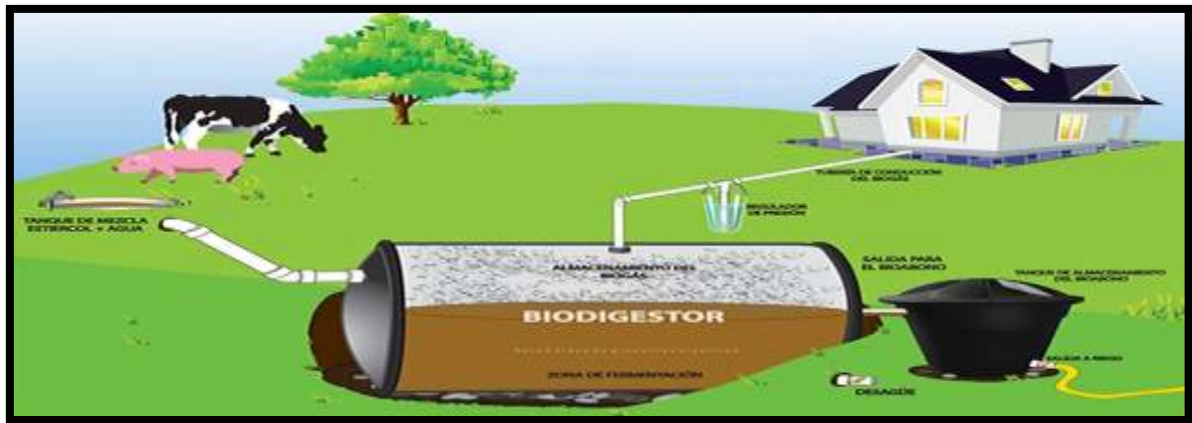


Figura 2. Representación de un biodigestor y su funcionamiento [10].

8.5. Avícolas y su funcionamiento

Una granja avícola es un establecimiento agropecuario para la cría de aves de corral tales como pollos, pavos, patos, y gansos, con el propósito de usarlos como base alimenticia sea matándolos por su carne o recogiendo sus huevos. Las aves de corral son criadas en grandes cantidades, siendo la cría de pollos y gallinas la de mayor volumen. Anualmente se crían más de 50 000 millones de pollos como fuente de alimento, tanto por su carne como por sus huevos.

En una granja avícola las aves de corral son criadas en grandes cantidades, sobre todo en aquellos establecimientos dedicados a la cría de pollos de engorde y gallinas ponedoras donde por su gran cuidado se requiere de consumos considerables de energía eléctrica. El funcionamiento de una granja avícola depende muchas veces del volumen de producción, sin embargo hay ciertos patrones que están presentes en todos los tamaños.

En primer lugar, la granja avícola debe establecerse en el espacio rural, la ubicación es de suma importancia por eso se deben tener en cuenta ciertos factores al momento de iniciar este tipo de actividad tales como el terreno, las vías de comunicación y los servicios como eléctricos y de agua [11].

Los galpones de la granja avícola pueden llegar a medir entre 12 metros de ancho y hasta 150 metros de largo. Suelen construirse con los costados abiertos y un sistema de cortinas que se pueden bajar y subir para aprovechar la ventilación. Sin embargo, existen también otro tipo de galpones donde el microambiente es controlado de manera artificial, en este tipo de instalaciones se puede regular automáticamente la temperatura, la humedad, la iluminación y

la ventilación, todo este funcionamiento opera con electricidad y grandes rubros en consumo de energía eléctrica para su desarrollo como se muestra en la figura 3 [11].



Figura 3. Ilustración de una granja avícola estándar [11].

8.5.1. Funcionamiento de una granja avícola

La rentabilidad de una granja avícola suele estar determinada por factores externos que no pueden controlarse de forma directa, como por ejemplo el alza en el precio de los insumos y factores internos como la gran cantidad de energía eléctrica que se necesita para mantener la granja en operación y el cuidado de las aves. Sin embargo, mediante una buena administración y buenos equipos como se muestra en la figura 4, el avicultor puede llegar a reducir los riesgos que presentan estos factores y así la explotación resulta más segura y rentable [12].

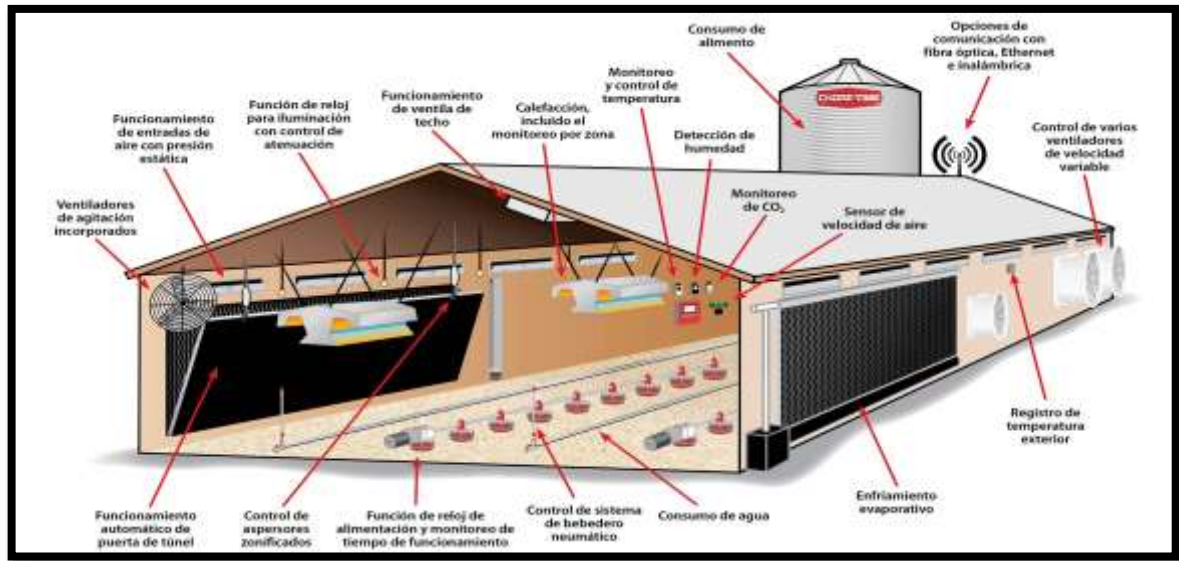


Figura 4. Ilustración del funcionamiento de una granja avícola [12].

8.6. Potencia instalada o carga eléctrica

Carga eléctrica total (en vatios) de un sistema o circuito eléctrico si todos los aparatos se ponen en funcionamiento a la vez. También llamada carga instalada.

La potencia instalada es la sumatoria de todas las potencias individuales de un sistema o un circuito eléctrico como se representa a continuación [13].

$$\text{Potencia instalada} = \sum \text{Potencias individuales} \quad (\text{Ecu.1})$$

8.7. Demanda máxima

La máxima demanda en una instalación es el mayor valor que se presenta en un lapso especificado. En general para un grupo de cargas la máxima demanda de cada una de ellas no coincide con otras, en consecuencia la máxima demanda del grupo es menor que la suma de las máximas demandas individuales. La demanda máxima representa para un instante dado, la máxima coincidencia de cargas eléctricas operando al mismo tiempo, es decir, la demanda máxima corresponde a un valor instantáneo en el tiempo. No es igual encender una línea de motores al mismo tiempo que hacerlo en arranque escalonado. El medidor de energía almacenará únicamente, la lectura correspondiente al máximo valor registrado de demanda, en cualquier intervalo de tiempo de cualquier día del ciclo de lectura. Los picos por demanda máxima se pueden controlar evitando el arranque y la operación simultánea de cargas eléctricas [13].

8.8. Factor de demanda

El factor de demanda en un intervalo de un sistema de distribución o de una carga, es la relación entre su demanda máxima en el intervalo considerado y la carga total instalada. Obviamente el factor de demanda es un número adimensional; por tanto la demanda máxima y la carga instalada se deberán considerar en las mismas unidades, el factor de demanda generalmente es menor que 1 y será unitario cuando durante el intervalo de todas las cargas instaladas absorban sus potencias nominales. Por lo tanto, el factor de demanda se expresa:

$$Fd = \frac{D_{max}}{Carga\ instalada} \quad (\text{Ecu.2})$$

8.9. Energía eléctrica o consumo de energía eléctrica

El consumo eléctrico es la cantidad de energía demandada por un determinado punto de suministro durante un plazo de tiempo denominado período de facturación. Este aspecto es facturado por las comercializadoras al aplicarse un precio del kWh que es el que determina la cantidad de dinero que tendrá que pagar el cliente [14].

Existen varias vías para calcular el consumo eléctrico de un domicilio:

- Por un lado se puede medir la potencia de cada aparato eléctrico y calcular el tiempo que están encendidos.
- Por otro lado, se puede recurrir a una calculadora de consumo eléctrico, una herramienta que a través de los aparatos utilizados y el número de personas del domicilio estima el consumo eléctrico de una vivienda. Existen también simuladores que te permiten calcular tu consumo en euros.
- También se puede calcular a través de un medidor de consumo eléctrico, aparato que se usa para conocer en todo momento el uso que se está haciendo de energía. Puede resultar ser muy útil ya que conociendo en todo momento el consumo que se realiza, se puede llegar a ahorrar hasta un 15% en la factura de la luz.

El consumo o energía consumida en los aparatos eléctricos se calcula así:

$$\text{Consumo eléctrico} = \text{Potencia} * \text{tiempo [KWh]} \quad (\text{Ecu.3})$$

8.10. Intensidad de corriente eléctrica

Se llama corriente eléctrica al flujo de una carga eléctrica a través de un material conductor, debido al desplazamiento de los electrones dentro de su estructura molecular, lo cual genera al mismo tiempo un campo eléctrico a su alrededor.

Normalmente se analiza la Ley de Ohm como una relación entre el voltaje, la corriente y el valor de una resistencia. Una forma más completa de expresar la Ley de Ohm es incluyendo la fórmula de potencia eléctrica [15].

$$I = \frac{\textit{Potencia}}{\textit{Voltaje} \times \textit{Factor de potencia}} \quad (\text{Ecu.4})$$

$$I = \frac{\textit{Voltaje}}{\textit{Resistencia}} \quad (\text{Ecu.5})$$

$$I = \sqrt{\textit{Potencia} / \textit{Resistencia}} \quad (\text{Ecu.6})$$

8.11. Cálculo del calibre del conductor eléctrico

Existen varios métodos para calcular el calibre de los alimentadores principales de una instalación eléctrica, a saber: Por Corriente, Por Caída de Tensión y Por Resistencia de los Conductores. Puede haber más formas, pero los tres métodos especificados son los más comunes. De los tres métodos señalados el más utilizado es el de corrientes, el cual se muestra a continuación.

1. Se determina la carga total o la potencia total instalada de la residencia o casa-habitación de la cual se calculará el calibre de los alimentadores principales.

2. Se aplica la (Ecu.4):

$$I = \frac{\textit{Potencia}}{\textit{Voltaje} \times \textit{Factor de potencia}}$$

En donde:

I es la corriente que pasará por los conductores (amperes);

P es la carga o potencia total (W);

V es el voltaje que llega a la residencia por medio de la acometida (127 V)

Fc es el denominado factor de potencia el cual regularmente es del 90% por la combinación de cargas resistivas e inductivas existentes en la instalación eléctrica.

3. Con la I, se determina una I_c (corriente corregida) multiplicándola por un factor de demanda o factor de utilización (f.d.).

Para calcular la Corriente Corregida simplemente se multiplica la I por el f.d. o sea:

$$I_c = I * (f.d.) \quad (\text{Ecu.7})$$

4. Con la I_c se busca el calibre del conductor en las tablas correspondientes (En las tablas para conductores CONOFLAM)

8.12. Protecciones eléctricas

Los diferentes tipos de protección eléctrica que podemos encontrar en nuestra vivienda o nuestro lugar de trabajo desempeñan un papel crítico y vital en todo tipo de contextos. La seguridad en proyectos en los que la electricidad es importante debe ser un asunto tomado con extrema seriedad, más aún si nos proponemos tratar con instalaciones eléctricas en entornos de especial peligrosidad [16].

Para las instalaciones eléctricas más comunes de baja tensión se considera siempre los interruptores termomagnéticos o magneto térmicos en inglés (Breaker).

Un interruptor termo magnético es un dispositivo que permite cortar la corriente eléctrica de un circuito de manera automática, bajo determinadas condiciones.

Su utilidad es muy grande, sobre todo en ciudades donde el sistema eléctrico no funciona de manera eficiente y se generan subidas de tensión. De ahí que sea importante utilizar un interruptor termo magnético para la protección de los cables y electrodomésticos de nuestro hogar.

Se trata de un dispositivo que combina los efectos del magnetismo y el calor, para causar la interrupción de la corriente eléctrica de un circuito, en el momento que se detectan valores que superan los límites establecidos en las especificaciones técnicas del dispositivo.

La finalidad del mismo, es proteger las instalaciones eléctricas y todos los aparatos conectados a la misma, al momento de presentarse un fallo [16].

Si bien, el interruptor termo magnético funciona de la misma forma que lo hace un fusible, la diferencia con estos últimos, es que no se hace necesario realizar un cambio cada vez que actúan.

En ningún caso deben confundirse con los interruptores diferenciales, los cuales cumplen la función de proteger a las personas de las descargas eléctricas.

Los interruptores termomagnéticos se utilizan para garantizar la protección de las instalaciones eléctricas cuando se producen sobrecargas y cortocircuitos y se lo puede observar en la figura número 5.

Se utilizan dentro de edificaciones como una forma de proteger las instalaciones interiores. Son útiles en viviendas, industrias y centros comerciales. Es usual que las normas de construcción de las edificaciones incluyan este elemento como una medida de prevención de incendios.



Figura 5. Ilustración de un interruptor termo magnético [16].

Los interruptores termo magnéticos tienen diferentes funcionamientos los más comunes son para cortocircuito y sobrecarga [16].

Cortocircuito

Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado (M), tiende a abrir el contacto C, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad I que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado.

Este nivel de intervención suele estar comprendido entre tres y veinte veces (según la letra B, C, D, etc.) la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magneto térmico) y

su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción.

Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente. Los cortocircuitos son aumentos de intensidades provocadas por contacto directo accidental entre fase y neutro.

Sobrecarga

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica (representada en rojo) que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que, mediante el correspondiente dispositivo mecánico (M), provoca la apertura del contacto C.

Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

Ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas [16].

8.13. Caída de tensión

Llamamos caída de tensión a la diferencia de potencial que existe entre los extremos de cualquier conductor, semiconductor o aislante. Este valor se mide en voltios y representa el gasto de fuerza que implica el paso de la corriente por el mismo.

Asimismo, la caída de tensión es medida frecuentemente en tanto por ciento de la tensión nominal de la fuente de la que se alimenta. Por lo tanto, si en un circuito alimentado a 400 Voltios de tensión se prescribe una caída máxima de tensión de una instalación del 5%, esto significará que en dicho tramo no podrá haber más de 20 voltios, que sería la tensión perdida con respecto a la tensión nominal.

No existe un conductor perfecto, pues todos presentan una resistividad al paso de la corriente por muy pequeña que sea, por este motivo ocurre que un conductor incrementa la oposición al paso de la corriente, a medida que también va aumentando su longitud. Si esta resistencia aumenta, por consiguiente aumenta el desgaste de fuerza, es decir, la caída de tensión. Podríamos decir que la caída de tensión de un conductor viene determinada por la relación

que existe entre la resistencia que ofrece este al paso de la corriente, la carga prevista en el extremo más lejano del circuito y el tipo de tensión que se aplicará a los extremos [6].

Para calcular la caída tensión se utiliza la siguiente ecuación.

$$\mathbf{E = I \times Z} \qquad \qquad \qquad \mathbf{(Ecu.8)}$$

E: Caída de Tensión

I: Corriente a través del conductor

Z: Impedancia Eléctrica

8.14. Tablero de transferencia de carga

Un tablero de transferencia es un interruptor eléctrico que cambia una carga entre dos fuentes, son automáticas o manuales como se muestra en la figura 6, las automáticas pueden cambiar cuando detectan que una de las fuentes ha perdido o ganado el poder.

Un interruptor de transferencia automática (ATS) se instala a menudo donde se encuentra un generador de respaldo, para que el generador puede proporcionar energía eléctrica temporal si la fuente de energía falla.

Un ATS también puede comandar el generador de copia de seguridad para iniciar, basado en la tensión monitorizada en el suministro primario, el interruptor de transferencia aísla el generador de respaldo de la empresa eléctrica cuando el generador está encendido y proporcionando energía temporal, la capacidad de control de un interruptor de transferencia puede ser manual solamente, o una combinación de automático y manual [17].



Figura 6. Ilustración de un tablero de transferencia de carga manual [17].

8.15. Motores – Generadores que operan con biogás

La mayoría de los proyectos en operación utilizan motores de combustión interna (reciprocantes), turbinas y microturbinas. Estas últimas se aplican en rellenos sanitarios pequeños o aplicaciones en nicho. Ciertas tecnologías como motores Stirling o motores de Ciclo Orgánico Rankine y celdas de combustible están aún en una fase de investigación y desarrollo [5].

Las aplicaciones de cogeneración están aumentando a nivel global, ya que proveen mayor eficiencia energética pues además de generar electricidad utilizan el calor recuperado; para esta tecnología se utilizan generalmente motores de combustión interna, turbinas de gas, o microturbinas, mientras que es menos común la generación de electricidad a través de sistemas caldera-turbina de vapor ya que resultan más eficientes en proyectos de producción de electricidad de mayor escala [6].

Los motores reciprocantes de combustión interna son los más utilizados ya que presentan alta eficiencia en comparación con las turbinas de gas y microturbinas. Son de bajo costo por kW en comparación con las turbinas de gas y microturbinas, y existen en varios tamaños adecuados a los flujos de biogás. La eficiencia de estos motores varía entre 25 y 35 %, aunque se pueden alcanzar mayores rendimientos en aplicaciones de cogeneración, cuando se recupera el calor residual que puede ser utilizado para otras aplicaciones. También

presentan la ventaja de permitir añadir o quitar los motores según las tendencias de recuperación de biogás. Como desventajas se encuentran sus costos de mantenimiento que son relativamente altos y la generación de emisiones a la atmósfera. Si los costos de electricidad del mercado son bajos, la rentabilidad de estos equipos resulta marginal. El rango de tamaño para proyectos típicos asumiendo 50 % de metano en el biogás es entre 8 y 30 m³/min de biogás, y capacidades entre 800 kW y 3 MW; para proyectos de mayor escala se pueden combinar varios motores [18].



Figura 7. Ilustración de un motor recíprocante [18].

Las turbinas de gas se utilizan para proyectos de gran escala donde existe un flujo de biogás suficiente como para generar un mínimo de 3 MW y típicamente más de 5 MW (flujos de biogás superiores a 40 m³/min). El costo del kW disminuye con el aumento del tamaño de las turbinas, mejorando a su vez la generación de electricidad. La eficiencia de estos equipos ronda entre 20 y 28 % a escala completa pudiendo alcanzar el 40 % para casos de cogeneración, donde se recupere el calor residual. Una desventaja de las turbinas es que requieren la eliminación de los siloxanos y otras impurezas que pueda traer el biogás. Entre las ventajas se encuentran mayor resistencia a la corrosión y menor nivel de emisiones de óxidos de nitrógeno, son más compactas y tienen menores costos de O&M que los motores de combustión interna. La planta de tratamiento de aguas residuales de Arlington (EEUU) genera biogás que es transportado más de 6 km para generar electricidad en una turbina de 5.2 MW [18].

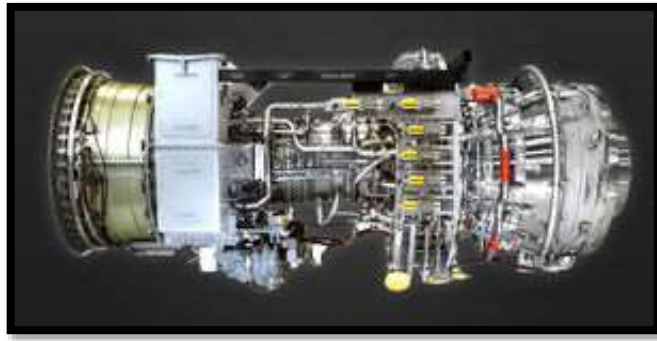


Figura 8. Ilustración de una turbina de gas [18].

Las microturbinas se utilizan cuando se tiene una recuperación de biogás menor a 8 m³/min con contenidos mínimos de metano de hasta 35 %; resultan más costosas por kW generado aunque tienen la ventaja de que se pueden añadir o quitar en función del flujo de biogás. Como tienen baja capacidad de generación son fáciles de interconectar y generan menos emisiones de óxidos de nitrógeno. Requieren de un tratamiento primario del biogás que incluya remoción de siloxanos, humedad, y material particulado. Las microturbinas se comercializan en tamaños de 30, 70, y 250 kW, y presentan las ventajas de tener un costo de capital reducido, bajo costo de mantenimiento y de las instalaciones, y una eficiencia que aumenta con el tamaño. Con la finalidad de incrementar la eficiencia de las microturbinas, generalmente se incorpora un recuperador que precaliente el aire de combustión. En EEUU se está trabajando para desarrollar microturbinas de mayor eficiencia (mínimo 40%), que alcancen las 45.000 horas de servicio y mantenimiento cada 11.000 hs a un costo inferior a los US 500 por kW [18].



Figura 9. Ilustración de unas microturbinas [18].

La generación de electricidad utilizando biogás en motores de combustión interna requiere de la purificación del combustible con la finalidad de reducir aquellos constituyentes que resultan agresivos para los motores o producen niveles de emisión de contaminantes por encima de los niveles permitidos. Las tecnologías más desarrolladas están relacionadas con la remoción de dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, y otros componentes que causan deterioro en los componentes de los motores como los siloxanos, que son compuestos siliconados fermentados que durante la combustión se convierten en silicatos y cuarzo disminuyendo el volumen de la cámara de combustión y aumentando la relación de compresión y la abrasión del motor. Dependiendo del nivel de siloxanos, se requiere un tratamiento previo de remoción, sobre todo si el biogás será utilizado para la generación de electricidad. El método más común es la absorción con carbón activado aunque también se utilizan otros absorbentes como gel de sílica y otros tratamientos como enfriamiento bajo cero en conjunto con absorción líquida, absorción con aminas, o separación con membranas [18].

Las microturbinas de gas, constituyen un tipo de turbinas de gas que han pasado de la etapa de prototipos experimentales a convertirse en una alternativa factible para la generación de energía eléctrica a pequeña escala. Estas microturbinas pueden suministrar energía eléctrica de forma local desde unos pocos kW hasta algunos centenares de kW, en conexión en paralelo a la red o en isla, como una fuente independiente de energía.

La generación distribuida mediante microturbinas de gas constituye una solución efectiva, alternativa o complementaria a la instalación de nuevas plantas de producción de energía eléctrica y al tendido de nuevas líneas de distribución de alta tensión. Con lo que de esta forma, se puede ayudar a paliar el déficit energético producido durante estos últimos años provocados por el creciente aumento anual de la demanda eléctrica por encima de las previsiones [19].

Características de las microturbinas

Las microturbinas de gas, son turbinas de combustión de pequeño tamaño, con unas características constructivas especiales y con potencias que actualmente se sitúan entre 28 y 200 kW.

Probablemente las características más importantes del sistema de producción distribuida de electricidad basado en las microturbinas de gas, sea el bajo nivel de emisiones y de ruido, y el reducido peso y dimensiones de la instalación. Por ello, pueden ser colocadas en sitios donde

se requiera la producción de energía eléctrica, calor y/o frío pero exista una limitación de espacio, o en lugares sensibles a la contaminación ambiental o acústica [19].

Las microturbinas pueden clasificarse, por su configuración, en:

Eje simple o eje doble

La configuración en un solo eje permite reducir los costes de producción y tiene un mantenimiento más fácil [19].

Ciclo simple o con regeneración

En las de ciclo simple, se mezcla el aire comprimido con el combustible y se hace la combustión bajo condiciones de presión constante. Las unidades de ciclo regenerativo usan un intercambiador de calor, con la finalidad de recuperar calor de la corriente de salida de la turbina y transferirla a la corriente de entrada del aire. El hecho de combinar las microturbinas con equipos de recuperación de energía para transferir el calor al aire de combustión provoca que con estos sistemas pueda llegar a doblarse la eficiencia eléctrica de la microturbina [19].

Ventajas energéticas y ambientales

El uso de las microturbinas ofrece un gran número de ventajas, en comparación con otras tecnologías de producción de energía a pequeña escala, como pueden ser los motores de gas natural, principalmente:

- Menor número de partes móviles, únicamente el eje de la microturbina. Ello implica un bajo mantenimiento y, además, en algunos equipos no hay consumo de aceite lubricante.
- Reducido peso y dimensiones. Un sistema similar de producción de energía eléctrica y agua caliente con un motor de gas de pistones de unos 40 kW de potencia eléctrica pesa más de 2.000 kg ante los 700 kg del sistema de microturbina de gas. Las dimensiones externas son similares en ambos casos.
- Energía térmica recuperable en una sola corriente. A diferencia de los motores de pistón, las turbinas de gas concentran el calor excedente en una sola corriente a alta temperatura, con lo que se simplifica la instalación. Los gases de escape de las microturbinas de gas son generalmente de alta calidad, dado que se encuentran a alta temperatura y libres de aceites. Ello los convierte en un sistema ideal para combinar con equipos de refrigeración para absorción de alta eficiencia (doble efecto, ciclos

GAX, etc.) para la producción de frío y, también, para aplicaciones en los invernaderos de horticultura donde es necesario un suministro de calor y CO₂ con un bajo nivel de hidrocarburos. La eficiencia de estos sistemas puede ser muy elevada y, por lo tanto, muy atractiva para los casos en que, además de la demanda eléctrica, hay una demanda en climatización muy importante [19].

Aplicaciones

Las microturbinas de gas pueden aplicarse a diferentes sectores. A continuación, se enumeran algunas de estas aplicaciones:

Microgeneración

Los sistemas de microgeneración son sistemas de cogeneración de baja potencia con los que puede generarse energía eléctrica, producir agua caliente, vapor o refrigeración activada térmicamente.

Vehículos de transporte

Las microturbinas en vehículos híbridos permiten, entre otras ventajas, recargar las baterías de los vehículos e incrementar su autonomía y capacidad de carga. Por eso se utiliza una versión de microturbina con generador de corriente continua [19].

Aplicación directa del calor

Esta aplicación consiste en la utilización directa del calor contenido en los gases de escape para diversas aplicaciones, entre las que se prevén como más destacadas las siguientes:

- Accionamiento de equipos de refrigeración por absorción de llama directa con o sin poscombustión.
- Calefacción en invernaderos.
- Regeneración de desecantes en equipos de deshumidificación.
- Procesos de secado, favorecidos por la alta temperatura de los gases de escape.

Valorización energética

Las microturbinas también se aplican para la valorización energética de productos susceptibles de ser utilizados como combustible, como por ejemplo, en la combustión de gas

de bajo poder calorífico como el biogás que se genera en vertederos, depuradoras de aguas residuales, etc. [19].

9. HIPÓTESIS

¿Con la cantidad de biogás obtenido en el proceso de biodigestión anaerobia se puede generar energía eléctrica para abastecer la operación de la avícola de la hacienda la Victoria?

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Esta investigación tiene como finalidad determinar el proceso para generar energía eléctrica a partir de biomasa (excrementos de ganado bovino) para la cual es necesario el diseño de un biodigestor el cual nos proporcionara una determinada cantidad de biogás mediante el cual se podrá obtener electricidad, para ello se realizó un estudio de materia prima y se obtuvieron inicialmente los datos de producción de biomasa de los cuales partiremos para la realización de este sistema de generación eléctrica a partir de excrementos de ganado bovino, así como también determinar la potencia máxima a generar y la demanda máxima a abastecer.

Para efectuar este trabajo se realizara un procedimiento sucesivo de cálculos que nos permitirán desarrollar y determinar el diseño del sistema de generación eléctrica con biogás el cual consta de las siguientes etapas:

ETAPA 1:

Determinación de la cantidad de materia prima (excrementos de ganado bovino) la cual se calcula de a siguiente manera:

$$C_{est} = NA * EA \text{ (kg/día)} \quad \text{(Ecu. 9)}$$

Donde:

C_{est}= Cantidad de estiércol en (Kg/día).

NA= Número de Animales.

EA= Los Kg de estiércol fresco diario producido por cada 100 kg de peso del animal.

Para este proceso debemos tomar en cuenta la siguiente tabla número 4 que nos muestra la producción de estiércol fresco diario para diferentes animales, por cada 100 kilogramos de peso del animal [20].

Tabla 4. Producción de estiércol diario [20].

Producción de estiércol fresco diario	
Ganado	Kg de estiércol fresco producido por cada 100 Kg de peso del animal
Cerdo	4
Bovino	7
Caprino	4
Conejos	3
Equino	7
Humano adulto	0,4 Kg por adulto
Humano niño	0,2 Kg por niño

Hay que tomar en cuenta que por ejemplo si una vaca de 300 kg de peso produce al día 21 kg de estiércol fresco, que en caso de ser pastoreada solo se podrá usar el 25 %, por tanto, 5,25 kg. Así como cinco chanchos de 70 kg cada uno producirá 14 kg de estiércol diario [20].

Para determinar la cantidad de orina existe la fórmula que se muestra a continuación y cabe recalcar que el valor o dato del porcentaje de producción de orina por animal al día en porcentaje de peso vivo se lo obtendrá de la tabla número 5.

$$O=NA*PVP*\frac{PO}{100} \quad \text{(Ecu.10)}$$

Donde:

O= Orín día en kilogramos (Se asume que 1 litro de orín pesa 1 kilogramo)

PO= Producción de orín por animal por día en porcentaje de peso vivo.

NA= Número de animales por una especie.

PVP= Peso vivo promedio del animal.

Tabla 5. Producción de orina en porcentaje por animal [21].

Clase de animal	Cantidad diaria de Orina en % del peso vivo	% de material de fermentación		Rango producción gas I/Kg MSO	Promedio producción gas I/Kg MSO
		% MST	% MSO		
Bovinos	4	15,3	13	150-350	250
Cerdos	3	16	12	340-550	450
Caprinos	1,5	30	20	100-310	200
Ovejas					
Caballos	4	25	15	200-350	250
Aves	4,5	25	17	310-620	460
Humanos	2	20	15	310-640	450

ETAPA 2:

Determinación de la cantidad de agua requerida para preparar la mezcla de digestión la cual se calcula con la siguiente formula, tomando en cuenta que el dato o el valor de la porción del agua se la obtiene de la tabla número 6.

$$C_{me} = C_{est} + PA \quad (Ecu.11)$$

Donde:

C_{me}= Cantidad de mezcla en (Kg mezcla/día).

C_{est}= Cantidad de estiércol (Etapa 1).

PA= Porción de agua.

Nota: en la tabla número 5 se muestra datos como por ejemplo (1:1) esto quiere decir que por un kilogramo de estiércol se requiere un kilogramo de agua tomando en cuenta que (1 kg es igual a 1 litro porque el agua tiene una densidad de 1) [20].

Tabla 6. Porcentaje de agua por cada kg de estiércol [20].

Clase animal		% de kg de agua por % Kg de estiércol
Bovino	Fresco	1;1
Bovino	Seco	1;2
Porcino		1;2
Aves		1;1
Equino		1;2
Desechos Humanos		1;1
Desechos Vegetales		1; 0,5-2

ETAPA 3:

Determinación del volumen del biodigestor el cual se lo realiza con la fórmula que se muestra a continuación, es necesario aclarar que el dato del tiempo de retención hidráulica se lo tomara de la tabla número 7, dependiendo de la temperatura del lugar tomado en cuenta para el diseño del sistema de generación eléctrica con biogás.

$$\mathbf{Vbd} = \mathbf{TRH} \text{ (días)} * \mathbf{Cme} \quad \text{(Ecu.12)}$$

Para transformar en volumen es decir de litros a m³ se divide para 1000 el Vbd como se muestra a continuación.

$$\mathbf{Vbdv} = \frac{\mathbf{Vbd}}{\mathbf{1000}} \quad \text{(Ecu.13)}$$

Donde:

Vbd= El volumen del biodigestor expresado en litros.

Vbdv= El volumen del biodigestor expresado en m³.

TRH= El tiempo de retención hidráulica tomado de la tabla número 7.

Cme= La cantidad de mezcla (Etapa 2).

NOTA: (Se toma en cuenta que 1 kg es igual a 1 litro porque el agua tiene una densidad de 1 ya que el 80% de la mezcla es agua) [20].

Tabla 7. Datos del tiempo de retención hidráulica [20].

TEMPERATURA DE LA FASE LIQUIDA DEL BIODIGESTOR				
5-10 °C	10-15 °C	15-20 °C	20-25 °C	> 25 °C
> 60	50-60	40-50	30-40	20-30
TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA (DÍAS)				

ETAPA 4:

Determinación de la cantidad de biogás la cual se la obtendrá mediante la siguiente formula, tomando en cuenta que el dato o el valor para conocer cuánto biogás producen un Kg de estiércol bovino se lo obtendrá de la tabla número 8.

$$C_{biog} = C_{est} * VT \quad \text{(Ecu.14)}$$

A este resultado se le debe de sumar un valor de margen de seguridad que varía en un 5 a 10 por ciento como se muestra a continuación.

$$C_{biogFs} = C_{biog} + C_{biog} * FS \quad \text{(Ecu.15)}$$

Donde:

C_{biog}= Cantidad de biogás en (m³/día).

VT= Valor tomado de la tabla número 8.

C_{biogFs}= Cantidad de biogás más el factor de seguridad en (m³/día).

FS= Factor de seguridad que varía de 5 a 10 por ciento.

C_{est}= Cantidad de estiércol en (Kg/día) de la (Etapa 1).

Tabla 8. Producción de biogás por cada Kg de estiércol [20].

1 Kilogramo de estiércol bovino	0,038 m ³ de biogás
1 Kilogramo de estiércol ave	0,043 m ³ de biogás
1 Kilogramo de estiércol porcino	0,035 m ³ de biogás
1 Kilogramo de estiércol vegetal	0,040 m ³ de biogás

ETAPA 5:

Determinación de la cantidad de electricidad utilizando la fórmula que se muestra a continuación y basándose en la tabla número 9 que nos permite identificar cuantos KWh se producen por 1 m³ de biogás.

$$\text{Celectr} = \text{CbiogFs} * \text{VE} \quad (\text{Ecu.16})$$

Donde:

CbiogFs= Cantidad de biogás más el factor de seguridad en (m³/día).

VE= Valor Eléctrico de la tabla número 9.

Celectr= Cantidad de electricidad en (kW/h).

Tabla 9. Producción de electricidad por cada m³ de biogás [20].

Equivalencias energéticas del biogás	
1000 litros (1 m3) de biogás equivale a:	
Madera	1,3 Kg
Bosta seca	1,2 Kg
Alcohol	1,1 litros
Gasolina	0,8 litros
Gas-oil	0,65 litros
Gas natural	0,76 m3
Carbón	1,5 kg
Electricidad	2,2 KWh

ETAPA 6:

Determinación de las dimensiones de la zanja del biodigestor la cual se la realizara mediante los cálculos que se muestran a continuación y es muy necesario aclarar que la mayoría de los datos para el dimensionamiento de la zanja son tomados de la tabla número 10 y 11 la cual contiene datos estandarizados de dimensionamiento de zangas para biodigestores.

Profundidad= dato de tabla.

Talud= dato de tabla.

Porcentaje de fase liquida y fase gaseosa= dato de tabla.

Circunferencia de la Bolsa del biodigestor (Ci) = Disponible en el mercado es 8 m y también consta en la tabla.

Factor A= dato de tabla.

Factor B= dato de tabla.

Ancho mayor es igual a:

$$\text{Ancho mayor} = C_i * \text{Factor A} \quad (\text{Ecu.17})$$

Ancho menor es igual a:

$$\text{Ancho menor} = \text{Ancho mayor} - \text{Factor B} \quad (\text{Ecu.18})$$

Área transversal es igual a:

$$\text{Área transversal} = \left(\frac{\text{Ancho mayor} + \text{Ancho menor}}{2} \right) * \text{profundidad} \quad (\text{Ecu.19})$$

El largo de la zanja del biodigestor es igual a:

$$\text{Largobd} = \frac{Vbdv}{\text{Area Transversal}} \quad (\text{Ecu.20})$$

Donde:

Vbdv= El volumen del biodigestor expresado en m³ (Etapa 3).

Tabla 10. Para los datos de eficiencia y dimensionamiento de la etapa número 6 [20].

	Profundidad	1 m de Profundidad				1,5 m de Profundidad				2 m de Profundidad				
		Talud	10°	20°	30°	45°	10°	20°	30°	45°	10°	20°	30°	45°
Fase 90% líquido : 10% gaseoso	Circunferencia bolsa	3	71%	66%										
		4	84%	80%	73%		57%							
		5	82%	79%	75%		79%	74%			47%			
		8	65%	64%	62%	56%	80%	78%	74%	61%	84%	80%	73%	
		10	56%	55%	54%	45%	72%	71%	68%	60%	82%	79%	75%	60%
		12	48%	48%	47%	44%	65%	64%	62%	56%	76%	75%	71%	61%
		15	40%	40%	39%	36%	56%	55%	54%	50%	68%	66%	64%	58%
		18	34%	34%	34%	33%	48%	48%	47%	44%	60%	59%	58%	53%
Fase 80% líquido : 20% gaseoso	Circunferencia bolsa	3	65%	66%										
		4	86%	85%	79%		49%							
		5	88%	86%	82%	67%	76%	76%						
		8	72%	71%	69%	63%	87%	85%	81%	68%	86%	85%	79%	
		10	62%	61%	60%	56%	80%	78%	76%	67%	88%	86%	82%	67%
		12	54%	54%	53%	50%	72%	71%	69%	63%	84%	82%	79%	68%
		15	45%	45%	44%	42%	62%	61%	60%	56%	75%	74%	71%	64%
		18	39%	38%	38%	37%	54%	54%	53%	50%	67%	66%	64%	59%

Tabla 11. Para los datos de factor A y factor B del dimensionamiento de la etapa número 6 [20].

	Profundidad	1 m de Profundidad				1,5 m de Profundidad				2 m de Profundidad				
		Talud	10°	20°	30°	45°	10°	20°	30°	45°	10°	20°	30°	45°
	Factor (b)	0,35	0,73	1,15	2	0,53	1,1	1,73	3	0,71	1,45	2,3	4	
Fase 90% líquido : 10% gaseoso	Circunferencia bolsa	3	0,21	0,26										
		4	0,28	0,32	0,35		0,17							
		5	0,33	0,36	0,38		0,24	0,29			0,15			
		8	0,39	0,41	0,43	0,44	0,34	0,37	0,39	0,42	0,28	0,32	0,35	
		10	0,42	0,43	0,44	0,47	0,37	0,39	0,41	0,44	0,33	0,36	0,38	0,42
		12	0,43	0,44	0,45	0,47	0,39	0,41	0,43	0,45	0,36	0,38	0,4	0,43
		15	0,44	0,45	0,46	0,48	0,42	0,43	0,44	0,46	0,39	0,41	0,42	0,44
		18	0,45	0,46	0,47	0,48	0,43	0,44	0,45	0,47	0,41	0,42	0,44	0,45
Fase 80% líquido : 20% gaseoso	Circunferencia bolsa	3	0,18	0,25										
		4	0,26	0,31	0,34		0,15							
		5	0,32	0,35	0,38	0,41	0,21	0,27						
		8	0,39	0,41	0,42	0,44	0,33	0,36	0,38	0,42	0,26	0,31	0,34	
		10	0,41	0,43	0,44	0,46	0,36	0,39	0,41	0,43	0,32	0,35	0,38	0,41
		12	0,43	0,44	0,45	0,46	0,39	0,41	0,42	0,44	0,35	0,37	0,4	0,43
		15	0,44	0,45	0,46	0,47	0,41	0,43	0,44	0,46	0,38	0,4	0,42	0,44
		18	0,45	0,46	0,47	0,48	0,43	0,44	0,45	0,46	0,4	0,42	0,43	0,45

10.1. Casos de estudio

La hacienda la Victoria se encuentra en la Provincia de Pichincha en el Cantón Mejía, esta posee una gran cantidad de biomasa (excrementos) de los animales que se encuentran en la misma, en este caso se tomara en cuenta los excrementos de ganado bovino para determinar cómo generar energía eléctrica usando biogás y así poder satisfacer la demanda máxima que existe en la avícola de la hacienda y poder reducir costos energéticos usando una fuente de energía eléctrica limpia y renovable [1].

Para esto es necesario realizar los siguientes casos de estudio que se mostraran a continuación, tomando en cuenta que antes de realizar los casos de estudio es de vital importancia realizar un estudio y análisis de la cantidad de ganado bovino que ha tenido la hacienda en los últimos 10 años como se muestra en la figura 10, que es realizada con los datos que se muestran en el anexo número 1, y se considerara el año más crítico como se representa en la figura 12, es decir, el año con el que menos cantidad de ganado bovino ha existido en la hacienda para cada uno de los casos de estudio [1].

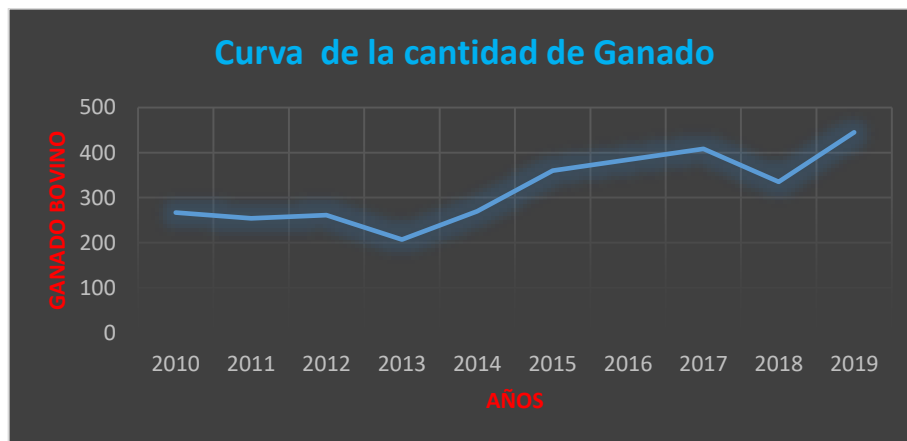


Figura 10. Ilustración de la cantidad de ganado en los últimos 10 años [Autor].

En la hacienda la victoria en los últimos 10 años se ha tenido diferentes cantidades de ganado bovino el año con más cantidad ha sido en el año 2019 y el año más crítico o con menor cabezas de ganado es en el año 2013, como se muestra en la figura número 11, que es realizada con los datos que se muestran en el anexo número 1, y para estos casos de estudio tomaremos el año con menos cantidad de ganado bovino, para determinar si aun con la mínima cantidad de excrementos se puede producir suficiente cantidad de biogás y generar la suficiente energía eléctrica para abastecer la avícola de la hacienda.



Figura 11. Ilustración de cantidad de ganado en los últimos 10 años [Autor].

En el año 2013 la hacienda la victoria ha contado con el menor número de cabezas de ganado en los últimos diez años, con un número de tan solo 207 cabezas de ganado como se muestra en la figura 12, que es realizada con los datos que se muestran en el anexo número 1, este es el valor con el que partiremos en estos casos de estudio, como ya se ha mencionado anteriormente para determinar si aun con la mínima cantidad de excrementos se puede producir suficiente cantidad de biogás y generar la suficiente energía eléctrica para abastecer la avícola de la hacienda en el periodo de demanda considerado.

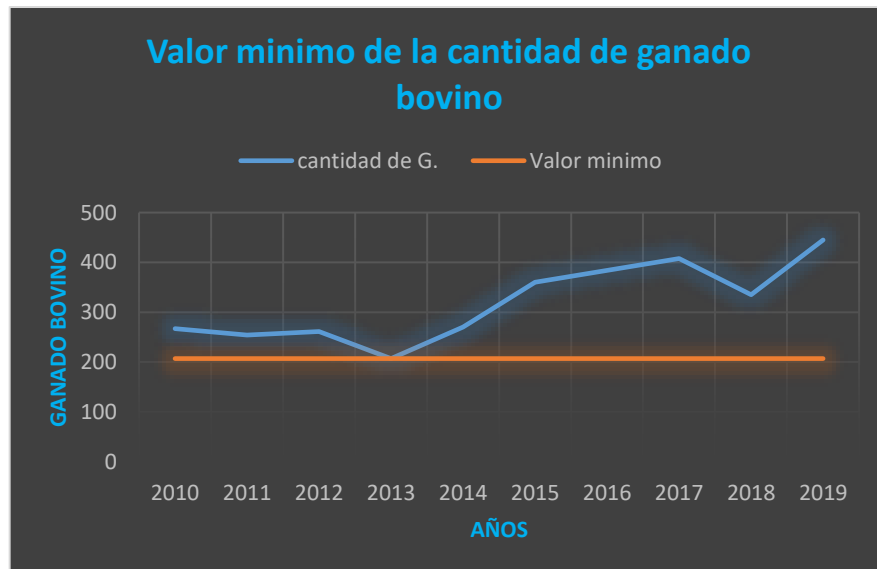


Figura 12. Ilustración del valor mínimo a tomar para los casos de estudio [Autor].

Después de a ver realizado el análisis de la cantidad de ganado bovino en los últimos diez años se procede a realizar los siguientes casos de estudio tomando en cuenta el valor más

crítico que se ha presentado en la hacienda es decir el año con el menor número de ganado bovino, los casos de estudio se realizaran en los porcentajes de 25 %, 50 %, 75 % y 80 % de la cantidad total de excrementos del ganado bovino.

10.1.1. Caso número uno (25 %)

Este primer caso se lo realizara con el 25 % del total de los excrementos de ganado bovino.

ETAPA 1:

Determinación de la cantidad de materia prima (cantidad total de estiércol bovino).

$$Cest = 207(\text{cdg}) * 300(\text{Kg animal})$$

$$Cest = 62100(\text{Kg animal})$$

$$Cest = \frac{62100(\text{Kg animal}) * 5,25(\text{Kg estierco})}{300(\text{Kg animal})}$$

$$Cest = 1086,75(\text{Kg estiércol})$$

$$Cest = 1086,75(\text{Kg estiércol}) * 0,25$$

$$\mathbf{Cest = 271,688(\text{Kg estiércol})}$$

Dónde: (cdg) = Cabezas de ganado.

ETAPA 2:

Determinación de la cantidad de agua requerida para preparar la mezcla de digestión.

$$Cme = 271,688(\text{kg estiércol}) + 271,688(\text{Kg agua})$$

[Un litro de agua pesa o equivale un Kg]

$$\mathbf{Cme = 543,376(\text{Kg mezcla})}$$

ETAPA 3:

Determinación del volumen del biodigestor.

$$Vbd = 543,376(\text{Kg}) * 60(\text{días retención})$$

$$Vbd = 32602,6(\text{Kg})$$

[Un litro de agua pesa o equivale un Kg]

$$Vbd = 32602,6(\text{Litros})$$

[1000 litros equivale un 1 m³]

$$Vbd = \frac{32602,6(\text{Litros})}{1000(\text{litros})}$$

$$V_{bd} = 32,6026 \text{ m}^3$$

ETAPA 4:

Determinación de la cantidad de biogás.

$$C_{biog} = 271,688(\text{Kg estiércol}) * 0,038(\text{m}^3 \text{ de biogás})$$

$$C_{biog} = 10,3241(\text{m}^3 \text{ de biogás})$$

[Valor de margen de seguridad del 10%]

$$C_{biog} = 10,3241(\text{m}^3 \text{ de biogás}) + (10,3241 * 0,1)$$

$$C_{biog} = 11,3565(\text{m}^3 \text{ de biogás})$$

ETAPA 5:

Determinación y dimensionamiento del motor-generator a base de la cantidad de biogás que se calculó en la etapa anterior.

Tabla 12. Características del motor para este primer caso [Autor].

MODELO	B4T-5000 Bio	B4T-709 Bio	B4T-817CH Bio	B4T-817CR Bio	B4T-10 H Bio
Potencia (cv)	10	10	10	10	10
N. cilindros	Mono cilíndrico, 4 tempos, refrigerado a ar e OHV				
Cilindradas (cc)	389	389	389	389	389
Ignicao	CDI				
Consumo (m3/)	2	2	2	2	2
Vazao (l/h)		30.000	30.000	30.000	
Altura man. (mca)		57	46	46	
Oleo do carter (l)		1,1	1,1	1,1	1,1
Potencia máxima (KW)	4				
Potencia nominal 8 KW)	3,6				
voltage (v)	110/220				
Frecuencia (Hz)	60				
Voltage de carga (v)	12				
Corriente de carga (A)	8,3				
Comprimento (mm)	695	720	720	720	510
Largura (mm)	555	510	510	510	445
Altura (mm)	580	590	590	590	475
Peso liquido (Kg)	84	55	55	62	36
Tipo	Monofásico	Centrifuga	Centrifuga	Centrifuga	Horizontal

El modelo de motor para este primer caso es el B4T-5000 BIO, con un consumo de 2 m³ de biogás por hora y un funcionamiento de 5 horas al día, las características se las puede ver en la Tabla 12.

ETAPA 6:

Determinación de las dimensiones de la zanja del biodigestor que nos proveerá del biogás ya calculado anteriormente.

Profundidad (A)= 1,5 m

Talud (B)= 20°.

Porcentaje de fase líquida y fase gaseosa= 80 % líquido y 20 % gaseoso.

Circunferencia de la Bolsa del biodigestor (Ci) = Disponible en el mercado es 8 m.

Factor A= 0,36

Factor B= 1,1

Ancho mayor (**C**):

$$\text{Ancho mayor} = 8(\text{m}) * 0,36$$

$$\text{Ancho mayor} = \mathbf{2,88(\text{m})}$$

Ancho menor (**D**):

$$\text{Ancho menor} = 2,88(\text{m}) - 1,1$$

$$\text{Ancho menor} = \mathbf{1,78(\text{m})}$$

Área transversal:

$$\text{Área transversal} = \left(\frac{2,88(\text{m}) + 1,78(\text{m})}{2} \right) * 1,5(\text{m})$$

$$\text{Área transversal} = \mathbf{3,495 (\text{m}^2)}$$

El largo de la zanja del biodigestor (**E**):

$$\text{Largobd} = \frac{32,6026(\text{m}^3)}{3,495(\text{m}^2)}$$

$$\text{Largobd} = \mathbf{9, 3284 (\text{m})}$$

10.1.2. Caso número dos (50 %)

Este segundo caso se lo realizara con el 50 % del total de los excrementos de ganado bovino.

ETAPA 1:

Determinación de la cantidad de materia prima (cantidad total de estiércol bovino).

$$\text{Cest} = 207(\text{cdg}) * 300(\text{Kg animal})$$

$$C_{est} = 62100(\text{Kg animal})$$

$$C_{est} = \frac{62100(\text{Kg animal}) * 5,25(\text{Kg estierco})}{300(\text{Kg animal})}$$

$$C_{est} = 1086,75(\text{Kg estiércol})$$

$$C_{est} = 1086,75(\text{Kg estiércol}) * 0,50$$

$$\mathbf{C_{est} = 543,375(\text{Kg estiércol})}$$

ETAPA 2:

Determinación de la cantidad de agua requerida para preparar la mezcla de digestión.

$$C_{me} = 543,375(\text{kg estiércol}) + 543,375(\text{Kg agua})$$

[Un litro de agua pesa o equivale un Kg]

$$\mathbf{C_{me} = 1086,75(\text{Kg mezcla})}$$

ETAPA 3:

Determinación del volumen del biodigestor.

$$V_{bd} = 1086,75(\text{Kg}) * 60(\text{días retención})$$

$$V_{bd} = 65205(\text{Kg})$$

[Un litro de agua pesa o equivale un Kg]

$$V_{bd} = 65205(\text{Litros})$$

[1000 litros equivale un 1 m³]

$$V_{bd} = \frac{65205(\text{Litros})}{1000(\text{litros})}$$

$$\mathbf{V_{bd} = 65,205 \text{ m}^3}$$

ETAPA 4:

Determinación de la cantidad de biogás.

$$C_{biog} = 543,375(\text{Kg estiércol}) * 0,038(\text{m}^3 \text{ de biogás})$$

$$\mathbf{C_{biog} = 20,64825(\text{m}^3 \text{ de biogás})}$$

[Valor de margen de seguridad del 10%]

$$C_{biog} = 20,64825(\text{m}^3 \text{ de biogás}) + (20,64825 * 0,1)$$

$$\mathbf{C_{biog} = 22,7130(\text{m}^3 \text{ de biogás})}$$

ETAPA 5:

Determinación y dimensionamiento del motor-generador a base de la cantidad de biogás que se calculó en la etapa anterior.

Tabla 13. Características del motor para este segundo caso [Autor].

MODELO	B4T-5000 Bio	B4T-709 Bio	B4T-817CH Bio	B4T-817CR Bio	B4T-10 H Bio
Potencia (cv)	10	10	10	10	10
N. cilindros	Mono cilíndrico, 4 tiempos, refrigerado a ar e OHV				
Cilindradas (cc)	389	389	389	389	389
Ignicao	CDI				
Consumo (m3/)	2	2	2	2	2
Vazao (l/h)		30.000	30.000	30.000	
Altura man. (mca)		57	46	46	
Oleo do carter (l)		1,1	1,1	1,1	1,1
Potencia máxima (KW)	4				
Potencia nominal 8 KW)	3,6				
voltage (v)	110/220				
Frecuencia (Hz)	60				
Voltage de carga (v)	12				
Corriente de carga (A)	8,3				
Comprimento (mm)	695	720	720	720	510
Largura (mm)	555	510	510	510	445
Altura (mm)	580	590	590	590	475
Peso liquido (Kg)	84	55	55	62	36
Tipo	Monofásico	Centrifuga	Centrifuga	Centrifuga	Horizontal

El modelo de motor para este segundo caso es el B4T-5000 BIO, con un consumo de 2 m³ de biogás por hora y un funcionamiento de 10 horas al día, las características se las puede ver en la Tabla 13.

ETAPA 6:

Determinación de las dimensiones de la zanja del biodigestor que nos proveerá del biogás ya calculado anteriormente.

Profundidad (A)= 1,5 m

Talud (B)= 20°.

Porcentaje de fase líquida y fase gaseosa= 80 % líquido y 20 % gaseoso.

Circunferencia de la Bolsa del biodigestor (Ci) = Disponible en el mercado es 8 m.

Factor A= 0,36

Factor B= 1,1

Ancho mayor (C):

$$\text{Ancho mayor} = 8(\text{m}) * 0,36$$

$$\text{Ancho mayor} = \mathbf{2,88(\text{m})}$$

Ancho menor (D):

$$\text{Ancho menor} = 2,88(\text{m}) - 1,1$$

$$\text{Ancho menor} = \mathbf{1,78(\text{m})}$$

Área transversal:

$$\text{Área transversal} = \left(\frac{2,88(\text{m}) + 1,78(\text{m})}{2} \right) * 1,5(\text{m})$$

$$\text{Área transversal} = \mathbf{3,495 (\text{m}^2)}$$

El largo de la zanja del biodigestor (E):

$$\text{Largobd} = \frac{65,205 (\text{m}^3)}{3,495(\text{m}^2)}$$

$$\text{Largobd} = \mathbf{18,6566 (\text{m})}$$

10.1.3. Caso número tres (75 %)

Este tercer caso se lo realizara con el 75 % del total de los excrementos de ganado bovino.

ETAPA 1:

Determinación de la cantidad de materia prima (cantidad total de estiércol bovino).

$$\text{Cest} = 207(\text{cdg}) * 300(\text{Kg animal})$$

$$\text{Cest} = 62100(\text{Kg animal})$$

$$\text{Cest} = \frac{62100(\text{Kg animal}) * 5,25(\text{Kg estiérco})}{300(\text{Kg animal})}$$

$$\text{Cest} = 1086,75(\text{Kg estiérco})$$

$$\text{Cest} = 1086,75(\text{Kg estiérco}) * 0,75$$

$$\text{Cest} = \mathbf{815,0625(\text{Kg estiérco})}$$

ETAPA 2:

Determinación de la cantidad de agua requerida para preparar la mezcla de digestión.

$$C_{me} = 815,0625(\text{kg estiércol}) + 815,0625(\text{Kg agua})$$

[Un litro de agua pesa o equivale un Kg]

$$\mathbf{C_{me} = 1630,125(\text{Kg mezcla})}$$

ETAPA 3:

Determinación del volumen del biodigestor.

$$V_{bd} = 1630,125(\text{Kg}) * 60(\text{días retención})$$

$$V_{bd} = 97807,5(\text{Kg})$$

[Un litro de agua pesa o equivale un Kg]

$$V_{bd} = 97807,5(\text{Litros})$$

[1000 litros equivale un 1 m³]

$$V_{bd} = \frac{97807,5(\text{Litros})}{1000(\text{litros})}$$

$$\mathbf{V_{bd} = 97,8075 \text{ m}^3}$$

ETAPA 4:

Determinación de la cantidad de biogás.

$$C_{biog} = 815,0625(\text{Kg estiércol}) * 0,038(\text{m}^3 \text{ de biogás})$$

$$\mathbf{C_{biog} = 30,9723(\text{m}^3 \text{ de biogás})}$$

[Valor de margen de seguridad del 10%]

$$C_{biog} = 30,9723(\text{m}^3 \text{ de biogás}) + (30,9723 * 0,1)$$

$$\mathbf{C_{biog} = 34,0696(\text{m}^3 \text{ de biogás})}$$

ETAPA 5:

Determinación y dimensionamiento del motor-generator a base de la cantidad de biogás que se calculó en la etapa anterior

Tabla 14. Características del motor para este tercer caso [Autor].

Tipo de	Biogás generador
Adecuado de gas	Biogás/GLP
Potencia nominal (biogás/glp)	3000 W/4600 W
Potencia máxima (biogás/glp)	3500 W/4800 W
Frecuencia	50 HZ
Salida DC	12 V 8.3A
Tipo de generador	Motor de cepillo monofásico
Tipo de motor	CC168F
Diámetro X carrera	88x64mm
Desplazamiento	389cc
Sistema de encendido	¡T.C.I!
Capacidad de aceite del motor (L)	0,59
El consumo de Gas (m3/h)	3,5
Equipo estándar	Impermeable Europea hembra
	Toma cc tipo V
	AC disyuntor
	Interruptor de CC
Dimensiones	Pasivos y vuelo de lubricante
Color	Su elección
Los certificados	ISO 9001: 2008 CE
Tamaño	710*710*600mm
Peso	95 kg

El modelo de motor para este tercer caso es el Teenwin, con un consumo de 3,5 m³ de biogás por hora y un funcionamiento de 8 horas al día las características se las puede ver en la Tabla 14.

ETAPA 6:

Determinación de las dimensiones de la zanja del biodigestor que nos proveerá del biogás ya calculado anteriormente.

Profundidad (A)= 1,5 m

Talud (B)= 20°.

Porcentaje de fase líquida y fase gaseosa= 80 % líquido y 20 % gaseoso.

Circunferencia de la Bolsa del biodigestor (Ci) = Disponible en el mercado es 8 m.

Factor A= 0,36

Factor B= 1,1

Ancho mayor (C):

$$\text{Ancho mayor} = 8(\text{m}) * 0,36$$

$$\text{Ancho mayor} = \mathbf{2,88(\text{m})}$$

Ancho menor (D):

$$\text{Ancho menor} = 2,88(\text{m}) - 1,1$$

$$\text{Ancho menor} = \mathbf{1,78(\text{m})}$$

Área transversal:

$$\text{Área transversal} = \left(\frac{2,88(\text{m}) + 1,78(\text{m})}{2} \right) * 1,5(\text{m})$$

$$\text{Área transversal} = \mathbf{3,495 (\text{m}^2)}$$

El largo de la zanja del biodigestor (E):

$$\text{Largobd} = \frac{97,8075 (\text{m}^3)}{3,495(\text{m}^2)}$$

$$\text{Largobd} = \mathbf{27,9849 (\text{m})}$$

10.1.4. Caso número cuatro (80 %)

Este cuarto caso se lo realizara con el 80 % del total de los excrementos de ganado bovino.

ETAPA 1:

Determinación de la cantidad de materia prima (cantidad total de estiércol bovino).

$$\text{Cest} = 207(\text{cdg}) * 300(\text{Kg animal})$$

$$\text{Cest} = 62100(\text{Kg animal})$$

$$\text{Cest} = \frac{62100(\text{Kg animal}) * 5,25(\text{Kg estierco})}{300(\text{Kg animal})}$$

$$\text{Cest} = 1086,75(\text{Kg estiércol})$$

$$\text{Cest} = 1086,75(\text{Kg estiércol}) * 0,80$$

$$\text{Cest} = \mathbf{869,4(\text{Kg estiércol})}$$

ETAPA 2:

Determinación de la cantidad de agua requerida para preparar la mezcla de digestión.

$$\text{Cme} = 869,4(\text{kg estiércol}) + 869,4(\text{Kg agua})$$

[Un litro de agua pesa o equivale un Kg]

$$\mathbf{Cme= 1738,8(Kg mezcla)}$$

ETAPA 3:

Determinación del volumen del biodigestor.

$$Vbd= 1738,8(Kg)*60(días retención)$$

$$Vbd= 104328(Kg)$$

[Un litro de agua pesa o equivale un Kg]

$$Vbd= 104328(Litros)$$

[1000 litros equivale un 1 m³]

$$Vbd= \frac{104328(Litros)}{1000(litros)}$$

$$\mathbf{Vbd= 104,328 m^3}$$

ETAPA 4:

Determinación de la cantidad de biogás.

$$Cbiog= 869,4(Kg estiércol)*0,038(m^3 de biogás)$$

$$\mathbf{Cbiog= 33,0372(m^3 de biogás)}$$

[Valor de margen de seguridad del 10%]

$$Cbiog= 33,0372(m^3 de biogás)+ (30,9723*0,1)$$

$$\mathbf{Cbiog= 36,34092(m^3 de biogás)}$$

ETAPA 5:

Determinación y dimensionamiento del motor-generador a base de la cantidad de biogás que se calculó en la etapa anterior.

Tabla 15. Características del motor para este cuarto caso [Autor].

Tipo de	Biogás generador
Adecuado de gas	Biogás/GLP
Potencia nominal (biogás/glp)	3000 W/4600 W
Potencia máxima (biogás/glp)	3500 W/4800 W
Frecuencia	50 HZ
Salida DC	12 V 8.3A
Tipo de generador	Motor de cepillo monofásico
Tipo de motor	CC168F
Diámetro X carrera	88x64mm
Desplazamiento	389cc
Sistema de encendido	¡T.C.I!
Capacidad de aceite del motor (L)	0,59
El consumo de Gas (m ³ /h)	3,5
Equipo estándar	Impermeable Europea hembra
	Toma cc tipo V
	AC disyuntor
	Interruptor de CC
Dimensiones	Pasivos y vuelo de lubricante
Color	Su elección
Los certificados	ISO 9001: 2008 CE
Tamaño	710*710*600mm
Peso	95 kg

El modelo de motor para este tercer caso es el Teenwin, con un consumo de 3,5 m³ de biogás por hora y un funcionamiento de 9 horas al día las características se las puede ver en la Tabla 15.

ETAPA 6:

Determinación de las dimensiones de la zanja del biodigestor que nos proveerá del biogás ya calculado anteriormente.

Profundidad (A)= 1,5 m

Talud (B)= 20°.

Porcentaje de fase líquida y fase gaseosa= 80 % líquido y 20 % gaseoso.

Circunferencia de la Bolsa del biodigestor (Ci) = Disponible en el mercado es 8 m.

Factor A= 0,36

Factor B= 1,1

Ancho mayor (C):

$$\text{Ancho mayor} = 8(\text{m}) * 0,36$$

$$\text{Ancho mayor} = \mathbf{2,88(\text{m})}$$

Ancho menor (D):

$$\text{Ancho menor} = 2,88(\text{m}) - 1,1$$

$$\text{Ancho menor} = \mathbf{1,78(\text{m})}$$

Área transversal:

$$\text{Área transversal} = \left(\frac{2,88(\text{m}) + 1,78(\text{m})}{2} \right) * 1,5(\text{m})$$

$$\text{Área transversal} = \mathbf{3,495 (\text{m}^2)}$$

El largo de la zanja del biodigestor (E):

$$\text{Largobd} = \frac{104,328 (\text{m}^3)}{3,495(\text{m}^2)}$$

$$\text{Largobd} = \mathbf{29,8506 (\text{m})}$$

10.1.5. Demanda máxima de la avícola de la hacienda la Victoria

En la avícola que se encuentra en la hacienda la Victoria se ha determinado la demanda máxima a ser satisfecha y su valor es de 2,6 KW en el periodo de demanda punta cuya curva es la siguiente que se muestra en la figura 13 y 14, y se la ha podido determinar mediante un método de cálculo donde se muestra cuál de los aparatos están en funcionamiento cada hora del día como se muestra en la tabla 22.

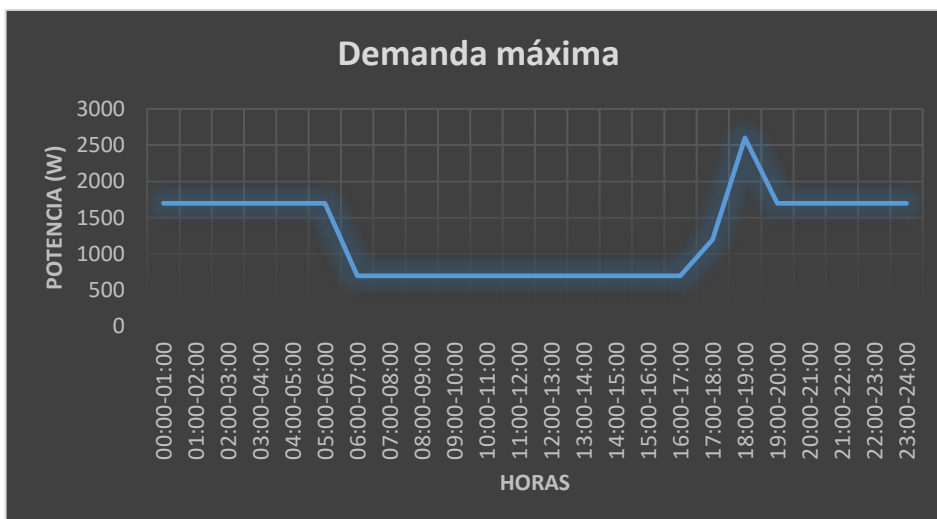


Figura 13. Ilustración de la curva de demanda máxima de la avícola [Autor].

Como se puede observar en la figura 14, la demanda máxima se presenta en el periodo de demanda punta con un valor de 2,6 KW, siendo esta en el periodo de tiempo de 18:00 a 19:00 horas en las cuales están en funcionamiento la mayor cantidad de aparatos o circuitos de la avícola de la hacienda como se muestra en la tabla 22.

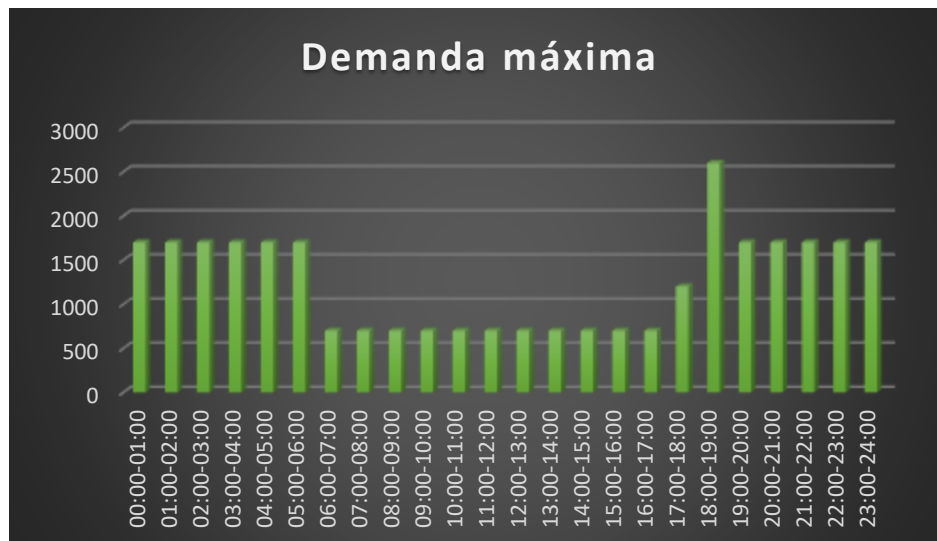


Figura 14. Ilustración de la demanda máxima de la avícola [Autor].

10.1.6. Potencia instalada de la avícola de la hacienda la Victoria

En la avícola que se encuentra en la hacienda la victoria tenemos seis circuitos individuales como se mostraran en las tablas de cálculo a continuación para lo cual debemos dimensionar sus cargas y determinar su potencia total individual, así como también el calibre del conductor requerido y su protección eléctrica, y la suma de todas las potencias de cada circuito individual nos dará la potencia máxima total instalada la cual es de 3,275 KW.

$$\text{Potencia instalada} = PC1 + PC2 + PC3 + PC4 + PC5 + PC6$$

$$PI = 700 \text{ w} + 700 \text{ w} + 700 \text{ w} + 500 \text{ w} + 500 \text{ w} + 175 \text{ w}$$

$$PI = 3275 \text{ W}$$

$$PI = 3,275 \text{ KW}$$

10.1.6.1. Circuito número uno (C1)

En el primer circuito se muestra el cálculo de la potencia del número de elementos que lo componen y su potencia individual también su total que es de 700 W, la demanda máxima por circuito y su amperaje y voltaje, para la selección del calibre del conductor y su protección termo magnética (breaker) se la dimensiona o se la selecciona dependiendo del amperaje que soporta el conductor, si ya tenemos el valor del amperaje nos queda seleccionar el calibre del conductor y su breaker [14].

Potencia individual del circuito uno:

$$PC1 = 100 \text{ w} * 7 \text{ (número de luminarias)}$$

$$PC1 = 700 \text{ w}$$

Amperaje del circuito uno:

$$I = \frac{700 \text{ w}}{110 \text{ v} * 0,9}$$

$$I = 7,07 \text{ A}$$

Calibre del conductor para luminaria número 12 AWG con un termo magnético de 15 A.

Tabla 16. Cálculo del circuito uno [Autor].

FC= 1				
# Luminarias	Potencia Individual (w)	Potencia total instalada (w)	Demanda máxima (w)	Consumo total (Wh)
7	100	700	700	16800
	Amperios(A)	Voltaje (V)	calibre del cable (AWG)	tipo de interruptor de Pr.
	7,070707071	110	número 12 (por tablas)	para 15 AMPERIOS

10.1.6.2. Circuito número dos (C2)

En el segundo circuito se muestra el cálculo de la potencia del número de elementos que lo componen y su potencia individual también su total que es de 700 W, la demanda máxima por circuito y su amperaje y voltaje, para la selección del calibre del conductor y su protección termo magnética (breaker) se la dimensiona o se la selecciona dependiendo del amperaje que soporta el conductor, si ya tenemos el valor del amperaje nos queda seleccionar el calibre del conductor y su breaker [14].

Potencia individual del circuito dos:

$$PC2= 100 \text{ w} * 7 \text{ (número de luminarias)}$$

$$PC2= 700 \text{ w}$$

Amperaje del circuito dos:

$$I= \frac{700 \text{ w}}{110 \text{ v} * 0,9}$$

$$I= 7,07 \text{ A}$$

Calibre del conductor para luminaria número 12 AWG con un termo magnético de 15 A.

Tabla 17. Cálculo del circuito dos [Autor].

FC= 1				
# Luminarias	Potencia Individual (w)	Potencia total instalada (w)	Demanda máxima (w)	Consumo total (Wh)
7	100	700	700	16800
	Amperios(A)	Voltaje (V)	calibre del cable (AWG)	tipo de interruptor de Pr.
	7,070707071	110	número 12 (por tablas)	para 15 AMPERIOS

10.1.6.3. Circuito número tres (C3)

En el tercer circuito se muestra el cálculo de la potencia del número de elementos que lo componen y su potencia individual también su total que es de 700 W, la demanda máxima por circuito y su amperaje y voltaje, para la selección del calibre del conductor y su protección termo magnética (breaker) se la dimensiona o se la selecciona dependiendo del amperaje que soporta el conductor, si ya tenemos el valor del amperaje nos queda seleccionar el calibre del conductor y su breaker [14].

Potencia individual del circuito tres:

$$PC3= 100 \text{ w} * 7 \text{ (número de luminarias)}$$

$$PC3= 700 \text{ w}$$

Amperaje del circuito tres:

$$I= \frac{700 \text{ w}}{110 \text{ v} * 0,9}$$

$$I= 7,07 \text{ A}$$

Calibre del conductor para luminaria número 12 AWG con un termo magnético de 15 A.

Tabla 18. Cálculo del circuito tres [Autor].

FC= 1				
# Luminarias	Potencia Individual (w)	Potencia total instalada (w)	Demanda máxima (w)	Consumo total (Wh)
7	100	700	700	16800
	Amperios(A)	Voltaje (V)	calibre del cable (AWG)	tipo de interruptor de Pr.
	7,070707071	110	número 12 (por tablas)	para 15 AMPERIOS

10.1.6.4. Circuito número cuatro (C4)

En el cuatro circuito se muestra el cálculo de la potencia del número de elementos que lo componen y su potencia individual también su total que es de 500 W, la demanda máxima por circuito y su amperaje y voltaje, para la selección del calibre del conductor y su protección termo magnética (breaker) se la dimensiona o se la selecciona dependiendo del amperaje que soporta el conductor, si ya tenemos el valor del amperaje nos queda seleccionar el calibre del conductor y su breaker [14].

Potencia individual del circuito cuatro:

$$PC4= 100 \text{ w} * 1 \text{ (número de equipo calefacción)}$$

$$PC4= 500 \text{ w}$$

Amperaje del circuito cuatro:

$$I= \frac{500 \text{ w}}{110 \text{ v} * 0,9}$$

$$I= 5,05 \text{ A}$$

Calibre del conductor para calentador eléctrico número 10 AWG con un termo magnético de 10 A.

Tabla 19. Cálculo del circuito cuatro [Autor].

FC=1				
# Aparato	Potencia Individual (w)	Potencia total instalada (w)	Demanda máxima (w)	Consumo total (Wh)
1	500	500	500	12000
	Amperios(A)	Voltaje (V)	calibre del cable (AWG)	tipo de interruptor de Pr.
	5,050505051	110	número 10 (por tablas)	para 10 AMPERIOS

10.1.6.5. Circuito número cinco (C5)

En el quinto circuito se muestra el cálculo de la potencia del número de elementos que lo componen y su potencia individual también su total que es de 500 W, la demanda máxima por circuito y su amperaje y voltaje, para la selección del calibre del conductor y su protección termo magnética (breaker) se la dimensiona o se la selecciona dependiendo del amperaje que soporta el conductor, si ya tenemos el valor del amperaje nos queda seleccionar el calibre del conductor y su breaker [14].

Potencia individual del circuito cinco:

$$PC5= 100 \text{ w} * 1 \text{ (número de equipo calefacción)}$$

$$PC5= 500 \text{ w}$$

Amperaje del circuito cinco:

$$I= \frac{500 \text{ w}}{110 \text{ v} * 0,9}$$

$$I= 5,05 \text{ A}$$

Calibre del conductor para calentador eléctrico número 10 AWG con un termo magnético de 10 A.

Tabla 20. Cálculo del circuito cinco [Autor].

FC=1				
# Aparato	Potencia Individual (w)	Potencia total instalada (w)	Demanda máxima (w)	Consumo total (Wh)
1	500	500	500	12000
	Amperios(A)	Voltaje (V)	calibre del cable (AWG)	tipo de interruptor de Pr.
	5,050505051	110	número 10 (por tablas)	para 10 AMPERIOS

10.1.6.6. Circuito número seis (C6)

En el sexto circuito se muestra el cálculo de la potencia del número de elementos que lo componen y su potencia individual también su total que es de 500 W, la demanda máxima por circuito y su amperaje y voltaje, para la selección del calibre del conductor y su protección termo magnética (breaker) se la dimensiona o se la selecciona dependiendo del amperaje que soporta el conductor, si ya tenemos el valor del amperaje nos queda seleccionar el calibre del conductor y su breaker [14].

Potencia individual del circuito seis:

$$PC6= 250 \text{ w} * 2 \text{ (número de equipo calefacción)}$$

$$PC6= 500 \text{ w} * 0,35 \text{ (f.c.)}$$

$$PC6= 175 \text{ W}$$

Amperaje del circuito seis:

$$I= \frac{175 \text{ w}}{110 \text{ v} * 0,9}$$

$$I= 1,76 \text{ A}$$

Calibre del conductor para toma corriente número 12 AWG con un termo magnético de 8 A.

Tabla 21. Cálculo del circuito seis [Autor].

FC=0,35				
# Aparato	Potencia Individual (w)	Potencia total instalada (w)	Demanda máxima (w)	Consumo total (Wh)
2	250	175	500	1750
	Amperios(A)	Voltaje (V)	calibre del cable (AWG)	tipo de interruptor de Pr.
	1,767676768	110	número 12 (por tablas)	para 8 AMPERIOS

10.1.7. Energía total consumida en la avícola de la hacienda la Victoria

En la avícola de la hacienda la Victoria existe un consumo de energía el cual se ha determinado a continuación como se muestra en la tabla 22, la cual nos muestra el funcionamiento de cada uno de sus circuitos en un determinado tiempo, ya que la energía total consumida consiste en cuantos KW se consumen o se utilizan en un periodo de tiempo, en este caso el consumo total de energía eléctrica de la avícola es de 30,2 KWh y se puede notar que su demanda máxima en el periodo de demanda punta es de 2,6 KW como se muestra en la figura 13, en la determinación de la demanda máxima.

Tabla 22. Calculo de la energía total consumida en la avícola [Autor].

Horas	Energía (Wh)	Hora*Potencia (W)	Potencia (W)	C1	C2	C3	C4	C5
00:00-01:00	1700	1700 x 1 hora	1700	0	700	0	500	500
01:00-02:00	1700	1700 x 1 hora	1700	0	700	0	500	500
02:00-03:00	1700	1700 x 1 hora	1700	0	700	0	500	500
03:00-04:00	1700	1700 x 1 hora	1700	0	700	0	500	500
04:00-05:00	1700	1700 x 1 hora	1700	0	700	0	500	500
05:00-06:00	1700	1700 x 1 hora	1700	0	700	0	500	500
06:00-07:00	700	700 x 1 hora	700	0	0	700	0	0
07:00-08:00	700	700 x 1 hora	700	0	0	700	0	0
08:00-09:00	700	700 x 1 hora	700	0	0	700	0	0
09:00-10:00	700	700 x 1 hora	700	0	0	700	0	0
10:00-11:00	700	700 x 1 hora	700	0	700	0	0	0
11:00-12:00	700	700 x 1 hora	700	0	700	0	0	0
12:00-13:00	700	700 x 1 hora	700	0	700	0	0	0
13:00-14:00	700	700 x 1 hora	700	0	700	0	0	0
14:00-15:00	700	700 x 1 hora	700	700	0	0	0	0
15:00-16:00	700	700 x 1 hora	700	700	0	0	0	0
16:00-17:00	700	700 x 1 hora	700	700	0	0	0	0
17:00-18:00	1200	1200 x 1 hora	1200	0	700	0	500	0
18:00-19:00	2600	2600 x 1 hora	2600	700	700	700	500	0
19:00-20:00	1700	1700 x 1 hora	1700	0	700	0	500	500
20:00-21:00	1700	1700 x 1 hora	1700	0	700	0	500	500
21:00-22:00	1700	1700 x 1 hora	1700	0	700	0	500	500
22:00-23:00	1700	1700 x 1 hora	1700	0	700	0	500	500
23:00-24:00	1700	1700 x 1 hora	1700	0	700	0	500	500
TOTAL	30200	Wh						
TOTA EN	30,2	KWh						

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La energía eléctrica que se puede generar a través del biogás producido por excretas de ganado bovino es capaz de sustituir una gran parte o porcentaje del consumo de energía eléctrica de la red en el periodo en donde la energía cueste mucho más es decir en el periodo de demanda punta, monetariamente se podrían ahorrar un considerable costo de consumo de energía eléctrica, los casos de estudio realizados anteriormente muestran los siguientes resultados en cada una de sus etapas [22].

En el primer caso tabla 23, se muestra un total de biogás obtenido con el 25 % del total de excrementos de ganado bovino, con el motor ya dimensionado o seleccionado en su proceso o en la etapa 5, este podrá operar sin problema por 5 horas.

Tabla 23. Resultados del primer caso de estudio [Autor].

ETAPA 1:	
62100	Kg animal
1086,75	Kg estiércol total
271,6875	Kg estiércol disponible
ETAPA 2:	
543,375	Kg mezcla
ETAPA 3:	
32,6025	m3 volumen biodigestor
ETAPA 4:	
10,324125	m3 biogás generado
ETAPA 5:	
MOTOR - GENERADOR	
ETAPA 6:	
0,36	FA
1,1	FB
2,88	AM (m)
1,78	Am (m)
2,33	AT (m2)
3,495	AT (m2)
9,32832618	Longitud (m)

En el segundo caso tabla 24, se muestra un total de biogás obtenido con el 50 % del total de excrementos de ganado bovino, con el motor ya dimensionado o seleccionado en su proceso o en la etapa 5, este podrá operar sin problema por 10 horas.

Tabla 24. Resultados del segundo caso de estudio [Autor].

ETAPA 1:	
62100	Kg animal
1086,75	Kg estiércol total
543,375	Kg estiércol disponible
ETAPA 2:	
1086,75	Kg mezcla
ETAPA 3:	
65,205	m3 volumen biodigestor
ETAPA 4:	
20,64825	m3 biogás generado
ETAPA 5:	
MOTOR - GENERADOR	
ETAPA 6:	
0,36	FA
1,1	FB
2,88	AM (m)
1,78	Am (m)
2,33	AT (m2)
3,495	AT (m2)
18,6566524	Longitud (m)

En el tercer tabla 25, se muestra un total de biogás obtenido con el 75 % del total de excrementos de ganado bovino, con el motor ya dimensionado o seleccionado en su proceso o en la etapa 5, este podrá operar sin problema por 8 horas.

Tabla 25. Resultados del tercer caso de estudio [Autor].

CASO NÚMERO 3	
75%	
ETAPA 1:	
62100	Kg animal
1086,75	Kg estiércol total
815,0625	Kg estiércol disponible
ETAPA 2:	
1630,125	Kg mezcla
ETAPA 3:	
97,8075	m3 volumen biodigestor
ETAPA 4:	
30,972375	m3 biogás generado
ETAPA 5:	
MOTOR - GENERADOR	
ETAPA 6:	
0,36	FA
1,1	FB
2,88	AM (m)
1,78	Am (m)
2,33	AT (m2)
3,495	AT (m2)
27,9849785	Longitud (m)

En la cuarto caso tabla 26, se muestra un total de biogás obtenido con el 80 % del total de excrementos de ganado bovino, con el motor ya dimensionado o seleccionado en su proceso o en la etapa 5, este podrá operar sin problema por 9 horas.

Tabla 26. Resultados del cuarto caso de estudio [Autor].

CASO NÚMERO 4	
	80%
ETAPA 1:	
62100	Kg animal
1086,75	Kg estiércol total
869,4	Kg estiércol disponible
ETAPA 2:	
1738,8	Kg mezcla
ETAPA 3:	
104,328	m3 volumen biodigestor
ETAPA 4:	
33,0372	m3 biogás generado
ETAPA 5:	
MOTOR - GENERADOR	
ETAPA 6:	
0,36	FA
1,1	FB
2,88	AM (m)
1,78	Am (m)
2,33	AT (m2)
3,495	AT (m2)
29,8506438	Longitud (m)

11.1. Análisis técnico-económico

Para el análisis técnico-económico es necesario realizar un levantamiento o dimensionamiento de carga de la avícola de la hacienda la Victoria ya que así se puede obtener una curva de demanda y el consumo de energía en las diferentes horas del día como se muestra en la figura número 15.

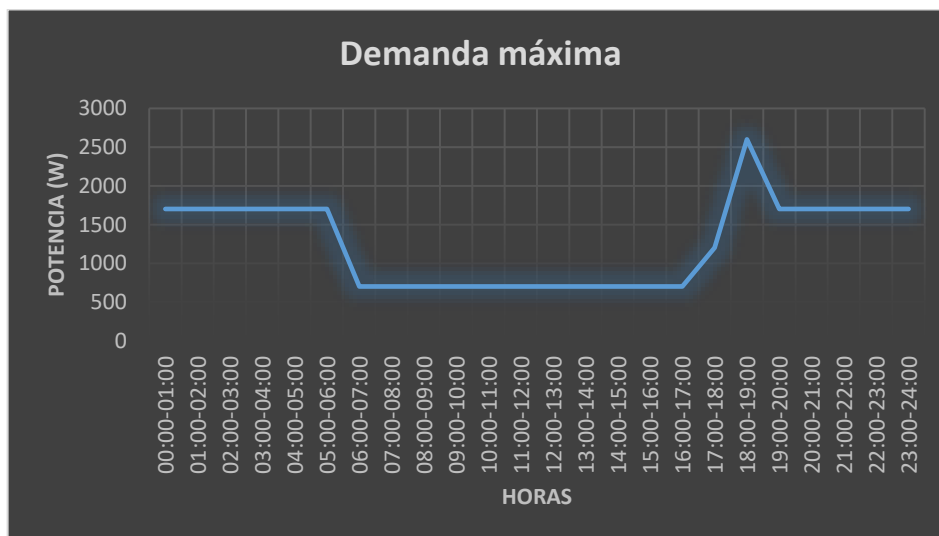


Figura 15. Ilustración de la demanda máxima de la avícola [Autor].

En donde los tres periodos de demanda presentan diferentes cantidades de consumo de energía y su precio también por ende es diferente ya que se toma en cuenta el costo del KWh de los cargos tarifarios del pliego tarifario, del nivel de bajo voltaje para sectores comerciales o dedicados a la comercialización de bienes productos o servicios que es de 0,088 para los periodos de demanda media y punta, y 0,070 para el periodo de demanda base.

11.1.1. Periodo de demanda base

El periodo de demanda base que es de 22:00 a 08:00 horas tiene un consumo de energía total de 15 KWh.

$$\text{Costo de energía} = 15(\text{KWh}) * 0,070$$

$$\text{Costo de energía} = 1,05 * 365 \text{ (días)}$$

$$\text{Costo de energía año} = \mathbf{383,25 \text{ Dólares/año}}$$

11.1.2. Periodo de demanda media

El periodo de demanda base que es de 08:00 a 18:00 horas tiene un consumo de energía total de 7,5 KWh.

$$\text{Costo de energía} = 7,5(\text{KWh}) * 0,088$$

$$\text{Costo de energía} = 0,66 * 365 \text{ (días)}$$

$$\text{Costo de energía} = \mathbf{240,9 \text{ Dólares/año}}$$

11.1.3. Periodo de demanda punta

El periodo de demanda base que es de 18:00 a 22:00 horas tiene un consumo de energía total de 7,7 KWh.

$$\text{Costo de energía} = 7,7(\text{KWh}) * 0,088$$

$$\text{Costo de energía} = 0,6776 * 365$$

$$\text{Costo de energía} = \mathbf{247,32 \text{ Dólares/año}}$$

11.1.4. Cálculo del VAN

11.1.4.1. Cálculo del VAN para el caso número uno

Para realizar este cálculo se considera la tasa de interés del banco Central del Ecuador para productivo agrícola y ganadero con un valor de 8,48%.

Como inversión inicial se toma el costo total del presupuesto de inversión detallado en la tabla número 35 y sumado a eso también las horas restantes en que la avícola consume energía eléctrica de la red, es decir, no la proporcionada por el motor generador a biogás ya dimensionado, y como ingresos anuales de la inversión se tomara en cuenta la potencia máxima que genera el motor generador menos las potencias en las horas que este mismo abastece o proporciona de energía eléctrica como se muestra en la tabla 27.

Tabla 27. Cálculo de operación del motor generador en el primer caso [Autor].

PARA EL CASO NÚMERO UNO						
MOTOR OPERA POR 5 HORAS CON UNA POTENCIA DE 4 KW						
PERIODO D	HORAS	W	W	W	W x hora	
Periodo D.P	18:00-19:00	2600	4000	1400	x 1	
Periodo D.P	19:00-20:00	1700	4000	2300	x 1	
Periodo D.P	20:00-21:00	1700	4000	2300	x 1	
Periodo D.P	21:00-22:00	1700	4000	2300	x 1	
Periodo D.B	22:00-23:00	1700	4000	2300	x 1	
				TOTAL PDP	8300	Wh
				TOTAL PDB	2300	Wh
				TOTAL PDP	8,3	KWh
				TOTAL PDB	2,3	KWh

Entonces:

Costo energía ahorrada (PDP)= 8,3 (KWh)* 0,088

Costo energía ahorrada (PDP)= 0,7304 * 365 (días)

Costo energía ahorrada (PDP)= **266,59 Dólares/año**

Costo energía ahorrada (PDB)= 2,3 (KWh)* 0,070

Costo energía ahorrada (PDB)= 0,161* 365 (días)

Costo energía ahorrada (PDB)= **58,76 Dólares/año**

Costo energía ahorrada total= 266,59 Dólares/año+ 58,76 Dólares/año

Costo energía ahorrada total= **325, 35 Dólares/año**

Costo energía no suplida de 23:00 a 18:00 horas = **580,71 Dólares/año**

$$\text{VAN} = (-5072,66) + \frac{325,35}{(1+0,0848)^1} + \frac{325,35}{(1+0,0848)^2} + \frac{325,35}{(1+0,0848)^3} + \frac{325,35}{(1+0,0848)^4} + \frac{325,35}{(1+0,0848)^5} + \frac{325,35}{(1+0,0848)^6} + \frac{325,35}{(1+0,0848)^7} + \frac{325,35}{(1+0,0848)^8} + \frac{325,35}{(1+0,0848)^9} + \frac{325,35}{(1+0,0848)^{10}} + \frac{325,35}{(1+0,0848)^{11}} + \frac{325,35}{(1+0,0848)^{12}} + \frac{325,35}{(1+0,0848)^{13}} + \frac{325,35}{(1+0,0848)^{14}} + \frac{325,35}{(1+0,0848)^{15}}$$

$$\text{VAN} = -2.367,63$$

11.1.4.2. Cálculo del VAN para el caso número dos

Para realizar este cálculo se considera la tasa de interés del banco Central del Ecuador para productivo agrícola y ganadero con un valor de 8,48%.

Como inversión inicial se toma el costo total del presupuesto de inversión detallado en la tabla número 35 y sumado a eso también las horas restantes en que la avícola consume energía eléctrica de la red, es decir, no la proporcionada por el motor generador a biogás ya dimensionado, y como ingresos anuales de la inversión se tomara en cuenta la potencia máxima que genera el motor generador menos las potencias en las horas que este mismo abastece o proporciona de energía eléctrica como se muestra en la tabla 28.

Tabla 28. Cálculo de operación del motor generador en el segundo caso [Autor].

PARA EL CASO NÚMERO DOS					
MOTOR OPERA POR 10 HORAS CON UNA POTENCIA DE 4 KW					
PERIODO D	HORAS	W	W	W	W x hora
Periodo D.P	18:00-19:00	2600	4000	1400	x 1
Periodo D.P	19:00-20:00	1700	4000	2300	x 1
Periodo D.P	20:00-21:00	1700	4000	2300	x 1
Periodo D.P	21:00-22:00	1700	4000	2300	x 1
Periodo D.B	22:00-23:00	1700	4000	2300	x 1
Periodo D.B	23:00-24:00	1700	4000	2300	x 1
Periodo D.B	00:00-01:00	1700	4000	2300	x 1
Periodo D.B	01:00-02:00	1700	4000	2300	x 1
Periodo D.B	02:00-03:00	1700	4000	2300	x 1
Periodo D.B	03:00-04:00	1700	4000	2300	x 1
			TOTAL PDP	8300	Wh
			TOTAL PDB	13800	Wh
			TOTAL PDP	8,3	KWh
			TOTAL PDB	13,8	KWh

Entonces:

Costo energía ahorrada (PDP)= 8,3 (KWh)* 0,088

Costo energía ahorrada (PDP)= 0,7304 * 365 (días)

Costo energía ahorrada (PDP)= **266,59 Dólares/año**

Costo energía ahorrada (PDB)= 13,8 (KWh)* 0,070

Costo energía ahorrada (PDB)= 0,966* 365 (días)

Costo energía ahorrada (PDB)= **352,59 Dólares/año**

Costo energía ahorrada total= 266,59 Dólares/año+ 352,59 Dólares/año

Costo energía ahorrada total= **619, 18 Dólares/año**

Costo energía no suplida de 04:00 a 18:00 horas = **363, 54 Dólares/año**

$$\text{VAN} = (- 4855,49) + \frac{619,18}{(1+0,0848)^1} + \frac{619,18}{(1+0,0848)^2} + \frac{619,18}{(1+0,0848)^3} + \frac{619,18}{(1+0,0848)^4} + \frac{619,18}{(1+0,0848)^5} + \frac{619,18}{(1+0,0848)^6} + \frac{619,18}{(1+0,0848)^7} + \frac{619,18}{(1+0,0848)^8} + \frac{619,18}{(1+0,0848)^9} + \frac{619,18}{(1+0,0848)^{10}} + \frac{619,18}{(1+0,0848)^{11}} + \frac{619,18}{(1+0,0848)^{12}} + \frac{619,18}{(1+0,0848)^{13}} + \frac{619,18}{(1+0,0848)^{14}} + \frac{619,18}{(1+0,0848)^{15}}$$

$$\text{VAN} = \mathbf{292,507}$$

11.1.4.3. Cálculo del VAN para el caso número tres

Para realizar este cálculo se considera la tasa de interés del banco Central del Ecuador para productivo agrícola y ganadero con un valor de 8,48%.

Como inversión inicial se toma el costo total del presupuesto de inversión detallado en la tabla número 35 y sumado a eso también las horas restantes en que la avícola consume energía eléctrica de la red, es decir, no la proporcionada por el motor generador a biogás ya dimensionado, y como ingresos anuales de la inversión se tomara en cuenta la potencia máxima que genera el motor generador menos las potencias en las horas que este mismo abastece o proporciona de energía eléctrica como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29. Cálculo de operación del motor generador en el tercer caso [Autor].

PARA EL CASO NÚMERO TRES					
MOTOR OPERA POR 8 HORAS CON UNA POTENCIA DE 4,8 KW					
PERIODO D	HORAS	W	W	W	W x hora
Periodo D.P	18:00-19:00	2600	4800	2200	x 1
Periodo D.P	19:00-20:00	1700	4800	3100	x 1
Periodo D.P	20:00-21:00	1700	4800	3100	x 1
Periodo D.P	21:00-22:00	1700	4800	3100	x 1
Periodo D.B	22:00-23:00	1700	4800	3100	x 1
Periodo D.B	23:00-24:00	1700	4800	3100	x 1
Periodo D.B	00:00-01:00	1700	4800	3100	x 1
Periodo D.B	01:00-02:00	1700	4800	3100	x 1
			TOTAL PDP	11500	Wh
			TOTAL PDB	12400	Wh
			TOTAL PDP	11,5	KWh
			TOTAL PDB	12,4	KWh

Entonces:

Costo energía ahorrada (PDP)= 11,5 (KWh)* 0,088

Costo energía ahorrada (PDP)= 1,012 * 365 (días)

Costo energía ahorrada (PDP)= **369,38 Dólares/año**

Costo energía ahorrada (PDB)= 12,4 (KWh)* 0,070

Costo energía ahorrada (PDB)= 0,868* 365 (días)

Costo energía ahorrada (PDB)= **316,82 Dólares/año**

Costo energía ahorrada total= 369,38 Dólares/año+ 316,82 Dólares/año

Costo energía ahorrada total= **686,2 Dólares/año**

Costo energía no suplida de 02:00 a 18:00 horas = **450, 41 Dólares/año**

$$VAN = (- 4942,36) + \frac{686,2}{(1+0,0848)^1} + \frac{686,2}{(1+0,0848)^2} + \frac{686,2}{(1+0,0848)^3} + \frac{686,2}{(1+0,0848)^4} + \frac{686,2}{(1+0,0848)^5} + \frac{686,2}{(1+0,0848)^6} + \frac{686,2}{(1+0,0848)^7} + \frac{686,2}{(1+0,0848)^8} + \frac{686,2}{(1+0,0848)^9} + \frac{686,2}{(1+0,0848)^{10}} + \frac{686,2}{(1+0,0848)^{11}} + \frac{686,2}{(1+0,0848)^{12}} + \frac{686,2}{(1+0,0848)^{13}} + \frac{686,2}{(1+0,0848)^{14}} + \frac{686,2}{(1+0,0848)^{15}}$$

VAN= 762,856

11.1.4.4. Cálculo del VAN para el caso número cuatro

Para realizar este cálculo se considera la tasa de interés del banco Central del Ecuador para productivo agrícola y ganadero con un valor de 8,48%.

Como inversión inicial se toma el costo total del presupuesto de inversión detallado en la tabla número 35 y sumado a eso también las horas restantes en que la avícola consume energía eléctrica de la red, es decir, no la proporcionada por el motor generador a biogás ya dimensionado, y como ingresos anuales de la inversión se tomara en cuenta la potencia máxima que genera el motor generador menos las potencias en las horas que este mismo abastece o proporciona de energía eléctrica como se muestra en la tabla 30.

Tabla 30. Cálculo de operación del motor generador en el cuarto caso [Autor].

PARA EL CASO NÚMERO CUATRO						
MOTOR OPERA POR 9 HORAS CON UNA POTENCIA DE 4,8 KW						
PERIODO D	HORAS	W	W	W	W x hora	
Periodo D.P	18:00-19:00	2600	4800	2200	x 1	
Periodo D.P	19:00-20:00	1700	4800	3100	x 1	
Periodo D.P	20:00-21:00	1700	4800	3100	x 1	
Periodo D.P	21:00-22:00	1700	4800	3100	x 1	
Periodo D.B	22:00-23:00	1700	4800	3100	x 1	
Periodo D.B	23:00-24:00	1700	4800	3100	x 1	
Periodo D.B	00:00-01:00	1700	4800	3100	x 1	
Periodo D.B	01:00-02:00	1700	4800	3100	x 1	
Periodo D.B	02:00-03:00	1700	4800	3100	x 1	
				TOTAL PDP	11500	Wh
				TOTAL PDB	15500	Wh
				TOTAL PDP	11,5	KWh
				TOTAL PDB	15,5	KWh

Entonces:

Costo energía ahorrada (PDP)= 11,5 (KWh)* 0,088

Costo energía ahorrada (PDP)= 1,012 * 365 (días)

Costo energía ahorrada (PDP)= **369,38 Dólares/año**

Costo energía ahorrada (PDB)= 15,5 (KWh)* 0,070

Costo energía ahorrada (PDB)= 1,085* 365 (días)

Costo energía ahorrada (PDB)= **396,025 Dólares/año**

Costo energía ahorrada total= 369,38 Dólares/año+ 396,025 Dólares/año

Costo energía ahorrada total= **765,40 Dólares/año**

Costo energía no suplida de 03:00 a 18:00 horas = **406, 97 Dólares/año**

$$\text{VAN} = (-4898,93) + \frac{765,40}{(1+0,0848)^1} + \frac{765,40}{(1+0,0848)^2} + \frac{765,40}{(1+0,0848)^3} + \frac{765,40}{(1+0,0848)^4} + \frac{765,40}{(1+0,0848)^5} + \frac{765,40}{(1+0,0848)^6} + \frac{765,40}{(1+0,0848)^7} + \frac{765,40}{(1+0,0848)^8} + \frac{765,40}{(1+0,0848)^9} + \frac{765,40}{(1+0,0848)^{10}} + \frac{765,40}{(1+0,0848)^{11}} + \frac{765,40}{(1+0,0848)^{12}} + \frac{765,40}{(1+0,0848)^{13}} + \frac{765,40}{(1+0,0848)^{14}} + \frac{765,40}{(1+0,0848)^{15}}$$

VAN= 1464,77

11.1.5. Cálculo del TIR

11.1.5.1. Cálculo del TIR para el caso número uno

Para este caso número uno tenemos el valor del TIR con un 0 % que se muestra en la tabla 31.

Tabla 31. Cálculo del TIR para el caso número uno [Autor].

VAN PARA EL CASO NÚMERO UNO				TIR PARA EL CASO NÚMERO UNO		
num. años	FNE	(1+i)^	FNE/(1+i)^	Tasa de descuento	VAN	
0	-5072,66		-5072,66	0%	\$-192,41	
1	325,35	1,0848	299,9170354	5%	\$-1.695,64	
2	325,35	1,17679104	276,4721934	8,48%	\$-2.367,63	
3	325,35	1,27658292	254,8600603	15%	\$-3.170,22	
4	325,35	1,384837152	234,9373712	20%	\$-3.551,49	
5	325,35	1,502271342	216,5720605	25%	\$-3.817,05	
6	325,35	1,629663952	199,6423861	30%	\$-4.009,35	
7	325,35	1,767859455	184,0361229	35%	\$-4.153,40	
8	325,35	1,917773937	169,6498183	40%	\$-4.264,51	
9	325,35	2,080401167	156,3881069	45%	\$-4.352,41	
10	325,35	2,256819186	144,1630779	50%	\$-4.423,45	
11	325,35	2,448197453	132,8936927	55%	\$-4.481,94	
12	325,35	2,655804597	122,5052477	60%	\$-4.530,88	
13	325,35	2,881016827	112,9288788	TIR	0%	
14	325,35	3,125327054	104,1011051			
15	325,35	3,390354788	95,96340807			
		VAN	-2367,6294			

11.1.5.2. Cálculo del TIR para el caso número dos

Para este caso número dos tenemos el valor del TIR con un 9 % que se muestra en la tabla 32.

Tabla 32. Cálculo del TIR para el caso número dos [Autor].

VAN PARA EL CASO NÚMERO DOS				TIR PARA EL CASO NÚMERO DOS		
num. años	FNE	(1+i)^	FNE/(1+i)^	Tasa de descuento	VAN	
0	-4855,49		-4855,49	0%	\$4.432,21	
1	619,18	1,0848	570,7780236	5%	\$1.571,39	
2	619,18	1,17679104	526,1596825	8,48%	\$292,51	
3	619,18	1,27658292	485,0292059	15%	-\$1.234,92	
4	619,18	1,384837152	447,1139435	20%	-\$1.960,53	
5	619,18	1,502271342	412,1625585	25%	-\$2.465,91	
6	619,18	1,629663952	379,9433614	30%	-\$2.831,88	
7	619,18	1,767859455	350,2427742	35%	-\$3.106,03	
8	619,18	1,917773937	322,8639143	40%	-\$3.317,49	
9	619,18	2,080401167	297,6252897	45%	-\$3.484,76	
10	619,18	2,256819186	274,359596	50%	-\$3.619,96	
11	619,18	2,448197453	252,9126069	55%	-\$3.731,28	
12	619,18	2,655804597	233,1421524	60%	-\$3.824,42	
13	619,18	2,881016827	214,9171759	TIR	9%	
14	619,18	3,125327054	198,1168657			
15	619,18	3,390354788	182,629854			
		VAN	292,507			

11.1.5.3. Cálculo del TIR para el caso número tres

Para este caso número dos tenemos el valor del TIR con un 11 % que se muestra en la tabla 33.

Tabla 33. Cálculo del TIR para el caso número tres [Autor].

VAN PARA EL CASO NÚMERO TRES				TIR PARA EL CASO NÚMERO TRES		
num. años	FNE	(1+i)^	FNE/(1+i)^	Tasa de descuento	VAN	
0	-4942,36		-4942,36	0%	\$5.350,64	
1	686,2	1,0848	632,5589971	5%	\$2.180,16	
2	686,2	1,17679104	583,1111698	8,48%	\$762,86	
3	686,2	1,27658292	537,5287333	15%	-\$929,89	
4	686,2	1,384837152	495,5095255	20%	-\$1.734,05	
5	686,2	1,502271342	456,7750051	25%	-\$2.294,13	
6	686,2	1,629663952	421,0684044	30%	-\$2.699,71	
7	686,2	1,767859455	388,1530276	35%	-\$3.003,53	
8	686,2	1,917773937	357,8106818	40%	-\$3.237,89	
9	686,2	2,080401167	329,8402303	45%	-\$3.423,26	
10	686,2	2,256819186	304,0562595	50%	-\$3.573,09	
11	686,2	2,448197453	280,2878498	55%	-\$3.696,47	
12	686,2	2,655804597	258,3774427	60%	-\$3.799,69	
13	686,2	2,881016827	238,179796	TIR	11%	
14	686,2	3,125327054	219,5610214			
15	686,2	3,390354788	202,3976967			
		VAN	762,85584			

11.1.5.4. Cálculo del TIR para el caso número cuatro

Para este caso número dos tenemos el valor del TIR con un 13 % que se muestra en la tabla 33.

Tabla 34. Cálculo del TIR para el caso número cuatro [Autor].

VAN PARA EL CASO NÚMERO CUATRO				TIR PARA EL CASO NÚMERO CUATRO		
num. años	FNE	(1+i)^	FNE/(1+i)^	Tasa de descuento	VAN	
0	-4898,93		-4898,93	0%	\$6.582,07	
1	765,4	1,0848	705,5678466	5%	\$3.045,66	
2	765,4	1,17679104	650,4128379	8,48%	\$1.464,77	
3	765,4	1,27658292	599,5693565	15%	\$-423,35	
4	765,4	1,384837152	552,7003655	20%	\$-1.320,32	
5	765,4	1,502271342	509,4951747	25%	\$-1.945,05	
6	765,4	1,629663952	469,6673808	30%	\$-2.397,44	
7	765,4	1,767859455	432,952969	35%	\$-2.736,33	
8	765,4	1,917773937	399,1085629	40%	\$-2.997,73	
9	765,4	2,080401167	367,9098109	45%	\$-3.204,50	
10	765,4	2,256819186	339,1498995	50%	\$-3.371,63	
11	765,4	2,448197453	312,6381817	55%	\$-3.509,24	
12	765,4	2,655804597	288,1989138	60%	\$-3.624,37	
13	765,4	2,881016827	265,6700901	TIR	13%	
14	765,4	3,125327054	244,9023692			
15	765,4	3,390354788	225,7580837			
		VAN	1464,7718			

12. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

12.1.Presupuesto total

Tabla 35. Presupuesto total para la inversión [Autor].

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTE UNITARIO	COSTE TOTAL
BIODIGESTOR				
Gasómetro en membrana PVC, de fabricación industrial	unidades	1	279,25	279,25
Reducción PVC para desagüe, de 4" a 2"	unidades	1	1,2	1,2
Llave de paso de PVC de 2"	unidades	1	9,3	9,3
Tubo PVC 4" para desagüe	unidades	1	4,51	4,51
Plástico polietileno en manga triple ancho	metros	29	1,2	34,8
Plástico Agrofilm para techar el fitotoldo	metros	29	1,65	47,85
Palos rollizos delgados	unidades	6	1,5	9
Clavos mixtos (3", 4", en igual proporción)	kilo	0,5	2,11	1,055
Tubería PVC 1/2" de presión sin rosca	unidades	8	2,41	19,28
Codos PVC 1/2" sin rosca	unidades	14	0,3	4,2
Tes PVC 1/2" sin rosca	unidades	5	0,3	1,5
Tubo galvanizado 1/2"	metros	7	6	42
Codos galvanizado 1/2"	unidades	2	0,6	1,2
Llave de paso de PVC de 1/2"	unidades	2	1,8	3,6
Unión macho PVC ½" (UPR) para las llaves	unidades	4	0,3	1,2
ELEMENTOS ELÉCTRICOS				
Cable numero 10	metros	12	0,25	3
Cable numero 14	metros	12	0,2	2,4
Cable numero 16	metros	12	0,15	1,8
Cable numero 18	metros	12	0,15	1,8
Breaker de 8 amperios	unidades	1	4	4
Breaker de 10 amperios	unidades	1	4	4
Breaker de 15 amperios	unidades	1	5,5	5,5
Breaker de 20 amperios	unidades	1	5,5	5,5
Caja de breaker de 8 espacios	unidades	1	22	22
Tablero de transferencia de carga	unidades	1	1.282	1.282
Motor generador a biogás	unidades	1	1.250	1.250
OTROS GASTOS				
Mano de obra	salario	3	400	1200
Transporte	unidades	1	150	150
costo de envio	unidades	1	100	100
			TOTAL	\$ 4.491,95

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

- Este estudio da a conocer que el biodigestor tipo taiwanés (tipo banana o salchicha) es una excelente alternativa para la producción de energía eléctrica a base de biogás.
- La demanda máxima que requiere la carga o el establecimiento avícola con este sistema de generación eléctrica a partir de biogás es abastecida por completo o en su totalidad sin ningún problema.
- El aprovechamiento de las excretas de ganado bovino para la obtención de biogás y generación de energía eléctrica es altamente atractivo, ya que en base a la cantidad de biogás se puede dimensionar un motor generador que nos proporcione la potencia eléctrica suficiente para abastecer nuestra demanda máxima.
- Los beneficios económicos se reflejan en el ahorro de costos energéticos en los periodos de demanda eléctrica que el motor generador cubre en su tiempo de operación dimensionado con normalidad.

13.2. Recomendaciones

- Buscar más fuentes bibliográficas para poder maximizar de mejor manera la información recopilada y utilizada y así poder realizar más diseños con fuentes de energía alternativas.
- Se considera hacer estudios variando los tiempos de retención con el fin de analizar la eficiencia del sistema de generación eléctrica.
- Si se llega a implementar el estudio realizado tomar en cuenta todos los parámetros establecidos para que el sistema sea confiable y seguro.
- Manejar el biogás con una alta responsabilidad ya que es altamente inflamable y en grandes cantidades requiere de un buen direccionamiento y así poder beneficiarse con el ahorro de energía eléctrica en unidades monetarias.

14. BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Quesada, N. Salas, M. Arguedas, R. Botero, «GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE BIOGÁS», Universidad EARTH, Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica, ene. 2007.
- [2] Zapata, A., «Utilización de biogás para la generación de electricidad», Cauca, 1998.
- [3] Arvizu Fernández, José Luis, «Energía a partir de la basura», vol 21 numero 6, 1997.
- [4] INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS, «Digestores de desechos organicos», Organizacion Latinoamericana de Energia, Cuernavaca, Morelos Mexico, 1980.
- [5] Goldstein R, «El estado del gas de vertedero estadounidense Proyectos de utilizacion», 2006.
- [6] USEPA, «Desarrollo de proyectos de energía LFG Manual ht», 2006.
- [7] M. A. Gálvez Huerta, «Instalaciones y Servicios Técnicos. Madrid: Sección de Instalaciones de Edificios».
- [8] Ernesto Ponce, «Métodos Sencillos en Obtención de Biogás Rural y su Conversión en Electricidad», Escuela Universitaria de Ingeniería Mecánica, Chile, 2016.
- [9] Varnero Moreno, María Teresa, «manual de Biogas», 2011.
- [10] D. López Pérez, Antonio Carlos, «Valorización del estiércol de cerdo a través de la producción de Biogás», *Colomb. Asociación Colomb. Porcic.- Fondo Nac. Porcic.*
- [11] Compassion in World Farming, «Poultry», *Ciwf.org.uk*, feb. 2014.
- [12] Arcadio Ríos, «La ingeniería agrícola del productor cubano», Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, La Habana, 2015.
- [13] albazamora, «Redes Electricas», abr. 2010.
- [14] CENTELSA, «CABLES Y TECNOLOGIA», pp. 2-16, ene-2002.
- [15] María, Yusta Loyo, José; Rodolfo, Dufo López, «Tecnología eléctrica», Prensas de la Universidad de Zaragoza, may 2011.
- [16] Ángel Lagunas Marqués., «Instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios de viviendas», Madrid 2004.
- [17] McGraw, «DISTRIBUTION SYSTEM PROTECTION MANUAL».
- [18] Gabriel Blanco Estela Santalla Verónica Córdoba Alberto Levy, «Generación de electricidad a partir de biogás capturado de residuos sólidos urbanos: Un análisis teórico-práctico», División de Energía, Maezo 2017.
- [19] Pedersen, A. H., «"Microturbine Energy Systems. Description of an EU project (OMES) and gained experiences with prototypes», International Gas Research Conference (IGRC), Amsterdam.
- [20] Jaime Martí-Herrero, «Guía de diseño y manual de instalación de biodigestores familiares», Universidad Regional Amazónica IKIAM, bolivia.
- [21] APHA, «Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater», American Public Health Association, Washington, D.C:
- [22] Vera-Romero Iván , Martínez-Reyes José , Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo Correo. ivanverar@gmail.com Martínez-Reyes José Universidad de la Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo Correo. jmreyes@geociencias.unam.mx y Estrada-Jaramillo Melitón , Ortiz-Soriano Agustina, «Potencial de generación de biogás y energía eléctrica Parte I: excretas de ganado bovino y porcino», jun. 2013.

15. ANEXOS.

Anexo 1. Ilustración de los valores tomados para realizar las figuras 10, 11 y 12 [Autor].

años	Cantidad de Ganado	Valor mínimo
2010	267	207
2011	254	207
2012	267	207
2013	207	207
2014	270	207
2015	360	207
2016	384	207
2017	408	207
2018	335	207
2019	445	207

Anexo 2. Ilustración cantidad de ganado 2019 [Autor].

TIPO DE EXPLOTACIÓN: Carne <input type="checkbox"/> Lacto <input type="checkbox"/> Mista <input checked="" type="checkbox"/>				ESPECIE		Vacuna Fiebre Aftosa	
VACINACIÓN APTSA				Machos		Hembras	
CATEGORÍA	VACINADOS	NO VACINADOS	VACINADOS	NO VACINADOS			
Animales < 1 año	Terminales	100					
	Reproductores	13					
	Vacas	445					
Animales > 1 año	Vacas	110					
	Terminales	14					
	Toros	6					
TOTAL		688					
Valor Total Estimado (B)		412,80		MARCHA		S/M	
ESTADÍSTICAS				ESPECIE: <u>Reses Bovinas</u> Número: <u>1313264363</u> <input type="checkbox"/> Propietario <input checked="" type="checkbox"/> Criador <input type="checkbox"/> Arrendatario <input type="checkbox"/> Otro		VACUNA FIEBRE AFTOSA: <u>100</u> NOMBRE DEL PROGRAMADOR: <u>Mario Coronado</u> FIRMA PROGRAMADOR: <u>M/C</u>	
¿Pertenece a una asociación o granja ganadera?				<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			
Este es un documento Oficial. Personal e Intransferible. No sustituye al Certificado Sanitario de Movilización Interna (C.S.M.I.) Cualquier alteración o enmendadura en el presente documento será penalizada de acuerdo a la ley. "MINISTERIO DEL ECUADOR DIRECCIÓN GENERAL DE FIEBRE AFTOSA" Original - Boletín Electrónico - Formulario Único para el Programa de Fiebre Aftosa y Zoonosis - Inspección General Agraria (Departamento de Vacunación)							

Anexo 3. Ilustración cantidad de ganado 2018 [Autor].

TIPO DE EXPLOTACION				OTROS ANIMALES EXISTENTES EN EL PREDIO					
Categoría				ESPECIE	Nación		Vacunado		
CATEGORIA					Mapa	Restante	Vacunado	No Vacunado	
Animales > 1 año	Terneros	VACUNADOS	NO VACUNADOS	Bovina	/	/	/	/	
	Terneras	405		Porcino	/	/	/	/	
	Ovejas	335		Ovinos	/	/	/	/	
Animales < 1 año	Terneros	127		Caprino	/	/	/	/	
	Terneras	13		Equino	/	/	/	/	
	Ovejas	5							
TOTAL		639							
Valor Total Colón (C)		363,00	Método (justificar)		S/M				
Firma				Firma Vacinador		Nombre del Vacinador		Firma Vacinador	
				Nombre: <u>Alfonso Rojas</u>		Nombre del Vacinador: <u>Moisés Cajanera</u>		Firma Vacinador: <u>MIC</u>	
				C.I. <u>17192364363</u>					
<input type="checkbox"/> Propietario <input checked="" type="checkbox"/> Empleador <input type="checkbox"/> Asesorado <input type="checkbox"/> Otro									
<p>Este es un documento Oficial, Personal e Intransferible</p> <p>No sustituye al Certificado Sanitario de Movilización Interna (C.S.M.I.)</p> <p>Cualquier alteración o modificación en el presente documento será penalizada de acuerdo a la ley</p> <p>"AUTENTICIDAD DE FIRMAS LIBRE DE HECHO AUTOLIA"</p> <p>Original: Sanitario/Beneficiario - Primera Copia: Cabildo Agropecuario - Segunda Copia: Archivo Operativo de Vacunación</p>									

Anexo 4. Ilustración cantidad de ganado 2017 [Autor].

TIPO DE EXPLOTACION				OTROS ANIMALES EXISTENTES EN EL PREDIO					
Categoría				ESPECIE	Nación		Vacunado		
CATEGORIA					Mapa	Restante	Vacunado	No Vacunado	
Animales > 1 año	Terneros	VACUNADOS	NO VACUNADOS	Bovina	/	/	/	/	
	Terneras	52		Porcino	/	/	/	/	
	Ovejas	0		Ovinos	/	/	/	/	
Animales < 1 año	Terneros	408		Caprino	/	/	/	/	
	Terneras	94		Equino	8	9			
	Ovejas	4							
TOTAL		504							
Valor Total Colón (C)		1007	Método (justificar)		S/M				
Firma				Firma Vacinador		Nombre del Vacinador		Firma Vacinador	
				Nombre: <u>Alfonso Rojas</u>		Nombre del Vacinador: <u>Dr. Moisés Cajanera</u>		Firma Vacinador: <u>[Firma]</u>	
				C.I. <u>17192364363</u>					
<input type="checkbox"/> Propietario <input checked="" type="checkbox"/> Empleador <input type="checkbox"/> Asesorado <input type="checkbox"/> Otro									
<p>Este es un documento Oficial, Personal e Intransferible</p> <p>No sustituye al Certificado Sanitario de Movilización Interna (C.S.M.I.)</p> <p>Cualquier alteración o modificación en el presente documento será penalizada de acuerdo a la ley</p> <p>"AUTENTICIDAD DE FIRMAS LIBRE DE HECHO AUTOLIA"</p> <p>Original: Sanitario/Beneficiario - Primera Copia: Cabildo Agropecuario - Segunda Copia: Archivo Operativo de Vacunación</p>									

Anexo 5. Ilustración cantidad de ganado 2016 [Autor].

TIPO DE EXPLOTACIÓN: Carne <input type="checkbox"/> Leche <input checked="" type="checkbox"/> Mista <input type="checkbox"/>				OTROS ANIMALES EXISTENTES EN EL PREDIO					
VACUNACIÓN AFTOSA <input checked="" type="checkbox"/>				Número		Vacuna Fiebre Aftosa			
		CATEGORÍA	VACUNADOS	NO VACUNADOS	Machos	Hembras	Vacunados	No Vacunados	
Animales < 1 año	Terneros		38	/	Bovinos				
	Terneras		12		Peruinos				
	Vacas		324		Ovinos				
Animales > 1 año	Vacas		168		Caprinos				
	Terneros		05		Equinis				
	Toros		13						
TOTAL			613						
Valor Total Cálculo (B):			369 ⁰⁰	MARCAS (Identificación)		FIRMA		FIRMA VACUNADOR	
OBSERVACIONES:		S/H		Nombre: <u>Angel Albornoz</u>		FIRMA PROGRAMADOR		NOMBRE DEL PROGRAMADOR	
				C.I. <u>0501792553</u>		FIRMA PROGRAMADOR		M.C.	
VALOR POR APLICACIÓN DE DERECHO DE VACUNA SIN COSTO				<input type="checkbox"/> Propietario <input checked="" type="checkbox"/> Empleado <input type="checkbox"/> Arrendatario <input type="checkbox"/> Otro					
¿Ha observado en este año la presencia de morbillos en los animales de su predio?									
<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO									

Este es un documento Oficial, Personal e Intransferible
 No sustituye a la Guía de Movilización de Animales
 Cualquier alteración o modificación en el presente documento será penalizada de acuerdo a la Ley
JUNTOS POR UN ECUADOR LIBRE DE FIEBRE AFTOSA

Original: Cuadrero/Beneficiario
 Primera Copia Verde: Agricultor
 Segunda Copia Amarilla: Operador de Vacunación

Anexo 6. Ilustración cantidad de ganado 2015 [Autor].

TIPO DE EXPLOTACIÓN: Carne <input type="checkbox"/> Leche <input checked="" type="checkbox"/> Mista <input type="checkbox"/>				OTROS ANIMALES EXISTENTES EN EL PREDIO					
VACUNACIÓN AFTOSA <input checked="" type="checkbox"/>				Número		Vacuna Fiebre Aftosa			
		CATEGORÍA	VACUNADOS	NO VACUNADOS	Machos	Hembras	Vacunados	No Vacunados	
Animales < 1 año	Terneros		59	/	Bovinos				
	Terneras		31		Peruinos				
	Vacas		360		Ovinos				
Animales > 1 año	Vacas		62		Caprinos				
	Terneros		16		Equinis				
	Toros		10						
TOTAL			518						
Valor Total Cálculo (B):			600 ⁰⁰	MARCAS (Identificación)		FIRMA		FIRMA VACUNADOR	
OBSERVACIONES:		S/H		Nombre: <u>Andrés Delgado</u>		FIRMA PROGRAMADOR		NOMBRE DEL PROGRAMADOR	
				C.I. <u>050121185241</u>		FIRMA PROGRAMADOR		D. Caporales	
VALOR POR APLICACIÓN DE DERECHO DE VACUNA SIN COSTO				<input type="checkbox"/> Propietario <input checked="" type="checkbox"/> Empleado <input type="checkbox"/> Arrendatario <input type="checkbox"/> Otro					
¿Ha observado en este año la presencia de morbillos en los animales de su predio?									
<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO									

Este es un documento Oficial, Personal e Intransferible
 No sustituye a la Guía de Movilización de Animales
 Cualquier alteración o modificación en el presente documento será penalizada de acuerdo a la Ley
JUNTOS POR UN ECUADOR LIBRE DE FIEBRE AFTOSA

Original: Cuadrero/Beneficiario
 Primera Copia Verde: Agricultor
 Segunda Copia Amarilla: Operador de Vacunación

Anexo 7. Ilustración cantidad de ganado 2014 [Autor].

TIPO DE EXPLOTACIÓN: Carne <input type="checkbox"/> Leche <input checked="" type="checkbox"/> Mista <input type="checkbox"/>				OTROS ANIMALES EXISTENTES EN EL PREDIO			
VACUNACIÓN AFTOSA <input checked="" type="checkbox"/>				VACUNA FIEBRE AFTOSA			
CATEGORÍA	VACUNADOS	NO VACUNADOS	Número		Vacuna Fiebre Aftosa		
			Muchos	Pocos	Vacunados	NO Vacunados	
Animales <1 año	Terneras	65					
	Terneros	11					
	Vacas	270					
Animales >1 año	Vacunas	72					
	Toretes	10					
	Toros	12					
TOTAL		440					
Valor Total Cobrado (\$) 132		Marca (movilización) SM		FIRMA		FIRMA VACUNADOR	
Descripciones		Nombre: <u>DAVID CORDERO</u>		Nombre del Programador: <u>D. Cordero</u>		Firma Programador: <u>[Firma]</u>	
Código de identificación (CINTA)		CI: <u>0161031118101241</u>		<input type="checkbox"/> Propietario <input checked="" type="checkbox"/> Empleado <input type="checkbox"/> Arrendatario <input type="checkbox"/> Otro			

Este es un documento Oficial, Personal e Intransferible
 No sustituye a la Guía de Movilización de Animales
 Cualquier alteración o enmendadura en el presente documento será penalizada de acuerdo a la ley
"JUNTOS POR UN ECUADOR LIBRE DE FIEBRE AFTOSA"
 Fecha de Emisión: 2014/Septiembre/25

Anexo 8. Ilustración cantidad de ganado 2013 [Autor].

TIPO DE EXPLOTACIÓN: Carne <input type="checkbox"/> Leche <input checked="" type="checkbox"/> Mista <input type="checkbox"/>				OTROS ANIMALES EXISTENTES EN EL PREDIO			
VACUNACIÓN AFTOSA <input checked="" type="checkbox"/>				VACUNA FIEBRE AFTOSA			
CATEGORÍA	VACUNADOS	NO VACUNADOS	Número		Vacuna Fiebre Aftosa		
			Muchos	Pocos	Vacunados	NO Vacunados	
Animales <1 año	Terneras	176					
	Terneros	—					
	Vacas	207					
Animales >1 año	Vacunas	70					
	Toretes	—					
	Toros	29					
TOTAL		482					
Valor Total Cobrado (\$) 144,00		Marca (movilización) SM		FIRMA		FIRMA VACUNADOR	
Descripciones		Nombre: <u>MARCO BENIGNO</u>		Nombre del Programador: <u>D. Cajamarca</u>		Firma Programador: <u>[Firma]</u>	
Código de identificación (CINTA)		CI: <u>117101512919915131</u>		<input type="checkbox"/> Propietario <input checked="" type="checkbox"/> Empleado <input type="checkbox"/> Arrendatario <input type="checkbox"/> Otro			

Este es un documento Oficial, Personal e Intransferible
 No sustituye a la Guía de Movilización de Animales
 Cualquier alteración o enmendadura en el presente documento será penalizada de acuerdo a la ley
"JUNTOS POR UN ECUADOR LIBRE DE FIEBRE AFTOSA"
 Código de Emisión: Emisor/Receptor/Emisor / 1ra Copia Verde: Agricultor / 2da Copia Amarilla: Dg

Anexo 9. Ilustración cantidad de ganado 2012 [Autor].

TIPO DE EXPLOTACIÓN: Carne <input type="checkbox"/> Leche <input checked="" type="checkbox"/> Mista <input type="checkbox"/>				Número		Vacuna Fiebre Aftosa	
VACUNACIÓN AFTOSA <input checked="" type="checkbox"/> VACUNACIÓN AFTOSA + RABIA <input type="checkbox"/>				Machos	Hembras	Vacunados	No Vacunados
Animales <1 año	Terneras	71					
	Terneros	15					
	Vacas	267					
Animales >1 año	Vaonas	118					
	Toretes	13					
	Toros	31					
TOTAL		495					
Valor Total Cabezas (€)		148,50	Marca (numeros)				
Observaciones:			SIM				
Este es un documento Oficial, Personal e Intransferible No sustituye a la Guía de Movilización de Animales Cualquier alteración o enmendadura anula el presente documento y será penalizado de acuerdo a la ley				DATOS ADICIONALES Nombre: MARCELO SIVERA C.I. 06/03/02/2088 <input type="checkbox"/> Propietario <input checked="" type="checkbox"/> Empleado <input type="checkbox"/> Arrendatario <input type="checkbox"/> Otro			
				FIRMA VACUNADOR FIRMA PROGRAMADOR DE VIRACCHA			
JUNTOS POR UN ECUADOR LIBRE DE FIEBRE AFTOSA							

Anexo 10. Ilustración cantidad de ganado 2011 [Autor].

TIPO DE EXPLOTACIÓN: Carne <input type="checkbox"/> Leche <input checked="" type="checkbox"/> Mista <input type="checkbox"/>				Número		Vacuna Fiebre Aftosa	
VACUNACIÓN AFTOSA <input checked="" type="checkbox"/> VACUNACIÓN AFTOSA + RABIA <input type="checkbox"/>				Machos	Hembras	Vacunados	No Vacunados
Animales <1 año	Terneras	75					
	Terneros	02					
	Vacas	254					
Animales >1 año	Vaonas	125					
	Toretes	11					
	Toros	24					
TOTAL		491					
Valor Total Cabezas (€)		147,30	Marca (numeros)				
Observaciones:			SIM				
Este es un documento Oficial, Personal e Intransferible No sustituye a la Guía de Movilización de Animales Cualquier alteración o enmendadura en el presente documento será penalizado de acuerdo a la ley				FIRMA Nombre: MARCELO SIVERA C.I. 06/03/02/2088 <input type="checkbox"/> Propietario <input checked="" type="checkbox"/> Empleado <input type="checkbox"/> Arrendatario <input type="checkbox"/> Otro			
				FIRMA VACUNADOR FIRMA PROGRAMADOR DE VIRACCHA			
JUNTOS POR UN ECUADOR LIBRE DE FIEBRE AFTOSA							

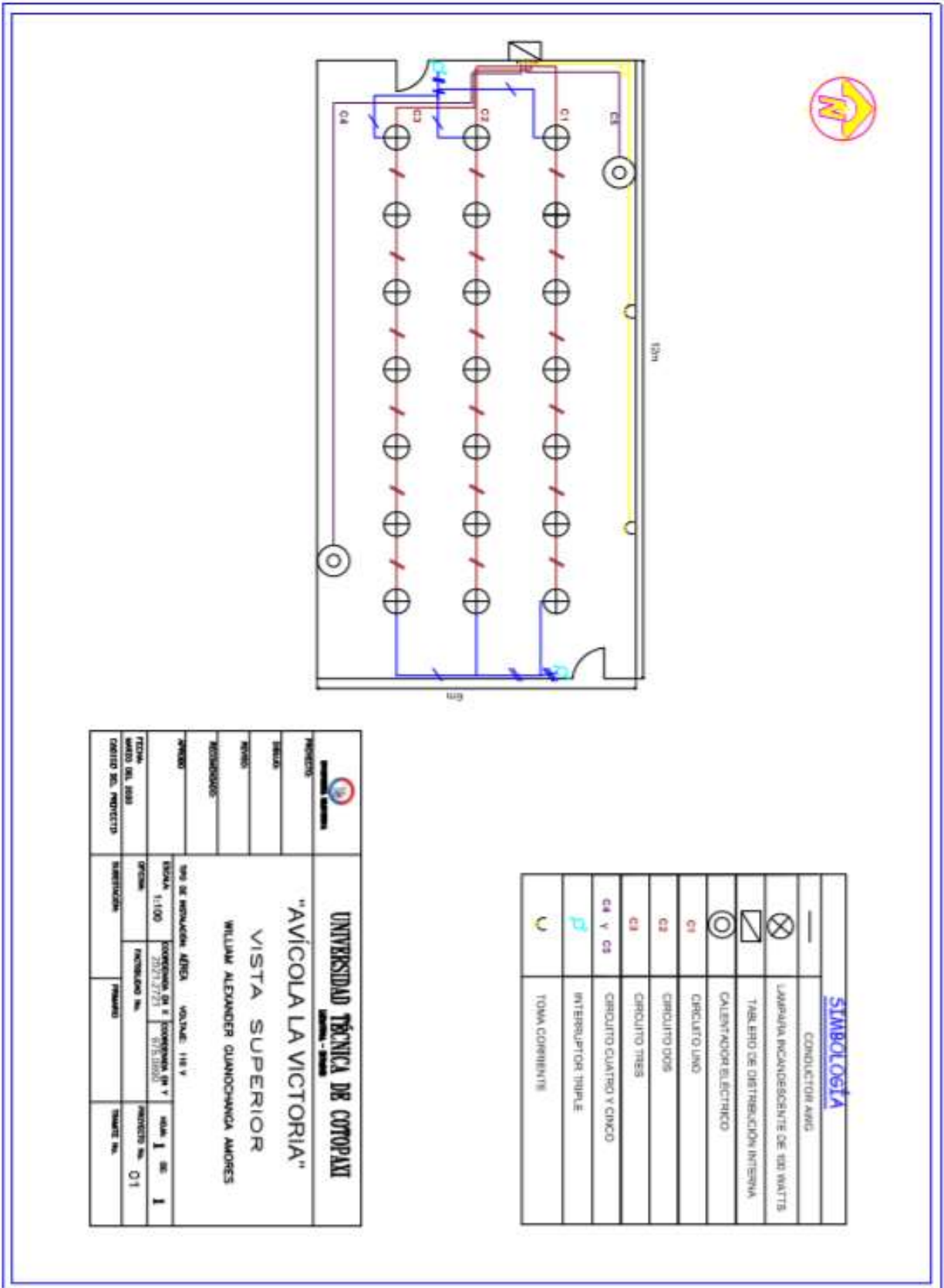
Anexo 11. Ilustración cantidad de ganado 2010 [Autor].

TIPO DE EXPLOTACIÓN: Carne <input type="checkbox"/> Leche <input checked="" type="checkbox"/> Mista <input type="checkbox"/>		VACUNACIÓN AFTOSA <input checked="" type="checkbox"/> VACUNACIÓN AFTOSA + BABA <input type="checkbox"/>		ESPECIE	Número		Vacuna Fiebre Aftosa	
					Hembras	Varones	Enfermas	No vacunadas
Animales <1 año	Terneras	71		Búfalos				
	Terneros	15		Percebos				
Animales >1 año	Vacas	267		Ovinos				
	Vacunas	118		Caprinos				
	Toretes	13		Equinis				
	Toros	31						
TOTAL		495						
Valor Total Cabezas (C)		148,50	Marcu (semanas)		DATOS ADICIONALES Nombre: <u>MARCELO R. OFCA</u> CI: <u>0610310210818</u> <input type="checkbox"/> Propietario <input checked="" type="checkbox"/> Empleado <input type="checkbox"/> Arrendatario <input type="checkbox"/> Otro			
Observaciones:		SIM		FIRMA DEL EMPLERADO <u>[Firma]</u> FIRMA DEL PROGRAMADOR <u>[Firma]</u>				

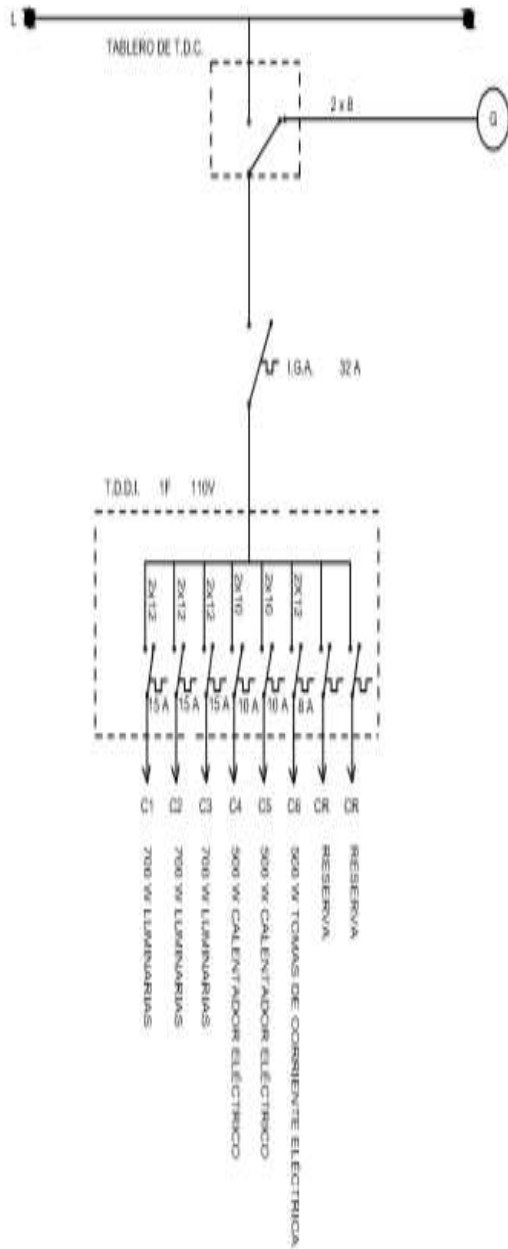
Este es un documento Oficial, Personal e Intransferible
 No sustituye a la Guia de Movilitación de Animales
 Cualquier alteración o emendadura anula el presente documento y será penalizado de acuerdo a la ley

JUNTOS POR UN ECUADOR LIBRE DE FIEBRE AFTOSA

Anexo 12. Plano eléctrico de la avícola [Autor].



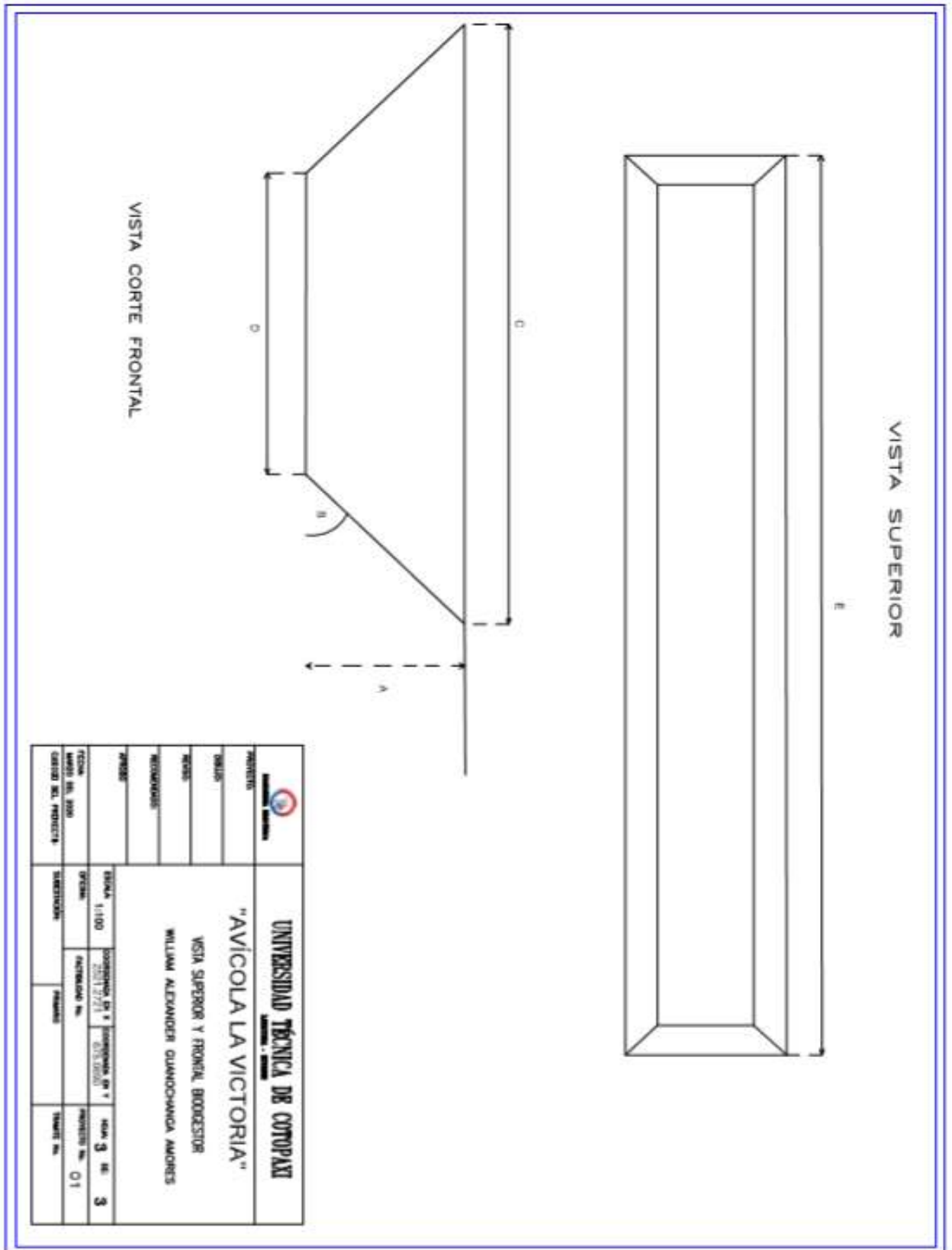
Anexo 15. Diagrama unifilar de la avícola [Autor].



C1	CIRCUITO UNO LUMINARIAS (700 W)
C2	CIRCUITO DOS LUMINARIAS (700 W)
C3	CIRCUITO TRES LUMINARIAS (700 W)
C4	CIRCUITO CUATRO CALENTADOR (500 W)
C5	CIRCUITO CINCO CALENTADOR (500 W)
C6	CIRCUITO SEIS TOMAS DE C. (500 W)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI LAGUNA - 2009			
PROYECTO:	"AVÍCOLA LA VICTORIA"		
DISEÑO:	DIAGRAMA UNIFILAR		
REVISADO:	WILLIAM ALEXANDER GUANOCHANGA AMORES		
APROBADO:	TIPO DE INSTALACIÓN: AÉREA VOLTAGE: 110 V		
FECHA:	ESCALA:	COORDENADA EN X:	HOJA 2 DE 2
MARZO DEL 2020	1:100	2521.2721	675.0591
CARGO DEL PROYECTO:	OFICINA:	FACTIBILIDAD No.	PROYECTO No. 01
	SARESTACION:	FINANCIAMIENTO:	TÍTULO No.

Anexo 16. Dimensiones del biodigestor [Autor].



Anexo 17. Sistema de generación eléctrica con biogas [Autor].

