

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**



**DISEÑO DE UN BIODIGESTOR PARA GENERACIÓN DE
ENERGÍA A PARTIR DEL ESTIÉRCOL DE GANADO VACUNO
PARA UNA VIVIENDA RURAL EN EL CC.PP. LAS CANTERAS
DEL DISTRITO DE PÁTAPO – CHICLAYO - LAMBAYEQUE**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR

BILL EDSON RUIZ PINTO

ASESOR

Mtro. LUCIO ANTONIO LLONTOP MENDOZA

Chiclayo, 2020

DEDICATORIA

Dedico a Dios por darme la vida y por regalarme unos padres, educarme en esta prestigiosa Universidad Católica en la cual me formo como profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida y a mis padres por exigirme en mejorar cada día, a mi asesor de tesis, mi tía, a mi Padrino P. Sergio que en los momentos más difíciles estuvo apoyándome espiritualmente cuando le pedía un consejo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrollará en el Centro Poblado Las Canteras en el Distrito de Pátapo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, en donde existen viviendas muy dispersas ubicadas en las chacras, que se ubican alejadas de las líneas eléctricas convencionales, es así que dichos pobladores no pueden acceder al servicio de energía eléctrica, por lo que viven en oscuridad por las noches, sin poder realizar actividades, en especial los niños. Otro problema que existe en estas viviendas es el uso de cocinas artesanales instaladas sin ningún criterio técnico, que utilizan leña para la cocción de sus alimentos extrayendo dicha materia de la tala de algarrobos existentes en la zona.

Las viviendas en la zona son de material rústico: adobe y techo de calamina, siendo la concina uno de los ambientes de la vivienda, lugar donde se produce bastante humo, es por ello que para solucionar dicho inconveniente se ha propuesto diseñar un sistema de producción de biogás para uso domiciliario, a partir del estiércol de ganado vacuno existente en el Centro Poblado Las Canteras, con una producción diaria de estiércol de 314,0 kg/día; PH de 7,3; materia seca 6%; cuyo potencial de Biogás a producir es de 0,55 m³/día.

De este estudio se determina que el Biodigestor a implementar, será Tubular tipo Taiwán, por necesitar técnicas de construcción sencillas además su ser económico, para su construcción se requerirá de una fosa de 4 m de largo, con 1 m de profundidad y 1,2 m de ancho en superficie. El tamaño de la Biobolsa será de 1,25 m de diámetro por 4 m de longitud, con un volumen total de 4,90 m³ y un volumen para el almacenaje de biogás de 1,60 m³.

El presupuesto total que involucra la implementación del Biodigestor asciende a S/. 3 909,20 y los gastos de operación y mantenimiento son de S/. 300 al año.

Finalmente, con este tipo de trabajos se ha logrado utilizar residuos locales y poder satisfacer las necesidades de energía eléctrica de los pobladores Centro Poblado Las Canteras.

PALABRAS CLAVES:

Biodigestor, Biogás, Autogeneración de Electricidad.

ABSTRACT

This research work will be carried out at the Las Canteras Town Center in the Pátapo District, Chiclayo Province, Lambayeque Department, where there are very scattered houses located in the farms, which are located far from conventional power lines, so that these residents cannot access the electric power service, so they live in darkness at night, without being able to carry out activities, especially children. Another problem that exists in these homes is the use of artisanal kitchens installed without any technical criteria, which use firewood for cooking their food by extracting said matter from the cutting of carob trees existing in the area.

The homes in the area are made of rustic material: adobe and calamine roof, the kitchen being one of the main rooms of the house, where there is a lot of smoke, that is why to solve this problem it has been proposed to design a production system of biogas for home use, from the existing cattle dung in the Las Canteras Village Center, with a daily production of manure of 314,0 kg / day, pH of 7,3 , 6% dry matter, whose Biogas potential to produce is 0,55 m³ / day.

From this study it is determined that the Biodigester to be implemented, will be Tubular type Taiwan, because it needs simple construction techniques in addition to its economic being, for its construction a pit of 4 m long, with 1 m depth and 1,2 will be required m wide in surface. The size of the Biobag will be 1, 25 m in diameter by 4 m in length, with a total volume of 4, 90 m³ and a volume for biogas storage of 1, 60 m³.

The total budget that involves the implementation of the Biodigester amounts to S / . 3 909,20 , and the operation and maintenance expenses are S/. 300 per year.

Finally, with this type of work it has been possible to use local waste and to be able to meet the electricity needs of the residents of Centro Poblado Las Canteras.

Keywords:

Biodigester, Biogas, Autogeneration of Electricity.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
ÍNDICE	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	11
2.1 Realidad problemática	11
2.2 Formulación del problema	11
2.3 Delimitación de la investigación	11
2.4 Justificación e importancia de la investigación	12
2.5 Limitaciones de la investigación	12
2.6 Objetivos de la investigación	12
III. MARCO TEÓRICO	14
3.1 Antecedentes del estudio	14
3.2 Definición de términos	16
3.3 Marco Teórico	21
IV. MARCO METODOLÓGICO	25
4.1 Tipo y diseño de investigación	25
4.2 Población y Muestra	25
4.3 Formulación de la hipótesis	26
4.4 Variables – Operacionalización	26
4.5 Métodos y Técnicas de Investigación	27
4.6 Descripción de los instrumentos utilizados	27
4.7 Análisis estadístico e interpretación de datos	27
V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	28
5.1 Determinar la cantidad y la caracterización Física – Química del estiércol de ganado vacuno y cuantificar la cantidad de Biogás a producir en el CC.PP. Las Canteras	28
5.2 Determinar las necesidades energéticas de electricidad y combustible para cocción de alimentos en la vivienda rural	34
5.3 Determinar el tipo, la capacidad y dimensiones óptimas del Biodigestor	35

5.4	Realizar la evaluación económica del sistema propuesto.....	42
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
6.1	Conclusiones	45
6.2	Recomendaciones	45
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
VIII.	ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Bacterias según la Temperatura.....	17
Tabla 2. Componentes del biogás.....	22
Tabla 3: Operacionalización de las Variables	26
Tabla 4. Producción de estiércol de ganado vacuno al día.....	28
Tabla 5: Resultados de Análisis de Estiércol de Ganado Vacuno	30
Tabla 6: Requerimientos de Energía Eléctrica	35
Tabla 8: Presupuesto Total	43
Tabla 9: Evaluación Económica.....	44

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se hace mucho uso de los combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, pero estos al ser utilizados generan daño ambiental y al no ser recursos renovables, tienden a extinguirse y por ende sube su costo, es en estas circunstancias que es importante dar uso a las fuentes de energía renovables, toda vez que su uso permitirá diversificar la matriz energética, así como disminuir la contaminación que producen los combustibles fósiles.

El motivo de realizar esta investigación fue motivado a que actualmente en las zonas rurales del departamento de Lambayeque existen localidades que no cuentan con el servicio de energía eléctrica por encontrarse lejos de las redes eléctricas convencionales, aún más en estas localidades hacen uso de las cocinas artesanales para cocinar sus alimentos, utilizan para ello leña de algarrobos, originando que se produzca contaminación para los habitantes de dichas viviendas.

Este proyecto de investigación, buscar aprovechar el estiércol de ganado vacuno existente en el Centro Poblado Las Canteras, para generar biogás a nivel domiciliario que pueda ser utilizado en generar energía eléctrica a pequeña escala así como combustible para cocinar. Con este tipo de proyecto no solo se pretende suministrar con energía eléctrica de una vivienda rural, sino también mejorar la infraestructura y la calidad de vida del propietario del ganado vacuno.

El Problema a resolver se centrará en: ¿Es posible la producción de biogás utilizando el estiércol de ganado vacuno para una vivienda rural en el Centro Poblado Las Canteras que permita cubrir sus necesidades de energía eléctrica y cocción de alimentos?, el cual permitirá a una vivienda rural que a la fecha no cuenta con electricidad de las redes convencionales y utiliza la leña para cocinar sus alimentos, contar con un combustible como es el Biogás, que sea utilizado para generar electricidad y cocinar sus alimentos.

Como consecuencia de ello nos planteamos la siguiente hipótesis: Mediante el diseño de un Biodigestor que utilizando el estiércol de ganado vacuno, se producirá Biogás para generar electricidad y combustible para cocción de alimentos en una Vivienda Rural ubicada en el CC.PP. Las Canteras del distrito de Pátapo – Chiclayo – Lambayeque,

teniendo como objetivo general: Diseñar un Biodigestor que a partir del estiércol de ganado vacuno, produzca Biogás para uso de una vivienda rural ubicada en el CC.PP. Las Canteras del distrito de Pátapo – Chiclayo – Lambayeque; asimismo se plantea como objetivos específicos: Determinar la cantidad y la caracterización Física – Química del estiércol de ganado vacuno en el CC.PP. Las Canteras, Cuantificar la cantidad de Biogás a producir con el estiércol de ganado vacuno recolectado, Determinar las necesidades energéticas de electricidad y combustible a nivel domiciliario, para luego determinar la capacidad y dimensiones óptimas del Biodigestor para uso domiciliario y finalmente realizar la evaluación económica del sistema propuesto, utilizando los parámetros como TIR, VAN y B/C.

El presente trabajo de investigación comprenderá seis (6) capítulos de los cuales el Primero capítulo se refiere a la Introducción; el Segundo capítulo se detalla el Problema de Investigación, la Justificación, Hipótesis y Objetivos; el Tercero capítulo se desarrolla el Marco Teórico, en el Cuarto capítulo se presenta el Marco Metodológico utilizado en la investigación realizada, en el Quinto capítulo presentamos el Resultados obtenidos, y finalmente en el capítulo Sexto se adjuntan las Conclusiones y Recomendaciones.

II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Realidad problemática

En el Centro Poblado Las Canteras, se ubica en el Distrito de Pátapo, Provincia de Chiclayo. En este Centro Poblado existen viviendas ubicadas en las chacras que se encuentran muy dispersas y alejadas de las Redes Eléctricas convencionales, aproximadamente a 20 km, es así que dichos pobladores no pueden acceder al servicio de energía eléctrica, originando que vivan en oscuridad por las noches, sin poder realizar actividades en especial los niños. Otro problema que existe en éstas viviendas es el uso de cocinas artesanales, que utilizan leña para la cocción de sus alimentos extrayendo dicha fuente de combustible de la tala de algarrobos existentes en la zona.

Este trabajo de investigación busca investigar la manera de cómo utilizar el estiércol de ganado vacuno que permita producción de biogás que pueda ser utilizado en generar energía eléctrica a pequeña escala así como combustible para cocinar, y de esta manera poder suministrarlo a una vivienda ubicada en la zona rural del Centro Poblado Las Canteras.

Con este tipo de proyecto no solo se pretende cubrir la demanda de electricidad, sino también mejorar la infraestructura y la calidad de vida del propietario del ganado vacuno.

2.2 Formulación del problema

¿Es posible la generación de biogás a partir del estiércol de ganado vacuno para cubrir las necesidades de energía eléctrica y de cocción de alimentos de una vivienda ubicada en la zona rural del Centro Poblado Las Canteras?

2.3 Delimitación de la investigación

La investigación desarrollada se centrará en diseñar un Biodigestor que permita producir biogás que pueda ser utilizado en generar energía eléctrica a pequeña escala así como combustible para cocinar, y suministrarlo a una vivienda ubicada en la zona rural del Centro Poblado Las Canteras. La Vivienda pertenece al Sr. Julio Vásquez Coronado.

2.4 Justificación e importancia de la investigación

2.4.1. Económica:

El proyecto se justifica económicamente toda vez que actualmente en dicha vivienda se gasta en la compra de velas para poder alumbrarse y en la recolección de leña. Con la implementación del sistema de biodigestor estos gastos se evitarán, produciendo un ahorro económico en la energía para cocinar y para poder alumbrarse en las noches.

2.4.2. Social:

El presente proyecto se justifica socialmente pues las viviendas rurales no tendrán el estiércol regado por todo los terrenos pues ahora se recolectará para usarlo como combustible para el biodigestor, además las personas ya no tendrán que perder su tiempo yendo al campo a recolectar la leña para cocinar sus alimentos.

2.4.3. Ambiental:

El uso de este combustible permitirá que se dejen de realizar emisiones al medio ambiente, sobre todo los producidos por la quema de leña al usarlo en la cocción de alimentos y también a los que produce el estiércol regado en el establo.

2.4.4. Tecnológico:

Permitirá estudiar, analizar y aplicar una metodología de cálculo adecuada para la producción del biogás utilizando como materia prima el estiércol de ganado, adaptados a nuestra realidad.

2.5 Limitaciones de la investigación

Para la presente investigación se ha tenido como limitantes que no se contaba con un registro del ganado vacuno existente en la zona.

2.6 Objetivos de la investigación

Objetivo General:

Diseñar un Biodigestor para producir Biogás a partir del estiércol de ganado vacuno, que permita cubrir las necesidades de energía eléctrica y de cocción de

alimentos a una vivienda ubicada en la zona rural del CC.PP. Las Canteras del distrito de Pátapo – Chiclayo – Lambayeque

Objetivo Específicos:

- Determinar la cantidad y la caracterización Física – Química del estiércol de ganado vacuno y cuantificar la cantidad de Biogás a producir
- Determinar las necesidades energéticas de una vivienda de la zona rural del CC.PP. Las Canteras
- Diseñar el biodigestor para la generación de energía a una vivienda de la zona rural del CC.PP. Las Canteras
- Realizar la evaluación económica del sistema propuesto, utilizando los indicadores económicos TIR, VAN, B/C.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes del estudio

Internacional

En la Tesis “Diseño de un Biodigestor para aplicación de pequeños ganaderos y lecheros”, en el cual el autor se traza como objetivo diseñar un Sistema que produzca Biogás para suministrar con electricidad a los pequeños ganaderos y lecheros existentes en las áreas rurales del sur de Chile y que tenga viabilidad técnica y económica. Al finalizar su investigación concluye: que se puede diseñar un Sistema de producción de Biogás para solventar las necesidades energéticas de los pequeños ganaderos y lecheros, con un mínimo de 20 animales es posible generar energía eléctrica del orden de 4,4 [kW h], para una producción de Biogás de 5 [m³/h], y el biofertilizante obtenido a fin de año es de 864 [m³/año]. [1]

En la Tesis titulada: “Estudio de la producción de biogás en función de la temperatura en un biodigestor tipo chino”, el investigador tuvo como objetivo producir Biogás utilizando un Biodigestor Chino, tomando como principio de funcionamiento la Temperatura del Biodigestor. La capacidad utilizada fue de 1m³, con una relación de la mezcla agua/estiércol de 3:1, (v/v). Como resultado se concluyó que la Temperatura se mantenía en 22 °C, además los análisis de la mezcla se obtuvieron que el metano variaba entre 55% a 85% de CH₄ y del CO₂ de 16% a 35% de. Así mismo se determinó que este tipo de tecnología no es apropiada para localidades ubicada en la cordillera de los andes así como en la región de los lagos. Finalmente se concluyó que la temperatura es una variable muy importante en el diseño de un Biodigestor. Con lo cual se concluye que la temperatura constituye un papel importante en el diseño de un biodigestor. [2]

En la tesis titulada “Evaluación de los parámetros de un biodigestor anaerobio continuo”, Esta investigación se aborda el desempeño de un biodigestor anaerobio continuo, en la cual se obtiene biogás utilizando materia orgánica pero sin presencia de aire. Así mismo el autor concluye que en este tipo de Biodigestores la temperatura y la radiación solar influyen en el funcionamiento de este, y que para un buen rendimiento se le debe añadir cada tres días de materia prima.. [3]

Nacional

En el Artículo Científico denominado: “Producción de Biogás y Biol a partir de Excretas de Ganado: Experiencias en la Ciudad de Tacna”, el autor diseñó, construyó y evaluó el funcionamiento de un Biodigestor familiar en la ciudad de Tacna de 2 m³ tipo manga de polietileno, utilizando para ello manta de sacos y revestido de color negro. En dicha evaluación realizada en marzo y abril de 2011, se controló el pH de la materia orgánica, además de la temperatura. Logrando que con tiempo de retención de 30 días, se produzca aproximadamente 400 litros/día con un rango de temperatura que oscila en el Biodigestor entre 30°C a 40°C y la temperatura ambiente entre 20°C y 30°C.

Así mismo el autor realizó una evaluación de que modelo de Biodigestor es que más predomina en la ciudad de Tacna, concluyendo que el Biodigestor Chino con una capacidad de 5 m³. [4]

En la Tesis: “Diseño de un Biodigestor con energía fotovoltaica para generar gas metano de uso doméstico, establo San Antonio – Monsefú 2016”, este proyecto consiste en diseñar un Biodigestor provisto de un motor accionado por corriente eléctrica continua que es obtenida de 4 paneles solares de 50 Watt. Se realizó el análisis de la situación actual en cuanto a la producción de estiércol en el Establo San Antonio de Monsefú, y se determinó que es un problema su eliminación, debido a que son 452 Kg de estiércol que son eliminados hacia el exterior, sin las medidas sanitarias correctas, y en algunos casos, un porcentaje no es eliminado causando inconvenientes en la crianza del ganado vacuno. Se realizó las mediciones de los niveles de radiación solar en el establo, mediante un protocolo de mediciones, el cuál establecía medir 4 veces de cada mes, desde las 09.00 hasta las 15.00 horas, y se puede concluir que entre las 11.00 y las 14.00 horas se alcanza los mayores índices de radiación solar, con valores superiores a los 5Kw-h/m². El estudio de éste potencial energético, sirvió para continuar con el proyecto, debido a que es posible técnicamente el aprovechamiento de la energía solar, con valores de radiación solar que fueron medidas. La evaluación económica del proyecto, estable que el Valor Actual Neto es de 5450 Nuevos Soles, una Tasa Interna de Retorno del 32% y una Relación Beneficio Costo de 2,16, que hacen viable la ejecución de la propuesta realizada en el presente trabajo de investigación. [5]

En la tesis “Estudio de Pre-Factibilidad para la Recuperación y Producción de Energía en la Región Ica a través de un Sistema de Biogás”, esta investigación busca demostrar que si es posible producir energía utilizando desechos orgánicos, además como producto agregado se obtiene el fertilizante que puede ser utilizado por el agricultor para mejorar sus campos de cultivo. El Tanque Principal tiene una altura de 6 metros de largo es el que se encarga de almacenar grandes cantidades de GAS a altas presiones su capacidad máxima de almacenamiento es de 500 Kg. Teniendo una presión de contención de 1500 P.S.I y tiene conexión de entrada y salida de tuberías cada una con diferente diámetro de tuberías, la tubería de entrada es de un diámetro de 2” pulgadas y la tubería de salida es de 1 1/2” para que luego pase por un tanque de contra presión este reciba el gas apto para su repartición. El volumen de mezcla recogido diariamente multiplicado por el número de días que la carga va a estar en el digestor, da el volumen necesario del digestor que es de 1480 m³. La producción de gas para un digestor de este tamaño es aproximadamente 2440 m³/día. Para el almacenamiento del biogás se recomienda tener disponible en el digestor un espacio que contenga gas producido durante 4 –12 horas, esto quiere decir que si se escoge un espacio que almacene gas producido durante 8 horas tendrá un volumen igual a 813 m³. Teniendo lo anterior presente, se diseña un digestor que maneje una mezcla con un porcentaje de sólidos entre 11-13%, bajo tierra, rectangular. [6]

3.2 Definición de términos

Para obtener resultados favorables en el proceso anaeróbico es importante que las bacterias no metanogénicas y metanogénicas, permanezcan un estado de equilibrio dinámico, esto se logra haciendo que en los Biodigestores estén libres de concentraciones inhibitorias de amoníaco, oxígeno disuelto así como de constituyentes como metales pesados y sulfito.[1]

3.2.1. Temperatura

La temperatura es un factor importante para la existencia de Bacterias en un proceso anaeróbico. En la siguiente tabla apreciamos el tipo de bacteria según la temperatura que opera el Biodigestor.

Tabla 1. Bacterias según la Temperatura.

Temperatura (°C) del Biodigestor	Tipo de Bacteria
10 - 20	Psicrofilas
30 - 40	Mesofilas
50 - 60	Termofilas

Fuente: N. Gajardo, Estudio de la Producción de Biogás en Función de la Temperatura, en un Biodigestor Tipo Chino

3.2.2. Estiércol

El Estiércol es el nombre que toma los excrementos de animales y el lugar donde se deposita se llama estercolero. Para el presente trabajo de investigación se utilizará estiércol de ganado vacuno. [7]

3.2.3. Proceso de producción de biogás

Para producir biogás se sigue las siguientes etapas:

Gestión de los residuos

En esta etapa de la producción de biogás a partir del estiércol de ganado vacuno, se recolecta los residuos (estiércol) del ganado según la cantidad de ganado que presente el agricultor, estos residuos son alojados en tachos metálicos para luego ser combinados con la proporción ideal de agua, según el requerimiento en la producción de biogás.

Digestión anaerobia

Proceso en el cual microorganismos descomponen material biodegradable en ausencia de oxígeno. Este proceso genera diversos gases, entre los cuales el dióxido de carbono y el metano son los más abundantes (dependiendo del material degradado).

Almacenamiento y filtrado del biogás

El almacenamiento del biogás producto de la digestión anaeróbica según los diferentes parámetros de generación de biogás se almacenara en el propio biodigestor para luego ser conducido x tuberías de PVC de alto espesor para no

ocasionar roturas rápidas ni fugas que se puedan ocasionar en el funcionamiento continuo del biodigestor.

Compostaje

Materia orgánica procedente de residuos agrícolas y de la jardinería tratados para acelerar su descomposición y ser utilizados como fertilizante.

En este caso se utilizara el compostaje según el requerimiento del agricultor para el aprovechamiento propio en sus tierras.

Generación de energía

Después de haberse generado las diferentes etapas en la producción de biogás a partir de estiércol de ganado vacuno y conducido por tuberías resistentes al ambiente del departamento de Lambayeque, el biogás es utilizado para la producción de energía eléctrica mediante un motor clásico que trabaje con gas natural o biogás en este caso.

Según los requerimientos también se podría utilizar un motor gasolinero, adaptable a gas natural mediante un adaptador mecánico. [6]

3.2.4. pH

El pH es un parámetro importante que requieren los microorganismos anaeróbicos para desarrollarse, siendo los valores más aceptables de 6,6 a 7,6.

De estar fuera de estos valores, se deben corregir, es así si el pH esta por encima, entonces se debe agregar ácido acético, en la práctica el pH dentro de un biodigestor el pH se autoregula. [3]

3.2.5. Tiempo de retención

El tiempo de retención es el tiempo que requieren las bacterias para degradar la materia orgánica. Existen dos tipos de tiempos de retención:

Tiempo de retención hidráulica (TRH): Relación entre volumen del digestor (VD) y de la carga diaria de alimentación.

Tiempo de retención de sólidos (TRS): Se determina dividiendo la cantidad de la materia orgánica (MO) que entra al digestor entre la cantidad de materia orgánica que sale del sistema cada día.

Estos dos tiempos son muy importante puesto que las bacterias metanogénicas demoran más tiempo en duplicarse que las bacterias acetogénicas. Si no se cumple

con estos tiempos no habrá producción de gas pues las bacterias no se reproducirán.
[2]

3.2.6. Nutrientes

Los Nutrientes son de suma importancia para que la metanobacterias pueda producir el biogás, de lo contrario se inhibirán y no se realizará el proceso. Estos nutrientes pueden ser el nitrógeno, fósforo y otros factores de crecimiento cuyos efectos son complejos.

Debemos de tener en cuenta que la relación Carbono / Nutrientes varían en la producción de Biogás, siendo una relación óptima de 30:1 hasta 10:1, una relación por debajo de esta origina que el amoniaco se incremente produciendo la inhibición bacteriana. [1]

3.2.7. Toxicidad

La toxicidad es peligrosa para la producción de biogás. En altas concentraciones los nutrientes colaboran de manera inoportuna dicha producción. Así por ejemplo cuando tenemos concentraciones altas de amonio, los microorganismo metanogénicos son los más afectados. Es por ello que se recomienda que en el caso del nitrógeno, se debe mantener un nivel óptimo. [5]

3.2.8. Alcalinidad

La Alcalinidad es uno de factores más importantes en el proceso de producción de Biogás, pues esta permite que el Biodigestor tenga una capacidad para amortiguar cambios en el pH. El dióxido de carbono - carbonato es uno de los componentes que más importancia tiene en relación a este proceso. [8]

3.2.9. Agitación

La agitación es un factor importante en el funcionamiento de un Biodigestor, puesto que permite una correcta transferencia del substrato a cada población de bacterias.
[1]

3.2.10. Potenciales y rendimientos

Los rendimientos en la obtención del Biogás, dependen del tiempo de retención, la temperatura de operación así como de la velocidad de carga orgánica así como de la presencia de inhibidores. [9]

3.2.11. Energía térmica

La Energía Térmica es uno de las aplicaciones que más se ha dado con la producción de biogás y básicamente es utilizada en el funcionamiento de lámparas y cocinas. [8]

3.2.12. Energía eléctrica

El biogás de los Biodigestores es directamente aplicado para la generación de electricidad utilizando para ello moto generadores. [6]

3.2.13. Biobolsa

Es un biodigestor anaeróbico tubular pre-fabricado, diseñado para el pequeño y mediano productor agropecuario. [8]

3.2.14. VAN - Valor Actual Neto

El Valor Actual Neto nos permite conocer si la inversión a realizar va a tener Beneficios Económicas, a lo largo de todo el periodo de tiempo. Este indicador económico lo podemos hallar con la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum V_{Aentradas} - \sum V_{Asalidas}$$

$$V_A = \frac{V_F}{(1 + n)^n}$$

Siendo:

- ✓ VA: Valor actual de las entradas o salidas de capital.
- ✓ VF: Valor en el año 'x' de las entradas o salidas de capital
- ✓ n: número de años hasta año 'x'.

3.2.15. TIR - Tasa Interna De Retorno

La Tasa Interna de Retorno nos permite conocer el porcentaje que va a producir la inversión a realizar. Lo ideal es que dicha tasa debe ser la más alta posible.

3.3 Marco Teórico

3.4.1. Origen del biogás

El Origen del Biogás se remonta la guerra entre Arabia e Israelí, desarrollada a mediados del Siglo XX, producto del alza del precio del Petróleo, lo que originó que se busque otras formas de producir energía. Se empezó con el tratamiento de aguas residuales.

Se llama biogás “al gas que se produce mediante un proceso metabólico de descomposición de la materia orgánica sin la presencia del oxígeno del aire”, el biogás constituido básicamente por metano y dióxido de carbono, es un combustible que puede ser empleado de la misma forma que el gas natural.
[7]

3.4.2. Biogás

El Biogás es obtenido mediante el ciclo biogeoquímico del carbono, esta consiste en la degradación de material orgánico en condiciones anaeróbicas, obteniendo principalmente gas metano y bióxido de carbono. [9]

3.4.3. Componentes del biogás

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

Tabla 2. Componentes del biogás.

Componente	Fórmula	Porcentaje (%)
Metano	CH ₄	55 - 70
Anhídrido Carbónico	CO ₂	35 - 40
Nitrógeno	N ₂	0,5 - 5
Sulfuro de Hidrógeno	H ₂ S	0,1
Hidrógeno	H ₂	1 - 3

Fuente: J. L. Salazar Cuaila, Producción de Biogás y Biol a partir de las excretas de gando: Experiencia en la ciudad de Tacna.

3.4.4. Utilización del biogás

El Biogás fue utilizado en un comienzo para cocinas y calentadores. Pero luego se amplió a las lámparas a gas. Actualmente su empleo se realiza en motores de combustión interna.

El uso del Biogás en el área rural básicamente está orientado en producir energía además de proporcionar fertilizante a los agricultores de dichas zonas. [10]

3.4.5. Biodigestor

Un biodigestor (llamado también digestor anaeróbico, reactor anaeróbico reactor biológico), es aquel equipo que se encarga de producir Biogás, utilizando para ello proceso anaeróbico de descomposición. Utiliza como principal recurso materia orgánica, obteniendo biogás, biol y bioabono.

Además de producir Biogás, tiene como ventajas:

- ✓ Control de patógenos. Aunque el nivel de destrucción de patógenos varía de acuerdo a factores como temperatura y tiempo de retención
- ✓ Mejora la capacidad fertilizante del estiércol..
- ✓ El efluente no tiene olor. [3]

3.4.6. Características del biodigestor

Las características que debe poseer un Biodigestor para cumplir con su función son:

- ✓ Presentar hermeticidad, para impedir que ingrese el aire, lo que puede originar que se interrumpa el proceso.
- ✓ Poseer un aislamiento térmico, con lo que se evitará cambios bruscos de temperatura.
- ✓ Es importante que el Biodigestor cuente con una válvula de gas para evitar sobrepresiones.
- ✓ Estará compuesto por una entrada y una salida.
- ✓ Debe contar con facilidad para darle el mantenimiento.
- ✓ Es importante que cuente con un mecanismo para romper las natas que se pudieran formar.

3.4.7. Biodigestores Continuo

Esta clase de Biodigestores es utilizado mayormente en los domicilios pues su mantenimiento es sencillo y no se requiere tener conocimientos especializados para operarlos. Presenta tres orificios, uno de los cuales es utilizado para el llenado con la materia prima.

Ventajas del biodigestor continuo

Su control se realiza a través de la cantidad de materia prima.

Desventajas del biodigestor continuo

Consumen bastante agua y al no contar con un agitador producen dificultad para trabajar con materiales más pesados que el agua.

3.4.7.1. Tipos de Biodigestores continuos más comunes

A continuación describimos los Biodigestores continuos más comunes:

A. Biodigestor del domo flotante (Indio):

Comprende un tambor de acero que luego fue reemplazado por un material que no le afecte la corrosión, siendo la fibra de vidrio reforzada en plástico el material sustituto. La presión oscila entre 4 a 8 cm de agua. Así mismo su alimentación se realiza por una tubería de entrada.

B. Biodigestor de domo fijo (Chino)

Este tipo de Biodigestor es construido con ladrillos, piedra u hormigón los cuales son unidos con mortero. Posee un Domo que es donde se almacena el Biogás producido, el mismo que presenta presiones que oscilan entre 1 y 1.5 m de agua. Una de las principales ventajas de estos biodigestor es larga vida útil, en promedio son 20 años.

C. Biodigestor de estructura flexible

Estos Biodigestores salieron al mercado como resultado de que los Biodigestores de estructura eran muy caros. En un comienzo se fabricaron con Nylon y Neoprene pero eran demasiado costosos, actualmente se fabrican con polietileno, siendo un material resistente y de bajo costo. El biogás es almacenado en la parte superior.

3.4.8. Biodigestores Discontinuo o de Carga Intermitente

Los Biodigestores Discontinuos se caracterizan por tener un acceso de Carga y Descarga. Su uso está orientado a operaciones industriales. Lo particular de este Biodigestor es que se carga una sola vez con la materia orgánica y luego que produce el Biogás, se deja que produzca todo el Biogás para quitar la biomasa que no sirve y carga de nuevo con materia orgánica.

Estos Biodigestores debido a que no se retroalimentan su producción es aproximadamente por cada m³ de materia orgánica produce aproximadamente 0,5 m³ de biogás.

Ventajas del biodigestor discontinuo

Este Biodigestor puede utilizar material seco, como pasto, cascara de frutas y desechos de alimentos, y no requiere atención diaria.

Desventajas del biodigestor discontinuo

La desventaja de este biodigestor es en lo relacionado a su carga y descarga.

IV. MARCO METODOLÓGICO

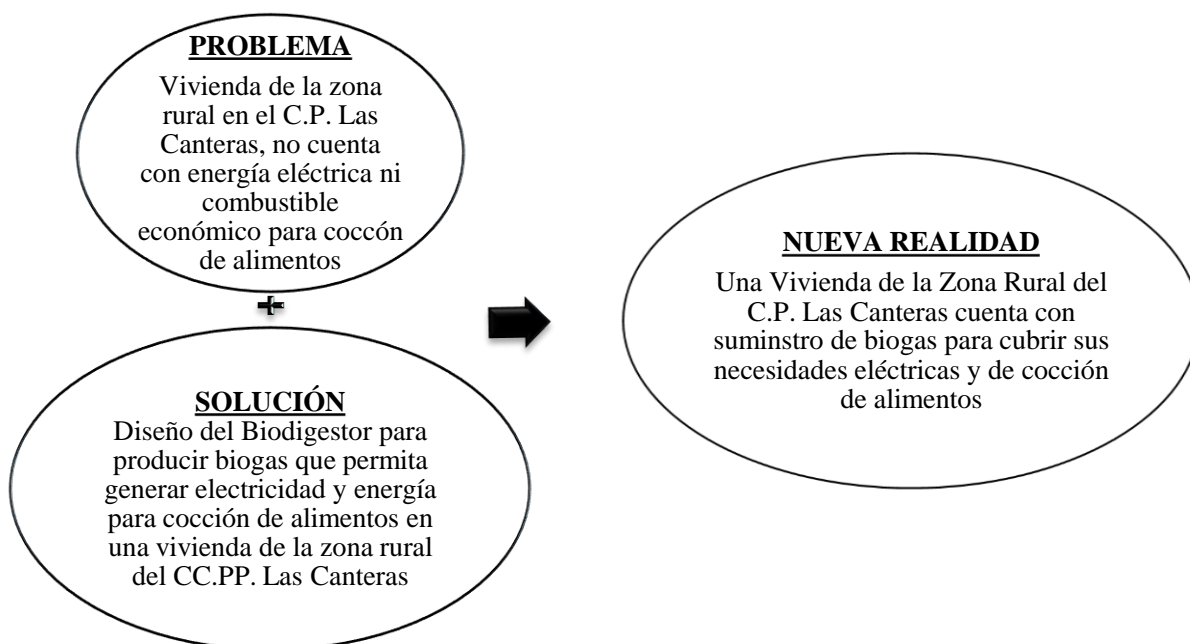
4.1 Tipo y diseño de investigación

El Tipo de Investigación es: No-Experimental, Prospectivo-Transversal

- No-Experimental, porque no se manipulan deliberadamente variables, se observa fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para luego analizarlos.
- Prospectivo, porque intenta predecir un posible escenario futuro.
- Transversal, porque se limita a la toma de datos en un único momento de tiempo

En el siguiente gráfico mostramos el diseño de investigación:

Gráfico 1: Diseño de la Investigación



Fuente: Elaboración Propia

4.2 Población y Muestra

En el presente trabajo de investigación, la población es igual a la muestra y está constituida por la cantidad de estiércol de ganado vacuno generado por las 10 vacas pertenecientes a una Vivienda de la Zona Rural del C.P. Las Canteras, Distrito de Pátapo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

4.3 Formulación de la hipótesis

Mediante el diseño de un Biodigestor a partir del estiércol de ganado vacuno, se producirá biogás que permita suministrar de energía eléctrica y combustible para cocción de alimentos a una vivienda de la zona rural del CC.PP. Las Canteras del distrito de Pátapo – Chiclayo – Lambayeque.

4.4 Variables – Operacionalización

Variable Dependiente:

Diseñar un Biodigestor para producir Biogás

Variable Independiente:

Estiércol de Ganado Vacuno

Operacionalización de las Variables

Tabla 3: Operacionalización de las Variables

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Instrumentos
Variable Independiente Estiércol de Ganado Vacuno	Es un proceso fisiológico, que le permite al organismo eliminar sustancias de desechos y toxicas para el cuerpo	Cantidad en kilogramos por día de estiércol de ganado vacuno en la vivienda del C.P. Las Canteras, medido en una balanza	Masa de estiércol de ganado Vacuno	Balanza
Variable Dependiente Diseñar del Biodigestor para producir Biogás	Ahorro energético para satisfacer las demandas de energía eléctrica con mayor eficiencia y bajo costo.	Tamaño y número de Biodigestores, cantidad de biogás obtenido	Volumen del biodigestor, volumen y presión generada por el biogás	Ficha de observación

Fuente: Elaboración Propia

4.5 Métodos y Técnicas de Investigación

El Método que se empleará en el presente trabajo de investigación es el Método Descriptivo Analítico Cuantitativo

Es cuantitativa porque nos va a permitir otorgar un valor al problema de investigación a resolver.

Las Técnicas a utilizar son:

- A. Búsqueda Bibliográfica
- B. Encuesta

4.6 Descripción de los instrumentos utilizados

- A. Ficha de Búsqueda Bibliográfica: Esta ficha tiene el propósito de introducir algunas claves para orientar la búsqueda bibliográfica y recuperar contenido académico evaluado por pares, de relevancia en el campo de trabajo a investigar. Asimismo, se realiza una síntesis de las formas de citado y armado de referencias.
- B. Hojas de Encuesta: Está constituido por un conjunto de preguntas cuya finalidad es obtener respuestas relacionadas a un tema.

4.7 Análisis estadístico e interpretación de datos

En la presente investigación se utilizó la estadística descriptiva, siendo la Media Aritmética el estadígrafo utilizado, para analizar como es el comportamiento de las variables en la investigación. Así mismo se utilizará el software Microsoft office Excel.

V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Determinar la cantidad y la caracterización Física – Química del estiércol de ganado vacuno y cuantificar la cantidad de Biogás a producir en el CC.PP. Las Canteras

5.1.1. Cantidad de estiércol de ganado vacuno

Para determinar la cantidad del estiércol de ganado vacuno, vamos a tomar el número de ganado vacuno que pertenece a la Vivienda rural del Sr. Julio Vásquez Coronado, información tomada en la encuesta de campo realizada. (Ver Anexo 1)

Así mismo considerando los mencionado por Mario Mendoza, Consultor/Capacitador GANYTEC S.C, el cual considera que el ganado vacuno produce el 6% de su peso vivo diariamente en estiércol y orina.

Tabla 4. Producción de estiércol de ganado vacuno al día.

Categorías de Ganado Vacuno	Cantidad	Peso (Kg)	%	Producción de estiércol (Kg/día)
Toro	2	800	6	96
Torete	1	250	6	15
Ternero	1	70	6	4,2
Buey	1	1100	6	66
Vaca	3	650	6	117
Vaquillona	1	200	6	12
Vaquilla	1	65	6	3,9
Total (Pe)				314,1

Fuente: Elaboración propia.

El número de ganado vacuno obtenido mediante la encuesta, es considerando un escenario pesimista, pudiendo este ser mayor.

Figura 1. Producción de estiércol según la muestra de ganado vacuno.



Fuente: Elaboración propia.

**No todo el estiércol generado al día se utilizara para la producción de biogás, ya que cierta parte se pierde en la distribución del estiércol generado por el ganado vacuno. Se muestra en el diseño del Biodigestor.*

5.1.2. Caracterización físico – químico de estiércol de ganado vacuno

Para determinar la caracterización Física – Química del estiércol de ganado vacuno, se tomó una muestra y se envió al Laboratorio del Instituto de Investigación Agraria (INIA) del Ministerio de Agricultura, obteniendo los siguientes resultados, los mismos que presentamos en el Anexo 02.

El procedimiento de toma de muestras ha sido tomar varias muestras de diferentes días de los montones de estiércol y luego se homogenizó, en la que se encuentran todos los estratos producidos desde la última limpieza. El peso aproximado de las muestras es de 2 kg. El transporte de la muestra se ha realizado en bolsas herméticas y dentro de un firgorífico (cooler) a 5° C aproximadamente. La muestra recibida en el Laboratorio ha sido molturada y homogeneizada.

El análisis se hace para obtener el porcentaje de materia seca (MS) y materia orgánica (MO), nitrógeno total por Kjeldahl (N), fósforo total por colorimetría (P),

fibra detergente ácida (FDA), además se asentó la fecha de ingreso de la muestra al laboratorio.

Los métodos analíticos empleados se enumeran a continuación.

pH = pHmetro

MS = La desecación de la muestra a 105 °C durante 24 horas.

MM = Se ha obtenido mediante la calcinación de la muestra a 350 °C durante 5 horas.

N amoniacal = Destilación de una muestra diluida en presencia de óxido de magnesio, recogida del destilado en una disolución de ácido bórico, valorada posteriormente con ácido clorhídrico.

N total= Método Kjeldahl con modificaciones para digestión.

A continuación presentamos los resultados del laboratorio:

Tabla 5: Resultados del Análisis de Estiércol de Ganado Vacuno

Tipo de Abono	Código de Laboratorio	pH	C.E. ms/cm	M.O %	N %	P %	Materia Seca %	Ca O %	Humedad %
Estiércol de Vacuno	OSO29-EEBI-19	7,3	9,20	50,57	0,29	0,96	6	0,35	87,76

Fuente: Laboratorio INIA - MINAG

5.1.3. Cantidad de Biogás a producir con el estiércol de ganado vacuno

La cuantificación de la cantidad de Biogás a producir con el estiércol de ganado vacuno se realiza calculando el tiempo de retención.

El Tiempo de Retención, es un parámetro que nos indica el tiempo en días que permanece la materia orgánica dentro del Biodigestor.

El tiempo de retención está entre 10 días a 30 días [9], hay que tener en cuenta que a mayor temperatura de operación menor es el tiempo de retención.

Ahora considerando la temperatura ambiental en la zona materia del presente proyecto de investigación, se toma como referencia 15 días.

Tiempo de retención (T_r):

$$T_r = \text{Numero de dias de fermentacion} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 1}$$

$$T_r = 15 \text{ días}$$

Así mismo la producción diaria de excrementos es de 10 a 40 Kg/animal. [3]

Producción de estiércol promedio diario por ganado (P_{ep}):

Para el presente proyecto se considera el 25% del estiércol generado por el ganado vacuno.

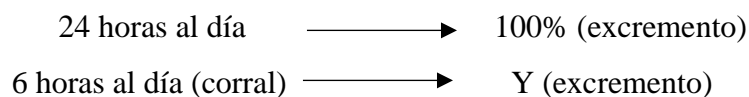
$$P_{ep} = \frac{P_e}{\text{Nº de gando vacuno de muestra}} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 2}$$

$$P_{ep} = \frac{314,10 \text{ kg /dia}}{10 \text{ ganados}}$$

$$P_{ep} = 31,1 \frac{\text{Kg}}{\text{ganado x dia}}$$

Considerando que la crianza de ganado en la zona es de carácter extensivo, por lo que no se puede usar toda la producción de excrementos al estar dispersos por el campo. Entonces de acuerdo a nuestra encuesta se ha determinado que el tiempo que pasaran los animales en el corral es de aproximadamente 6 horas.

Para calcular el porcentaje de utilización del excremento del ganado vacuno se realizara la siguiente proporción:



$$Y = \frac{6 \text{ h} * 100\%}{24 \text{ h}} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 3}$$

$$Y = 25\%$$

Solo se utilizara el 25% del total de estiércol generado durante el día a día, restando a este porcentaje un pérdidas (P_d) del 7.5% [9] que se puedan generar al recolectar el estiércol en el corral. Se tendrá un 17.5% de estiércol (25% - 7,5%) para el aprovechamiento en la producción de biogás.

Producción diaria utilizable de estiércol (P_{eu}):

$$P_{eu} = (Y - P_d) * P_e \dots \dots \dots \text{Ecuacion 4}$$

$$P_{eu} = (25 - 7,5)\% * 314,10 \frac{\text{Kg}}{\text{estiercol dia}}$$

$$P_{eu} = 55 \frac{\text{Kg}}{\text{estiercol dia}}$$

Agua para la dilución (Ad):

$$Ad = P_{eu} * \text{proporcion de agua} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 5}$$

$$Ad = \frac{55 \text{ kg} * 4}{\text{agua dia}}$$

$$Ad = 220 \frac{\text{Kg}}{\text{agua dia}}$$

De la referencia bibliográfica [10] obtenemos que los excrementos tienen un promedio de 15 a 20 % de materia seca, esta proporción nos indica que parte del excremento es parte sólida y el resto es líquido, en la práctica hay que diluir los excrementos en una proporción de 1:4 (4 partes de agua por cada 1 de excrementos)

Carga de entrada al biodigestor (agua + excrementos) (C_e):

$$C_e = Ad + P_{eu} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 6}$$

$$C_e = 220 \frac{\text{Kg}}{\text{agua dia}} + 55 \frac{\text{Kg}}{\text{estiercol dia}}$$

$$C_e = 275 \frac{\text{kg entrada}}{\text{dia}}$$

Materia seca en el estiércol (M_{se}):

$$M_{se} = P_{eu} * S_e \dots \dots \dots \text{Ecuacion 7}$$

$$M_{se} = 55 * 20\% \frac{\text{kg solidos}}{\text{dia}}$$

$$M_{se} = 11 \frac{\text{kg solidos}}{\text{dia}}$$

Carga de sólidos volátiles diarios (C_{sv}):

De acuerdo a la referencia bibliográfica [9] se considera 75 % de sólidos volátiles (S_v).

$$C_{sv} = M_{se} * S_v \dots \dots \dots \text{Ecuacion 8}$$

$$C_{sv} = 11 * 75\% \frac{\text{kg solidos volatiles}}{\text{dia}}$$

$$C_{sv} = 8,25 \frac{\text{kg solidos volatiles}}{\text{dia}}$$

Porcentaje de sólidos volátiles en la entrada al biodigestor (P_{sv}):

$$P_{sv} = \frac{C_{sv}}{C_e} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 9}$$

$$P_{sv} = \frac{8,25 \frac{\text{kg solidos volatiles}}{\text{dia}}}{275 \frac{\text{kg entrada}}{\text{dia}}}$$

$$P_{sv} = 3\% \frac{\text{kg solidos volatiles}}{\text{dia}}$$

Volumen diario del afluente será (V_{da}):

La densidad del estiércol húmedo es de 1016 kg/m³ [9], la densidad del agua es de 1000 kg/m³, entonces:

$$V_{da} = \frac{\frac{P_{eu}}{\text{densidad del estiércol húmedo}}}{\frac{Ad}{\text{densidad del agua}}} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 10}$$

$$V_{da} = \frac{55}{\frac{1016}{220}} \frac{m^3}{dia}$$

$$V_{da} = 0,22 \frac{m^3}{dia}$$

Se recuerda que la proporción está en 1/4.

$$\text{Estiércol diario} = 1K$$

$$\text{Agua diaria} = 4K$$

$$1K + 4K = 0,25 m^3$$

$$K = 0,049 m^3$$

$$\text{Estiércol diario} = 0,049 \approx 0,05 m^3$$

$$\text{Agua diaria} = 0,196 \approx 0,20 m^3$$

Por lo tanto el volumen que necesitara el biodigestor es (V_b) [9]:

$$V_b = V_{da} * T_r \dots \dots \dots \text{Ecuacion 11}$$

$$V_b = 0,22 \frac{m^3}{\text{dia}} * 15 \text{ dias}$$

$$V_b = 3,3 \text{ m}^3$$

Considerando la recomendación de la referencia bibliográfica [9] se toma los valores típicos de la carga de solidos volátiles por día y m^3 (C_{svd}) 2 - 3 Kg SV/d/ m^3 .

$$C_{svd} = \frac{C_{sv}}{V_b} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 12}$$

$$C_{svd} = \frac{8,25 \frac{\text{kg solidos volatiles}}{\text{dia}}}{3,3 \text{ m}^3}$$

$$C_{svd} = 2,50 \frac{\text{kg solidos volatiles}}{\text{dia m}^3}$$

Producción de biogás en el biodigestor (P_{bb}):

Consideramos una producción de 1 m^3 biogás/ kg solidos volátiles eliminado, tomando como referencia bibliográfica [9] , que indica que la producción de biogás está entre 0,5 y 1,5 m^3 gas por Kg de sólido volátil (SV) eliminado siendo mayor cuanto más alta es la temperatura de digestión. [9]

$$P_{bb} = C_{sv} * 1 \frac{m^3 \text{ biogás}}{\text{kg solidos volatiles elim}} \dots \dots \dots \text{Ecuacion 13}$$

$$P_{bb} = 8,25 \frac{\text{kg solidos volatiles}}{15 \text{ dia}} * 1 \frac{m^3 \text{ biogas}}{\text{kg solidos volatiles elim}}$$

$$P_{bb} = 0,55 \frac{m^3 \text{ biogas}}{\text{dia}}$$

5.2 Determinar las necesidades energéticas de electricidad y combustible para cocción de alimentos en la vivienda rural

Las necesidades de energía eléctrica y combustible para la cocción de alimentos, en la Vivienda rural del Sr. Julio Vásquez Coronado es la siguiente:

A. Cálculo de las necesidades de Energía Eléctrica

Tabla 6: Requerimientos de Energía Eléctrica

CALCULO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA						
ITEM	DESCRIPCION	POTENCIA	CANTIDAD	POTENCIA INSTAL.	TIEMPO USO	CONSUMO ENERGIA
		(Watt)		(Watt)	(horas/día)	(W-h/día)
1	Foco Ahorrador	15	4	60	5	300
2	Radio	18	1	18	2	36
3	Televisor	90	1	90	4	360
4	Cargador de Celular	5	1	5	1	5
5	Refrigeradora	100	1	100	4	400
	TOTAL			273		1101

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro anterior podemos concluir que el consumo diario de electricidad de 1101 W-h/día o 1,10 kW-h/día.

Ahora considerando que:

$$1 \text{ m}^3 \text{ de Biogás} = 5 \text{ kW} - \text{h} \quad [9]$$

Entonces para generar la Energía Eléctrica requerida en un día se necesitará: 0,22 m³/día de biogás.

B. Cálculo de las necesidades de combustible para cocción de alimentos

Considerando que una estufa doméstica consume: 0,10 m³/h y de acuerdo a la encuesta de campo la estufa doméstica funciona 3 horas/día tendremos un consumo de 0,30 m³/día de biogás.

C. Necesidad Total de Biogás

Las demanda de Biogás diaria será: 0,22 m³/día + 0,30 m³/día = 0,52 m³/día.

5.3 Determinar el tipo, la capacidad y dimensiones óptimas del Biodigestor

Para determinar el tipo de Biodigestor a utilizar, utilizaremos el siguiente cuadro de toma de decisiones, en donde los criterios a utilizar serán:

a. Factores de construcción

Técnicas de construcción si es de tierra compactada, cal y canto o ladrillo (barro cocido, suelo-cemento, silico-calcáreo), planchas prefabricadas, ferrocemento, concreto, módulos prefabricados. [3]

1: Técnicas de Construcción Complejas

2: Técnicas de Construcción Sencillas [3]

b. Factores de Mantenimiento

El Mantenimiento puede ser realizado por una empresa especializada o por el mismo operador. [3]

1: Mantenimiento es realizado por una empresa especializada

2: Mantenimiento es realizado por el mismo operador

c. Factores utilitarios

Pudiendo ser de acuerdo a los fines de su construcción: [3]

1: Se construye de manera experimental

2: Se construye de manera demostrativa

3: Se construye de manera productiva

d. Factores de Operación

Está relacionado con la forma de operar del Biodigestor, y puede ser: [3]

1: Operación compleja

2: Operación sencilla

e. Factores de Seguridad

Es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido cada uno de los Biodigestores. [3]

f. Factores Económicos

Está relacionado al costo que involucra cada uno de los Biodigestores. [3]

Tabla 7: Tabla de decisiones para determinar el tipo de biodigestor

TIPO DE BIODIGESTOR	FACTORES						TOTAL
	Construcción	Mantenimiento	Utilitarios	Operación	Seguridad	Económicos	
Biodigestor del domo flotante (Indio)	1	1	3	1	1	1	8
Biodigestor Tubular (Taiwán)	2	2	3	2	2	2	13
Biodigestor de domo fijo (Chino)	1	2	3	1	1	2	10

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla anterior concluimos que el Biodigestor a utilizar será un **Biodigestor Tubular tipo Taiwán**.

Para la construcción de este Biodigestor se implementará una fosa de 4 m de largo, 1 m de profundidad; 1,3 m de ancho. Se utiliza esta dimensión considerando el tamaño estándar de la bolsa, cuyo tamaño estándar es de 1,25 m de diámetro, debido al área extra que es generada por las conexiones con PVC que se realiza en los extremos del Biodigestor. Por lo tanto:

Tamaño del Biodigestor (T_b):

$$T_b = \pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2 * L \dots \dots \dots \text{Ecuacion 15}$$

$$T_b = \pi * \left(\frac{1,25}{2}\right)^2 * 4 \text{ m}^3$$

$$T_b = 4,90 \text{ m}^3$$

Almacenaje de biogás (A_b):

$$A_b = T_b - V_b \dots \dots \dots \text{Ecuacion 16}$$

$$A_b = (4,90 - 3,3) \text{ m}^3$$

$$A_b = 1,60 \text{ m}^3$$

Aproximadamente un 33 % del volumen del biodigestor tipo tubular será para el almacenaje de biogás. Es decir el Biodigestor será para almacenar Biogás y contener la materia orgánica a descomponer.

La materia orgánica a descomponer en el Biodigestor será transportada mediante el uso de una carretilla y alimentada manualmente.

5.3.1 Componentes del Biodigestor

A. Sistema Biobolsa

Los Biodigestores Sistema Biobolsa está disponible en 11 tamaños: 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30 y 40 metros cúbicos de capacidad en su fase líquida.

En nuestro diseño utilizaremos según los cálculos realizados una biobolsa de polietileno tubular transparente de 4 metros de la marca sistema biobolsa modelo BB4, que está provisto de un filtro ultravioleta (UV) para protegerlo de los rayos solares, 4 metros de longitud para la mezcla de estiércol y agua, 1 metro para el acoplamiento (abrazadera) del tubo PVC de entrada de fluyente y 1 metro para la salida del mismo. Es deseable que el biodigestor este aislado, una medida acertada sería la construcción de una base con ladrillo King Kong (21 cm x 7 cm x 6,5 cm) al contorno del biodigestor para prevenir el enfriamiento como consecuencia de los vientos y las posibles rotaciones que pueda tener la biobolsa.

Figura 2. Biobolsa.



Fuente: www.sistemabiobolsa.com

B. Tubo de entrada

Es utilizado para el ingreso de la materia orgánica y está compuesta por un Tubo de PVC de 4" de diámetro Pavco, instalada al menos a 15 cm de profundidad, lo que previene el escape del metano se utilizara 1 metro.

C. Tubo del Salida

Sirva para extraer el biofertilizante y es un tubo de material PVC Pavco de 4" de diámetro, instalado a 15 cm de profundidad en el fermentador para prevenir que se escape el Biogás.

D. Tubo para salida de biogás

Debe estar ubicado en la parte de la bolsa de almacenamiento de metano, debe tener 2" de diámetro y se usa para transportar el biogás a su lugar de uso, se utilizara tubería pavco de 2" x 3 m esta tubería también se utilizara para el recorrido o la distancia hasta la zona donde se consumirá el biogás (generador eléctrico).

E. Filtro de biogás

El filtro de biogás está diseñado para quitar cantidades excesivas de ácido sulfhídrico (H_2S) en el biogás, que puede dañar y oxidar equipos y dar mal olor al biogás. En el Anexo 7 presentamos las características de dicho filtro.

F. Dispositivo de seguridad

Permite aliviar las sobrepresiones y así evitar la explosión del Biodigestor debido a las presiones altas causadas por la digestión anaeróbica de materia orgánica, denominada también válvula de alivio. Consiste en un bidón de 30 cm de alto con un diámetro de 20 cm, a 10 cm de profundidad estará insertada en el tubo de salida del metano, cuando la presión del digestor es mayor que la del agua, se libera el biogás.

G. Llave de paso principal y secundario y de llegada

La llave principal ira acoplado en el tubo de salida del biogás.

La llave secundaria de paso ira después de haberse generado la derivación a la válvula de alivio, y la de llegada es para la zona de consumo (generador).

También se utilizara:

- ✓ Dos adaptadores de PVC (varón y hembra) 2".
- ✓ Dos arandelas de caucho.
- ✓ Dos plásticos rígidos.
- ✓ Cuatro tiras de goma de neumático.
- ✓ 10 codos de PVC 2".
- ✓ Se utilizara una T de 2" para la conexión a la válvula de alivio del biogás.
- ✓ Abrazaderas metálicas de 3" y 5".

H. Techo de Polipropileno Flexiforte Rojo

Se utiliza 6 hojas de calamina de Polipropileno Flexiforte Rojo 1,2 mm 1,10 x 3,05 m Fibraforte, así como 2 columnas de madera de 4 metros (área de 10 cm x 10 cm) y 2 columnas de madera de 3,5 metros (área de 10 cm x 10 cm). Se utilizará 5 maderas de 3 metros (área 5 cm x 5 cm) de largo para los tijerales del techo así como 2 maderas de 6 metros (área 5 cm x 5 cm) para el contorno del techo. Se necesitara medio ciento de clavos de acero así como 18 metros de cerco metálico.

I. Generador eléctrico

Considerando que la Potencia Instalada en la Vivienda es de 273 W, se utilizará un Generador Eléctrico de 300 W con alambre de cobre, de la marca Power Value y un Kit de Conversión Gasolina a Gas de baja presión de la marca Sistema biobolsa.

5.3.2 Condiciones de Operación del Biodigestor

A. Temperatura

La fermentación la realizaran bacterias Psicófilas, debido a la temperaturas máximas y mínimas que se generada durante el día en promedio y al tiempo que se encuentra estático el biodigestor. [9]

Temperatura mínima < Temperatura de fermentación < Temperatura máxima

$$17,8 \text{ }^{\circ}\text{C} < 20 \text{ }^{\circ}\text{C} < 25,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Se considera una temperatura estándar de 20 °C, en el rango propuesto anteriormente.

B. Irradiación solar

A una mayor irradiación solar en la zona de Lambayeque se tendrá una mejor temperatura promedio ambiental para el aprovechamiento en la fermentación del estiércol de ganado vacuno y generación de biogás. Para la zona de Lambayeque estará en un rango de $5 < G_{om}(0) < 6 \text{ kW h/m}^2$. [9]

C. Protección del biodigestor

El biodigestor contará con un cerco metálico, así como un techo, debido a que en algunos meses del año se generan lluvias y desgaste del material (bolsa biodigestor) debido a las altas irradiaciones solares que se presenta en la zona de Lambayeque. [9]

D. Presión de operación del biodigestor

La presión del Biodigestor se calcula con la siguiente fórmula: [9]

$$\sigma_1 = 2 \sigma_2 = p r/t$$

Dónde:

σ_1 es el esfuerzo tangencial

σ_2 es esfuerzo Longitudinal

p es la presión manométrica del fluido,

r el diámetro y

t el espesor.

Con la fórmula anterior podemos obtener la Presiones Internas Máximas (p) de operación de los Biodigestores:

$$p = \sigma_1 t / r$$

Tabla 8: Presiones internas máximas de operación de los biodigestores

TIPO DE GEOMEMBRANA	ESPESOR (t) (m)	PRESION INTERNA MAXIMA (p) $p = \sigma_1 * t/r$ (kPa)
HDPE Resistencia a la fluencia: $\sigma_1 = 12$ MPa	$0,75*10^{-3}$	12,9
	$1,0*10^{-3}$	17,1
	$1,25*10^{-3}$	21,4
	$1,5*10^{-3}$	25,7
PVC Resistencia a la tracción: $\sigma_1 = 15$ MPa	$0,5*10^{-3}$	10,9
	$0,75*10^{-3}$	16,1
	$1,0*10^{-3}$	21,4
	$1,25*10^{-3}$	26,8
	$1,5*10^{-3}$	32,1

Fuente: Elaboración Propia

En esta investigación, para construir el Biodigestor se utilizará una geomembrana de PVC de 0,5 mm de espesor por lo que éste será capaz de soportar la Presión Interna Máxima mayor a 10,9 kPa.

5.4 Realizar la evaluación económica del sistema propuesto.

Calcularemos los Egresos e Ingresos para finalmente los Beneficios Netos:

A. Egresos

Estos están determinados por la inversión a realizar para construir el Biodigestor y por los gastos en operación y mantenimiento.

Tabla 9: Presupuesto Total

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
1.0	SUMINISTRO DEL BIODIGESTOR				
1.1	Sistema Biobolsa 1,25 cm de diámetro x 4 m de largo	Und.	1	250	250
1.2	Tubo PVC PAVCO 4" de diámetro x 1 m de largo	Und.	1	33	33
1.3	Tubo PVC PAVCO 2" de diámetro x 3 m de largo	Und.	15	9,5	142,5
1.4	Abrazaderas 2"	Und.	3	3	9
1.5	Abrazaderas 4"	Und.	3	3	9
1.6	Cinta Teflon Topex 1/2" x 10 m de largo	Und.	3	1	3
1.7	Conector Hembra y Conector Macho 2"	Und.	1	4	4
1.8	Pegamento PVC azul 4 oz Oatey	Lata	1	4	10,9
1.9	Llave Principal, secund. Lleg. 2"	Und.	1	170	170
1.10	Codos de PVC 2"	Und.	10	0,4	4
1.11	T de PVC 2"	Und.	1	4	4
1.12	T de PVC 4"	Und.	1	4	4
1.13	Loza de Concreto de e=0,05 m	Glb.	1	500	500
1.14	Techo del Biodigestor de 6 m de largo por 3 m de ancho	Glb.	1	570	570
	SUB-TOTAL				1713,4
2.0	SUMINISTRO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS				
2.1	Mangueras de Biogas N-FLEX de Ayvaz 1/2"	m	20	18	360
2.2	Y de 2" a 1"	Und.	1	12	12
2.3	Reduccion de 1" a 1/2"	Und.	2	6	12
2.4	Niples 1/2"	Und.	12	1,8	21,6
2.5	Uniones 1/2"	Und.	6	1,2	7,2
2.6	Llave de Bola de 1/2"	Und.	3	50	150
2.7	Liga de Neumático	Und.	12	3	36
	SUB-TOTAL				598,8
3.0	SUMINISTRO DE DISTRIBUCIÓN ELECTRICA				
3.1	Generador eléctrico 300 W (Gasol)	Und.	1	450	450
3.2	Conductor Electrico THW 4 mm2	m	10	1,7	17
3.3	Tubería PVC SAP 1"	Und.	4	3	12
3.4	Tablero de Distribución PVC	Und.	1	18	18
3.5	Interruptor Termomagnético 20 A	Und.	1	35	35
3.6	Interruptor Diferencial 30mA	Und.	1	35	35
3.7	Puesta a Tierra	Glb.	1	350	350
	SUB-TOTAL				917
4.0	MONTAJE				
4.1	Montaje del Biodigestor	Glb.	1	500	500
4.2	Montaje del Sistema de Distribución de Gas	Glb.	1	130	130
4.3	Montaje del Sistema de Distribución Eléctrica	Glb.	1	50	50
	SUB-TOTAL				680
	COSTO DIRECTO				3909,2

Fuente: Elaboración Propia

Los costos de Operación y Mantenimiento, estarán relacionados a limpieza del Biodigestor y ascienden a S/. 300 al año.

B. Ingresos

Los Ingresos estarán dados por lo que se dejaría de gastar en Iluminación y Cocción de Alimentos que es lo que realizan las personas.

El gasto en iluminación producto de la compra de velas es de S/.30,00 al mes, es decir S/. 360,00 al año.

El gasto en cocción de alimentos por uso de GLP es de S/. 38,00 al mes, es decir S/.456.00 Además por el generar con energías limpias se puede lograr bonos de carbono por un monto anual de S/.700.

En la siguiente Tabla presentamos el resumen de la evaluación económica realizada con una Tasa de Interés de 12%.

Tabla 10: Evaluación Económica

AÑOS	0	1	2	3	4	5
EGRESOS	-3909,20	-300,00	-300,00	-300,00	-300,00	-300,00
Inversión	-3909,20					
Operación y Mantenimiento		-300,00	-300,00	-300,00	-300,00	-300,00
INGRESOS		1516,00	1516,00	1516,00	1516,00	1516,00
Gastos en Velas		360,00	360,00	360,00	360,00	360,00
Gastos en GLP		456,00	456,00	456,00	456,00	456,00
Bonos de Carbono		700,00	700,00	700,00	700,00	700,00
BENEFICIOS NETOS	-3909,20	1216,00	1216,00	1216,00	1216,00	1216,00

VNA	474,208
TIR	17%

Fuente: Elaboración Propia.

Obtenemos un Valor Actual Neto de S/. 474 208 con un TIR de 17% y un tiempo de recuperación de 05 años.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Las conclusiones del trabajo de investigación desarrollado son:

- La cantidad del estiércol de ganado vacuno en el CC.PP. Las Canteras es de 314,0 kg/día y la caracterización Física – Química básicamente es de PH 7,3 Materia Seca 6% (ver Tabla 5) y la cantidad de Biogás a producir es de 0,55 m³/día.
- Las necesidades energéticas de electricidad es de 1,10 kW-h/día, además las necesidades energéticas para cocción de alimentos es de 0,30 m³/día de biogás.
- La construcción del Biodigestor se implementará una fosa de 4 m de largo, 1 m de profundidad; 1,2 m de ancho en superficie. El tamaño de la Biobolsa será de 1,25 m de diámetro por 4 m de longitud con un volumen total de 4,90 m³, y un volumen para el almacenaje de biogás de 1,60 m³.
- El presupuesto total que involucra la implementación del Biodigestor asciende a S/. 3 909,20, y los gastos de operación y mantenimiento es de S/. 300 al año, obteniendo un Valor Actual Neto de S/. 474 208 con un TIR de 17%, y un tiempo de recuperación de 05 años.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda:

- Es importante dar a conocer la tecnología de sistemas de tratamiento de excretas de ganado vacuno, utilizando Biodigestores en las comunidades que lo requieran, ya que en la mayoría de nuestro país se conoce muy poco de los beneficios que tiene el tratar adecuadamente las excretas de ganado vacuno.
- El Biodigestor debe ser techado con materiales apropiados para impedir la entrada de los rayos ultravioleta del sol que queman el polietileno y disminuyen su vida útil.
- Evitar la caída de objetos que puedan romper la biobolsa.
- La fosa debe ser protegida con una cerca alrededor para evitar accidentes de personas o animales sobre la bolsa del biodigestor, lo que podría ocasionar su ruptura.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

- [1] J. A. Perez Medel, Estudio y Diseño de un Biodigestor para aplicación en pequeños centros ganaderos y lecheros, Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile, 2016.
- [2] N. Gajardo, Estudio de la Producción de Biogás en Función de la Temperatura, en un Biodigestor Tipo Chino, Chile: Universidad Católica de Chile, 2016.
- [3] D. De La Merced, Evaluación de los Parámetros de un Biodigestor Anaerobio Tipo Continuo, Mexico: Universidad Veracruzana, 2017.
- [4] J. L. Salazar Cuaila, Producción de Biogás y Biol a partir de las excretas de gando: Experiencia en la ciudad de Tacna, Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, 2015.
- [5] M. Salgado Muñoz-Nájar, Propuesta de Mejora de Gestión Energética en una empresa del Sector Alimentos, Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014.
- [6] A. Ortiz, Estudio de Pre-Factibilidad para la Recuperación y Producción de Energía en la Región Ica a través de un Sistema de Biogás, ICA: Universidad Nacional de Ica, 2015.
- [7] J. Arce Cabrera, creación y utilización del biogás de manera artificial se remonta a la segunda guerra árabe-israelí, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2011.
- [8] S. y. S. B. BUDZINSKI, Biogas en Alemania: Un caso exitoso, Alemania, 2017.
- [9] K. Gerard, INGENIERIA AMBIENTAL: FUNDAMENTOS, ENTORNOS, TECNOLOGIAS Y SISTEMAS DE GESTION, España: S.A. MCGRAW-HILL, 2013.
- [10] B. Raul y P. Thomas, Biodigestores de Bajo Costo para la Producción de Combustibles y Fertilizante a partir de excretas, Costa Rica, 2017.
- [11] d. A. Ministerio, Biodigestores en el Perú, Lima, Perú: Ministerio de Agricultura, 2017.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta de Campo

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



ENCUESTA

ENCUESTADOR: BILL EDSON RUIZ PINTO

TESIS: DISEÑO DE UN BIODIGESTOR PARA PRODUCIR BIOGAS A PARTIR DEL ESTIÉRCOL DE GANADO VACUNO PARA UNA VIVIENDA RURAL EN EL CC.PP. LAS CANTERAS DEL DISTRITO DE PATAPO – CHICLAYO - LAMBAYEQUE

NOMBRE: Julio Vásquez Coronado.

1.- ¿Cuál es la cantidad promedio de ganado vacuno que posee en los últimos tres años?

10

2.- ¿Podría indicarnos la cantidad de ganado vacuno que posee actualmente?

10

3.- De ese ganado vacuno que posee, como se clasifica:

Categorías de Ganado Vacuno	Cantidad
Toro	<u>2</u>
Toretas	<u>1</u>
Terneros Y Terneras	<u>1</u>
Bueyes	<u>1</u>
Vacas	<u>3</u>
Vaquillonas	<u>1</u>
Vaquillas	<u>1</u>

4.- ¿Qué tiempo permanece el ganado vacuno en el corral?

6 horas

Julio Vásquez Coronado
DNI: 16850540



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Resultados del Análisis de la Excretas de Ganado Vacuno



PERÚ

Ministerio
de Agricultura



LABORATORIO DE SUELOS, AGUAS, ABONOS Y PASTOS

NOMBRE: BILL EDSON RUIZ PINTO

PROCEDENCIA: LA CANTERAS DE PATAPO – DISTRITO DE PATAPO – PROVINCIA DE CHICLAYO

FECHA: 15/01/2019

RESULTADO DE ANALISIS


Tipo de Abono	Código de Laboratorio	PH	C.E. mS/cm	M.O. %	N %	P %	K %	Ca O %	Observaciones % humedad
Estiércol de vacuno	OSO29-EEBI-19	7.3	9.20	50.57	2.32	0.96	—	—	87.76



Km. 1,5 Carretera Chiclayo – Pícsi, Distrito de Pícsi, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque

Teléfono: (074) 607099

Anexo 3. Dimensionamiento del Sistema BioBolsa

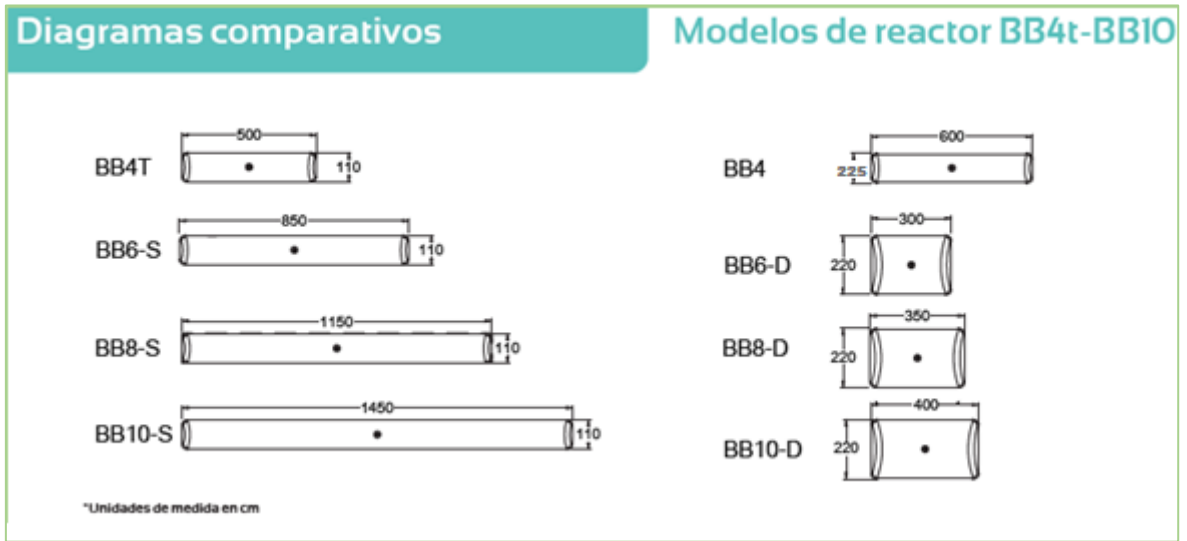


BOVINOS en clima cálido (>23° C)

Modelo Biobolsa	Sólidos de estiércol (L/día)	Cabezas semi estabulado	Prod. de Biogás (m3/día)*	Prod. de Biogás (horas/día)**	Prod. de Biogás Equiv. en Gas LP (kg/mes)	Con motor-generador (kWh/día)	Prod. de Biol (ha/año)	Prod. de Biol (L/día)
BB4-trop	30	12	1.2	2	14	2.4	4	120
BB4	36	14	1.4	3	17	2.9	5	144
BB6	52	20	2.1	4	25	4.2	7	208
BB8	85	34	3.4	7	41	6.8	12	340
BB10	97	39	3.9	8	47	7.8	14	388
BB12	109	44	4.4	9	52	8.7	15	436
BB14	125	50	5.0	10	60	10.0	17	499
BB16	170	68	6.8	14	82	13.6	24	680
BB20	194	78	7.8	16	93	15.5	27	776
BB25	219	88	8.8	18	105	17.5	31	876
BB30	267	107	10.7	21	128	21.4	37	1068
BB40	364	146	14.6	29	175	29.1	51	1456
BB50	437	175	17.5	35	210	35.0	61	1748
BB60	534	214	21.4	43	256	42.7	75	2136
BB80	729	292	29.2	58	350	58.3	102	2916
BB120	1093	437	43.7	87	525	87.4	153	4372
BB160	1457	583	58.3	117	699	116.6	204	5828
BB200	1821	728	72.8	146	874	145.7	255	7284

Fuente: www.sistemabiobolsa.com

Anexo 2. Modelo de reactores



Fuente: www.sistemabiobolsa.com

Anexo 3. Características del Sistema Biobolsa

Características del Sistema Biobolsa®



Durabilidad: El reactor, también llamado Biobolsa, está fabricado en geomembrana de polietileno linear de baja densidad (LLDPE) de 1 y 1.5 mm de espesor. Las tuberías de alimentación y descarga, así como los componentes clave son manufacturados en PVC hidráulico y sanitario.

La selección de materiales está pensada para ofrecer al Sistema Biobolsa® una larga vida útil en las condiciones rudas del campo. Con los cuidados adecuados, la geomembrana puede llegar a tener una duración superior a los 35 años en contacto directo con los rayos UV.



Pre-fabricado: Todos los componentes que conforman el sistema se encuentran pre-armados para optimizar el empaque y transportación y una fácil instalación. La manufactura se hace en serie bajo altos estándares de calidad.



Variedad en tamaños: Nuestro catálogo ofrece 11 tamaños base de reactores, con capacidad de operar desde 4 m³ hasta 40 m³ de en fase líquida.



Modular: Los reactores están diseñados para conectarse entre sí, con el fin de aumentar la capacidad de volumen de tratamiento. Con esta característica aumenta la capacidad de 50 m³ a 200 m³ en fase líquida. El Sistema Biobolsa® se adapta a un amplio número de escenarios, permitiendo expandir el sistema de acuerdo al ritmo de crecimiento en la demanda del usuario.



Fácil operación y mantenimiento: La rutina de operación y mantenimiento de Sistema Biobolsa® no debe representar más gasto que los beneficios brindados por la tecnología. Cualquier miembro de la familia o trabajador puede realizar estas actividades. Fácil y rápida alimentación, agitación rápida y efectiva, muy poco mantenimiento periódico y mantenimiento de largo plazo económico, son características que diferencian a Sistema Biobolsa del mercado.

Fuente: www.sistemabiobolsa.com

Anexo 4. Aplicaciones

Aplicaciones

Sistema

El sistema está diseñado principalmente para viviendas con ganado de traspatio, pequeñas o medianas unidades de producción pecuaria, rastros, centros comunitarios rurales, etc.

El biogás y el biol son los dos principales productos resultantes del proceso de digestión anaerobia llevada a cabo dentro del reactor del Sistema Biobolsa®.

Biogás

Las aplicaciones del biogás dependen del tamaño del reactor y en consecuencia de su capacidad para producirlo. Los usos más comunes son:

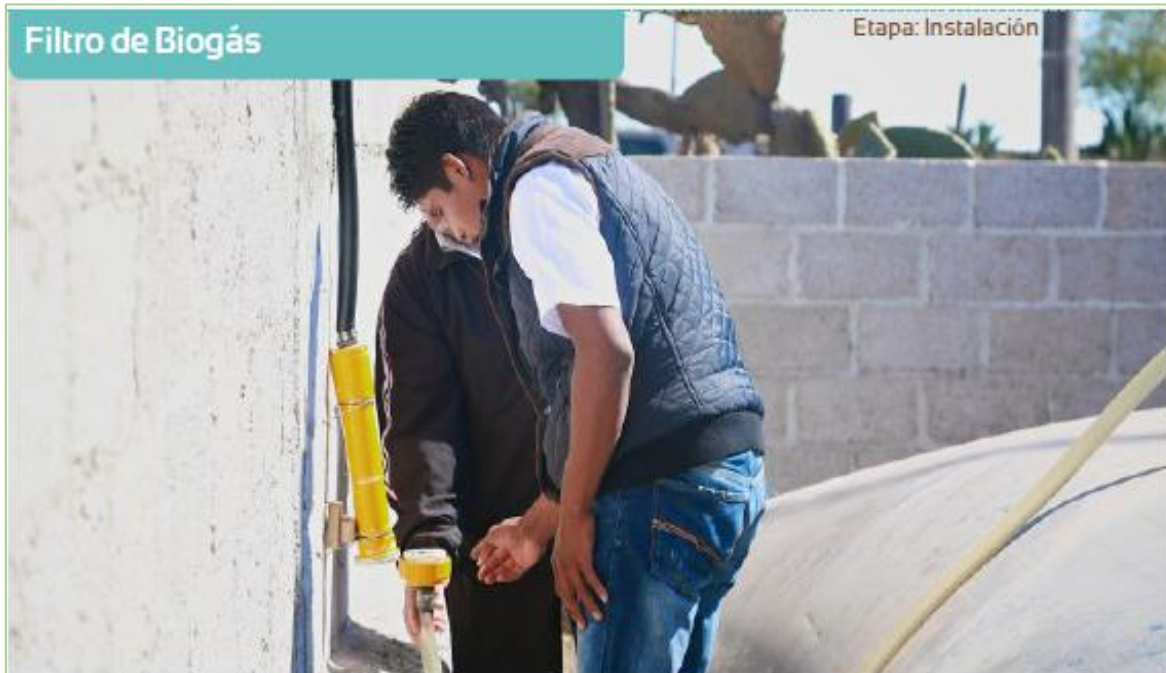
- Para cocinar en escala familiar
- Para calentar agua para usos productivos o para el baño
- Industrialización de productos agropecuarios a pequeña escala; por ejemplo, quesos, yogurt, frutos en almíbar, chiles en vinagre, etc.
- Para generar energía eléctrica y mecánica, mediante la adaptación de motores de pequeña escala (hasta 10 kw) para bombear agua, crear vacío para ordeñar, picar alimento, etc.

Biol

El Biol es un abono orgánico líquido que se origina a partir de la descomposición de materiales orgánicos, como estiércoles de animales, plantas verdes, frutos, entre otros, en ausencia de oxígeno. Es una especie de vida (bio), muy fértil (fertilizante), rentable ecológicamente y económicamente. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. La técnica empleada para obtener biol es a través de biodigestores. (INIA, 2008).

Fuente: www.sistemabiobolsa.com

Anexo 5. Filtro de Biogás



El filtro de biogás está diseñado para quitar cantidades excesivas de ácido sulfhídrico (H_2S) en el biogás, que puede dañar y oxidar equipos y dar mal olor al biogás.

El filtro está compuesto de una tuerca unión que permite acceso al medio filtrante en el interior, y cuenta con espigas en los dos extremos para facilitar la instalación rápida en cualquier parte de la línea de gas.

Para más información sobre mantenimiento consultar el Manual de Usuario disponible en: www.sistemabiobolsa.com



Consideraciones:

- El tiempo promedio de cambio del material filtrante es de un mes, entonces es importante que se ubique en un lugar accesible.
- Es conveniente instalar todos los componentes del sistema de biogás en el mismo lugar (la válvula de alivio de presión y el filtro de biogás). El filtro debe ser instalado con alguna pendiente para que no se acumule agua en su interior.

Paso 1: Identificar donde se va a instalar el filtro.

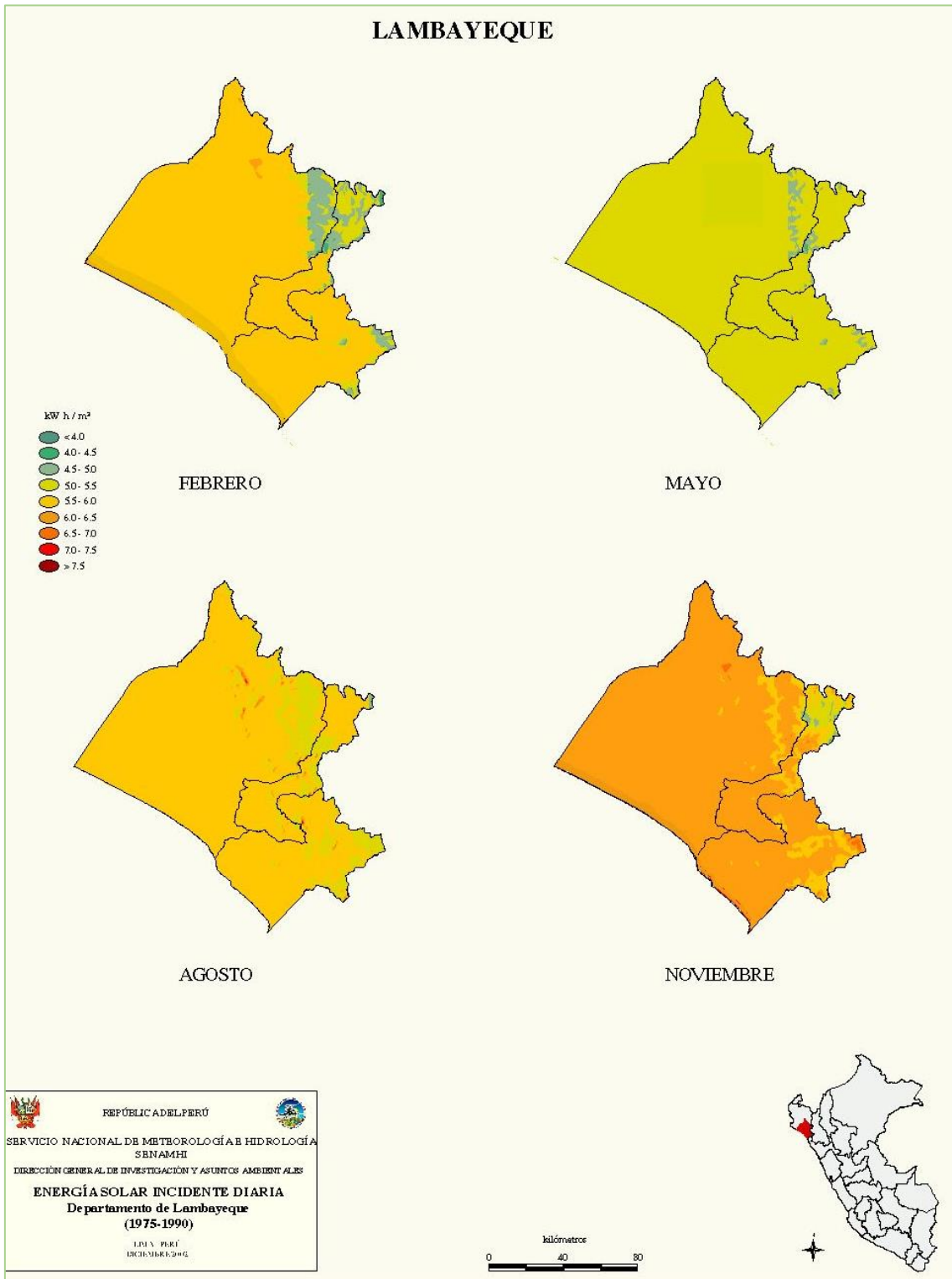
Paso 2: Hacer un corte en la línea de gas.

Paso 3: Insertar las espigas del filtro de biogás adentro de los dos extremos del corte, confirmando que las abrazaderas están en la manguera antes de insertar las espiga para posterior fijación de la misma

Paso 4: Confirmar que el tuerca unión del filtro se encuentra bien cerrada.

Fuente: www.sistemabiobolsa.com

Anexo 6. Irradiación solar en Lambayeque (1975 - 1990).



Anexo 9. Planos