



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

ESPECIALIZACIÓN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS DE GRADO

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN
EMPLEANDO EL BIOGÁS A PARTIR DE LA CERDAZA, EN LA FINCA
“CRISÁN” DEL BARRIO CUATRO ESQUINAS DEL CANTÓN PUJILÍ DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2013”**

Tesis presentada previo a la obtención del título de: **Ingeniero industrial.**

Autor: Zurita Malliquinga Jorge Paul

Director: ING. MARCELO TELLO CONDOR

Latacunga – Ecuador

Enero 2014

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera en Ingeniería Industrial

DECLARACIÓN DEL AUTOR

Yo, Zurita Malliquinga Jorge Paul con C.I 050322033-7 estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas en la carrera de Ingeniería Industrial declaro expresamente que soy el autores y responsable de las ideas, datos y resultados obtenidos en esta investigación y el patrimonio intelectual de tema: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN EMPLEANDO EL BIOGÁS A PARTIR DE LA CERDAZA, EN LA FINCA “CRISÁN” DEL BARRIO CUATRO ESQUINAS DEL CANTÓN PUJILÍ DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, PERÍODO 2013**

Jorge Paul Zurita Malliquinga

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer este logro que me propuse a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a los docentes que me guiaron y asesoraron.

También el agradecimiento a la finca CRISAN por permitirme realizar la investigación.

Zurita Malliquinga Jorge Paul

DEDICATORIA

El trabajo realizado se lo dedico a las personas que conforman la granja CRISAN.
Quienes son los beneficiarios de la investigación realizada.

Zurita Malliquinga Jorge Paul

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
1.1 Marco teórico	1
1.2 Energía renovable.....	2
1.2.1 Evolución histórica.....	4
1.2.2 Las fuentes de energía.....	5
1.2.3 Polémicas.	6
1.2.4 Impacto ambiental.....	7
1.2.5 Ventajas de la energía renovable.....	7
1.2.6 Las fuentes de energía renovables en la actualidad.	9
1.2.7 ¿Qué es la energía no renovable?.....	10
1.2.8 Gas natural.	11
1.2.9 Biomasa: tipos de biomasa y su aprovechamiento energético.....	13
1.2.10 Origen de la Biomasa: La Fotosíntesis.	14
1.3 La eficacia del proceso fotosintético.....	16
1.3.1 La Biomasa y sus formas.	18
1.3.2 Ventajas de la utilización de la biomasa.	20
1.3.5 La biomasa en la vida diaria.....	24
1.3.6 Tipos de Residuos.	26
1.3.7 Ventajas de la energía renovable.....	29
1.3.3 Fuentes renovables contaminantes.....	30
1.3.8 Tipos de Digestores.....	31
1.3.9 Factores ambientales.	34
1.3.6 Seguridad	36
CAPITULO II.....	39
2. Granja crisan	39

2.1 Antecedentes	39
2.1.2 Misión	39
2.1.3 Visión	39
2.2 Valores	39
2.2 Política de calidad	41
2.2.1 Función de la finca	41
2.2.2 Principios corporativos	41
2.2.3 Ubicación de la planta	41
2.2.4 Estructura organizacional	41
2.2.5. Organigrama de la producción	43
2.3 Presentación, Análisis e Interpretación de Información y Metodología de Desarrollo.	44
2.3.1. Tipos de investigación.....	44
2.3.2. Métodos.....	44
2.3.3. Técnicas.....	45
2.3.4 Metodología.	45
2.3.5 Unidad de Estudio.	45
2.4 Análisis de los resultados de la entrevista realizada al personal de la finca CRISAN.	47
2.5 Verificación de la Hipótesis	57
CAPÍTULO III	62
3. Propuesta	62
3.1 Datos Informativos.....	62
3.2.1 Presentación de la propuesta.	62
3.2.2 Criterios de diseño y construcción.	63
3.2.3 Antecedentes de la propuesta	67

3.2.4	Objetivos.....	67
3.2.5	Análisis de factibilidad.....	67
3.2.6	Desarrollo de la propuesta.....	69
3.4.1	Materiales para la instalación.....	72
3.4.2	Procesos para la extracción.	73
3.4.2.1	Descripción del proceso:	74
3.4.3	Composición química y naturaleza del biogás.....	75
3.4.4	Diseño básico de la instalación.	76
3.4.5	Diseño instalación del sistema de calefacción.	76
3.4.5.1	Diseño del sistema de calefacción utilizando biogás:	77
3.4.5.2	Guía completa de instalación de un sistema de calefacción utilizando	78
3.4.5.3	Forma más sencilla de realizar un sistema de calefacción empleando biogás con un biodigestor.....	78
3.4.6	Precauciones:.....	81
3.4.7	Parámetros Químicos producidos en el proyecto.....	84
3.4.8	Duración o vida útil.....	85
3.4.9	Toxicidad e inhibición.	86
3.5	Importancia de la calefacción para la crianza de cerdos.	86
3.5.1	Sistema de calefacción.	87
3.5.2	Diseño del quemador de biogás.	87
3.5.3	Pérdida de calor por las paredes en el área de la calefacción.....	88
3.5.4	Determinación de horas hombre y días hábiles de trabajo.....	89
3.5.5	Eficiencia del proyecto.....	90
3.5.6	Análisis de costos en la finca “CRISAN”	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Porcentajes de nutrientes de biogás	16
Tabla N° 2. Producción mundial de biomasa vegetal.....	18
Tabla N° 3. Desaparición de microorganismos entéricos durante la digestión anaeróbica	37
Tabla N° 4. Personal de la finca	46
Tabla N° 5. Piensa usted que es necesario cuidar el medio ambiente reciclando	47
Tabla N° 6. Sabe usted que es la biomasa	48
Tabla N° 7. Tiene usted conocimientos sobre el proceso de la biodigestión	49
Tabla N° 8. Usted con la cerdaza generada en su finca preferiría.....	50
Tabla N° 9. Consume gas metano en la finca.....	51
Tabla N° 10.Cuál es la principal aplicación para la que ud. Utiliza gas metano..	52
Tabla n° 11. Con que frecuencia realiza la compra de gas metano	53
Tabla N° 12. Piensa que el mantenimiento de un biodigestor es	54
Tabla N° 13. Cree ud. Que es de suma importancia la implementación de un sistema de biodigestión e implementarlo en el sistema de calefacción en la finca	55
Tabla N° 14. Conoce sobre los costos de instalación de un sistema de biodigestión	56
Tabla N° 15 Resultados de encuestas.....	58
Tabla N° 16 Frecuencias	58
Tabla N° 17 Cálculos	60
Tabla. N° 18 Materiales PVC.....	72
Tabla. N° 19 Materiales Partes.....	73
Tabla. N° 20 Otros Materiales.....	73
Tabla. N° 21 Total de costos	73
Tabla. N° 22 Composición del biogás	75

Tabla N° 23. Porcentaje de metano según el tipo de animal	77
Tabla N° 24. Problemas y soluciones:.....	83
Tabla N° 25. Control de temperaturas en parideras en grados centígrados (⁰ c)....	86
Tabla N° 26. Cuadro de control del sistema instalado	91
Tabla N° 27. Cuadro de control del sistema instalado	92
Tabla N° 28. Cuadro de control del sistema instalado	93
Tabla N° 29 Costos de egreso de la finca antes del proyecto.....	95
Tabla N° 30 Costos de egreso de la finca con el proyecto.	95
Tabla N° 31 Comparación de costos al año.....	95

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1 Control de existencia de insumos y materiales	103
ANEXO N° 2 Estructura de la finca CRISAN	104
ANEXO N° 3 Montaje del biodigestor.....	110
ANEXO N° 4. Montaje del reservorio del biodigestor.....	104
ANEXO N° 5. Área de calefacción de los cerdos.....	104
ANEXO N° 6. Área de crecimiento de los cerdos	105
ANEXO N° 7. Entrevista aplicada	110
ANEXO N° 8. Glosario de terminos.....	110

RESUMEN

En el primer capítulo está compuesto con la investigación de los tipos de energías renovables con sus clasificaciones y características de las energías, las viejas energías de hoy en día son unas de las que cuidan el medio ambiente como es la destrucción de la capa de ozono que está cada vez más destruida por la generación de gases tóxicos generados por las industrias.

Dentro del segundo capítulo se puede observar los resultados de la tabulación de datos de la encuesta realizada a las personas que conforman la Granja CRISAN, se puede observar que es necesario implementar un sistema de calefacción empleando el biogás que se pudo obtener con la cerdaza que se genera en la finca y se pudo verificar la hipótesis propuesta de la investigación.

Por lo que en el tercer capítulo se construyó el sistema de calefacción empleando biogás extraído de la cerdaza, obteniendo los resultados que se requieren, para lo cual los materiales empleados son reciclados para tener un mejor cuidado al medio ambiente siendo este lo principal en esta investigación.

Con el proyecto se ha logrado aumentar la rentabilidad económica de la finca a su vez se reduce el impacto ambiental el metano que se genera y se disipa en el aire causando el calentamiento global.

TOPIC "DESIGN AND CONSTRUCTION OF BIOGAS HEATING SYSTEMS USING PIG DUNG ON THE CRISÁN FARM IN THE CUATRO ESQUINAS NEIGHBORHOOD OF PUJILÍ CANTON, COTOPAXI PROVINCE, ACACEMIC YEAR 2013"

ABSTRACT

In the first chapter it is made up with the investigation of the types of renewable energy with their classifications and characteristic of the energy, he/she saw them today energy in day they are some of those that take care of the environment like it is the destruction of the layer of ozone that is more and more destroyed by the generation of toxic gases generated by the industries.

Inside the second chapter one can observe the results of the tabulation of data of the survey carried out people that conform the Farm CRISAN, one can observe that it is necessary to implement a heating system using the biogás that one could obtain of the cerdaza that is generated in the property and you could verify the proposed hypothesis of the investigation.

For what in the third chapter the heating system was built using the biogás of the cerdaza obtaining the results that they are required, for that which the materials employees are recycled to have a better care to the environment being this the main thing in this investigation.

With the project it has been possible to increase the economic profitability of the property in turn he/she decreases the environmental impact the methane that is generated and he/she vanishes in the air causing the global heating.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un problema ambiental global que representa una de las mayores amenazas para el desarrollo y el bienestar humano, una de las causas del cambio climático se debe a las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero. Siendo el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso los de mayor importancia como emisiones por las producciones del agro, estas han aumentado por efecto de la intensificación de la producción de cerdos y entre otros.

En el país son pocas las empresas de cerdos que usan las energías renovables, obteniendo mayor producción en los sectores rurales.

Este método de obtener biogás por medio de biodigestor va incrementándose, por la facilidad de su extracción y bajo costo en su empleo, siendo así una fuente más de trabajo.

Por lo tanto en el país existe la necesidad de incrementar el uso de este sistema; es muy importante cuando se trata de generar ingresos y la optimización de las actividades de producción con el propósito de satisfacer las necesidades de los productores regionales y nacionales.

La finca “CRISAN” dedicada a la actividad de crianza de cerdos, la energía utilizada para este proceso es alto en el consumo del G.L.P (gas licuado de petróleo), en el tiempo de crecimiento de los cerdos la cantidad de residuos es mayor siendo esta la cerdaza con un alto porcentaje de metano, que luego de extraerlo queda como un bio-fertilizante de alta calidad.

Por lo cual esta investigación fue realizada en la finca “CRISAN” diseñando y construyendo un sistema de biodigestor para extraer biogás para usarlo en un sistema de calefacción y así incrementar el ahorro energético y obtener mejor rentabilidad económica en la finca.

Para obtener una mejor rentabilidad en una pequeña finca el gasto es alto y a veces el ingreso es mínimo pero con una determinada investigación se puede lograr un mejor rendimiento y mejores egresos de la finca que se generan para el mantenimiento de la finca como es la crianza de los cerdos pero si podemos mejorar las técnicas de crianza y el cuidado, en este caso mejoraremos el manejo de la cerdaza que se genera dentro de la finca con el estudio de la extracción de biogás para así generar calefacción para los cerdos en la primera etapa de crecimiento reduciendo así el impacto ambiental que se generan con los diferentes tipos de gases, el metano genera gran impacto en la capa de ozono.

La cerdaza está compuesta por diferentes tipos de gases los cuales se pueden aprovechar de diferentes maneras, en esta investigación se lo realizará con un prototipo de biodigestión, por la cantidad de cerdos que se tienen en la finca se realizará únicamente un diseño de prototipo con visión al futuro de crecimiento de la finca, la calefacción de los cerdos en su primera etapa es muy importante porque de ello depende de la crianza y vida de los cerdos pero como en la finca se utiliza el gas derivado del petróleo, el costo de este gas es alto, por lo que se ha visto que se puede extraerlo del mismo medio como así obteniendo un gas limpio, una energía del mismo medio empleando un costo mínimo con un costo de mantenimiento mínimo y sencillo.

Esto ayudara a la recuperación de recursos y mejorar las condiciones de saneamiento de esta zona por lo que se debe considerar como eje central implementar un sistema de biodigestión anaeróbica.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un prototipo de biodigestor e implementar un sistema de calefacción que ayude en la primera etapa del crecimiento de los cerdos, incrementando ahorro energético y obteniendo una rentabilidad económica en la finca “CRISAN”

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reducir el impacto ambiental que se genera por los gases que se producen de la cerdaza.
- Mejorar el uso de la materia orgánica generando una energía limpia y barata.
- Cambiar el tipo de energía utilizada por una energía limpia y de fácil obtención.

HIPÓTESIS

Sin el diseño y construcción de un sistema de calefacción empleando biogás a partir de la cerdaza, no abra ahorro energético e incremento de la rentabilidad económica, en la finca “CRISAN”

CAPÍTULO I

1.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.2 MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES.

Shiley (2008) menciona que:

Existen varias fuentes bibliográficas consultadas respecto a los antecedentes históricos del biogás, pero todos coinciden en apuntar que el biogás es el gas biológico combustible obtenido mediante la digestión anaerobia de los compuestos o materia de origen orgánica, donde el principal componente es el metano (CH₄). El mismo fue identificado por primera vez en 1667 como gas de los pantanos por Shiley.”

Durante la Primera Guerra Mundial (1914-1918) surgió en Inglaterra el interés de producir metano en las haciendas y fincas, a partir del estiércol de animales. Pero sólo en 1940 científicos franceses desarrollaron y perfeccionaron un proceso de obtención natural de gas, a partir del estiércol.

Durante la Segunda Guerra Mundial, científicos alemanes e italianos desarrollaron vehículos accionados con biogás. Después de la guerra el interés por el biogás como combustible solamente fue continuado en pocos países, (China e India).

Cuba es uno de los primeros países de América Latina donde se introdujo la tecnología del biogás en las plantas de tratamiento de aguas negras. Por lo que ha

sido aplicada e investigada desde la primera mitad del siglo XX, en la década del 70 y específicamente a partir de 1973 con la crisis energética por los altos precios del petróleo.

1.2 Energía renovable

Inta (2000): se refiere como a energía renovable en los siguientes términos:

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

Un concepto similar, pero no idéntico de las energías alternativas: una energía alternativa, o más precisamente una fuente de energía alternativa es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación. Según esta definición, algunos autores incluyen la energía nuclear dentro de las energías alternativas, ya que generan muy pocos gases de efecto invernadero.

El consumo de energía es uno de los grandes medidores del progreso y bienestar de una sociedad. El concepto de "crisis energética" aparece cuando las fuentes de energía que abastece la sociedad se agotan. Un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un continuo crecimiento, exige también una demanda igualmente creciente de energía. Puesto que las fuentes de energía fósil y nuclear son finitas, es inevitable que en un determinado momento la demanda no pueda ser abastecida y todo el sistema colapse, salvo que se descubran y desarrollen otros nuevos métodos para obtener energía: éstas serían las energías alternativas.

Por otra parte, el empleo de las fuentes de energía actuales tales como el petróleo, gas natural o carbón acarrea consigo problemas como la progresiva contaminación, o el aumento de los gases invernadero.

La discusión energía alternativa/convencional no es una mera clasificación de las fuentes de energía, sino que representa un cambio que necesariamente tendrá que

producirse durante este siglo. Es importante reseñar que las energías alternativas, aun siendo renovables, también son finitas, y como cualquier otro recurso natural tendrán un límite máximo de explotación. Por lo tanto, incluso aunque se pueda realizar la transición a estas nuevas energías de forma suave y gradual, tampoco van a permitir continuar con el modelo económico actual basado en el crecimiento perpetuo.

Entre las energías renovables se cuentan:

- La llegada de masas de agua dulce a masas de agua salada: energía azul.
- El viento: energía eólica.
- El calor de la Tierra: energía geotérmica.
- Los ríos y corrientes de agua dulce: energía hidráulica o hidroeléctrica.
- Los mares y océanos: energía mareomotriz.
- El Sol: energía solar.

Las energías renovables se obtienen a partir de la materia orgánica o biomasa, y se pueden utilizar directamente como combustible (madera u otra materia vegetal sólida), bien convertida en bioetanol o biogás mediante procesos de fermentación orgánica o en biodiesel de los residuos urbanos.

Las energías de fuentes renovables contaminantes tienen el mismo problema que la energía producida por combustibles fósiles: en la combustión emiten dióxido de carbono, gas de efecto invernadero, y a menudo son aún más contaminantes puesto que la combustión no es tan limpia, emitiendo hollines y otras partículas sólidas. Se encuadran dentro de las energías renovables porque mientras puedan cultivarse los vegetales que las producen, no se agotarán. También se consideran más limpias que sus equivalentes fósiles, porque teóricamente el dióxido de carbono emitido en la combustión ha sido previamente absorbido al transformarse en materia orgánica mediante fotosíntesis. En realidad no es equivalente la cantidad absorbida previamente con la emitida en la combustión, porque en los

procesos de siembra, recolección, tratamiento y transformación, también se consume energía, con sus correspondientes emisiones.

Además, se puede atrapar gran parte de las emisiones de CO₂ para alimentar cultivos de microalgas ciertas bacterias y levaduras potencial fuente de fertilizantes y sal en el caso de las microalgas de agua dulce o salada y biodiésel etanol respectivamente, y medio para la eliminación de hidrocarburos y dioxinas en el caso de las bacterias y levaduras proteínicas petrolíferas y el problema de las partículas se resuelve con la gasificación y la combustión completa (combustión a muy altas temperaturas, en una atmósfera muy rica en O₂) en combinación con medios descontaminantes de las emisiones como los filtros y precipitadores de partículas como el precipitador Cottrel, o como las superficies de carbón activado.

También se puede obtener energía a partir de los residuos sólidos urbanos y de lodos de las centrales depuradoras y potabilizadoras de agua. Energía que también es contaminante, pero que también lo sería en gran medida si no se aprovechara, pues los procesos de pudrición de la materia orgánica se realizan con emisión de gas natural y de dióxido de carbono.

1.2.1 Evolución histórica.

INTA et al. (2002) menciona que:

Las energías renovables han constituido una parte importante de la energía utilizada por los humanos desde tiempos remotos, especialmente la solar, la eólica y la hidráulica. La navegación a vela, los molinos de viento o de agua y las disposiciones constructivas de los edificios para aprovechar del sol, son buenos ejemplos de ello.

Con el invento de la máquina de vapor por James Watt, se van abandonando estas formas de aprovechamiento, por considerarse inestables en el tiempo y lugar se utilizan cada vez más los motores térmicos y eléctricos, en una época en que el todavía relativamente escaso consumo, no hacía prever un agotamiento de las fuentes, ni otros problemas ambientales que más tarde se presentaron.

Hacia la década de años 1970 las energías renovables se consideraron una alternativa a las energías tradicionales, tanto por su disponibilidad presente y futuro garantizado (a diferencia de los combustibles fósiles que precisan miles de años para su formación) como por su menor impacto ambiental en el caso de las energías limpias, y por esta razón fueron llamadas *energías alternativas*. Actualmente muchas de estas energías son una realidad, no una alternativa, por lo que el nombre de alternativas ya no debe emplearse.

Según la Comisión Nacional de Energía española, la venta anual de energía del Régimen Especial se ha multiplicado por más de 10 en España, a la vez que sus precios han rebajado un 11%.

En España las energías renovables aparecieron en el año 2005 un 5,9% del total de energía primaria, un 1,2% es eólica, un 1,1% hidroeléctrica, un 2,9% biomasa y el 0,7% otras. La energía eólica es la que más crece.

1.2.2 Las fuentes de energía

Las fuentes de energía se pueden dividir en dos grandes subgrupos: permanentes (renovables) y temporales (no renovables).

➤ No renovables

Los combustibles fósiles son recursos no renovables: no se puede reponer lo que se gasta. En algún momento se acabarán, y tal vez sean necesarios millones de años para contar nuevamente con ellos. Son aquellas cuyas reservas son limitadas y se agotan con el uso. Las principales son la energía nuclear y los combustibles fósiles (el petróleo, el gas natural y el carbón).

➤ Renovables o verdes

La energía verde es un término que describe la energía generada a partir de fuentes de energía primaria respetuosas con el medio ambiente. Las energías verdes son energías renovables que no contaminan, es decir, cuyo modo de obtención o uso no emite subproductos que puedan incidir negativamente en el medio ambiente.

Actualmente, están cobrando mayor importancia a causa del agravamiento del efecto invernadero y el consecuente calentamiento global, acompañado por una mayor toma de conciencia a nivel internacional con respecto a dicho problema. Los Países que no poseen o agotaron sus fuentes de energía tradicionales como el petróleo o el gas y necesitan adquirir esos recursos de otras economías, buscan evitar dicha dependencia energética, así como el negativo en su balanza comercial que esa adquisición representa.

1.2.3 Polémicas.

Existe cierta polémica sobre la inclusión de la incineración dentro de la energía de la biomasa y de la energía hidráulica a gran escala como energías verdes, por los impactos medioambientales negativos que producen, aunque se trate de energías renovables.

El estatus de energía nuclear como energía limpia es objeto de debate. En efecto, aunque presenta una de las más bajas tasas de emisiones de gases de efecto invernadero, genera desechos nucleares cuya eliminación no está aún resuelta. Según la definición actual de "desecho" no se trata de una energía limpia.

Aunque las ventajas de este tipo de energías son notorias, también ha causado diversidad en la opinión pública. Por un lado, colectivos ecologistas como Greenpeace, han alzado la voz sobre el impacto ambiental que éstas pueden llegar a causar en el medioambiente y también sobre el negocio que muchos han visto en este nuevo sector. Este colectivo junto con otras asociaciones ecologistas han rechazado el impacto que energías como la eólica causan en el entorno. Para ello han propuesto que los generadores se instalen en el mar obteniendo mayor cantidad de energía y evitando una contaminación paisajística. Ahora bien, estas alternativas han sido rechazadas por otros sectores, principalmente el empresarial, debido a su alto costo económico y también, según los ecologistas, por el afán de monopolio de las empresas energéticas. Los empresarios en cambio defiende la necesidad de tal impacto pues de esa forma los costos son menores y por tanto el precio a pagar por los usuarios es más bajo.

1.2.4 Impacto ambiental.

El impacto ambiental es un inconveniente en el calentamiento global. La energía geotérmica puede ser muy nociva si se arrastran metales pesados y gases de efecto invernadero a la superficie; la eólica produce impacto visual en el paisaje, ruido de baja frecuencia, puede ser una trampa para aves. La hidráulica menos agresiva es la mini hidráulica ya que las grandes presas provocan pérdida de biodiversidad, generan metano por la materia vegetal no retirada, provocan pandemias como fiebre amarilla, dengue, en particular en climas templados y climas cálidos, inundan zonas con patrimonio cultural o paisajístico, generan el movimiento de poblaciones completas, entre otros y aumentan la salinidad de los cauces fluviales. La energía solar se encuentra entre las menos agresivas salvo el debate generado por la electricidad fotovoltaica respecto a que se utiliza gran cantidad de energía para producir los paneles fotovoltaicos y tarda mucho tiempo en amortizarse esa cantidad de energía. La mareomotriz se ha discontinuado por los altísimos costos iniciales y el impacto ambiental que suponen. La energía de las olas junto con la energía de las corrientes marinas habitualmente tiene bajo impacto ambiental ya que usualmente se ubican en costas agrestes. La energía de la biomasa produce contaminación durante la combustión por emisión de CO₂ pero que es reabsorbida por el crecimiento de las plantas cultivadas y necesita tierras cultivables para su desarrollo, disminuyendo la cantidad de tierras cultivables disponibles para el consumo humano y para la ganadería, con un peligro de aumento de costo de los alimentos y aumentando la producción de monocultivos.

1.2.5 Ventajas de la energía renovable.

La primera ventaja de una cierta cantidad de fuentes de energía renovables es que no producen gases de efecto invernadero ni otras emisiones, contrariamente a lo que ocurre con los combustibles, sean fósiles o renovables. Algunas fuentes renovables no emiten dióxido de carbono adicional, salvo los necesarios para su construcción y funcionamiento, y no presentan ningún riesgo suplementario, tales como el riesgo nuclear.

Las fuentes de energía renovables son distintas a las de combustibles fósiles o centrales nucleares debido a su diversidad y abundancia. Se considera que el Sol

abastecerá estas fuentes de energía, radiación solar, viento, etc... durante los próximos cinco mil millones de años.

No obstante, algunos sistemas de energía renovable generan problemas ecológicos particulares. Así pues, los aerogeneradores eran peligrosos para los pájaros, pues sus aspas giraban muy deprisa, mientras que las centrales hidroeléctricas pueden crear obstáculos a la emigración de ciertos peces, un problema serio en muchos ríos del mundo.

➤ **Energías ecológicas**

Un problema inherente a las energías ecológicas es su naturaleza difusa, con la excepción de la energía geotérmica la cual, sin embargo, sólo es accesible donde la corteza terrestre es fina como las fuentes calientes y los géiseres

Puesto que ciertas fuentes de energía renovable proporcionan una energía de una intensidad relativamente baja, distribuida sobre grandes superficies, son necesarios nuevos tipos de centrales para convertirlas en fuentes utilizables.

No hay que olvidar que también se tiene fuentes renovables contaminantes, en los que se refiere a la biomasa, es cierto que almacena activamente el carbono del dióxido de carbono, formando su masa con él y crece mientras libera el oxígeno de nuevo, al quemarse vuelve a combinar el carbono con el oxígeno, formando de nuevo dióxido de carbono.

Teóricamente el ciclo cerrado arrojaría un saldo nulo de emisiones de dióxido de carbono, al quedar las emisiones fruto de la combustión fijadas en la nueva biomasa. En la práctica, se emplea energía contaminante en la siembra, en la recolección y la transformación, por lo que el balance es negativo.

Por otro lado, también la biomasa no es realmente inagotable, aun siendo renovable. Su uso solamente puede hacerse en casos limitados. Existen dudas sobre la capacidad de la agricultura para proporcionar las cantidades de masa vegetal necesaria si esta fuente se populariza, lo que se está demostrando con el aumento de los precios de los cereales debido a su aprovechamiento para la producción de biocombustibles. Por otro lado, todos los biocombustibles

producen mayor cantidad de dióxido de carbono por unidad de energía producida que los equivalentes fósiles.

La energía geotérmica no solo se encuentra muy restringida geográficamente sino que algunas de sus fuentes son consideradas contaminantes. Esto debido a que la extracción de agua subterránea a alta temperatura genera el arrastre a la superficie de sales y minerales no deseados y tóxicos.

La diversidad geográfica de los recursos es también significativa. Algunos países y regiones disponen de recursos sensiblemente mejores que otros, en particular en el sector de la energía renovable. El uso de tales recursos a gran escala, necesita considerables inversiones.

Sin embargo, el uso a pequeña escala de energías renovables, que a menudo puede producirse, disminuye la necesidad de disponer de sistemas de distribución de electricidad. Los sistemas corrientes, raramente rentables económicamente, revelaron que un hogar medio que disponga de un sistema solar con almacenamiento de energía, y paneles de un tamaño suficiente, sólo tiene que recurrir a fuentes de electricidad exteriores algunas horas por semana.

➤ **Desventajas.**

Un inconveniente evidente de las energías renovables es su impacto visual en el ambiente local. Algunas personas odian la estética de los generadores eólicos y mencionan la conservación de la naturaleza cuando hablan de las grandes instalaciones solares eléctricas fueran de las ciudades. Sin embargo, todo el mundo encuentra encanto en la vista de los viejos molinos a viento que, en su tiempo, eran una muestra bien visible de la técnica disponible.

1.2.6 Las fuentes de energía renovables en la actualidad.

TAIPE: (2005): Se refiere en su libro como energías renovables en la actualidad en los siguientes términos:

Representan un 20 % del consumo mundial de electricidad, siendo el 90 % de origen hidráulico. El resto es muy marginal: biomasa 5,5 %, geotérmica 1,5 %, y solar 1,5 %.

eólica 0,5%, y solar 0,05%, aunque hoy por hoy las cifras ya han sufrido variaciones.

Alrededor de un 80% de las necesidades de energía en las sociedades industriales occidentales se centran en torno a la industria, la calefacción, la climatización de los edificios y el transporte. Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones a gran escala de la energía renovable se concentra en la producción de electricidad.

1.2.7 ¿Qué es la energía no renovable?

La energía no renovable o energía convencional es un término genérico referido a aquellas fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en una cantidad limitada y que, una vez consumidas en su totalidad, no pueden sustituirse, ya que no existe sistema de producción o extracción viable, o la producción desde otras fuentes es demasiado pequeña como para resultar útil a corto plazo.

Sus características principales son:

- Generan emisiones y residuos que degradaran el medioambiente.
- Son limitadas
- Provocan dependencia exterior encontrándose exclusivamente en determinadas zonas del planeta
- Crean menos puestos de trabajo en relación al volumen de negocio que generan
- Conseguir su control provoca conflictos por su interés estratégico militar

Las fuentes de energía no renovables se pueden dividir en dos grupos son:

Los combustibles fósiles

Los combustibles nucleares.

1.2.8 Gas natural.

ROSE: (2000): dice:

El gas natural es una mezcla de gases que se encuentra frecuentemente en yacimientos fósiles, no asociado, disuelto o asociado con petróleo o en depósitos de carbón. Aunque su composición varía en función del yacimiento del que se extrae, está compuesto principalmente por metano en cantidades que comúnmente pueden superar el 90 %, y suele contener otros gases como nitrógeno, etano, etc.

Como fuentes adicionales de este recurso natural, se están investigando los yacimientos de hidratos de metano que, según estimaciones, pueden suponer una reserva energética muy superiores a las actuales de gas natural.

Puede obtenerse también con procesos de descomposición de restos orgánicos en las plantas de tratamiento de estos restos. El gas obtenido así se llama biogás. (p. 56, 57,58)

El gas natural que se obtiene debe ser procesado para su uso comercial o doméstico. Algunos de los gases que forman parte del gas natural extraído se separan de la mezcla porque no tienen capacidad energética o porque pueden depositarse en las tuberías usadas para su distribución debido a su alto punto de ebullición. Si el gas será criogénicamente licuado para su almacenamiento, el dióxido de carbono solidificaría interfiriendo con el proceso criogénico.

El propano, butano e hidrocarburos más pesados en comparación con el gas natural son extraídos, puesto que su presencia puede causar accidentes durante la combustión del gas natural. El vapor de agua también se elimina por estos motivos y porque a temperaturas cercanas a la temperatura ambiente y presiones altas forma hidratos de metano que pueden obstruir los gasoductos. Los compuestos de azufre son eliminados hasta niveles muy bajos para evitar corrosión y olores perniciosos, así como para reducir las emisiones de compuestos causantes de lluvia ácida.

Para uso doméstico, al igual que al butano, se le añade unas trazas de metal mercaptano, para que sea fácil detectar una fuga de gas y evitar su ignición espontánea.

ARAYA (2008) dice:

La combustión del gas natural, al ser un combustible fósil, produce un aporte neto de CO₂ a la atmósfera. Esto le diferencia de otros combustibles más sostenibles como la biomasa, donde la tasa de carbono orgánico producido por unidad del carbono inorgánico emitido durante su combustión es casi igual a uno. Sin embargo, el gas natural produce mucho menos CO₂ que otros combustibles como los derivados del petróleo, y sobre todo el carbón. Además es un combustible que se quema más limpia y eficazmente.

La razón por la cual produce poco CO₂ es que el principal componente, metano, contiene cuatro átomos de hidrógeno y uno de carbono.

Como ventaja añadida es un combustible más versátil, que puede utilizar en sistemas de generación más eficientes como el ciclo combinado o la pila de combustible y su obtención es más sencilla en comparación con otros combustibles. Sin embargo, su contenido energético por unidad de volumen es bajo en comparación con otros combustibles.

Se encuentra concentrado en las mismas bolsas y huecos subterráneos que el petróleo por lo que tarda también mucho tiempo en producirse.

Acuña (2006): dice:

El gas natural puede ser empleado para producir hidrógeno que se puede utilizar en los vehículos de hidrógeno.

Según la publicidad, el gas natural es el nuevo combustible verde. Pero, aunque es verdad que apenas contiene azufre, y es también verdad que produce menos dióxido de carbono por unidad de energía que el carbón o el petróleo, el gas natural es metano casi puro, un gas invernadero mucho más potente que el mismo dióxido de carbono. Se sabe que muchos de los conductos de gas natural en todo el mundo tienen escapes, lo que se añade al efecto invernadero. Las cantidades de

gas natural que escapan en los países occidentales, son un secreto comercial cuidadosamente guardado. Por otra parte, la búsqueda de gas natural puede causar el mismo daño al medio ambiente que las perforaciones petrolíferas. El entusiasmo de los últimos tiempos por utilizar este gas ha sido impulsado más por un afán de obtener ganancias rápidas que por preocupaciones ambientales. Las nuevas centrales eléctricas de gas natural malgastan más de la mitad del contenido energético del combustible. El gas natural podría facilitar la transición desde los combustibles fósiles, pero si antes no se utilizan todas las opciones para ahorrar energía y emplear fuentes energéticas limpias y renovables, no ofrece por sí mismo una solución real al problema del calentamiento global del planeta (p 89)

1.2.9 Biomasa: tipos de biomasa y su aprovechamiento energético.

Cuando se piensa en las energías alternativas para sustituir a los combustibles de origen fósil, generalmente lo primero que se tiene en cuenta es la posibilidad de utilizar la energía solar, ya que la cantidad total de energía que recibe la Tierra procedente del Sol supera en más de 10000 veces la demanda energética total de la Humanidad.

Si bien esta cantidad de energía solar es considerable, se observa que su dispersión es muy alta, con lo que el principal problema a resolver, si se quiere utilizar la energía solar, es establecer sistemas que la concentren y transformen en otro tipo que sea de fácil utilización para la actividad humana.

Hasta ahora la mayoría de los sistemas desarrollados por el hombre con este fin, si bien han representado un notable esfuerzo investigador, adolecen de la falta de unas perspectivas económicamente rentables para aprovechar la energía solar en forma masiva. Precisamente por esto se está intentando volver al modelo básico ya citado de captación y acumulación de energía solar, seleccionado por la Naturaleza a lo largo de un proceso evolutivo de 3000 millones de años, manteniendo la vida en la Tierra hasta nuestros días: la fijación de la energía solar por las plantas verdes.

Esta forma de energía es la única fuente renovable que se almacena automáticamente, lo que distingue de la energía solar directa, la eólica u otras que

han de concentrarse y almacenarse artificialmente, a menudo con no pocas dificultades. Así pues, la materia orgánica constituye energía solar almacenada. Se llamará a partir de ahora "energía de la biomasa" y es precisamente la que se libera cuando se quema madera y la que proporciona alimento a los animales y al hombre.

1.2.10 Origen de la Biomasa: La Fotosíntesis.

Vicari. (2012): dice que:

La energía que puede obtenerse a partir de la biomasa proviene del sol, que gracias al proceso de la fotosíntesis, es aprovechada por las plantas verdes a través de reacciones químicas en las células vivas, para tomar dióxido de carbono del aire y transformarlo en sustancias orgánicas, según una reacción del tipo:

La energía solar se transforma entonces en energía química, que se acumula en los enlaces de los diferentes compuestos orgánicos (polisacáridos, grasas, etc.) y es incorporada y transformada por el reino animal, incluido el hombre. También los animales pueden servir como un paso intermedio para la transmisión de energía a otros animales carnívoros. (p. 89, 70,71)

Situándose a nivel de los vegetales para comprender como se forma la materia orgánica. Las plantas, que convierten la energía solar, constituyen verdaderas fábricas silenciosas que trabajan utilizando un mecanismo electroquímico para producir la biomasa, resultado de una operación inicial de captación de la energía solar que les permite obtener, fijar y almacenar al carbono contenido en el gas carbónico del aire. Estas fábricas, situadas preferentemente en el campo, muy descentralizadas, cubren las dos terceras partes de la superficie emergida de nuestro planeta. No debe olvidarse también, la gran producción de biomasa acuática que tiene lugar mediante el mismo fenómeno.

La originalidad de este proceso es que toma prestadas del medio ambiente natural la energía fotones de luz y las materias primas consumidas carbono, hidrógeno, nitrógeno, potasio y fósforo. Estos materiales son, en general, renovables salvo cuando, para mejorar la eficacia del proceso, se recurre a cultivos industriales que impliquen el aporte de energía fósil por ejemplo, invernaderos calentados por gas-

oíl y el aporte de materia orgánica compost o inorgánica fertilizantes al terreno de cultivo.

En cuanto a los equipos empleados por la planta, se trata de materiales internos sintetizados: pigmentos captadores de fotones, aceptores de hidrógeno, portadores de electrones, acumuladores de energía química, etc.

La acción de construir un edificio ordenado de macromoléculas de glucosa, principalmente a partir de elementos suministrados en desorden por la naturaleza carbono, hidrógeno, oxígeno exige, de acuerdo a las leyes de la termodinámica, cantidades muy importante de energía 673 kcal/mol de glucosa obtenida de las cuales, la mayor parte es desechada a la atmósfera. Pero, a pesar de que el rendimiento termodinámico de la fotosíntesis es realmente bajo, la operación resulta rentable, debido a la gratuidad de la energía solar y de la utilidad de los productos finales principalmente alimentos.

De hecho, estas reacciones son más o menos completas en función de ciertos factores limitantes, entre otros, la intensidad luminosa, la presión parcial del dióxido de carbono, la temperatura y la disponibilidad de agua. Otro factor de variación de los rendimientos de la fotosíntesis es el "equipo" de pigmentos y enzimas de las diferentes especies vegetales, lo que explica la composición variable de los tejidos vegetales en azúcares y proteínas, en materias celulósicas o en lignina.

Araque. (2006): dice:

Los componentes principales de la biomasa (hidratos de carbono, lípidos y prótidos), se encuentran en una proporción relativa variable según la naturaleza de dicha biomasa.

En general, en los vegetales la materia orgánica está constituida en su mayoría por hidratos de carbono, principalmente en forma de compuestos lignocelulósicos, o amiláceos, o en menor grado por lípidos y compuestos orgánicos nitrogenados (proteínas principalmente).

Las moléculas básicas, formadas en el proceso fotosintético de formación de los diferentes tipos de compuestos orgánicos, son los carbohidratos, aunque también

se forman proteínas y grasas, siendo el rendimiento energético medio que se puede establecer para la formación de cada uno de los principales grupos de compuestos el siguiente:(p. 67,69)

TABLA 1. Porcentajes de nutrientes de biogás

Proteínas	55%
Grasas	77%
Carbohidratos	97%

Fuente: Human Development Index.

Elaborado por: Paul Zurita

Esto quiere decir que los compuestos que se producen con menor eficacia energética son las proteínas y los que lo hacen con mayor son los carbohidratos. Por otra parte, se sabe que los compuestos proteicos tienen un valor económico bastante más elevado que la biomasa hidrocarbonada, aunque los contenidos calóricos sean similares.

1.3 La eficacia del proceso fotosintético.

En todo proceso de conversión energética un importante factor a considerar es el rendimiento con que este tiene lugar, o sea, la fracción del total de energía incidente energía solar que queda convertida en la forma de energía de interés energía de la biomasa.

Teniendo en cuenta las ecuaciones que gobiernan la fotosíntesis, se puede obtener el valor teórico del rendimiento fotosintético, que resulta ser, aproximadamente, de un 30%. Ahora bien, del total de la radiación solar que llega a la Tierra, solo algo más del 40% es fotosintéticamente activo. Además, solo el 70% de esta es absorbida por las hojas, ya que el resto suele ser reflejada, con lo cual, la eficacia máxima teórica de este proceso será alrededor de:

$$\text{Eficacia máxima teórica} = (0.3 \times 0.4 \times 0.7) \times 100 \text{ (8\%)}$$

Ahora bien, en todas las plantas se producen pérdidas de energía debidas a la respiración del vegetal (estimadas en cerca de un 40%) lo que lleva a que el

rendimiento máximo teórico de transformación de la energía solar en la biomasa no llega al 5%.

No obstante todo lo expuesto hasta ahora, la realidad es que los valores más altos que se encuentran de hecho en condiciones óptimas de campo son del orden del 3%. Y a menudo estas cifras corresponden a períodos cortos de crecimiento y cuando se derivan los valores medios para el año completo, se encuentran valores del orden del 1% como media para el caso de plantas de cosecha anual.

Se puede hacer un cuestionamiento lógico, sería rentable un proceso que solo tiene un rendimiento real de un 1%

Aunque el rendimiento del proceso fotosintético pueda parecer bajo, se ha de considerar que los sistemas vivos que captan y convierten la energía solar se encuentran, como ya se ha dicho anteriormente, ampliamente distribuidos sobre tierras y agua del planeta, cubriendo una enorme superficie y representando, pues, el único tipo de colector solar que, hoy por hoy, está repartido por toda la Tierra, operando a gran escala.

El que la superficie colectora sea tan extensa determina que, pese a la baja eficacia, la cantidad de energía almacenada anualmente por fotosíntesis sea inmensa; de hecho, unas 10 veces más que el total de energía que consume actualmente la Humanidad. Otro dato interesante a tener en cuenta a este respecto, es que el contenido energético de las reservas de biomasa que se encuentran acumuladas en la biósfera, es aproximadamente equivalente a la almacenada en las reservas comprobadas de combustibles fósiles.

TABLA N° 2. Producción mundial de biomasa vegetal.

Tipos de Biomasa	Superficie ocupada (106 km ²)	Producción total (109 Tm/año)	Equivalente energético (1020 J)
Biomasa acuática	365	70	10
Bosques	57	85	15
Prados y estepas	24	25	3
Desiertos y tundras	50	5	0.5
Cultivos agrícolas	14	15	1.5
Total	510	200	30

Fuente: Human Development Index.

Elaborado por: Paul Zurita

1.3.1 La Biomasa y sus formas.

Saenz (2005): dice:

Como se ha visto hasta ahora, como consecuencia de la actividad fotosintética de los vegetales, se forma una masa viviente que hemos denominado biomasa. Sin embargo es transformada posteriormente en los distintos niveles de seres vivos que conocemos. Por tanto se puede hablar de biomasa vegetal cuando ésta se produce directamente como consecuencia de la fotosíntesis, mientras que aquella biomasa que producen los seres que no son capaces de elaborar los productos químicos solo con la ayuda de la energía solar, es decir, que utilizan en su alimentación la biomasa vegetal, la podríamos denominar biomasa animal.

Existen disimiles aspectos que pueden servir para clasificar la Biomasa en sus diversas formas. La más general se acaba de mostrar. A continuación diversas maneras de hacerlo.

Según el compuesto o grupo de compuestos preponderantes en la biomasa vegetal, ésta recibe diversos calificativos. Por ser los hidratos de carbono los compuestos más abundantes de la biomasa vegetal, la designación del tipo de biomasa se realiza principalmente atendiendo a la forma en que se encuentran prioritariamente estos compuestos. Así se tiene:

- Biomasa amilácea: aquella en que los hidratos de carbono predominantes se encuentran en forma de polisacáridos de reserva tales como almidón o inulina.
- Biomasa azucarada: aquella cuyo principal componente hidrocarbonado está constituido por azúcares, ya sean monosacáridos glucosa o fructuosa principalmente o disacáridos tales como la sacarosa.
- Biomasa energética: incluye los materiales de origen biológico que no pueden ser empleados con fines alimenticios o industriales.

De acuerdo con esto, todos los productos agrarios empleados para la alimentación humana y animal, así como los combustibles fósiles que han sufrido un profundo cambio estructural en su primitiva estructura biológica, están excluidos del término Biomasa.

El hombre también transforma la materia de las plantas por procedimientos artificiales para obtener bienes de consumo alimentos, muebles, etc. Todo este proceso da lugar a elementos utilizables directamente o como materia prima, pero también a subproductos que, tienen la posibilidad de encontrar aplicación en el campo energético.

En dependencia de si la biomasa ha sido sometida a transformaciones realizadas por el hombre o no, se puede dividir en:

a) Biomasa natural. Se produce en ecosistemas naturales. La explotación intensiva de este recurso no es compatible con la protección del medio ambiente.

b) Biomasa residual. Es la biomasa originada como residuo al emplearse ésta con otros fines, incluye:

- Residuos forestales y agrícolas.
- Residuos de industrias forestales y agrícolas.
- Residuos sólidos urbanos.
- Residuos biodegradables, con altos contenidos de humedad efluentes ganaderos, lodos de depuradoras, aguas residuales urbanas, etc.
- Cultivos energéticos. Son los cultivos vegetales realizados con el único objetivo de ser aprovechados energéticamente. Se caracterizan por la gran producción de materia viva por unidad de tiempo y con el condicionante de minimizar los cuidados al cultivo.

Excedentes agrícolas. Son los excedentes agrícolas que no se emplean en la alimentación humana, que pueden ser considerados como biomasa y pueden aprovecharse para, por ejemplo, la elaboración de biocombustibles líquidos.

1.3.2 Ventajas de la utilización de la biomasa.

a.- Ventajas.

La biomasa como fuente portadora de energía, con todas sus características peculiares, presenta varios rasgos que la hacen atractiva para su empleo, comparándola con los combustibles fósiles tradicionales.

A continuación se intentará brindar una idea de las ventajas que tiene la biomasa con relación a los demás combustibles.

- **Energía Renovable.**

Es una fuente inagotable en cuanto proviene de la energía solar en su totalidad. Lo que confiere la garantía de disponibilidad constante y segura del combustible.

➤ **Aprovechamiento completo.**

Ya sea de una forma u otra, con un método u otro de aprovechamiento o transformación proceso físico, químico, termoquímico, biológico, cualquier tipo de biomasa sólida o líquida se puede aprovechar completamente hasta este momento. Existen tantas tecnologías y procesos de transformación que pueden satisfacer todas las exigencias y necesidades domésticas y de la industria.

➤ **No requiere nuevas tecnologías.**

La biomasa fue el primer combustible que usó el hombre en la búsqueda de mejorar sus condiciones de vida. Existen numerosas tecnologías que permite su transformación y aprovechamiento; desde las más simples que no requieren grandes inversiones ni recientes adelantos tecnológicos, hasta sistemas ideados para y con actualizadas tecnologías punta.

Como fuente de energía alternativa en la actualidad, con un futuro previsible y obligado en la escena energética mundial, cobra fuerza para los países subdesarrollados sin la acuciante necesidad de disponer de avanzadas tecnologías y recientes adelantos tecnológicos.

➤ **Reduce el deterioro medioambiental.**

Es conocido que el origen inicial de los compuestos orgánicos oxidados en los procesos de aprovechamiento de la energía contenida en la biomasa, se debe a la captación de la energía del sol por las plantas; y que la base de todo el proceso fotosintético y de producción de dichos compuestos es la fijación del dióxido de carbono disponible en el aire y el desprendimiento de oxígeno, aportándolo a la atmósfera y enriqueciéndola de esta manera en este componente. Todo este fenómeno trae como consecuencia que el dióxido de carbono que se desprende en los procesos de aprovechamiento de los materiales biomásicos no aumenta los niveles de esta sustancia que fue absorbida con anterioridad, sino que envía a la atmósfera una sustancia que fue extraída de ésta; de esta forma se puede decir que el balance de CO₂ se cierra.

Incluso, si se realiza un buen análisis y un exhaustivo estudio, se puede comenzar a disminuir la cantidad de CO₂ presente en la atmósfera, si el balance de este compuesto es negativo, de manera que las plantas absorban más CO₂ que el que se llegase a producir por la generación de energía a partir de los distintos combustibles, biomásicos o no.

Esta característica tan ventajosa y única de la biomasa, y de las energías renovables en general, es muy importante por lo mucho que aporta al cuidado y preservación del medio ambiente.

➤ **Proporciona puestos de trabajo.**

Según cálculos realizados por varios organismos internacionales y de diversos países, el uso y explotación de las fuentes renovables de energía, la biomasa en específico, intensifica la creación de empleo con relación a las fuentes energéticas tradicionales. Esta característica es muy importante tenerla en cuenta en un mundo, sobre todo en los países desarrollados, donde se han generado elevadas tasas de desempleo que tanto malestar está creando en la parte de la sociedad aquejada por este mal, y tantos problemas económicos trae para toda la sociedad actual.

➤ **Ahorra divisas y disminuye la dependencia energética del exterior.**

Con la garantía de poder disponer del combustible autóctono, según los planes y políticas de las administraciones, se reduce la dependencia energética con relación a las fuentes de energías que no son propias y que siempre están sometidas a los vaivenes del mercado internacional. Al cultivar y explotar la biomasa en su territorio, el país está tendiendo a mejorar y equilibrar la balanza comercial al tener asegurado el abastecimiento de la fuente energética en sí mismo, sin tener que estar supeditado al exterior. Cuestión está muy importante para tantos países en la actualidad, sobre todo los países subdesarrollados, en primer lugar Cuba, donde no se debe olvidar el bloqueo económico y energético al que actualmente está sometida y la alta repercusión que en su desarrollo industrial tiene.

b.- Inconvenientes.

Como es lógico, no todas van a ser ventajas para la biomasa, en comparación con los combustibles fósiles, por lo que también habrá algún inconveniente.

Para analizar los inconvenientes propios de la biomasa se deberían tener en cuenta los diferentes tipos de biomasa. No obstante, dado el objetivo de este trabajo de tesis, nos centraremos en la denominada biomasa vegetal, tanto la que se produce mediante cultivos energéticos como la que se genera como residuo del aprovechamiento de la biomasa vegetal alimentaria o industrial.

➤ Dispersión.

Para disponer de las cantidades de energías suficientes para cumplir ciertos objetivos, o simplemente para aprovechar toda la producción de un cultivo determinado o de la producción residual de cierta industria hacen falta grandes volúmenes de biomasa vegetal, por ende amplias plantaciones y extensas superficies de tierra. Además de que seguramente se tendrá la necesidad de disponer de distintos tipos de biomasa vegetal para obtener, mediante su mezclado, los requerimientos energéticos básicos. Esta característica es muy difícil de contrarrestar dada las peculiaridades de la biomasa vegetal. Otros tipos de biomasa residual como la industrial, producción de cerdos, etc., no tienen este inconveniente, estando concentrado en las zonas de producción y facilitándose su consumo.

Debe tenerse en cuenta para comprender mejor este inconveniente de la biomasa vegetal su baja densidad, lo que junto a esta posible dispersión, hace que en muchos casos no sea rentable el aprovechamiento energético, fundamentalmente, por los costos en transporte.

➤ Producción estacional.

Adriazola (2000). Dice:

Dada la variedad de cultivos que presenta la biomasa vegetal, en sus diferentes formas, es obvio la disponibilidad de la materia prima de manera estacional en época de recolección.

En este acápite es importante poder disponer de tecnologías de aprovechamiento energético de la biomasa capaces de utilizar indistintamente diferentes tipos de biocombustibles sin grandes diferencias en el rendimiento energético. Además de lo que se podría alcanzar en materia de almacenamiento y obtención de nuevas especies más resistentes o con nuevas cualidades, a partir de la ingeniería genética y la biotecnología. (p. 89).

1.3.4 Necesidad de acondicionamiento o transformación para su utilización.

Hay casos en los que es imprescindible aplicar ciertos tratamientos a la biomasa, acondicionarla y transformarla de manera que esté en condiciones de que sea factible su uso. Procesos como el molido, el tamizado, el secado, etc., suelen ser necesarios, aumentando en algunos casos los costos de operación a la instalación, si bien en otros es rentable su empleo como es el caso del secado mediante el calor sensible de los humos de un proceso de combustión.

Muchas veces es imposible obviar alguno de los procesos de acondicionamiento de la biomasa, por lo que el estudio económico dirá cual y hasta qué punto es rentable asumirlos.

1.3.5 La biomasa en la vida diaria.

En la actualidad, y con el desarrollo de las civilizaciones industrial y post-industrial, los residuos aparecen cada vez con mayor pujanza en la vida diaria del hombre. Así, a medida que la sociedad avanza y obtiene mayores objetivos de producción y de renta, los residuos pueden llegar a ser, como de hecho ya sucede, un problema creciente por su magnitud y sus consecuencias. Por todo ello, la lucha contra la contaminación, la protección del entorno físico y la defensa del medio ambiente se están convirtiendo en aspectos fundamentales a tener en cuenta en la política de los países que pretenden el bienestar de sus habitantes.

Es de sobra conocido el hecho de que se producen diariamente ingentes cantidades de desperdicios, tanto en las ciudades como en las zonas rurales. Teniendo en cuenta que la mayor parte de estos residuos son de carácter orgánico y constituyen la denominada "Biomasa Residual", se puede llegar a comprender el hecho de que estas grandes cantidades de residuos, que no se aprovechan y que

contaminan el ambiente, puedan constituir un enorme potencial para la producción de energía. La Biomasa residual ofrece, pues, unas perspectivas muy amplias de aprovechamiento, ya que se produce de forma continúa y creciente como consecuencia de la actividad humana y su eliminación están constituyendo ya un importante problema.

Esta Biomasa residual presenta un inmenso potencial si se revisan algunas cifras. Si se considera de forma conjunta toda la actividad humana, se puede estimar aproximadamente que se producen unas 2 ton de residuos de todo tipo por habitante y año, con un poder energético de unos 9000 kWh al año, equivalente a unos 800 lts de gasolina. Por otro lado, y con respecto a las basuras urbanas, se destaca que cerca de la mitad de su peso está constituido por materia orgánica, y su producción media por habitante al año oscila entre los 600 y 800 kg, con un valor energético de unos 2500 kWh/año. Obsérvese que una familia media, en los países desarrollados, gasta al año solo en electricidad unos 3000 kWh.

El tratamiento de la Biomasa residual deviene una gran reserva de fuente de energía, que empleada convenientemente, debe aportar varias ventajas al esquema energético de cualquier país. A continuación se citan algunos ejemplos:

- Los residuos forman parte de un tipo de Biomasa que ya existe (no hay que producirla) y cuya eliminación es un problema grave y de solución costosa.
- En muchos casos, la biomasa residual está concentrada en lugares determinados (basureros) por lo que, si se utiliza cerca del sitio de acumulación genera unos costos de transportación muy reducidos.
- La utilización de los residuos para producir energía presenta como sistema de eliminación unas ventajas de carácter ambiental, como son una considerable reducción de su volumen, eliminación de plagas, incendio forestal y olores, mejoras del paisaje y reducción de la contaminación del aire, agua y suelo.

- Algunos métodos de aprovechamiento de la biomasa residual presentan la ventaja adicional de generar productos ricos en nutrientes y, por tanto, susceptibles de ser utilizados como fertilizantes para fines agrícolas, lo que supone un ahorro de consumo de energía, materias primas y divisas.

Todo esto hace que el tratamiento de la biomasa residual no solo sea necesario, sino que podría convertirse en una actividad de un gran interés económico y, fundamentalmente, social, debido a los beneficios que generaría su aprovechamiento.

1.3.6 Tipos de Residuos.

En general, se pueden definir los residuos como "aquellos materiales generados en las actividades de producción, transformación y consumo que no han alcanzado en el contexto en que son generados, ningún valor económico".

Se siguen varios criterios para clasificar los distintos tipos de residuos, entre los que cabe destacar la naturaleza de su origen (agrarios, industriales, urbanos) o los tipos de materiales que los constituye (orgánicos, plásticos, metálicos, etc.). Sin embargo, y teniendo en cuenta el interés que aquí se centra en los residuos orgánicos, por ser biomasa, se pueden considerar tres grandes sectores de actividades que los producen:

- **Sector Agrario**

Los residuos agrarios tienen lugar como consecuencia de actividades agrícolas (pajas, tallos, restos de cosechas, residuos de poda, etc., actividades forestales (residuos de talas, clareos de monte, etc. y actividades ganaderas estiércoles, purines.

- **Sector Industrial**

Los residuos industriales se originan en las industrias de transformación de actividades primarias cascaras, restos de mataderos, serrín, etc.

➤ Sector Urbano

Los residuos urbanos se generan en los núcleos de población, como consecuencia de una actividad de consumo basuras, aguas residuales.

A continuación se analizará cada uno de los tipos de biomasa residual mencionados como fuente de energía.

➤ Residuos Agrarios.

➤ Agrícolas.

Se puede denominar residuo agrícola a la planta o la porción de ella cultivada que es preciso separar para obtener el fruto o para facilitar el cultivo propio o posterior.

Ahora bien, una gran cantidad de los residuos agrícolas quedan en el suelo en forma de raíces, hojas o frutos no aprovechables y no son utilizables como fuente energética, ya que se incorporan al terreno y contribuyen a mejorar considerablemente las propiedades físicas y biológicas del suelo y, en menor grado, a aumentar su contenido en nutrientes.

Otra parte de estos residuos la integran los tallos y en general, las partes aéreas de las plantas que es preciso separar para facilitar la recolección o las labores agrícolas. Gran parte de ellos son consumidos por la ganadería.

Por último, existe una gran cantidad de residuos con potencial interés industrial y energético, que localmente pueden tener alguna utilidad, pero cuya eliminación constituye un problema en las labores de explotación agrícola. Esta última categoría de residuos, que son los que interesan aquí, se produce principalmente en los siguientes cultivos:

➤ Cereales granos, originando pajas.

➤ Frutales, cuya poda brinda una fuente considerable de material combustible.

- Algunos cultivos industriales, como textiles y oleaginosas, que dejan como residuos los tallos.
- Forestales.

El monte supone un medio considerable de transformación de la energía solar. Sin embargo, el hombre no utiliza íntegramente toda la riqueza que suministra el monte y desperdicia una parte considerable en forma de ramas, cortezas, serrín, etc. Este menor aprovechamiento energético se ha acusado en los últimos años con la aparición de combustibles gaseosos derivados del petróleo. El relativo bajo precio y, sobre todo, la comodidad de su uso, han originado un descenso en el consumo de los residuos de madera como fuente de energía en los países desarrollados.

Realmente, son estos residuos los que, durante siglos, han constituido la fuente energética más importante de la Humanidad.

- Ganaderos.

Tradicionalmente, los residuos producidos por el ganado constituían la única fuente de nutrientes para los suelos agrícolas. Con la aparición de los fertilizantes sintéticos, lamentablemente los estiércoles dejan de utilizarse en gran número de explotaciones, pues empieza a haber una separación entre agricultura y ganadería.

Con el desarrollo de la tecnología las explotaciones ganaderas han ido transformándose y han ido tendiendo a grandes explotaciones intensivas. Estas verdaderas industrias agrarias no necesitan suelos para cultivar, pues alimentan al ganado con piensos compuestos y, por otra parte, al no tener suelo de cultivo, se corta la vía de reciclado de estos residuos ganaderos, difíciles de eliminar y que pueden afectar a los suelos, a los cursos de agua y a la estética del paisaje, creando además malos olores.

Aquí es donde puede contemplarse la inclusión de la tecnología energética, que podría atender a las necesidades locales de la granja o explotación ganadera.

Al tratarse de residuos con alto contenido de humedad, no es conveniente para su tratamiento utilizar procesos termoquímicos, por su bajísimo rendimiento en este caso. Sin embargo, la tecnología de la digestión anaerobia, proceso de tipo bioquímico que se discutirá más adelante, presenta grandes ventajas para su aplicación a este tipo de biomasa por varios motivos:

- Se trata de residuos localizados.
- Los residuos tienen gran cantidad de agua.
- Aportan alto contenido de nutrientes para el crecimiento bacteriano.
- El efluente del proceso mejora notablemente la concentración de nutrientes nitrógeno y fósforo respecto al residuo original, lo que supone una gran ventaja para su utilización posterior en la agricultura.

Este último punto permite recalcar que la obtención de energía en forma de gas combustible por medio de digestión anaerobia no supone la eliminación de estos residuos y privación de emplearlos en el medio agrícola, sino que, por el contrario, el residuo ganadero, una vez digerido, se encuentra enriquecido en elementos fertilizantes.

Así pues, la potencialidad energética de estos residuos hace necesaria su cuantificación. Este dato se basa en el denominado "peso vivo", es decir, en el peso de los animales que integran la cabaña ganadera, al que se aplica el coeficiente de rendimiento de estiércol por kg de peso vivo anualmente.

PIJOAN (2006) dice:

1.3.7 Ventajas de la energía renovable

➤ **Energías ecológicas**

Las fuentes de energía renovables son distintas a las de combustibles fósiles o centrales nucleares debido a su diversidad y abundancia. Se considera que el Sol abastecerá estas fuentes de energía (radiación solar, viento, lluvia, etc.) durante los próximos cuatro mil millones de años. La primera ventaja de una cierta cantidad de fuentes de energía renovables es

que no producen gases de efecto invernadero ni otras emisiones, contrariamente a lo que ocurre con los combustibles, sean fósiles o renovables. Algunas fuentes renovables no emiten dióxido de carbono adicional, salvo los necesarios para su construcción y funcionamiento, y no presentan ningún riesgo suplementario, tales como el riesgo nuclear.

No obstante, algunos sistemas de energía renovable generan problemas ecológicos particulares. Así pues, los primeros aerogeneradores eran peligrosos para los pájaros, pues sus aspas giraban muy deprisa, mientras que las centrales hidroeléctricas pueden crear obstáculos a la emigración de ciertos peces, un problema serio en muchos ríos del mundo (en los del noroeste de Norteamérica que desembocan en el océano Pacífico, se redujo la población de salmones drásticamente).

Aguilar (2006) dice:

1.3.3 Fuentes renovables contaminantes.

En lo que se refiere a la biomasa, es cierto que almacena activamente el carbono del dióxido de carbono, formando su masa con él y crece mientras libera el oxígeno de nuevo, al quemarse vuelve a combinar el carbono con el oxígeno, formando de nuevo dióxido de carbono. Teóricamente el ciclo cerrado arrojaría un saldo nulo de emisiones de dióxido de carbono, al quedar las emisiones fruto de la combustión fijadas en la nueva biomasa. En la práctica, se emplea energía contaminante en la siembra, en la recolección y la transformación, por lo que el balance es negativo.

Por otro lado, también la biomasa no es realmente inagotable, aun siendo renovable. Su uso solamente puede hacerse en casos limitados. Existen dudas sobre la capacidad de la agricultura para proporcionar las cantidades de masa vegetal necesaria si esta fuente se populariza, lo que se está demostrando con el aumento de los precios de los cereales debido a su aprovechamiento para la producción de biocombustibles. Por otro lado, todos los biocombustibles producen mayor cantidad de dióxido de carbono por unidad de energía producida que los equivalentes fósiles.

Madrid (2004). Dice:

La Tierra está en peligro. Nosotros también. Y la culpa la tenemos en gran parte nosotros mismos. Utilizamos la energía con demasiado descuido, demasiado derroche y con muy poca imaginación.

1.3.8 Tipos de Digestores.

Leonor (2003) dice:

➤ **Digestores anaeróbicos.**

Para producir biogás se pueden emplearse diversos materiales orgánicos tales como residuos vegetales, estiércol, basura doméstica, camalotes, algas, efluentes de las industrias de alimentos, bebidas, pulpado y papel, y químicas.

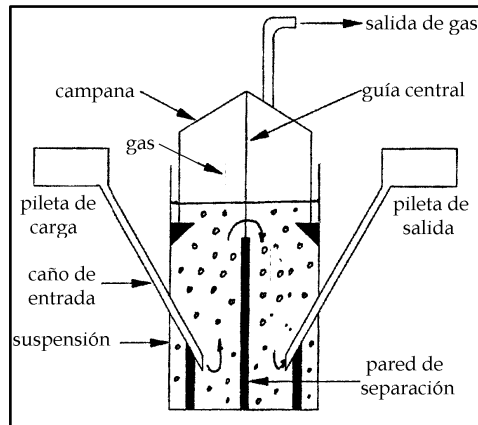
Durante la bioconversión de materiales orgánicos a metano las distintas etapas tienen distinta velocidad: la degradación de la celulosa ocurre en semanas, la de las hemicelulosas y proteínas en días y la de las moléculas pequeñas, como azúcares, ácidos grasos y alcoholes, en horas, pero la lignina no es degradada en la mayoría de los sistemas de digestión anaeróbica.

El proceso en un digestor difiere de otros tipos de fermentaciones en que no es necesario utilizar cultivos puros de microorganismos. Las diversas bacterias capaces de descomponer las sustancias orgánicas y producir biogás están ampliamente distribuidas en la naturaleza. Se encuentran, por ejemplo en los excrementos animales y humanos. Estas bacterias pueden activarse y mantenerse indefinidamente con un manejo adecuado.

El tamaño del digestor está determinado por el contenido de sólidos y el tiempo de retención del residuo para un tipo de carga dado. Los materiales insolubles, tales como papel, paja y otros lignocelulósicos, pueden requerir un tratamiento de días (o aún años en ciertos rellenos sanitarios) mientras que puede lograrse hasta una reducción del 95% con una carga diaria de 20 kg / m de digestor cuando el residuo es soluble.

- **Campana fija o flotante.** Hay una amplia variedad de diseños pero los digestores de una sola etapa con campana fija o flotante (grafico 1) son los más usados en ambientes rurales.

GRÁFICO N° 1. Campana fija o flotante



Fuente: Aliaga Liseth 2009

El estiércol digerido es recuperado como un lodo con 10 a 12% de sólidos y un sobrenadante con 2 a 3% de sólidos.

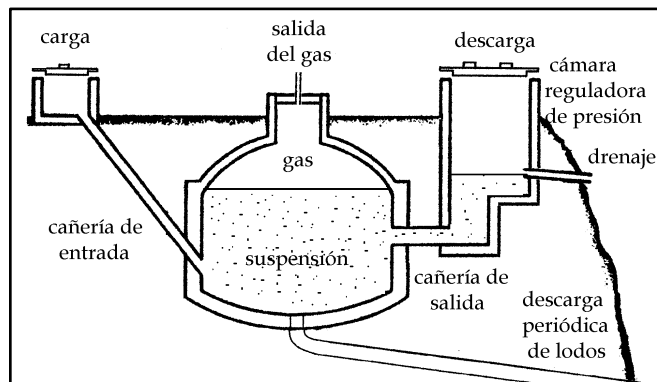
La digestión ruminal está estratificada en dos sub-fases una líquida, y otra con alto contenido en sólidos donde es mayor la actividad metabólica y la concentración de intermediarios.

Similarmente los digestores de dos fases tienen un mejor rendimiento en metano que los de una sola.

- **El digestor de campana fija.** Cuyo esquema se muestra en el (grafico 2), tiene la cubierta inmóvil y cuenta con la presión hidrostática autogenerada para distribuir el biogás.

Como se colecta el gas en el mismo digestor, parte de la suspensión digerida es desplazada hacia un tanque de almacenamiento cuyo nivel sube con la producción y baja con el uso del gas. La ventaja de este modelo consiste en la ausencia de partes móviles corrosibles.

GRÁFICO N° 2. El digester de campana fija.



Fuente: Aliaga Liseth 2009

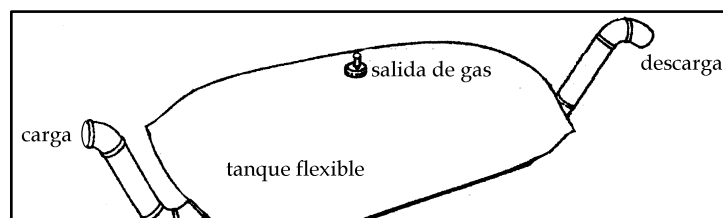
➤ **Campana colectora.**

Se da el esquema de un digester con campana colectora de gas flotante, que puede estar directamente sumergida en la suspensión o bien en el aceite retenido entre las dos paredes concéntricas del tanque para lograr el sellado. La descarga del líquido se hace por rebalse a través de un caño y la de sólidos por una abertura de inspección. La presión del gas depende del peso de la campana, por lo que suele colocarse bolsas de arena sobre la misma es decir el diseño es similar al digester vertical.

➤ **Tipo bolsa**

El digester tipo bolsa que se muestra en la (figura 3), es útil en las regiones subtropicales y tropicales.

GRÁFICO N° 3. Bolsa colectora.



Fuente: Aliaga Liseth 2009

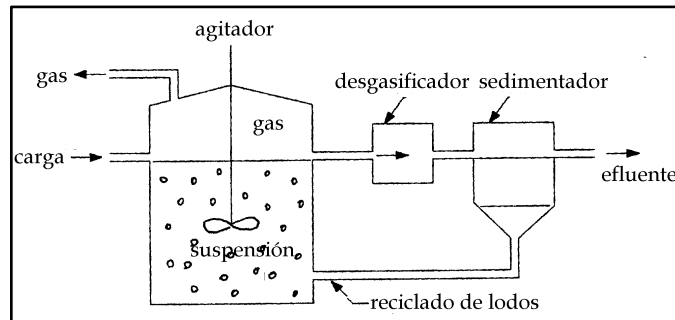
Otros tipos de reactores permiten el manejo de grandes cantidades de residuos por unidad de volumen generando biogás a mayor velocidad, como el de contacto anaeróbico.

➤ **Digestor vertical.**

Consiste en un cilindro impermeable al paso de gases y líquidos, el cual se coloca en forma horizontal en un orificio en el suelo.

Es el menos costoso y duración es aproximada es de 5 años

GRÁFICO N° 4. Digestor vertical.



Fuente: Aliaga Liseth 2009

➤ **Residuos**

Los materiales que se pueden usar para la generación de metano son muy variados, por ejemplo:

- Residuos de cosechas: maloja de caña de azúcar, malezas, paja, rastrojo de maíz y otros cultivos;
- Residuos de origen animal: desechos de establos estiércol, orina, paja de camas, camas de gallinas ponedoras, boñigas de cabras y ovejas, desperdicios de matadero sangre, vísceras, desperdicios de pesca, restos de lana y cuero;
- Residuos de origen humano: basura, heces, orina;
- Residuos agroindustriales: tortas de oleaginosas, bagazo, salvado de arroz, desechos de tabaco y semillas, desperdicios del procesamiento de hortalizas y frutas, limos de prensas de ingenios azucareros, residuos de té, polvo de las desmotadoras e industria textil;
- Mantillo forestal: ramitas, hojas, cortezas;
- Plantas acuáticas: camalote, algas marinas.

1.3.9 Factores ambientales.

Entre los factores ambientales importantes para el funcionamiento de los digestores figuran: la temperatura, la concentración de sólidos, la concentración

de ácidos volátiles, la formación de espuma, la concentración de nutrientes esenciales, las sustancias tóxicas y el pH.

Las metano bacterias sólo pueden multiplicarse cuando está avanzada la fermentación de los substratos primarios por acción de las bacterias anaerobias facultativas (por ejemplo *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* o *Bacillus* spp.) y se haya consumido todo el oxígeno disuelto, de manera que el potencial redox haya alcanzado en un valor menor que -200 mV. Además, el pH no debe bajar demasiado, debido a los ácidos producidos por los *Clostridium*, para no inhibir el crecimiento de los metanógenos.

Comúnmente la concentración de ácidos grasos volátiles no supera los 2 a 3 g/L, expresados como ácido acético. Si se sobrepasa este nivel, la digestión cesará en dos o tres días debido a que los metanógenos no pueden utilizar los ácidos a la misma velocidad con que se producen. El pH óptimo para la digestión está entre 7,0 y 7,2, aunque el rango satisfactorio va de 6,6 a 7,6. La digestión comienza a inhibirse a pH 6,5. Una vez que se ha estabilizado un digester el lodo está bien amortiguado, es decir la concentración de protones no varía aun cuando se añadan cantidades relativamente grandes de ácido o álcali. Si esta capacidad de amortiguación se destruye y el pH disminuye cesa la metanogénesis.

El CO₂ es soluble en agua y reacciona con los iones hidroxilo para formar bicarbonato.

La concentración de HCO₃ es afectada por la temperatura, el pH y la presencia de otros materiales en la fase líquida. Las condiciones que favorecen la producción de bicarbonato aumentarán a su vez el porcentaje de metano en la fase gaseosa.

La gama de temperatura para la digestión anaeróbica tiene dos zonas óptimas una mesófila (30 - 40°C) y otra termófila (45 - 60°C). Casi todos los digestores funcionan dentro de los límites de temperaturas mesófilas y la digestión óptima se obtiene a unos 35°C. La velocidad de digestión a temperaturas superiores a 45°C es mayor que a temperaturas más bajas, sin embargo las bacterias son sumamente sensibles a los cambios ambientales especialmente una disminución repentina de sólo unos pocos grados.

Por ejemplo, en un digestor donde los residuos permanecen 12 días, la producción de gas por unidad de sólidos volátiles totales añadidos diariamente, es 20% mayor a 45°C que a 35°C.

En los climas cálidos, donde no existen temperaturas de congelación, los digestores pueden funcionar sin añadir calor pero hay que aumentar en cambio el tiempo de retención. La regulación de la temperatura puede lograrse haciendo circular agua caliente a través del tanque por medio de termointercambiadores.

Las causas principales de una excesiva producción de ácidos volátiles son la elevada velocidad de carga, una baja temperatura y la formación de espuma que constituye una zona favorable para los acetógenos. La sedimentación de los materiales fibrosos y la espuma se puede evitar mezclando el contenido del digestor.

Para una digestión óptima, tienen que estar presentes todos los elementos esenciales en forma fácil de asimilar por las bacterias.

1.3.6 Seguridad

LEONOR et al (2002) dice:

Además de gas, la digestión anaeróbica genera un efluente que, según los sólidos residuales y el contenido en nitrógeno o en agua, puede ser usado como abono o para riego. Por otra parte juega un papel importante en el control de los olores de los residuos en las granjas o las tierras de relleno. La digestión mesofílica mata organismos patógenos tales como *Salmonella* y ciertos enterovirus durante un tiempo de retención de 20-30 días. Sin embargo, algunos parvovirus sobreviven aún en el rango termofílico.

También la infectividad de los huevos de *Taenia saginata* es reducida en gran medida pero sobreviven los huevos de *Ancylostoma* sp. y *Ascaris suum*, aunque éstos desaparecen en el rango termofílico.(p. 22,24)

TABLA N° 3. Desaparición de microorganismos entéricos durante la digestión anaeróbica

Desaparición de microorganismos entéricos durante la digestión anaeróbica			
Organismos	Temperatura	Tiempo de residencia	Desaparición
	pc	días	%
<i>Salmonella</i> spp.	22 – 37	6 – 20	82 – 96
<i>Salmonella typhi</i>	22 – 37	6	99
<i>Mycobacterium bovis</i>	30	...	100
Poliovirus	35	2	98,5
Quistes de protozoos	30	10	100
<i>Ascaris</i> sp.	29	15	90

Fuente: Dr. Ing José Antonio Guardado. Manual de explotación de una Pequeña Planta de Biogás
07 de marzo del 2008.

Elaborado por: Paul Zurita

Independientemente del tamaño del digestor, es necesario colocar un manómetro de agua. Si la presión es negativa por haberse retirado más efluente que la alimentación agregada, no se debe abrir los puntos de consumo de gas para evitar la llegada de aire al interior. Además se debe intercalar un arrestallamas en la cañería. Como el metano es explosivo cuando está mezclado con 5-15% de aire, la primera cantidad de gas producido debe ser venteada pues generalmente está mezclada con aire. Luego sólo habrá biogás en la cúpula fija o campana móvil del digestor. Por otra parte cuando se detiene un digestor para retirar los lodos se debe ventilar bien el interior pues el biogás es asfixiante.

El cierre de agua de la cubierta móvil se puede romper cuando la alimentación del digestor es excesiva o la extracción del gas es demasiado lenta. El vacío se crea cuando la extracción del gas es muy rápida. La válvula de seguridad consta de arandelas de peso calibrado que debe igualar a la presión proyectada para el digestor. La presión del gas se establece normalmente entre 15 y 30 cm de columna de agua. El arrestallamas es una caja de placas de metal corrugado con

agujeros. Si se produjera alguna llama en la tubería del gas, éste se enfriará por debajo del punto de ignición, pero podría seguir pasando.

La eliminación del sulfuro de hidrógeno se hace principalmente para prevenir la corrosión por los residuos de la combustión. En el ambiente rural se suele usar el proceso catalítico seco con Fe, y el catalizador se puede regenerar varias veces. El CO₂ puede ser removido en parte con agua fría.

CAPITULO II

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2. GRANJA CRISAN

2.1 Antecedentes

La finca “CRISAN” dedicada a la actividad de crianza de cerdos, la energía utilizada para este proceso es alto en el consumo en este caso del G.L.P (gas licuado de petróleo), en el tiempo de crecimiento de los cerdos la cantidad de residuos es mayor siendo este la cerdaza con un alto porcentaje de metano, que luego de extraerlo queda como un bio-fertilizante de alta calidad.

Por lo cual hay la necesidad de diseñar y construir un sistema de biodigestor para extraer biogás para usarlo en un sistema de calefacción y así incrementar el ahorro energético y obtener mejor rentabilidad económica en la empresa.

2.1.2 Misión

Producir, engendrar y comercializar cerdos para el sector alimenticio con precios competitivos y cumpliendo con los estándares de calidad.

2.1.3 Visión

Liderar a nivel provincial la producción de cerdos y llegar a un mejoramiento continuo y de calidad en la producción.

2.2 Valores

Honestidad:

La Honestidad es una forma de vivir congruente entre lo que se piensa y la conducta que se observa hacia el prójimo, que junto a la justicia, exige en dar a cada cual lo que le es debido. Este valor nos induce a respetar completamente a nuestros compañeros de trabajo y a hacer un negocio legítimo.

Servicio:

Ayudar a los demás de manera espontánea, es mantener una actitud permanente de colaboración desinteresada con los demás sin esperar nada a cambio.

Puntualidad

El valor de la puntualidad es necesario para dotar a nuestra personalidad de carácter, orden y eficacia, pues al vivir este valor en plenitud estamos en condiciones de realizar más actividades, desempeñar mejor nuestro trabajo, ser merecedores de confianza.

Respeto

Hablar de respeto es hablar de los demás. Es establecer hasta donde llegan mis posibilidades de hacer o no hacer, y dónde comienzan las posibilidades de los demás. El respeto es la base de toda convivencia en el trabajo. Las leyes y reglamentos establecen las reglas básicas de lo que debemos respetar.

Responsabilidad

La responsabilidad tiene un efecto directo en otro concepto fundamental: la confianza. Confiamos en aquellas personas que son responsables. Ponemos nuestra fe y lealtad en aquellos que de manera estable cumplen lo que han prometido.

Optimismo

El optimismo es el valor que nos ayuda a entender las dificultades con buen ánimo y perseverancia, nos ayuda a descubrir lo positivo que tienen las personas y las circunstancias, confiando en nuestras capacidades y posibilidades junto con la ayuda que podamos recibir.

2.2 Política de calidad

Es política de la GRANJA CRISAN, producir, engendrar y comercializar cerdos para el sector alimenticio con precios competitivos y cumpliendo con los estándares de que cumplan con los requisitos y expectativas de sus clientes. Para lograrlo, nuestra finca, está comprometida con la calidad de nuestro producto, con el fin de garantizar así, la satisfacción de los consumidores.

2.2.1 Función de la finca

La finca **CRISAN** está dedicada a:

- La crianza de cerdos.
- Producción de carne blanca.

2.2.2 Principios corporativos

Entre los principios Corporativos de la **FINCA CRISAN** contempla lo siguiente:

- Valorar y cuidar el medio ambiente
- Buscar la satisfacción de los consumidores
- Realizar con excelencia toda nuestra actividad
- Participar proactivamente en el desarrollo de la finca, la comunidad y la provincia.

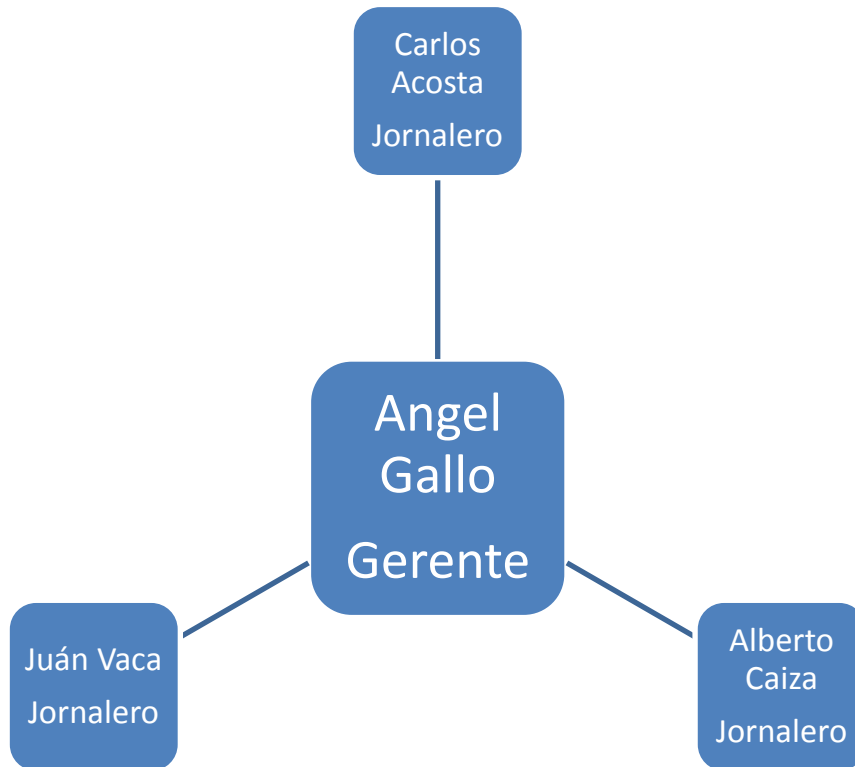
2.2.3 Ubicación de la planta

País:	ECUADOR
Provincia:	COTOPAXI
Cantón:	PUJILI
Dirección:	Barrio cuatro esquinas sector Chambaná

2.2.4 Estructura organizacional

La finca CRISAN posee una estructura organizacional del tipo jerárquico lineal.

GRÁFICO N° 5. Organigrama CRISAN

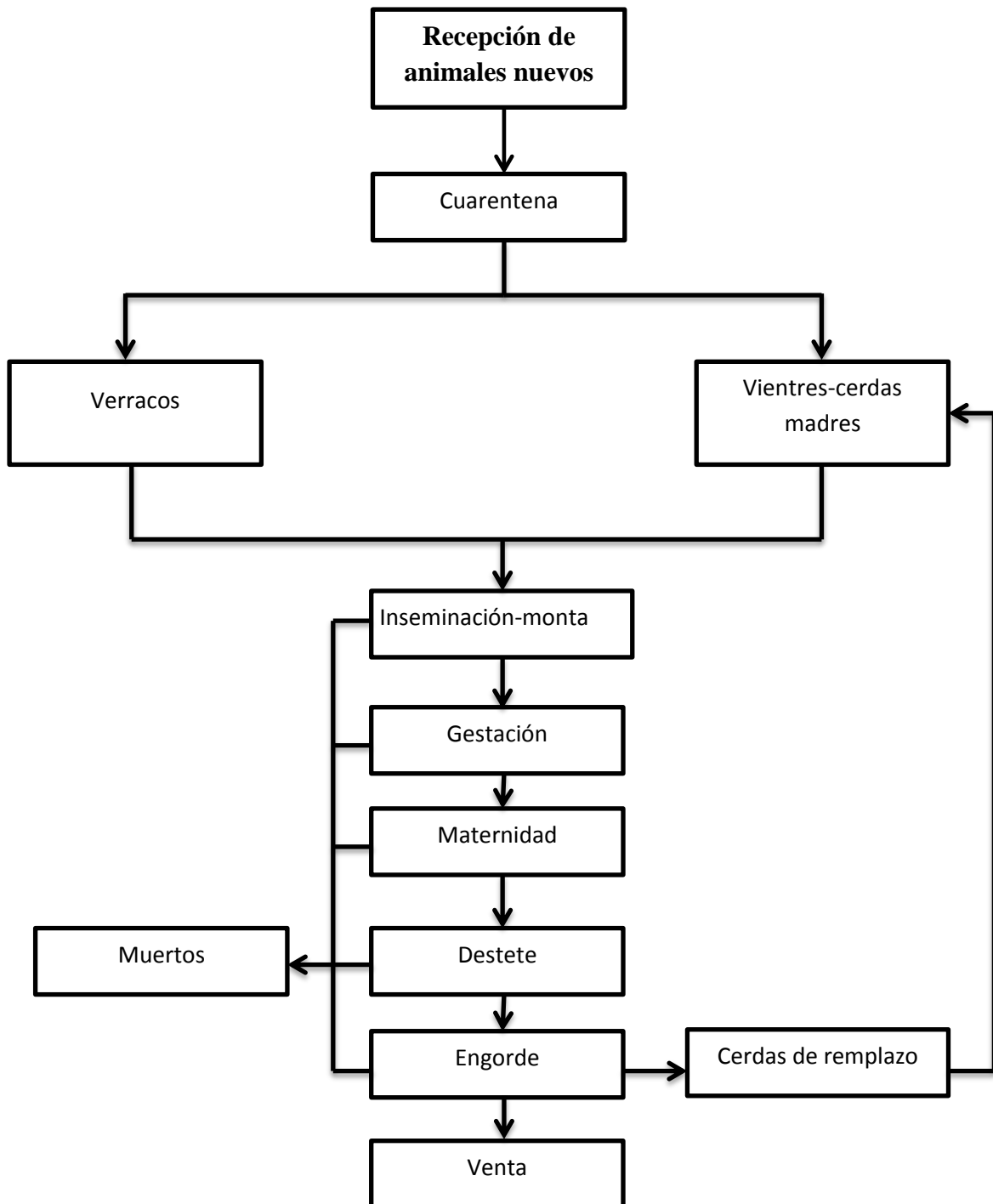


Fuente: Finca "CRISAN"

Elaborado por: Paul Zurita

2.2.5. Organigrama de la producción

GRÁFICO N° 6. ORGANIGRAMA DE LA PRODUCCION



Fuente: Finca "CRISAN"

Elaborado por: Paul Zurita

2.3 Presentación, Análisis e Interpretación de Información y Metodología de Desarrollo.

Se realiza el análisis de las encuestas aplicadas a todo el personal que se encuentra en la finca CRISAN, y gracias a las respuestas proporcionadas por los mismos, analizaremos los datos de forma cuantitativa y cualitativamente, los mismos que facilitaran la investigación propuesta.

2.3.1. Tipos de investigación.

En la presente investigación a realizar se aplicará las siguientes investigaciones: Exploratoria, Descriptiva y Experimental:

➤ **Investigación exploratoria**

Este tipo de diseño se usa para comenzar a examinar y comprender una situación con el fin de identificar claramente el problema y formular hipótesis. Este tipo de investigación se aplicó para formular el problema y el desarrollo de las hipótesis.

➤ **Investigación descriptiva.**

Es un estudio mediante el cual se describen las características de un problema, estableciendo la relación o asociación que existe entre las variables. Debe tener el problema bien delimitado y objetivos claramente definidos para evitar la sencilla recopilación de datos. Este tipo de investigación se aplicó en la recopilación bibliográfica, para delimitar los objetivos y la relación existente entre las variables de la investigación.

➤ **Investigación experimental.**

Es el nombre con el que se conoce la serie de pasos que hay que dar para crear un experimento científico, es decir, para responder una pregunta, para llegar a una verdad, para confirmar la realidad o la falsedad de una hipótesis.

Este tipo de investigación se aplicó para comprobar la realidad o falsedad de las hipótesis una vez que se realizó la parte práctica.

2.3.2. Métodos.

➤ **Método Analítico-Sintético.**

Esto permitirá comenzar con la observación de un fenómeno, que es este caso serán la cerdaza generada durante el proceso de crecimiento, luego se pasa a comprensión de la misma, explicación, y las relaciones y factores que pueden tener las mismas a nivel general en el proceso a investigar.

➤ **Método Inductivo.**

Permitirá conocer el proceso de manera general para a lo posterior dar una solución mediante los resultados, métodos y técnicas expuestas.

2.3.3. Técnicas.

➤ **Observación.**

Permitirá conocer de primera instancia el problema ocasionado por la acumulación de la cerdaza, en cuanto la cantidad de energía que se utiliza en el proceso de crecimiento dos cerdos.

GRÁFICO N° 7. Cerdaza acumulada.



Fuente: Finca “CRISAN”

➤ **Entrevista.**

Este método ayudara a evaluar el nivel de conocimientos del gerente sobre la biomasa

2.3.4 Metodología.

La investigación a realizarse estará orientada al incremento de ahorro energético y así obtener una mejor rentabilidad económica en la finca.

3.3.5 Unidad de Estudio.

En la empresa la estructuración de todo el personal está conformado por 4 personas, de las cuales será indispensable realizar la investigación a todo el equipo que conforma el área productiva de la planta.

TABLA N° 4. Personal de la Finca

EMPRESA GRANINTOR S.A.	
PERSONAL	N
Gerente	1
Empleados	4
TOTAL	5

Fuente: Finca "CRISAN"
Elaborado por: Paul Zurita

➤ **Muestra.**

Si el total de la población es < 100 no se saca muestra, siendo la población pequeña, el personal existente pasarán a constituir la muestra por ser un número reducido de elementos que lo conforman.

3.3.6 Encuesta aplicada para la investigación.

➤ **Objetivo**

Determinar la importancia de un diseño de sistema de bio digestión para implementar en el sistema de calefacción de los cerdos en su primera etapa.

➤ **Instructivo:**

Se solicita respuesta en forma clara y verdadera a la siguiente entrevista planteado a continuación. La información brindada ayudara para la investigación.

2.4 Análisis de los resultados de la entrevista realizada al personal de la finca CRISAN.

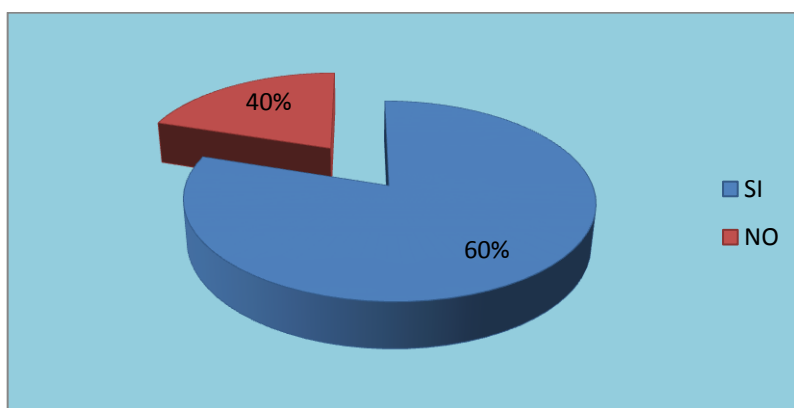
1.- ¿Piensa usted que es necesario cuidar el medio ambiente reciclando?

TABLA N°. 5 Piensa usted que es necesario cuidar el medio ambiente reciclando

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
SI	60%	3
NO	40%	2
TOTAL	100%	5

Fuente: Finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

GRÁFICO N°.8 Piensa usted que es necesario cuidar el medio ambiente reciclando



Fuente: Finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

Análisis e interpretación.

Las personas encuestadas de la finca con respecto a la pregunta mencionada el 80% creen y quieren conseguir una manera de cuidar el medioambiente de una forma ecológica, por lo que es fundamental el cuidado del medio ambiente, para lo cual se requiere crear un sistema de manejo de reciclaje en la finca con los desperdicios que se generan a diario.

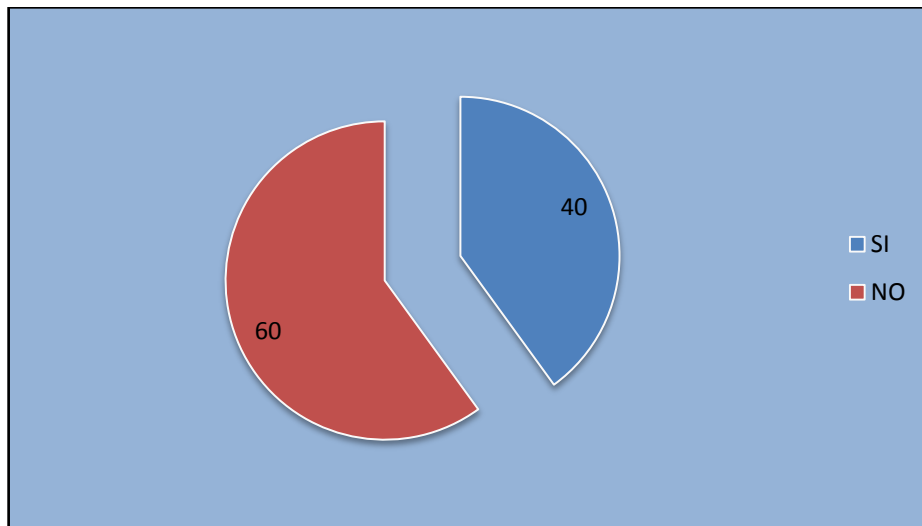
2.- ¿Sabe usted que es la biomasa?

TABLA N°. 9 Sabe usted que es la biomasa

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
SI	40%	2
NO	60%	3
TOTAL	100%	5

Fuente: Finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

GRÁFICO N°. 9 Sabe usted que es la biomasa



Fuente: Entrevista de la finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

Análisis e interpretación.

El 50% de las personas no conocen sobre las energías renovables y el 50% tienen un breve conocimiento de las energías renovables en general sobre la biomasa.

Por lo que con los conocimientos que tienen sobre el tema, se ha visto la necesidad de construir un sistema de biodigestión con los residuos que se obtienen diariamente de la finca.

3.- ¿Tiene usted conocimientos sobre el proceso de la biodigestión?

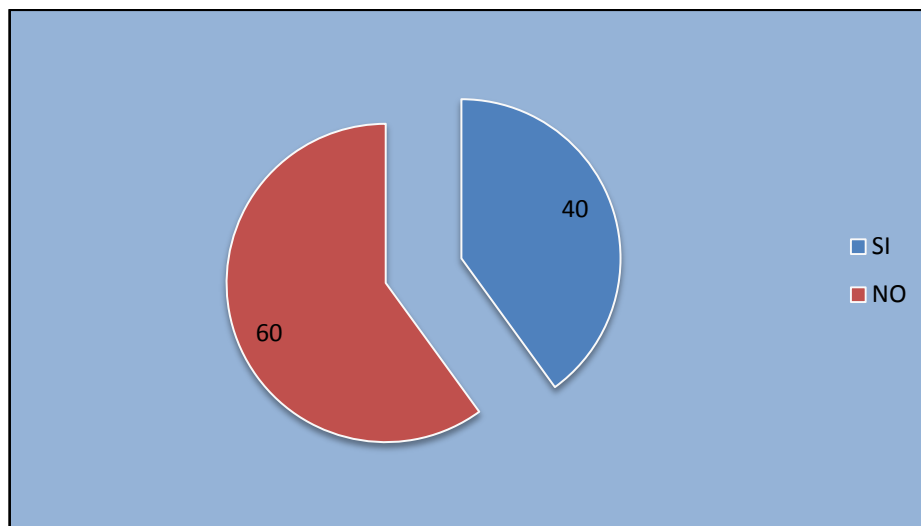
TABLA N° 7. Tiene usted conocimientos sobre el proceso de la biodigestión

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
SI	40%	2
NO	60%	3
TOTAL	100%	5

Fuente: Entrevista de la finca CRISAN

Realizado por: Paul Zurita

GRÁFICO N°. 10 Tiene usted conocimientos sobre el proceso de la biodigestión.



Fuente: Entrevista de la finca CRISAN

Realizado por: Paúl Zurita

Análisis e interpretación.

Como es de conocimiento del 40% de la biodigestión y el 60% no tienen idea del proceso, con los resultados y las versiones de las personas que conocen del tema es preciso el diseño del sistema de biodigestión.

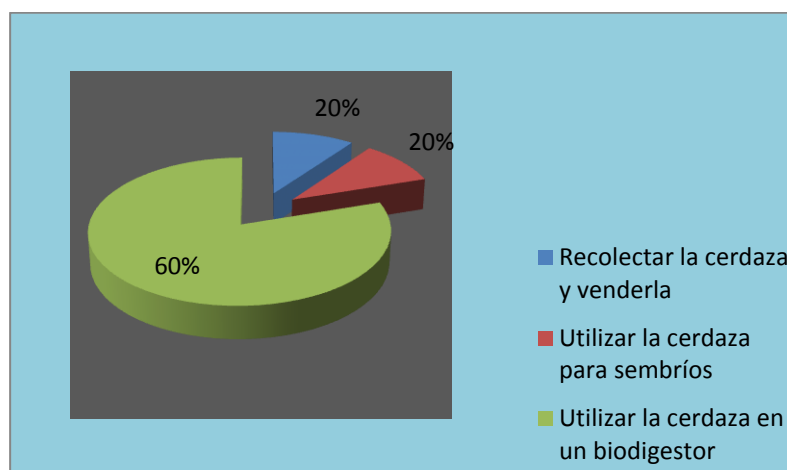
4.- Usted con la cerdaza generada en su finca preferiría

TABLA N° 8. Usted con la cerdaza generada en su finca preferiría

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
Recolectar la cerdaza y venderla	20%	1
Utilizar la cerdaza para sembríos	20%	1
Utilizar la cerdaza en un biodigestor	60%	3
TOTAL	100%	5

Fuente: Entrevista de la finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

GRÁFICO N°. 11 Usted con la cerdaza generada en su finca preferiría.



Fuente: Entrevista de la finca CRISAN
Realizado por: Paúl Zurita

Análisis e interpretación.

Con el resultado se puede apreciar que el 10% de las persona por el desconocimiento del tema prefieren recolectar la cerdaza y venderla como abona para los sembríos, el 10% de igual manera prefieren utilizar la cerdaza en los sembríos de la misma finca, en cuento el 80% de las personas creen que sería mejor utilizar la cerdaza en un biodigestor por lo cual se ha llegado a la conclusión, es necesario la construcción de un sistema de bio digestión.

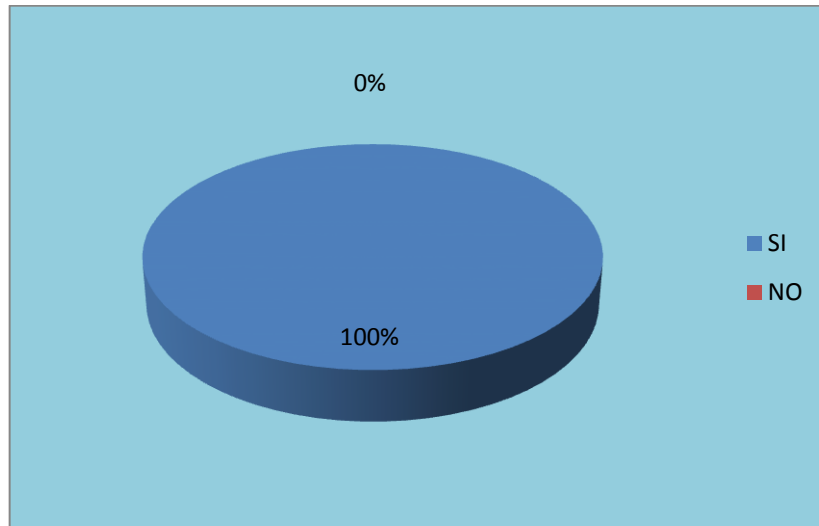
5.- ¿Consume Gas metano en la finca?

TABLA N° 9. Consume Gas metano en la finca

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
SI	100%	5
NO	0%	0
TOTAL	100%	5

Fuente: Finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

GRÁFICO N°. 12 Consume Gas metano en la finca.



Fuente: Entrevista de la finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

Análisis e interpretación.

En la finca el consumo de gas metano el consumo es a diario por lo cual el consumo es significativo, por lo cual es necesario construir un sistema de biodigestión para aprovechar la materia prima que se genera en la finca y así obtener una energía limpia, barata y así cuidar el medio ambiente cerrando el círculo de la producción.

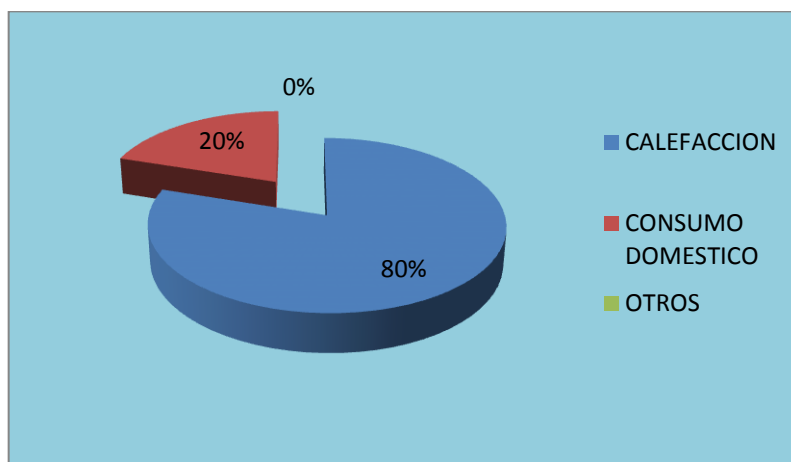
6.- ¿Cuál es la principal aplicación para la que Ud. utiliza gas metano?

TABLA N° 10. Cuál es la principal aplicación para la que Ud. utiliza gas metano

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
CALEFACCION	80%	4
CONSUMO DOMESTICO	20%	1
OTROS	0%	0
TOTAL	100%	5

Fuente: Entrevista de la finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

GRÁFICO N°. 13 Cuál es la principal aplicación para la que Ud. utiliza gas metano



Fuente: Entrevista de la finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

Análisis e interpretación.

El 20% manifiesta que el gas metano se utiliza para el consumo doméstico, el 80% ostenta que el gas metano se utiliza más en el área de producción de cerdos en su primera etapa de crecimiento.

Por lo tanto con un sistema de calefacción se podrá abastecer de gas metano para el sistema de calefacción de los cerdos así obtener una mejor rentabilidad y un ahorro energético.

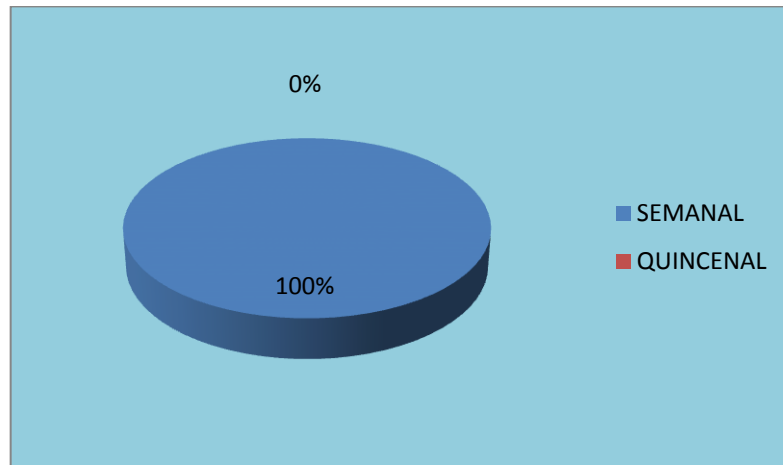
7.- ¿Con que frecuencia realiza la compra de gas metano?

TABLA N° 11. Con que frecuencia realiza la compra de gas metano

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
SEMANAL	100%	5
QUINCENAL	0%	0
TOTAL	100%	5

Fuente: Entrevista de la finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

GRÁFICO N°. 14 Con qué frecuencia realiza la compra de gas metano.



Fuente: Entrevista de la finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

Análisis e interpretación.

La frecuencia con la que se utiliza el gas metano en la finca es a diario y por períodos considerables para el sistema de calefacción de los cerdos en su primera etapa, se debe implementar en la finca un sistema de generación y obtención de gas metano y así cambiar el metano por una energía renovable.

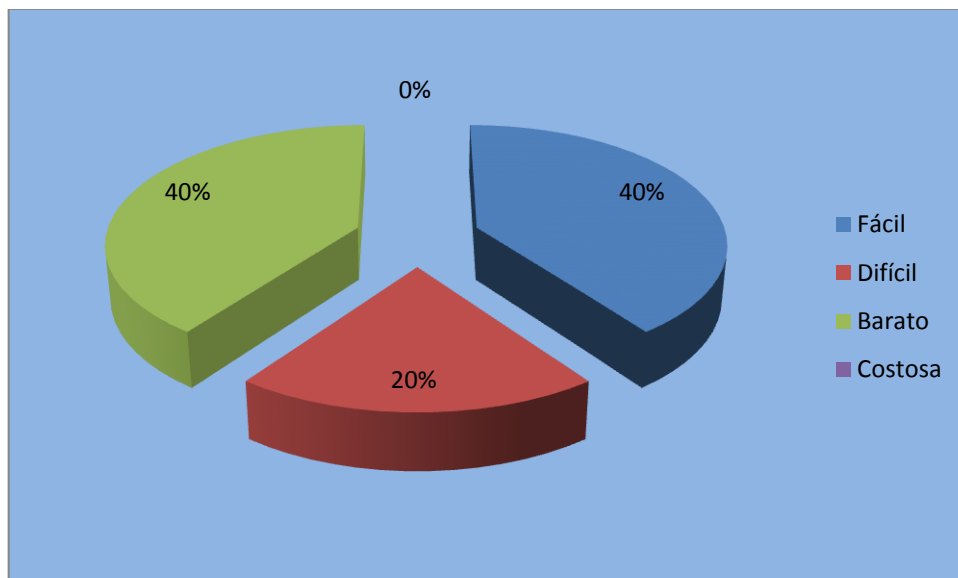
8.- Piensa que el mantenimiento de un biodigestor es:

TABLA N° 12. Piensa que el mantenimiento de un biodigestor es

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
Fácil	40%	2
Difícil	20%	1
Barato	40%	2
Costosa	0%	0
TOTAL	100%	5

Fuente: Entrevista de la finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

GRÁFICO N°. 15. Piensa que el mantenimiento de un biodigestor es



Fuente: Entrevista de la finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

Análisis e interpretación.

El 10% de las personas creen que el mantenimiento es difícil, el 40% manifestaron que el proceso de mantenimiento de un biodigestor es barato y el 50% creen que el mantenimiento es fácil.

Con los resultados obtenidos se puede expresar que es factible construir un sistema de biodigestión por su fácil mantenimiento y el costo por mantenimiento de igual manera es barato y fácil de hacerlo por lo tanto el proyecto es muy favorable para la finca.

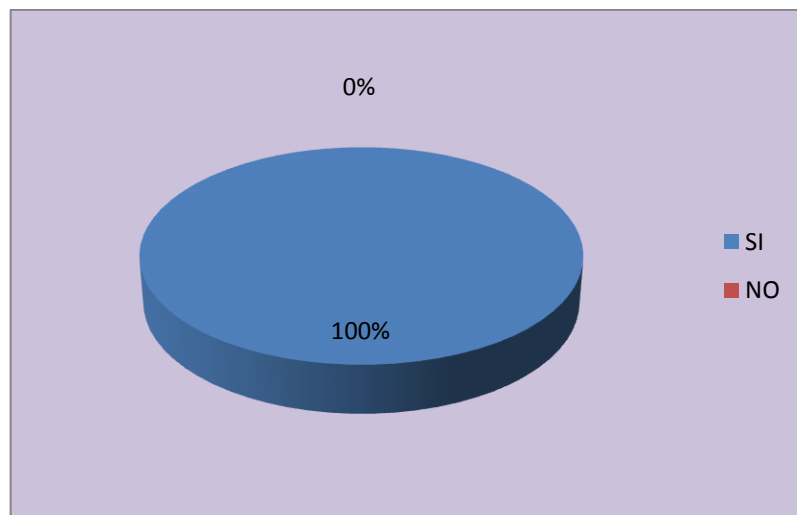
9.- Cree Ud. que es de suma importancia la implementación de un sistema de biodigestión e implementarlo en el sistema de calefacción en la finca

TABLA N° 13. Cree Ud. que es de suma importancia la implementación de un sistema de biodigestión e implementarlo en el sistema de calefacción en la finca

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
SI	100%	5
NO	0%	0
TOTAL	100%	5

Fuente: Entrevista de la finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

GRÁFICO N°. 16. Cree Ud. que es de suma importancia la implementación de un sistema de biodigestión e implementarlo en el sistema de calefacción en la finca



Fuente: Entrevista de la finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

Análisis e interpretación.

El 100% de las personas de la finca creen que es factible la construcción de un biodigestor, es decir, con los conocimientos que tienen las personas de la biodigestión y la facilidad del mantenimiento es necesario construir un sistema de biodigestión extrayendo gas metano para sustituir el gas que se utiliza y así reciclar los residuos del finca y obteniendo y abono orgánico de mejor calidad.

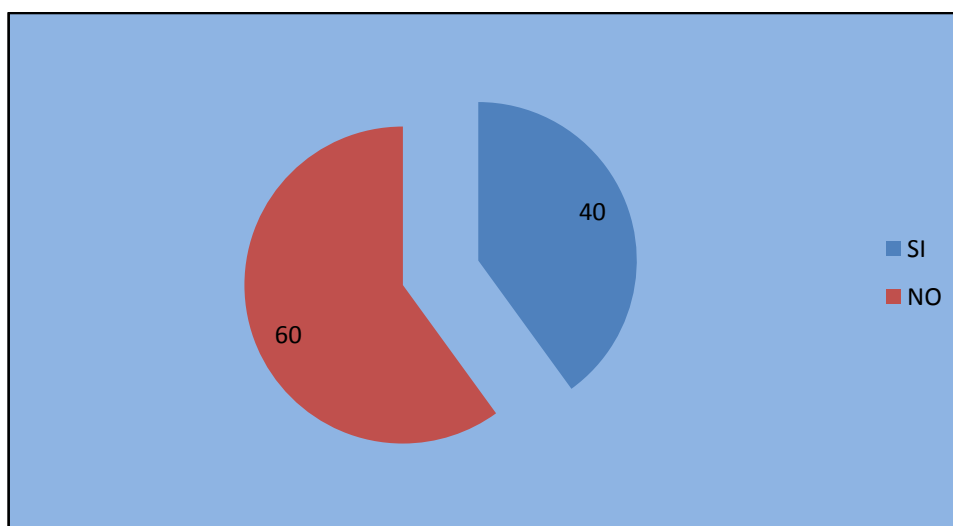
10 ¿Conoce sobre los costos de instalación de un sistema de biodigestión?

TABLA N° 14. Conoce sobre los costos de instalación de un sistema de biodigestión

ALTERNATIVAS	PORCENTAJE	PERSONAL
SI	40%	2
NO	60%	3
TOTAL	100%	5

Fuente: Entrevista de la finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

GRÁFICO N°. 17 Conoce sobre los costos de instalación de un sistema de biodigestión



Fuente: Entrevista de la finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

Análisis e interpretación.

El 50% de las personas no conocen el costo de la instalación del biodigestor y el 50% de las personas conocen el costo de instalación siendo este barato.

Con el resultado que se tiene se puede decir que por el costo de instalación del sistema biodigestión es factible la instalación y construcción del mismo así mejorar la rentabilidad de la finca.

2.5 Verificación de la Hipótesis

La Hipótesis que se necesita comprobar en el siguiente trabajo de investigación es: Sin el diseño y construcción de un sistema de calefacción empleando biogás a partir de la cerdaza, no abra ahorro energético e incremento de la rentabilidad económica, en la finca “CRISAN”

Puedo decir que con el diseño de un sistema de calefacción empleando biogás a partir de la cerdaza permitirá incrementar ahorro energético obteniendo un abono orgánico de alta calidad para los sembríos de la misma finca y obtener una mejor rentabilidad económica en la finca así cuidando el medio ambiente con el uso de las energías renovables.

La verificación de la hipótesis planteada se ha podido confirmar en la aplicación de la entrevista realizada al personal que existe en la finca, dando los resultados relativos de la misma que se muestra en la siguiente tabla.

➤ **Hipótesis nula.**

Sin el diseño de un sistema de calefacción empleando biogás a partir de la cerdaza no se incrementara el ahorro energético y no se obtendrá mejor rentabilidad económica en la finca “CRISAN”

➤ **Hipótesis Alternativa.**

El diseño de un sistema de calefacción empleando biogás a partir de la cerdaza permitirá incrementar ahorro energético y obtener mejor rentabilidad económica en la finca “CRISAN”

La hipótesis que fue planteada se pudo comprobar de una manera estadísticas en la aplicación de la encuesta realizada a 5 personas de la finca, dando los resultados que se muestra en la siguiente tabla.

TABLA N° 15 Resultados de encuestas.

Resultados de encuestas empleadas			
N°	Si	No	Total
1	3	2	5
2	2	3	5
3	2	3	5
4	4	1	5
5	5	0	5
6	4	1	5
7	5	0	5
8	4	1	5
9	5	0	
10	2	3	5

Fuente: Entrevista de la finca CRISAN

Realizado por: Paul Zurita

Resumen de frecuencias observables (fo)

TABLA N° 16 frecuencias

N	FRECUENCIAS OBSERVABLES		Total
	Si	No	
1	3	2	5
2	2	3	5
3	2	3	5
4	4	1	5
5	5	0	5
6	4	1	5
7	5	0	5
8	4	1	5
9	5	0	5
10	2	3	5
TOTAL	36	14	50

Fuente: Entrevista de la finca CRISAN

Realizado por: Paul Zurita

Resolución de frecuencias esperadas (f_e)

$$f_e = \frac{tf * tc}{tg}$$

$$f_e = \frac{36 * 5}{50}$$

$$f_e = 3.6$$

$$f_e = \frac{tf * tc}{tg}$$

$$f_e = \frac{14 * 5}{50}$$

$$f_e = 1.4$$

Calculo del χ^2

TABLA N° 17 cálculos

N	fo	fe	fo-fe	(fo - fe) ²	$\chi^2 = \frac{(fo - fe)^2}{fe}$
1	3	3,60	-1,60	2,56	0,71
2	2	3,60	-1,60	2,56	0,71
3	2	3,60	-1,60	2,56	0,71
4	4	3,60	0,40	0,16	0,04
5	5	3,60	1,40	1,96	0,54
6	4	3,60	0,40	0,16	0,04
7	5	3,60	1,40	1,96	0,54
8	4	3,60	0,40	0,16	0,04
9	5	3,60	1,40	1,96	0,54
10	2	3,60	-1,60	2,56	0,71
11	2	3,60	-0,60	0,36	0,10
12	3	3,60	-0,60	0,36	0,10
13	3	3,60	-0,60	0,36	0,10
14	1	3,60	-2,60	6,76	1,88
15	0	3,60	-3,60	12,96	3,60
16	1	3,60	-2,60	6,76	1,88
17	0	3,60	-3,60	12,96	3,60
18	1	3,60	-2,60	6,76	1,88
19	0	3,60	-3,60	12,96	3,60
20	3	3,60	-0,60	0,36	0,10
TOTAL.				77,20	21,44

Fuente: Entrevista de la finca CRISAN

Realizado por: Paul Zurita

Dónde:

gl= grados de libertad

fo= frecuencia observada

fe= frecuencia esperada

tf = t. fila

tc = T –

$$tg = T -$$

$$gl = (nf - 1) * (n - c1)$$

$$gl = (10 - 1) * (2 - 1)$$

$$gl = 9$$

$$xt^2 \longrightarrow R = 12.0 \quad cx$$

$$xc^2 = 20,35$$

$$xt^2(R) < xc^2$$

Como $12.0 < 21,44$

Una vez determinado el xt^2 q el xc^2 se establece que el xt^2 (21,44) es menor que el xc^2 (21,44); Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1) que dice:

El diseño de un sistema de calefacción empleando biogás a partir de la cerdaza permitirá incrementar ahorro energético y obtener mejor rentabilidad económica en la finca “CRISAN”

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA

3.1 Datos Informativos

3.1 Título

Diseño y construcción de un sistema de calefacción empleando el biogás a partir de la cerdaza, en la finca “CRISÁN” del barrio cuatro esquinas del cantón Pujilí de la provincia de Cotopaxi, período 2013.

3.1.2 Institución

Granja CRISAN

3.1.3 Beneficiarios

Gerente de la empresa y el personal encargado del manejo de los desperdicios de excretas de los cerdos de dicha finca.

3.1.4 Responsabilidades:

Investigador: Zurita Malliquinga Jorge Paul

Director de tesis: ING. ANGEL MARCELO TELLO CONDOR

3.2.1 Presentación de la propuesta.

El Diseño de un sistema de calefacción para instalar en la sección de crecimiento de los cerdos en su primera etapa, con la utilización de los mismos desperdicios de los cerdos aprovechándolos en un sistema de biodigestión, así extraer el biogás y remplazarlo por las energías renovables, lo cual estará tecnificado cuidando el

medio ambiente, los olores producidos por la propagación de olores alrededor de la finca que viene siendo uno de los problemas para la población del sector.

Con la extracción del biogás no solo se obtiene energía renovable sino también se obtiene un biofertilizante con altos contenidos de nutrientes para el suelo que será ventajoso para la propia finca en sus cultivos, la utilización de los residuos de la finca el abono de los cerdos al emplearlo directamente los valores de nutrientes son bajos para las tierras lo que no es con el biofertilizante que se obtendrá después de la extracción de biogás.

Con este proceso se cierra la cadena de producción de la finca, cabe recalcar que el costo de instalación y mantenimiento es bajo.

3.2.2 Criterios de diseño y construcción.

El principal objetivo del diseño de un digestor es alcanzar un alto contenido de biomasa dentro del mismo que permita una alta producción de biogás y una alta reducción de la materia orgánica por unidad de volumen del digestor. Antes de comenzar la construcción de cualquier modelo, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La instalación y mantenimiento debe ser socialmente aconsejable, técnicamente posible y económicamente justificable.
- El biogás substituirá a la leña, el carbón o algún derivado del petróleo y la digestión contribuirá a reducir la contaminación, proveyendo además un biofertilizante.
- El modelo elegido debe ser el conveniente para las condiciones climáticas locales.
- El proyecto debe ser elaborado según la materia prima disponible y la demanda de biogás diaria. También hay que tener en cuenta la existencia de otras fuentes alternativas de energía en la propiedad.
- La localización será la apropiada según la distancia de los puntos de consumo, la ubicación de los residuos y la fuente de agua, la topografía del terreno, la textura del suelo y el nivel freático.

Las consideraciones dependientes del tamaño para el diseño de una planta de biogás en áreas rurales incluyen: la cantidad y el tipo de desperdicios

disponibles, las dimensiones de los trozos o partículas, el requerimiento de calefacción, la necesidad de agitación, la disponibilidad de materiales de construcción.

Bajo condiciones ambientales óptimas para la digestión, la cantidad de gas producido es proporcional a la cantidad de residuos agregados. Los materiales que pueden ser degradados fácilmente se estabilizarán más rápido que los resistentes, necesitando un tiempo de retención más corto y un digestor de menor tamaño.

Las partículas pequeñas son mejor fermentadas que los trozos gruesos, por lo que se debe picar bien los materiales tales como paja, virutas, hojas, bagazo antes de agregarlos, para que la suspensión fluya uniformemente evitando el taponamiento de las cañerías de carga y descarga, y reduciendo la formación de espuma. (p. 67-83)

Cuando las condiciones climáticas lo exigen, se debe calentar el digestor para reducir el tiempo de retención y a su vez el tamaño del mismo. Pero este paso requiere emplear parte del gas producido, disminuyendo la cantidad aprovechable para uso doméstico, y añadiendo un costo de instalación y operación.

El volumen del digestor está dado por el volumen de la suspensión de los desperdicios agregados multiplicado por el tiempo de retención conveniente según el tipo y el tamaño de los desperdicios y la temperatura de operación.

El volumen de un digestor de campana flotante está dado por la siguiente fórmula:

$$V = [C * R (1+D) tF] / (Y * d)$$

Dónde:

C es la capacidad deseada en biogás por día,

R es la relación estiércol húmedo/estiércol seco, comúnmente 5,

D es el peso de agua añadida a cada unidad de peso de estiércol,

tF es el tiempo de fermentación en días,

Y es el gas producido por unidad de peso de estiércol seco,

d es la densidad de la mezcla estiércol-agua.

El volumen del digestor V es proporcional a la relación t

F/Y, por lo que un aumento en la temperatura de fermentación, dentro de cierto rango, aumenta el rendimiento del gas Y, permitiendo reducir el tiempo de retención t_F o disminuir V.

Por ejemplo, si $C=2,8$ m³/día, $R=5$, $D=1,25$; $t_F=30$ días, $Y=0,2$ m³/kg, $d=1102$ kg/m, el volumen del digestor sería 4,3 m. Sin embargo, suele ser sobredimensionado en un 40%.

El mezclado influye tanto como el tamaño de las partículas, pues expone nuevas superficies a la acción bacteriana y previene la disminución de ésta por agotamiento puntual de los nutrientes o acumulación de metabolitos. Generalmente no es necesario agitar el contenido de los digestores domésticos cuando el tiempo de digestión es largo (50-60 días), aunque suele ser conveniente incorporar un agitador.

La provisión de agua para los digestores es otro punto a tener en cuenta, por ejemplo sobre la base de una relación estiércol húmedo/estiércol seco de 5-1 y de una relación estiércol húmedo/agua de 4- 5, se necesita 62,5 litros de agua diarios cada 10 kg de estiércol seco. Pero, la fracción líquida podría ser reciclada en aquellos casos en que el agua es escasa. Por otra parte, la reducción de la relación agua/estiércol a la mitad ocasiona una disminución del 40% en la producción de gas. Sin embargo, cuando la temperatura de operación se eleva, por ejemplo de 15 a 27°C, aumenta la cantidad de gas en 100%, por lo que es posible disminuir la cantidad de agua en los climas cálidos permitiendo un rendimiento aceptable del biogás.

Se puede estimar la demanda máxima de biogás suponiendo las necesidades durante cada hora del día para planificar el tamaño de la campana flotante, pero en general se considera conveniente no sobrepasar el volumen del gas producido diariamente.

La corrosión es un problema serio por la exposición constante de las partes metálicas al sulfuro de hidrógeno y los ácidos orgánicos, que ya están en el material o se forman durante la fermentación, por lo tanto se deben cubrir con una pintura resistente. La ubicación de la zona de operación del digestor debe ser tal que no contamine la napa de agua, debido a la permeabilidad del suelo.

Las plantas de biogás con alimentación discontinua se construyen cuando es difícil de obtener los materiales diariamente, por ejemplo se utilizan para fermentar material vegetal grueso, tal como tallos de maíz o bagazo de caña de azúcar. A las dos semanas de carga comienza la producción de biogás y continúa por unos tres meses. Cuando cesa, se abre el digestor y se limpia. La suspensión remanente se extiende sobre tierras de cultivo como fertilizante. En los casos que se usa este sistema suele haber al menos dos digestores, de modo que al menos uno esté en operación.

En los digestores con excrementos animales es necesario remover periódicamente la capa de espuma. Por otra parte, en los modelos en que la carga es horizontal (tipo flujo tapón) como el de bolsa, suele haber menos problemas de formación de espuma que cuando es vertical.

Para establecer el potencial en biogás de un pequeño pueblo rural es necesario tener información exacta sobre el número de habitantes, la cantidad de ganado, la producción diaria de estiércol y heces, la eficiencia en la recolección de los desechos, la disponibilidad de agua, el rendimiento teórico de gas por unidad de peso de estiércol y heces, la disponibilidad de residuos celulósicos fermentables, etc.

La producción diaria de biogás se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$P = [NA * XA * YA] + [NP * XP * YP] + [PR * YR]$$

Dónde: N

A es la cantidad de animales,

NP la población humana,

XA y XP el promedio diario de estiércol y heces por animal y por persona,

YAY YP el rendimiento de gas por unidad de peso de estiércol y heces,

PR el peso total diario de otros residuos disponibles,

YR el rendimiento de gas por unidad de peso de los otros residuos disponibles.

Algunos parámetros en la ecuación anterior varían drásticamente de una región a otra, por ejemplo XA depende del tamaño promedio de los cerdos y PR es siempre diferente. Estos detalles son vitales para tomar las decisiones económicas y hacer el diseño de la planta de biogás.

3.2.3 Antecedentes de la propuesta

Con las encuestas realizadas se ha de detectado varias inconformidades como el manejo de la cerdaza por los malos olores que se genera al estar a la intemperie por lo que se visto que el trabajo de investigación, es necesario la instalación para mejorar el tipo de energía utilizada en dicha finca y mejorar la rentabilidad.

➤ Justificación.

Con la construcción de un biodigestor y un sistema de calefacción para los cerdos en su primera etapa en la finca CRISAN, se pretende extraer biogás para usarlo el sistema de calefacción para el área de crecimiento de los cerdos, incrementando el ahorro energético y obtener una rentabilidad económica en la finca.

Este sistema además de producir biogás también se obtiene un biofertilizante de muy buena calidad para las tierras pobres en minerales.

La importancia de este proyecto además de incrementar la rentabilidad de la empresa se está reduciendo el consumo de energía cara por una energía abundante y barata a partir de los desechos animales reduciendo los olores que produce la cerdaza cuando se encuentra a la intemperie.

3.2.4 Objetivos.

➤ Objetivo general.

Diseñar y construir un prototipo de biodigestor e implementar un sistema de calefacción, incrementando ahorro energético y obteniendo una rentabilidad económica en la finca “ CRISAN ”

Objetivos específicos.

- Reducir el impacto ambiental que se genera por los gases que se producen de la cerdaza.
- Mejorar el uso de la materia orgánica generando una energía limpia y barata.
- Cambiar el tipo de energía utilizada por una energía limpia y de fácil obtención.

3.2.5 Análisis de factibilidad.

➤ Social.

La sociedad abriga la convicción de que no solo es factible, sino imprescindible, acometer una política integral de desarrollo que garantice un máximo de aprovechamiento de los recursos energéticos de que se dispone. Esto implica un análisis puntual en cada lugar acerca de sus problemáticas y la posibilidad de emplear fuentes renovables de energía siempre y cuando ello se justifique y sea factible como es el caso estudiado. La construcción de un sistema de calefacción empleando biogás a partir de la cerdaza, implementación y desarrollo de las mismas.

➤ Organizacional.

Su estructura organizacional que se encuentra actualmente es aceptable, por la existencia del personal que se encuentra realizando la crianza de cerdos para el mercado alimenticio, lo organización del crecimiento de los cerdos es lineal, primero está el área de reproducción luego de la crianza y finalmente la producción para el mercado.

➤ Económico.

Con la implementación del sistema de extracción de biogás se reduce el consumo de gas licuado de petróleo y remplazándolo por una energía renovable que a su vez es abundante y barata, mientras haya producción de cerdos la metería orgánica será abundante para la extracción del biogás, el costo de mantenimiento e instalación es sumamente baroto teniendo en cuenta que la mayoría de los materias fueron de reciclaje.

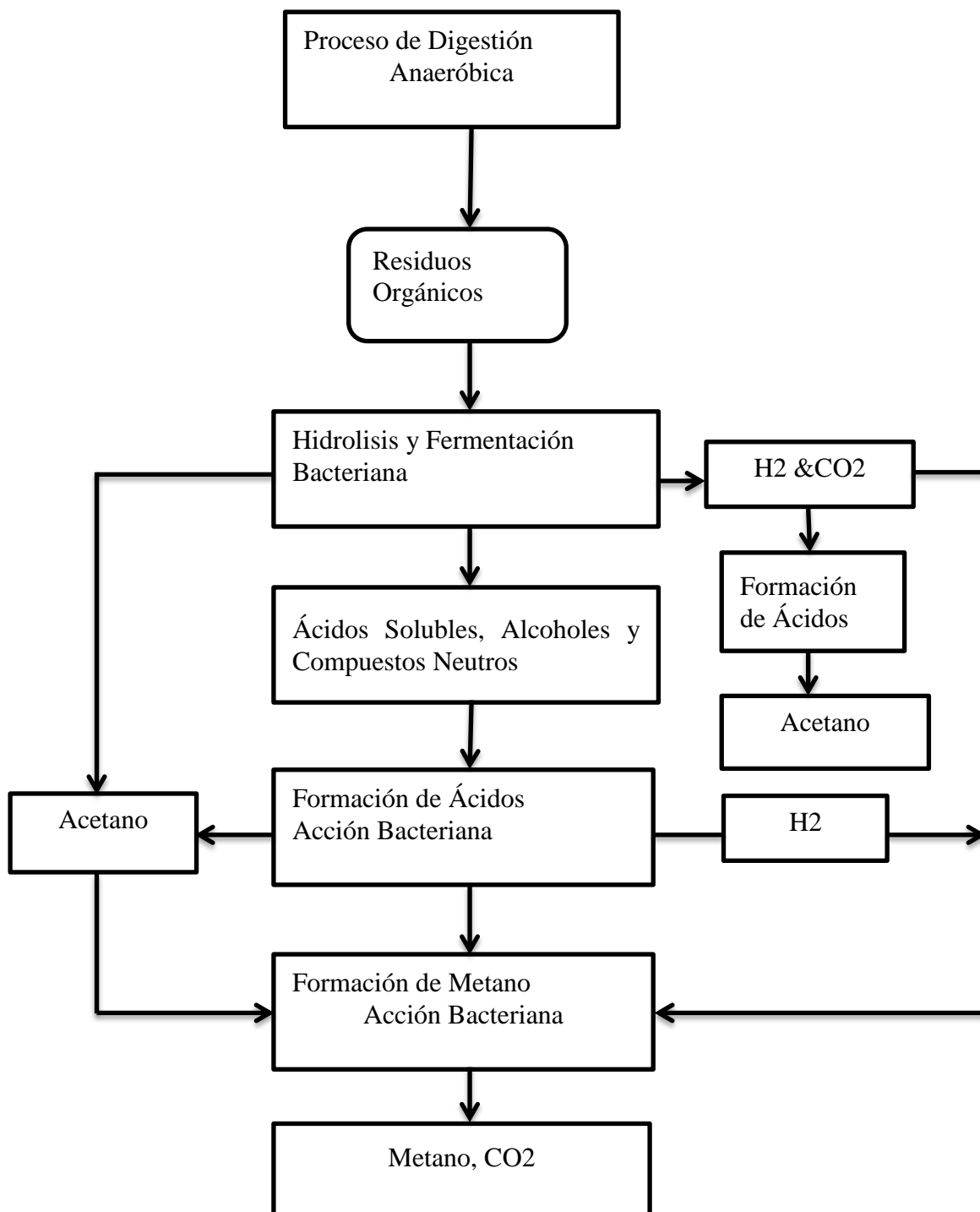
➤ Técnico.

La implementación de este sistema de biodigestión es para optimizar los recursos económicos en el proceso de producción de cerdos para el consumo, así reduciendo la utilización de energías caras por una energía barata y que se encuentra en el medio y así cuidando el medio ambiente.

3.2.6 Desarrollo de la propuesta.

La propuesta “El diseño y Construcción de un sistema de calefacción empleando la cerdaza tiene como objetivo principal Aprovechar la cerdaza mediante la utilización de un biodigestor, extrayendo biogás; para un sistema de calefacción que ayude en la primera etapa del crecimiento de los cerdos, incrementando ahorro energético y obteniendo una rentabilidad económica en la finca “ CRISAN “

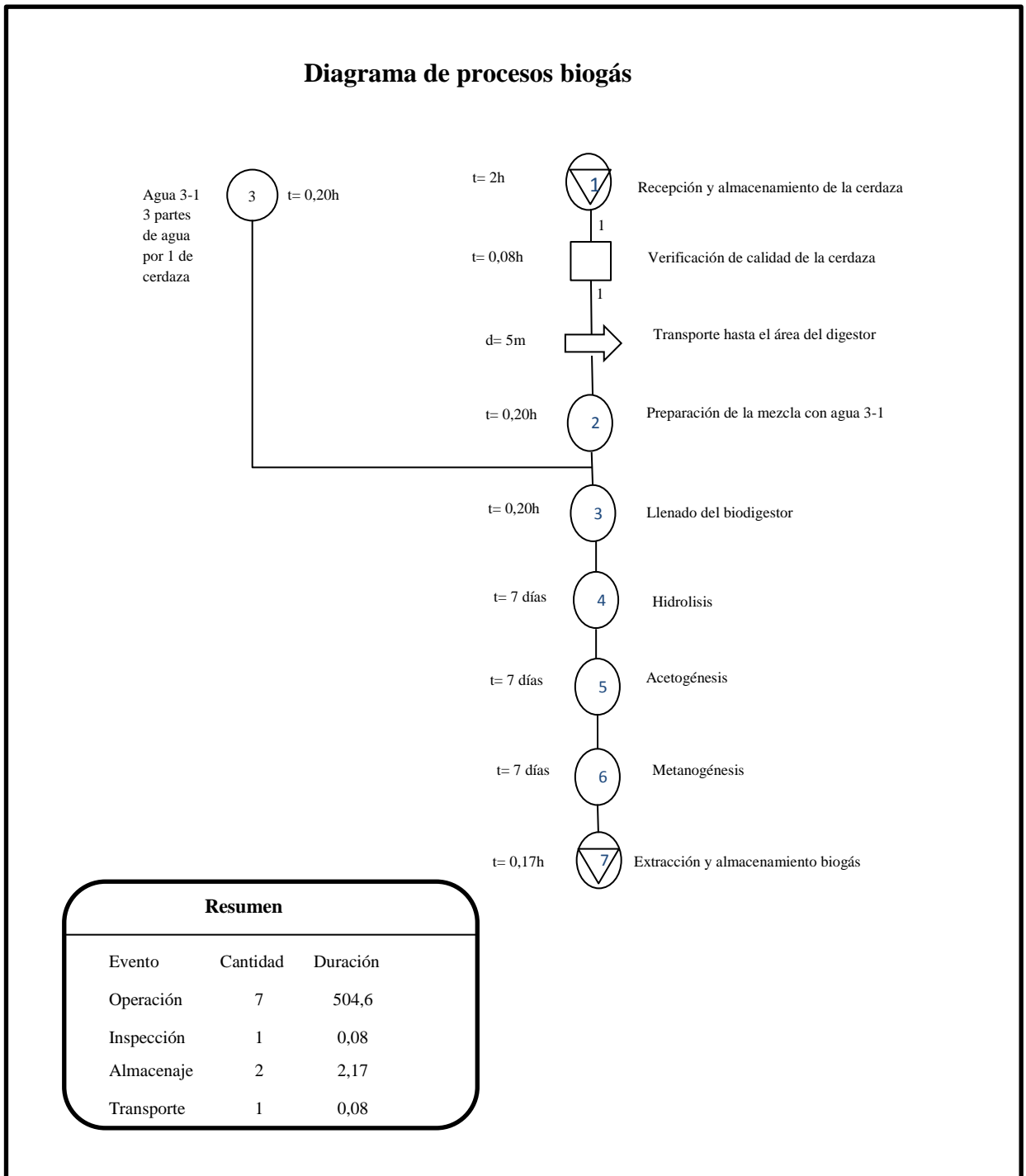
GRÁFICO N°. 18 Diagrama de flujo de producción de la granja porcina “CRISAN” dedicada a la cría y engorde de cerdos.



Fuente: finca CRISAN

Realizado por: Paul Zurita

GRÁFICO N°. 19 Diagrama de procesos biogás.



Fuente: finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

3.3 BIOGÁS.

➤ Concepto.

SHILEY (1667). Dice:

El biogás constituye una abundante fuente de energía barata de fácil obtención a partir de desechos animales, vegetales. Esta energía puede ser utilizada en varios procesos que tienen incidencia en la economía, no solo por la generación de energía sino también por la obtención de biofertilizante con minerales para tierras pobres en abono.

Existen varias fuentes bibliográficas consultadas respecto a los antecedentes históricos del biogás, pero todos coinciden en apuntar que el biogás es el gas biológico combustible obtenido mediante la digestión anaerobia de los compuestos de materia de origen orgánicos, donde el principal componente es el metano (CH₄). El mismo fue identificado por primera vez en 1667 como gas de los pantanos.

3.4.1 Materiales para la instalación.

TABLA. 18

Materiales PVC	COSTO
1 "T"	0,55
1 válvula	3
1 "T" de 2 pulgadas con punta de rosca, tapa, y pegmiento (adaptadores/bushing a una pulgada)	20
1 adaptador de rosca a manguera	2
1 metro de PVC de 1 pulgada	6
Tanque con capacidad de 100 litros	5
TOTAL	36,55

Fuente: finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

TABLA. 19

Materiales Partes	COSTO
1 cinta de teflón (para conexiones)	0,6
3 fibras metálicas (o pedacería de acero en una malla)	1
1 botella de plástico transparente (aprox. 25cm)	0,5
1 rollo de cuerda blanca	2
4 abrazaderas de manguera	1,5
TOTAL	5,6

Fuente: finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

TABLA. 20

Otros Materiales	COSTO
Aluminio para la protección térmica	10
tanque de almacenamiento biogás	5
2 Lámparas de combustión	60
Medidor de PH	180
Otros	30
TOTAL	285

Fuente: finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

TABLA. 21

Total de costos	VALOR
Materiales PVC	36,55
Materiales Partes	5,6
Otros Materiales	285
10% De imprevistos	32,715
SUBTOTAL	327,15
TOTAL	359,865

Fuente: finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

3.4.2 Procesos para la extracción.

La combinación del reciclado de residuos animales de la finca con el cultivo de abonos verdes puede proporcionar el nitrógeno necesario para la tierra agrícola. El reciclado puede hacerse mediante digestión anaeróbica, pues el contenido relativo de nitrógeno es mayor en el estiércol digerido que en el fresco. El lodo remanente en el digestor es una alternativa para mejorar los suelos hortícolas. Además este

proceso permite obtener metano, un combustible gaseoso. La metanogénesis ocurre naturalmente en el rumen de los herbívoros.

El aumento del interés popular para contrarrestar la polución ambiental hace de la digestión anaeróbica el medio conveniente para tratar tanto los efluentes líquidos como los desechos sólidos, además de constituir una fuente alternativa de energía.

3.4.2.1 Descripción del proceso:

Este tipo de fermentación es un proceso natural, conocido por el hombre desde tiempo atrás, pero poco utilizado, especialmente en nuestro medio. Es una fermentación que ocurre en ausencia de oxígeno (sin aire) y produce, como resultado final, un gas combustible conocido como Biogás o gas Metano (CH_4) y Dióxido de Carbono (CO_2), además de un efluente líquido alcalino que es un excelente abono orgánico.

En el desarrollo de este proceso ocurren simultáneamente tres etapas dentro del sistema:

➤ **Primera etapa.**

Ocurre una hidrólisis generalizada de la materia orgánica compleja adicionada al digestor, realizada por enzimas producidas por diversas bacterias: proteolíticas, lipóticas y carbolíticas, que destruyen inicialmente las proteínas, grasas y carbohidratos presentes.

➤ **Segunda etapa.**

El producto de la primera etapa, es tomado por un segundo tipo de bacterias, conocidas generalmente como acidogénicas, que transforman la materia orgánica hidrolizada, en ácidos orgánicos de bajo peso molecular, principalmente ácido acético (CH_3COOH) y ácido propiónico ($\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$).

➤ **Tercera etapa.**

Los ácidos de bajo peso molecular obtenidos, son a su vez tomados por un tercer grupo de bacterias, llamados propiamente metanogénicas, que los transforman en Gas Metano y Dióxido de Carbono.

El comportamiento microbiológico es más complejo que estas tres etapas; dentro de un biodigestor en operación ocurren multitud de reacciones y fermentaciones simultáneas de docenas de bacterias diferentes, que trabajan de forma simbiótica y elaboran gran variedad de productos, que a su vez son tomados por otras bacterias

que se transforman para otros grupos. Por lo anterior, con el Biogás se encuentran trazas de Hidrógeno (H_2), Nitrógeno (N_2), Ácido Sulfhídrico (H_2S) y otros. Cualquier cambio brusco que ocurra dentro del digester en funcionamiento destruirá el delicado equilibrio establecido en el sistema y el proceso se detendría o desviaría la reacción para otro lado.

➤ **Metanogénesis.**

El dióxido de carbono es común en la naturaleza y es un producto importante del metabolismo energético de los organismos quimio organotróficos. Los procariotas reductores de CO_2 más importantes son los metanógenos, un grupo de arqueobacterias anaeróbicas estrictas que emplean generalmente el H_2 como donante de electrones.

Hay por lo menos diez substratos que se convierten en metano por la acción de uno u otro metanógeno, todos los cuales liberan energía adecuada para la indigestión anaeróbica.

3.4.3 Composición química y naturaleza del biogás.

Definición: Gas combustible, mezcla de metano con otras moléculas, formado en reacciones de descomposición de la materia orgánica (biomasa).

Los principales componentes del biogás son el metano (CH_4) y el dióxido de carbono (CO_2). Aunque la composición del biogás varía de acuerdo a la biomasa utilizada, su composición aproximada se presenta a continuación:

TABLA. 22 Composición del Biogás

Metano, CH_4	40 – 70% volumen
Dióxido de carbono, CO_2	30 – 60
Sulfuro de hidrógeno, H_2S	0 – 3
Hidrógeno, H_2	0 – 1

Fuente: Clean energy resource

Realizado por: Paul Zurita

El metano, principal componente del biogás, es el gas que le confiere las características combustibles al mismo. El valor energético del biogás por lo tanto estará determinado por la concentración de metano - alrededor de $20 - 25 MJ/m^3$, comparado con $33 - 38 MJ/m^3$ para el gas natural (Werner et al 1989).

➤ **Los factores más importantes son:**

- Temperatura
- Humedad
- PH
- Oxígeno
- Relación de la mezcla de agua y excreta equilibrada
- Población microbiana.

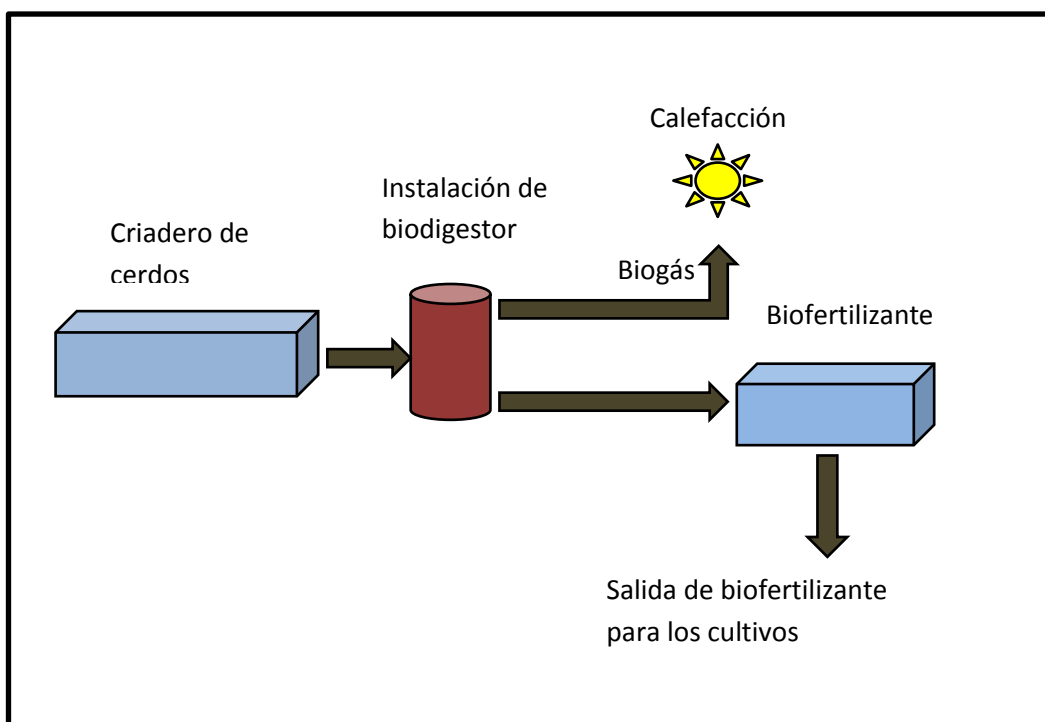
3.4.4 Diseño básico de la instalación.

En la instalación se busca no interferir con las prácticas habituales de la producción de cerdos y de manejo de la cerdaza y por ende se debe acoplar a la configuración clásica de manejo a través de un lugar específico para el manejo de dicha cerdaza tomando en cuenta que la finca es pequeña.

3.4.5 Diseño instalación del sistema de calefacción.

Aquí se muestra el diseño básico de la instalación y el flujo utilizado del proyecto como se muestra en el esquema, los resultados de esta utilización son biogás y la calefacción.

GRÁFICO N°. 20 Instalación del sistema de calefacción.



Fuente: finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

3.4.5.1 Diseño del sistema de calefacción utilizando biogás:

En el gráfico se observan las dimensiones básicas del sistema de biodigestión utilizando el biogás y un diagrama simplificado que muestra la localización del sistema de calefacción para el criadero de cerdos de la finca, y con el análisis de la cantidad de cerdaza que se produce a diario como se indica en la siguiente tabla.

TABLA N° 23. Porcentaje de metano según el tipo de animal

TIPO ANIMAL	PESO VIVO Kg	kg ESTIERCOL/día	%CH ₄
Cerdos	50	4,5 - 6	65 - 70
Vacunos	400	25 -40	65
Equinos	450	12-16	65
Ovinos	45	2.5	63
Aves	1.5	0.06	60

Fuente: finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

3.4.5.2 Guía completa de instalación de un sistema de calefacción utilizando biogás con un biodigestor

- Decidiendo la colocación del biodigestor lo más cerca posible del sitio de recolección de la cerdaza:

El primer paso en la instalación del biodigestor es identificar la localización más apropiada.

Es ventajoso si está cerca la materia prima para que ingrese directamente a la entrada del biodigestor. Es relativamente fácil transportar el gas por la tubería pero difícil y aburrido de hacer esto con los desechos líquidos.

Una vez que se seleccione el sitio el siguiente paso es determinar el tamaño del biodigestor.

3.4.5.3 Forma más sencilla de realizar un sistema de calefacción empleando biogás con un biodigestor

Inicialmente, dependiendo del tanque disponible así será la cantidad de biogás producido por el digestor. Los usos para este biogás podrían ser cocinar algunos alimentos, abono orgánico, calefaccionar una estancia como es en nuestro caso, iluminar o simplemente para proyectos o experimentos caseros. Para esto último sería muy útil una válvula que permite regular el flujo de gas y la mezcla de aire-biogás de forma sencilla.

El biodigestor debería construirse de acuerdo a la disponibilidad de recursos y no tratar de hacerlo exactamente con los materiales que se mencionan a continuación. Acuérdesse de "las tres R"; reducir, reusar y reciclar.

El quemador de biogás está instalado en el área de crecimiento del cerdo para generar el calor necesario según el tiempo de vida de los cerdos, el quemador esta echo de un disco de tractor que ya fue desechado claro teniendo en cuenta el reciclaje que es lo principal en este proyecto.

Al tanque se le realizan dos agujeros laterales y dos en la tapa. Uno en la parte lateral-inferior para la válvula de 1 pulgada; otro en la parte media para la salida

de efluente. En la tapa uno será para la entrada del material y el otro para la salida del biogás, siempre del diámetro de la pieza que lo atraviesa.

GRÁFICO N°. 21 Armado del biodigestor.



Fuente: Finca “CRISAN”

- **Para almacenar el biogás** se utiliza un depósito de campana flotante, muy fácil de construir con dos bidones; uno grande donde va el agua y otro ligeramente más angosto que se sitúa boca abajo dentro del anterior. La manguera que viene del digestor se introduce al tanque mayor y burbujea de tal forma que el gas sube y queda atrapado en el tanque menor el cual tiene una válvula para la salida del gas con una manguera y una trampa de agua.
- **Instalación de la línea de gas**

Salida De Biogás, Conducciones

Para la construcción de las condiciones de gas en la mayoría de las instalaciones se utiliza un diámetro de ½” pulgada. La mejor solución en cuanto a seguridad y vida útil es utilizar tuberías de hierro galvanizado, pero por su alto coste, utilizaremos tubos de plástico.

Se pueden usar tubos de PVC para agua, o para sistemas de riego, pero de alta calidad, para evitar que se hagan fisuras. También se deberán proteger del sol. Para las conexiones utilizaremos el cemento de PVC de calidad, o mediante enroscado y teflón.

Para el diseño de las tuberías hay que tener en cuenta:

1. Disminuir la cantidad de tubos y codos usados.
2. Colocar como mínimo una válvula de seguridad.
3. Nunca instalar los tubos en horizontal, siempre en pendiente (en cada punto bajo instalar una trampa de agua) para resolver los problemas de condensación del agua en las tuberías.

➤ **Válvula Seguridad y Filtro de Hierro**

A la salida de la conducción de biogás, después de la primera llave de bola, se coloca una te, de manera que el biogás pueda seguir fluyendo hacia la cocina, pero a la tercera salida de la te se le une una pieza de tubería y ésta se introduce en la botella de refresco llena de agua. La tubería debe quedar sumergida en el agua de 8 a 13 cm, dependiendo de la altura sobre el nivel del mar del lugar la distancia a la cocina, y el tipo de cocina. Cuanta mayor altura, menor presión se necesita, y menos tiene que estar sumergido el tubo en el agua. Cuanta mayor distancia a la cocina mayor presión se necesita y más sumergido ha de estar el tubo. Para determinar la presión idónea es necesario ir realizando pruebas de la combustión de biogás en la cocina hasta que el usuario éste conforme.

La válvula de seguridad permite al gas escaparse al aire cuando la presión del digester llega a un valor límite, el equivalente a la columna de agua que sumerge el tubo (10cm de columna de agua = 10 mbar = 0,98 kPa)

Como filtro de hierro utilizaremos virutas de hierro, las colocaremos dentro del tubo de salida de biogás, detrás de la válvula de seguridad, una longitud de unos 10 cm.

➤ **Reservorio**

El biogás es un gas inflamable y tóxico. Siempre se debe verificar que se hayan cerrado las llaves de paso del quemador después de cocinar. Una válvula abierta produce un escape de gas que nos puede dar mareos y asfixias.

Una buena medida del reservorio es de un tercio de la capacidad del biodigester. Así para 10m³ de biodigester, unos 3-4 m³ de reservorio serán suficientes.

➤ **Carga diaria del reactor:**

Para un buen funcionamiento del biodigestor es necesario que el estiércol esté bien disuelto antes de introducirlo al reactor.

- 1 balde de estiércol (5lts.)

- 4 baldes de agua (15lts.)

3.4.6 Precauciones:

- **Válvula biogás:** tiene que estar siempre con agua hasta cubrir un poco más del tubo (hasta la marca), al contrario se nos escapa biogás.
- **Llaves de paso a la salida del reactor:** tienen que estar abiertas sino el biogás no puede salir y puede explotar el biodigestor.

EL BIOGÁS ES UN COMBUSTIBLE. Tome las medidas adecuadas de seguridad y consulte a un profesional.

➤ **Cómo protegerlo.**

La protección y mantenimiento que se le dé al sistema de calefacción depende su vida útil y por lo tanto, un mejor aprovechamiento en la finca.

Es muy importante alimentarlo todos los días y con la misma cantidad de cerdaza y agua, porque de esto depende que produzca la cantidad de BIOGÁS esperada.

Otros aspectos que deben tener.

Otro aspecto importante es la protección que se le debe dar al BIODIGESTOR de la acción de animales, lluvia, sol y del mismo ser humano.

Para protegerlo del sol y la lluvia es importante construir un techo sobre el BIODIGESTOR, de modo que los rayos solares no degraden el plástico y acorten su vida útil. El techo puede ser de lámina de zinc, sarán, plástico negro o bien de hojas de palma y debe estar a una altura máxima de 1.5 m.

<p>ELABORADO POR Zurita Paul</p>	<p>REVISADO POR: .</p>	<p>APROBADO POR: Angel Gallo</p> <hr/> <p>OBSERVACIONES:</p>
--------------------------------------	------------------------	--

PROBLEMAS Y SOLUCIONES:

TABLA N° 24. PROBLEMAS Y SOLUCIONES:

PROBLEMAS	SOLUCIONES
Huele a biogás	Hay pérdida de gas. alguna conexión abierta o dañada, algún agujero.
Poco gas en el reservorio	Comprobar que hay agua en la válvula de seguridad para que no se escape el gas. Si hay un agujero en el reservorio es que existen roedores (ratas) en la finca. Poner veneno.
No llega gas al sistema de calefacción.	Abrir la llave para purgar el agua de la tubería de salida del biodigestor.
El biol presenta nata (una capa superficial dura)	Hace falta mezclar mejor la cerdaza y el agua antes de introducirlos en el biodigestor para que sea una mezcla totalmente líquida.
Hay poca presión de gas en el sistema de calefacción.	Se puede dar presión al reservorio apretándolo con el cordón y colocando un peso en el final.
Hay agujeros en el área de chancheras	Investigar si han vuelto a entrar animales cerca del biodigestor y cercarlo bien para que no entren.
El biodigestor no produce más gas	Se añadió cerdaza de cerdos vacunados o que han tomado antibióticos. Dejar de alimentar el reactor con estiércol con vacunas y buscar estiércol de cerdos sanos. Si no hay, no alimentar el biodigestor hasta 15 días.

ELABORADO POR Zurita Paul	REVISADO POR:	APROBADO POR: Angel Gallo
		OBSERVACIONES:

	MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA EL SISTEMA DE CALEFACCIÓN	FECHA: 17/01/2014 VERSIÓN: 1
		N. 3/3

Parámetros del diseño.

➤ **Volumen requerido del biodigestor.**

El volumen requerido por el biodigestor fue considerado según la cerdaza que se genera en la finca, para lo cual se ha promediado la cantidad que se genera en la finca.

➤ **Carga volumétrica:**

La carga volumétrica representa el volumen necesario para biodigerir 1kg de materia orgánica seca y se estima que del orden de 3,5 kg por día utilizan 1 m³ del biodigestor, este método es muy dependiente de la correcta estimación de la carga volumétrica.

➤ **Materias Primas utilizadas.**

Para producir biogás se puede partir de una gran diversidad de sustancias orgánicas, por lo que las posibles materias primas a emplear en el proceso conforman un amplio rango de posibilidades y combinaciones.

En muchos casos se utilizan como materia prima desechos de diversa naturaleza, como excrementos de animales, como en este caso hemos utilizado los residuos que se generan en la finca por el crecimiento de cerdos.

Esto posibilita que se aplique esta tecnología para la obtención de energía a partir de fuentes renovables, y como un método eficaz para el tratamiento de las excretas, con el objetivo de contribuir al saneamiento del medio ambiente.

ELABORADO POR Zurita Paul	REVISADO POR:	APROBADO POR: Angel Gallo
		OBSERVACIONES:

necesaria para la actividad microbiana, pero la humedad excesiva inhibe el gas. La mezcla orgánica debería sentirse húmeda al toque.

- **Nutrientes:** Se requirió sustancias nutritivas para la actividad microbiana. Le cerdaza esto compuesta por macro sustancias nutritivas suficientes y así apoyar la descomposición.

Algunos desechos industriales pueden ser deficientes en una o varias sustancias nutritivas.

- **“pH”:** El porcentaje pH en la mezcla es importante. Los microorganismos tienden a modificar su ambiente y los productos de la descomposición pueden cambiar el pH con el tiempo. Un pH cerca neutro es preferido para la actividad microbiana más eficiente.

En el periodo de fermentación se ha medido el pH con frecuencia como se muestra en la tabla de recolección de resultados, esto ay que tener mucho en cuenta porque pueden variar los niveles de alcalinidad o acidez que inhibe la disponibilidad nutritiva o la actividad microbiana. Los análisis químicos de las muestras de la mezcla que ingresa, nos indica si el porcentaje de pH debe ser ajustada.

- **Mecanismos de adquisición.**

La recolección de los desechos de la cerdaza se realizó directamente de los criaderos; teniendo como principales elementos de evolución el volumen total generado y las facilidades de manejo del mismo.

3.4.8 Duración o vida útil.

El Biogás es combustible muy limpio comparado con otras fuentes de energía tradicionales lo que facilita el cumplimiento de exigentes normas ambientales. Una de las grandes ventajas del Biogás respecto a otros combustibles, es la baja emisión de contaminantes en su combustión.

No existe un periodo de fecha límite o de caducidad para el uso del combustible puesto que puede permanecer en su estado natural durante por largos periodos de tiempo sin que se altere su valor energético.

3.4.9 Toxicidad e inhibición.

Diversos compuestos pueden resultar tóxicos para los microorganismos responsables del proceso anaerobio como es la presencia del oxígeno. La mayoría de los compuestos tóxicos son nutrientes a bajas concentraciones y es al superar cierto límite de fermentación de la mezcla de cerdaza que ya se encuentra dentro del biodigestor entonces es cuando comienzan a inhibir el crecimiento bacteriano. El nitrógeno es un importante nutriente, pero puede provocar toxicidad si se encuentra en elevada concentración. La influencia de la composición del substrato es clave, pero influyen también otros factores, como el pH y la temperatura que pueden potenciar la formación de formas tóxicas.

3.5 Importancia de la calefacción para la crianza de cerdos.

La temperatura en el interior no debe variar bruscamente. Para cada etapa fisiológica se requiere de unos rangos determinados, por medio de los cuales se brinda un ambiente confortable, que determine salud y bienestar a los animales; expresándose en los resultados zootécnicos y económicos para la explotación. Estas son las temperaturas sugeridas dentro de las instalaciones:

TABLA N°. 22. Temperatura en parideras en grados centígrados (°C)

	IDEAL	MINIMO
AL NACIMIENTO	30 ⁰ -35 ⁰	29 ⁰
1 SEMANA	28 ⁰	26 ⁰
2 SEMANA	26 ⁰	24 ⁰
3 SEMANA	24 ⁰	22 ⁰
4 SEMANA	22 ⁰	20 ⁰

Fuente: Folletos de Tecniagro Medellín, Finca CRISAN

Realizado por: Paul Zurita

Está comprobado que por cada aumento de 1°C por encima de la temperatura termoneutral o de comodidad (23°C), la cerda disminuye en 0,1 a 0,2 kilogramos el consumo de alimento, produciendo una reducción en los rendimientos productivos de ella y su camada.

Para el caso de los lechones recién destetados, una temperatura alta no es tan perjudicial como una temperatura baja, especialmente cuando los pisos están

húmedos y se presentan corrientes de aire; lo que puede ocasionar problemas entéricos y respiratorios.

3.5.1 Sistema de calefacción.

Dentro de todas las posibilidades, la calefacción a gas natural siempre ha predominado como una de las más eficientes, es que su funcionamiento es básico y su mantenimiento es casi nulo.

El sistema de calefacción a gas incluye habitualmente gas natural y es seguramente uno de los más empleados en los países subdesarrollados.

Son muchas las ventajas de esta elección, entre ellas nombramos el tipo de calor que obtenemos: uniforme, es decir, el mismo se reparte por toda la instalación; no hay que preocuparse por pedidos de suministro, la combustión que realiza el gas natural es limpia no como en otros sistemas. Y por último mencionamos el factor económico, ahorramos un gran consumo sin depender de determinados períodos de funcionamiento como sí los necesitan los acumuladores eléctricos (tarifa nocturna).

Si al quemar biogás el residuo obtenido es CO_2 y vapor de agua, pero hay que entender diferentes parámetros que hacen que el uso del biogás sea un combustible sostenible:

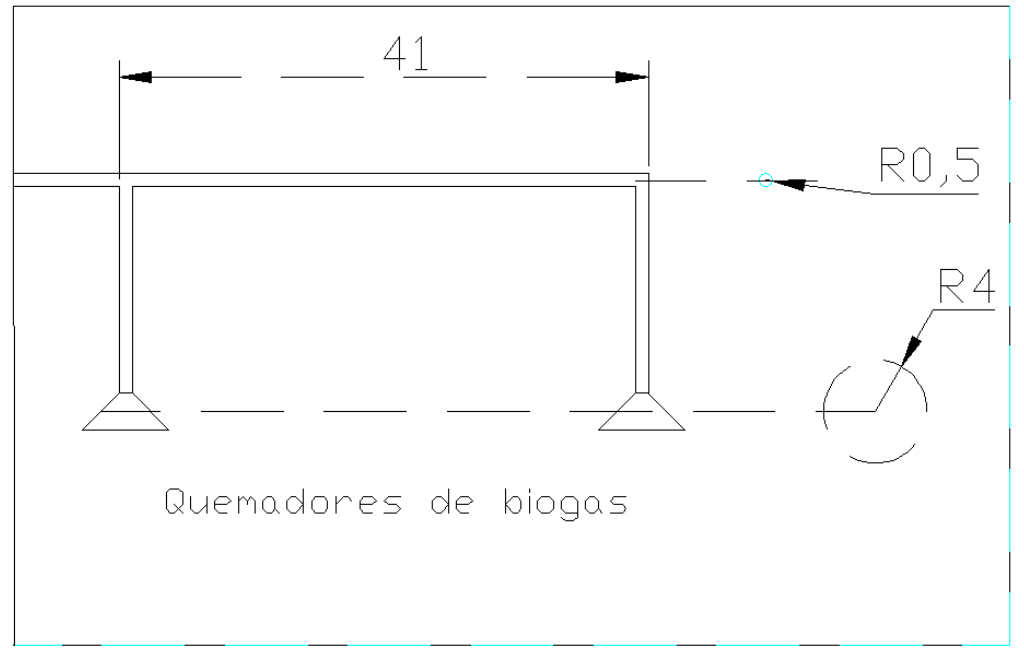
- La utilización de biogás es la no utilización de combustibles fósiles como el carbón o el petróleo.
- Se considera de balance neutro, es decir, el CO_2 que emite el biogás al quemarlo es CO_2 que absorbió la planta unos meses atrás.
- El estiércol si no se trata produce gas metano (CH_4) un gas que contribuye al efecto invernadero 23 veces más fuerte que el dióxido de carbono (CO_2)

3.5.2 Diseño del quemador de biogás.

Para la calefacción del área de crecimiento de los cerdos se ha tomado en cuenta los parámetros de crianza de cerdos, el material que se utilizó para el quemador es

el metal que para que sea de una manera más ecología hemos reciclado los discos de arado que ya no se utilizan a continuación las características.

GRÁFICO N°. 22 Diseño del quemador de biogás.



Fuente: finca CRISAN

Realizado por: Paul Zurita

3.5.3 Pérdida de calor por las paredes en el área de la calefacción.

La temperatura al rango termofílico corresponde a $T_{t2max} = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ y al exterior la mínima temperatura del entorno es de $T_{ent\ min} = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$, a su vez la temperatura ambiente normal de operación corresponde a $T_{entnor} = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, luego la variación de temperatura a lograr corresponde a:

$$\Delta T_{T2} = T_{t2\ max} - T_{entnor} = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$$

La totalidad del estanque es de polietileno de 0.05 [m] de espesor cuyo coeficiente de transmisión de calor

$$\lambda_{est} = 0.05 \frac{W}{m.K}$$

Los coeficientes de transferencia de calor se pueden asumir como:

$$at2i = 4000 \left[\frac{W}{m^2.K} \right] \quad \text{Esto para un líquido agitado}$$

$$at2e = 10\left[\frac{W}{m2.K}\right] \quad \text{Esto para el ambiente que rodea el tanque}$$

La conducción equivalente se puede calcular como:

$$Kt2 = \frac{1}{\left(\alpha_{tsi} + \frac{0.05}{\lambda_{est}} + at2e\right)} = 0.1 \left(\frac{W}{m2.^\circ C}\right)$$

El área de intercambio térmico corresponde a:

$$At2 = \left(\pi \frac{D2t2}{4} + \pi \cdot Dt2 \cdot Lt2\right)$$

$$At2 = 178[m2]$$

Luego el calor perdido a través de las paredes corresponde a:

$$Q_{ps} = K_{t2} \cdot A_{t2} \cdot (T_{T2max} - T_{entmin})$$

$$Q_{ps} = 2,28[KW]$$

Es decir que no toda la energía que se obtiene por la combustión del biogás no será la misma en su totalidad para los cerdos, la temperatura que se tiene por pérdida de energía en las paredes no es muy significativa, por lo cual la temperatura que se genera es de 30-40KW menos la temperatura de pérdida en las paredes tenemos de 27,62-37,72

3.5.4 Determinación de horas hombre y días hábiles de trabajo.

Sea establecido la semana laboral de la siguiente manera:

Un solo turno por la facilidad de manejo del sistema de calefacción y biodigestor

De Lunes a Viernes

Jornada laboral 8:00 a.m.-12:00 p.m.

1:00 a.m.- 5:00 p.m.

Obteniendo durante este periodo un total de 40 horas hábiles

Sábados

Jornada Laboral 8:00 a.m.- 12:00 p.m.

Obteniendo durante este periodo 4 horas hábiles más

De esta manera queda establecida las horas hábiles semanales como 44 horas laboradas

➤ **Días hábiles al año.**

1 año = 12 meses = 52 semanas = 286 días

Se debe tomar en cuenta para el cálculo de días hábiles los asuetos considerados en el Código de Trabajo, estos son:

1 de Enero 1 día

Semana Santa 2 días

1 de Mayo 1 día

Agosto 2 días 5 y 6 de agosto

15 de Septiembre 1 día

2 de Noviembre 1 día

25 de Diciembre 1 día

Fin de año 1 día

10 días

Lo que nos da como resultado un total de 276 días hábiles al año

Días Hábiles por mes para el año 2013.

3.5.5 Eficiencia del proyecto.

Los factores a considerar para la eficiencia de la planta son mano de obra, sistema de biodigestor y espacio.

Mano de Obra: Los sistemas empleados para la producción de Biogás no requieren de mano de obra especializada es de esperar que los operarios de producción alcancen niveles elevados de eficiencia. Pese a no existir precedentes en la operación de este tipo de en la finca

Biodigestor: El uso adecuado del biodigestor determina en mayor medida la eficiencia con que estos operarán.

Espacio: El diseño de las instalaciones fabriles de la finca fue realizado teniendo en cuenta el uso óptimo del espacio de todas las fases del proceso, puestos de trabajo teniendo presentes los espacios para pasillos, manejo de materiales, entre otros.

TABLA N° 26. Cuadro de control del sistema instalado

Primer mes

		Alimentación					
FECHA	HORA	M ³ DE CARGA	M ³ DE CERDAZA	PH H ₂ O	PH DE CARGA	T ⁰ C	M ³ de biogás
01/07/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
02/07/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
03/07/2013	01:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
04/07/2013	01:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
05/07/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
06/07/2013	01:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
07/07/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
08/07/2013	01:00PM	4	3	7,5	6,4	23	4
09/07/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
10/07/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	22	4
11/07/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
12/07/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	24	4
13/07/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,3	24	5
14/07/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
15/07/2013	0400PM	4	3	7,5	6,5	24	5
16/07/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
17/07/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
18/07/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
19/07/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	23	4
20/07/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	22	4
21/07/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	23	4
22/07/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
23/07/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	22	4
24/07/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
25/07/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
26/07/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	23	4
27/07/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,4	24	5
28/07/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
29/07/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
30/07/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5

Fuente: finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

TABLA N° 27. Cuadro de control del sistema instalado

Segundo mes

		Alimentación					
FECHA	HORA	M ³ DE CARGA	M ³ DE CERDAZA	PH H ₂ O	PH DE CARGA	T ⁰ C	M ³ de biogás
01/08/2013	01:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
02/08/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
03/08/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
04/08/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
05/08/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
06/08/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
07/08/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
08/08/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,4	23	4
09/08/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
10/08/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	22	4
11/08/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
12/08/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	24	4
13/08/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,3	24	5
14/08/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
15/08/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
16/08/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
17/08/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
18/08/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
19/08/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	23	4
20/08/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	22	4
21/08/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	23	4
22/08/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
23/08/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	22	4
24/08/2013	06:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
25/08/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
26/08/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	23	4
27/08/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,4	24	5
28/08/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
29/08/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
30/08/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5

Fuente: Entrevista de la finca CRISAN

Realizado por: Paul Zurita

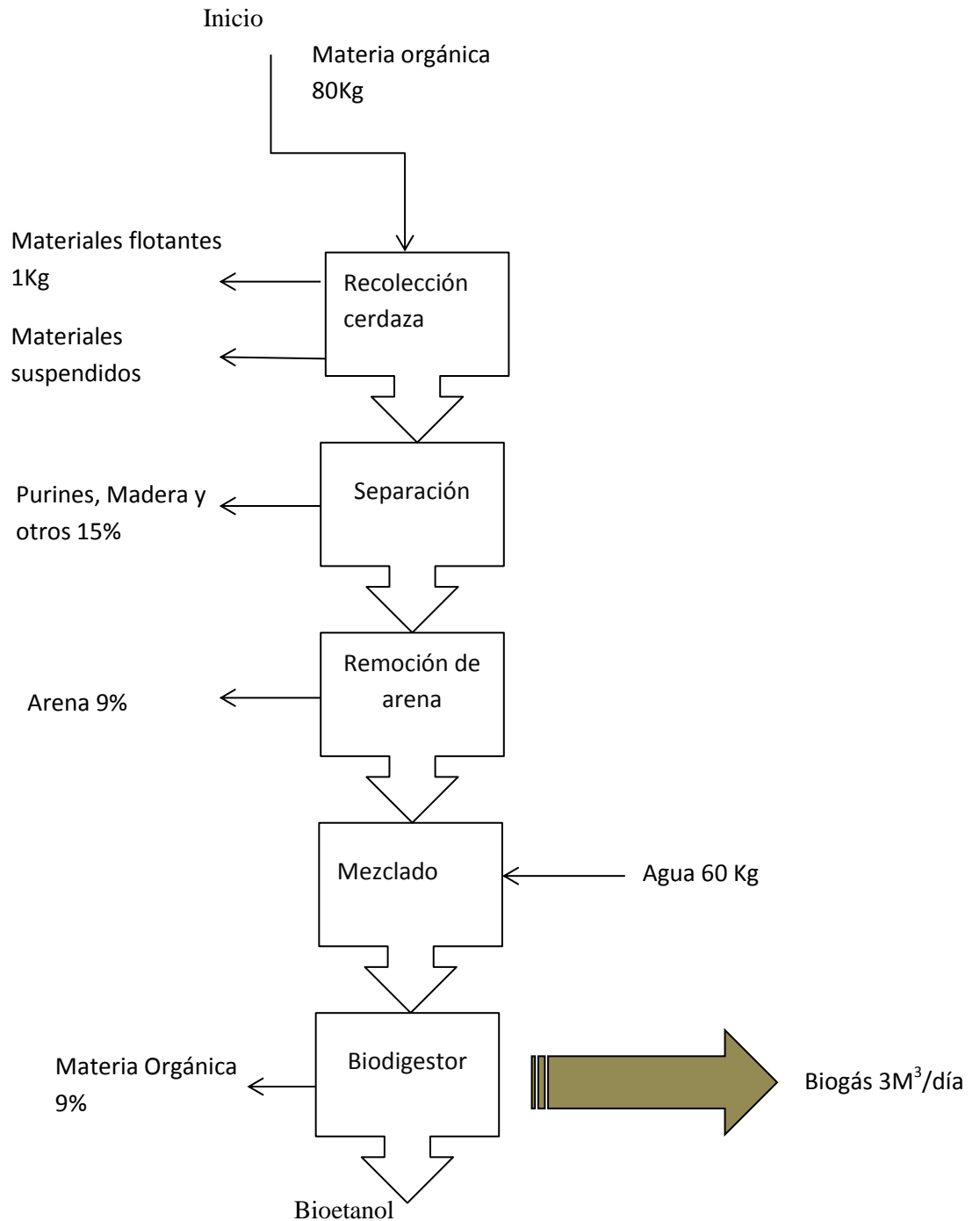
TABLA N° 28. Cuadro de control del sistema instalado

Tercer mes

		Alimentación					
FECHA	HORA	M ³ DE CARGA	M ³ DE CERDAZA	PH H ₂ O	PH DE CARGA	T ⁰ C	M ³ de biogás
01/09/2013	06:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
02/09/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
03/09/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
04/09/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
05/09/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
06/09/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
07/09/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
08/09/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,4	23	4
09/09/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
10/09/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	22	4
11/09/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
12/09/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	24	4
13/09/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,3	24	5
14/09/2013	06:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
15/09/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
16/09/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
17/09/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
18/09/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
19/09/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	23	4
20/09/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	22	4
21/09/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	23	4
22/09/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
23/09/2013	01:00PM	4	3	7,5	6,5	22	4
24/09/2013	05:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
25/09/2013	06:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
26/09/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	23	4
27/09/2013	06:00PM	4	3	7,5	6,4	24	5
28/09/2013	04:00PM	4	3	7,5	6,5	24	5
29/09/2013	03:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5
30/09/2013	02:00PM	4	3	7,5	6,5	25	5

Fuente: finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

GRÁFICO N°. 23 Balance de materiales para el biodigestor



Fuente: finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

3.5.6 Análisis de costos en la finca “CRISAN”

TABLA N° 29.

Costos de egreso de la finca antes del proyecto			
Cantidad	descripción	Subtotal	total
500	KWh	0,2\$	100\$
10	Cilindros (GLP)	35\$	\$350
TOTAL			450\$

Fuente: finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

TABLA N° 30.

Costos de egreso de la finca con el proyecto			
Cantidad	descripción	Subtotal	total
0	KWh	0,2\$	0\$
3	Cilindros (GLP)	35\$	105\$
TOTAL			105\$

Fuente: finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

TABLA N° 31.

Comparación de costos al año	COSTO
Sin la implementación del proyecto	5400\$
Con la implementación del proyecto	1260\$
Ahorro de la finca	4140\$

Fuente: finca CRISAN
Realizado por: Paul Zurita

3.5.7 Tiempo de Recuperación de la Inversión.

Mediante este método de evaluación se determina el plazo necesario (tiempo) para recuperar la inversión que se realizó en el proyecto con una tasa de interés de cero

Para obtener el cálculo de tiempo de recuperación de la inversión (TRI) es necesario llevar los beneficios netos a valor presente (año cero), utilizando para ello una tasa de descuento igual a la TMAR, luego el monto total obtenido es dividido entre el número de años de proyección.

Para el cálculo de la TRI en primer lugar es necesario determinar el Beneficio Neto

Actual (BNA)

$$BNA = \frac{BNA}{(TMAR + 1)}$$

Para el cálculo de la TRI se usará la siguiente formula:

$$TRI = \frac{P}{(BNA/n)}$$

En donde:

TRI: Tiempo de Retomo de la Inversión.

P: La inversión total.

BNA: Beneficio Neto Actual.

n: Número de años.

TRI = 3.15 meses

Conclusiones

Se puede generar una técnica fácil y económicamente viable para solventar las necesidades energéticas de los pequeños productores de cerdos.

La construcción de un estanque cilíndrico horizontal no es la única alternativa o configuración útil para el diseño del estanque biodigestor y se debe estudiar la configuración vertical mostrada en los antecedentes correspondiente a biodigestor de tipo instalación industrial.

La curva de período de recuperación del proyecto es decreciente en función del tamaño de la finca por lo que a mayor número de animales considerados el proyecto será recuperable, este estudio no muestra el comportamiento respecto al límite superior de la rentabilidad debido a que no es posible escalar el proyecto con los componentes acá descritos, basta considerar el problema de manejo de grandes volúmenes de líquidos y sólidos el cuál es un problema en sí mismo y ya no solo una parte del proyecto.

El país asiste a un acelerado proceso de agregado de valor en origen y la realidad actual deja en evidencia las exigencias que esto genera en cuanto a una mayor oferta energética. Al mismo tiempo, la preocupación por el proceso de calentamiento global mundial ha movilizó a las naciones del mundo a buscar soluciones, donde las energías limpias (renovables y con reducción en las emisiones de carbono) juegan un papel fundamental.

Recomendaciones.

Para la elección del tipo de biodigestor hay que tomar en cuenta, los porcentajes de materia orgánica que se tiene, el tamaño del biodigestor hay que construirlo de acuerdo a la cantidad diaria de cerdaza que se tiene.

Para la tabulación de los datos y la verificación de hipótesis se puede aplicar el método del chi cuadrado y así se obtendrá un mejor resultado.

Actualmente el desafío es terminar de adaptar estas tecnologías a nuestra realidad para maximizar la rentabilidad de los establecimientos que produzcan cerdos, generando una nueva oportunidad de negocio y una solución al consumo de energía eléctrica y al gas licuado de petróleo.

En este contexto, el desarrollo de las bioenergías en el territorio es inminente, aún más considerando que estas fuentes alternativas de energías son una verdadera oportunidad para fincas pequeñas dedicadas a la producción de cerdos, poseen recursos ambientales inigualables para producirlas.

La obtención de energía a partir de biomasa representa también una oportunidad de desarrollo de zonas marginales y una oportunidad para la rotación con cultivos que fijen carbono y aporten materia orgánica al suelo.

BIBLIOGRAFIA CITADA.

- ADRIAZOLA SC, Ávalos PM, Calcagno NF, Díaz NR, Moreira RZ (pág. 89)
- ARAQUE, H.; González, C.; Sulbaran, L.; Quijada, J.; Viloría, F. y
- ARAYA, José. 2008 las energías renovables Honduras (pág. 67,69, 67, 83)
- INTA PRECOP – P.E. Agregado de Valor en Origen México 2002 (pág. 45,67)
- PIJOAN C., Regional eradication 2006 edición 1 Honduras.
- ROSE, G, .Community-Based 2000ACUÑA, Miguel. Manual Técnico para Construcción y Mantenimiento de Biodigestores. 2006 (pág. 56, 57, 58).
- SAENZ, R. 2005 manual de las energías renovables edición primera, México (pág. 23,34).
- SHILEY, Carpio. El biogás para pequeñas industrias 2008 Cuba (pág. 34, 45)
- TAIPE, V. y LEON, V. 2005 biogás y sus alternativas México (pág. 56,67)
- Vecchionacce, H. 2006 Manual para la producción de biogás España (pág. 67,89)
- VICARI, María, P 2012 Tipos de biodigestor para la producción de biogás. Honduras (pág. 89, 70, 71)

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

- ALFREDO LIETTI. área manager. AB Energy Tecnología del biogás, energía de residuos orgánicos y cultivos energéticos (pág. 1-2-3)
- Aliaga Liseth 2009. Evaluación de producción de Biogas utilizando desechos porcícolas del Zamorano, El Zamorano Honduras.
- BERNSTEIN, L.A. (1995): Análisis de estados financieros. Teoría, aplicación e interpretación, Ed. Irwin, Madrid.
- CUERVO, A. (1994): Análisis y planificación financiera de la empresa, Ed. Cívitas, Madrid.
- CUERVO. A. y RIVERO, P. (1986): “El análisis económico-financiero de la empresa”, Revista Española.
- Dr. Ing José Antonio Guardado. Manual de explotación de una Pequeña Planta de Biogás 07 de marzo del 2008.
- ESTEO SÁNCHEZ. F. (1998): Análisis contable de la rentabilidad empresarial, Centro de Estudios Financieros, Financiación y Contabilidad, nº 49, pp.15-33.

GONZÁLEZ PASCUAL J. (1995): Análisis de la empresa a través de su información económico-financiera, Ed. Pirámide, Madrid. Víquez, J.; Martínez, H. 2007. Evaluación de la sostenibilidad de biogeneración de electricidad por medio del sistema de fermentación anaeróbica de una combinación de dos biodigestores tipo Taiwán alimentados con excretas porcinas y bovinas. Tesis Lic. Ingeniero Agrónomo. Guápiles, Costa Rica, Universidad EARTH. 78 p.

Human Development Index. Programa de las naciones unidas para el desarrollo

Ing. A. M. Sc. Jorge A. Hilbert MANUAL PARA LA PRODUCCION DE BIOGAS(2002) (pag. 25-26-27).

Sánchez Ballesta, Juan Pedro (2002): "Análisis de Rentabilidad de la empresa Madrid. (pág. 15-16-17-18).

ANEXOS

ANEXO N° 2 estructura de la finca CRISAN



Fuente: finca CRISAN



Fuente: finca CRISAN

ANEXO N° 3 montaje del biodigestor.



Fuente: finca CRISAN



Fuente: finca CRISAN

ANEXO N° 4 montaje del reservorio del biodigestor.



Fuente: finca CRISAN



Fuente: finca CRISAN

ANEXO N° 5 Área de calefacción de los cerdos .



Fuente: finca CRISAN



Fuente: finca CRISAN

ANEXO N° 6 Área de crecimiento de los cerdos.



Fuente: finca CRISAN



Fuente: finca CRISAN

ANEXO N° 7 Entrevista aplicada



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL

Objetivo: Determinar la importancia de instalar un sistema de calefacción empleando la cerdaza.

Instrucciones:

- La presente es una encuesta dirigida para obtener datos de uso personal del investigador.
- Conteste las preguntas con las opciones descritas en las preguntas.

1.- ¿Piensa usted que es necesario cuidar el medio ambiente reciclando?

SI NO

2.- ¿Sabe usted que es la biomasa?

SI NO

3.- ¿Tiene usted conocimientos sobre el proceso de la biodigestión?

SI NO

4.- ¿Usted con la cerdaza generada en su finca preferiría?

Recolectar la cerdaza y venderla

Utilizar la cerdaza para sembríos

Utilizar la cerdaza en un biodigestor

5.- ¿Consume Gas metano en la finca?

SI

NO

6.- ¿Cuál es la principal aplicación para la que Ud. utiliza gas metano?

CALEFACCION

CONSUMO DOMESTICO

OTROS

7.- ¿Con que frecuencia realiza la compra de gas metano?

SEMANAL

QUINCENAL

8.- ¿Piensa que el mantenimiento de un biodigestor es:

Fácil

Difícil

Barato

Costosa

9.- ¿Cree Ud. que es de suma importancia la implementación de un sistema de biodigestión e implementarlo en el sistema de calefacción en la finca?

SI

NO

10 ¿Conoce sobre los costos de instalación de un sistema de biodigestión?

SI

NO

ANEXO N° 8 GLOSARIO DE TERMINOS.

GLOSARIO TÉCNICO

A

Ácido Acético

Compuesto empleado en el baño de paro (normalmente al 2 %) y en los fijadores ácidos.

En este último caso suele añadirse un tapón (metabisulfito sódico) para evitar la acidez de la descomposición del tiosulfato empleado como fijador.

Ácido Nítrico

Se emplea en la manufactura de emulsiones, en viradores y blanqueadores. Es muy corrosivo.

ACPM

Un combustible considerado costoso y muy contaminante. Por este motivo, los investigadores se dedican a buscar uno diferente que le permita a los motores Diésel funcionar normalmente.

B

Baño de Paro

Solución que tiene por finalidad detener el revelado neutralizando el baño revelador. Esto aumenta la precisión del revelado y evita la contaminación del fijador. Habitualmente ácido acético al 2 %.

Biogás

Gas combustible, mezcla de metano con otras moléculas, formado en reacciones de descomposición de la materia orgánica (biomasa)

C

Contaminación

Cualquier alteración física, química o biológica del aire, el agua o la tierra que produce daños a los organismos vivos.

Contaminante primario

Sustancias producidas en las actividades humanas o en la naturaleza que entran directamente en el aire alterando su composición normal.

Contaminante secundario

Substancia que se forma en la atmósfera cuando algún contaminante primario reacciona con otros componentes del aire.

D

DESECHOS

Subproductos residuales, que quedan o sobran, proveniente de procesos naturales o actividades sociales, entre ellos figuran los desechos orgánicos, resultantes naturales y directos de plantas, animales o seres humanos, y los desechos provenientes de actividades sociales (domésticos e industriales).

Digestor anaeróbico

Depósito cerrado en el que se mantiene un tiempo a los lodos procedentes de la fase aeróbica de la depuradora. En él actúan bacterias en ausencia de oxígeno y se termina de digerir la materia orgánica que traía el agua.

H

Hidrocarburos

Compuestos orgánicos formados por carbono e hidrógeno. Los átomos de C pueden formar largas cadenas. Así, por ejemplo, el hidrocarburo más sencillo es el CH₄ (metano).

La gasolina C₈H₁₈ está formada principalmente por diferentes isómeros del octano.

N

Nitratos

Compuestos químicos utilizados como fertilizantes en la agricultura. Son una fuente importante de contaminación difusa. En concentraciones altas pueden provocar daños a la salud, especialmente a los niños.

O

Orgánico

(1) Relativo a, o derivado de los seres vivos. (2) En química, compuesto derivado de un hidrocarburo que contiene uno o más átomos de carbono en su molécula. (E) (Q)

P

pH (de factor de Hidrogeniones. Factor escrito como phaktore). Es un número que nos indica la concentración de hidrogeniones de una disolución. Dado un pH cualquiera, por ejemplo, 7, la concentración de iones H₃O⁺ será de 10 elevado a - el número de pH, por ejemplo, en este caso: 10⁻⁷. Si el pH es 7 la disolución es neutra (igual número de iones

H₃O⁺ que de iones OH⁻. Si el pH es mayor que 7 la disolución es básica, también llamada alcalina; y si el pH es menor que 7 la disolución es ácida

Población

Grupo de seres vivos de la misma especie que viven juntos en la misma zona y en la misma época. Por ejemplo, la población de cabras hispánicas de la Sierra de

Cazorla, o la población de hayas del bosque del Irati.

ppm

Partes por millón. Forma de medir concentraciones pequeñas. 300 ppm equivalen a 0,03%.

R

Reductor

Ambiente o sustancia química que induce la reducción mientras él se oxida.

V

Valorización de residuos

Se denominan así a los procesos que permiten aprovechar los residuos para obtener de ellos nuevos productos u otros rendimientos útiles.