



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“Influencia del Tamaño de un Biodigestor para incrementar la Eficiencia y  
Producción de Biogás a partir de Desechos Orgánicos”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTOR:**

Br. Edgar Antonio, Tafur Cuzco (ORCID: 0000-0001-5921-6939)

**ASESOR:**

Dr. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Transmisión y Distribución

**CHICLAYO - PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

En consideración a la vida y el amor a las cosas, muestro mi especial consideración a mis padres, por ser la razón y la fuerza que motiva desarrollar nuestro crecimiento; consiente de la importancia de contar con un universo limpio y sano.

Así mismo con la fe y bendición de Dios ser supremo que permitió a mis descendientes y padres me dieran la vida, gracias a ello escribo estas palabras; a quien dedico mi especial consideración y afecto con gran amor, como el que llevan dentro de su ser

**Edgar Antonio Tafur Cuzco**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a nuestro ser supremo por concedernos un universo lleno de vida y recursos para sobrevivir, a quien pido nos de salud y abra nuestras mentes para hacer uso razonable de los bienes protegiendo la vida en el planeta.

A mis padres, por estar siempre a mi lado dándome ánimo y aliento incondicional apoyándome en los momentos que los necesito; a mis hermanos por sus buenos consejos de aliento y positivismo.

A la Universidad Cesar Vallejo por llegar a nuestra ciudad y poner a disposición la carrera universitaria, de igual manera a los docentes que hicieron entender que las cosas tienen propósitos, compartiendo los temas con sus experiencias, mostrando ejemplos de vida.

**Edgar Antonio Tafur Cuzco**

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Página del jurado.....	v
Declaratoria de autenticidad.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. TRABAJOS PREVIOS .....	2
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	5
1.3.1 Biodigestor .....	5
Tipos de biodigestores.....	6
b.1 Procesos para fermentar en 2 fases.....	8
El proceso para obtener biogás.....	14
Parámetros de operación .....	15
Potencial y rendimiento.....	15
Acondicionamientos de los sustratos previos a producir bio gas.....	15
Presión.....	16
Volumen.....	17
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	17
1.6. HIPÓTESIS.....	18
1.7. OBJETIVOS.....	18
II. MÉTODO.....	19
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	19
2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN.....	19
2.2.1. Variables.....	19

2.2.2.	Operacionalización .....	19
2.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	21
2.4.	ACCIONES Y METODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD .....	21
2.5.	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS .....	21
2.6.	ASPECTOS ÉTICOS .....	21
III.	RESULTADOS .....	22
IV.	DISCUSIÓN .....	42
V.	CONCLUSIONES .....	44
VI.	RECOMENDACIONES .....	45
VII.	REFERENCIAS .....	46

## RESUMEN

La sostenibilidad de la vida en el planeta requiere disponibilidad de energía a la vez contar con un ambiente saludable; siendo la concentración de desechos orgánicos humanos en aguas residuales una de las fuentes altamente dañinas para la salud y el ambiente; que, al mismo tiempo son un potencial energético disponible no utilizado, éstas han pasado a formar parte de las energías alternativas, porque durante su proceso de generación de energía limpia las aguas y actúa preservando el ambiente, para lo cual se manifiesta que existe una relación entre la cantidad de biogás producido y la eficiencia en producción de la misma en tal sentido se tiene el siguiente problema de investigación ¿Cuál es la Influencia del Tamaño de un Biodigestor Sobre la Eficiencia y Producción de Biogás a Partir de Desechos Orgánicos?, para lo que nos lleva al siguiente objetivo general Determinar la influencia del tamaño de un Biodigestor Sobre la Eficiencia y Producción de Biogás a Partir de Desechos Orgánicos, teniendo como resultados que de las 49.307 toneladas de desechos orgánicos humanos el 24% es materia útil o sea 11.834 toneladas; ahora de este porcentaje el 80% es masa volátil que puede generar biogás sin embargo solo se degrada el 60% que viene a ser 5680 toneladas que se transforma en biogás considerado efectuar cuatro niveles, que corresponde a procesar 10, 15, 20 y 25 kilogramos de desechos orgánicos humanos con 40 litros de agua residual, obteniendo que la concentración más apropiada genera el nivel a3 de 20/40 kg/l, esto de forma más natural, en este nivel se obtuvo una generación de 643.5 litros de biogás, teniendo para ello un costo total que asciende a la suma de S/. 6,143.90 soles.

Palabras Claves: Biodigestor, Biogás, Eficiencia, Desechos Orgánicos.

## **ABSTRACT**

The sustainability of life on the planet requires availability of energy while having a healthy environment; being the concentration of human organic waste in wastewater one of the sources highly harmful to health and the environment; that, at the same time, they are an unused, available energy potential, they have become part of the alternative energies, because during their process of generating clean energy the water acts and preserving the environment, for which it is stated that there is a relationship between the amount of biogas produced and the production efficiency of the same in that sense has the following research problem: What is the Influence of the Size of a Biodigester on the Efficiency and Production of Biogas from Organic Waste? which leads us to the following general objective Determine the influence of the size of a Biodigester on the Efficiency and Production of Biogas from Organic Waste, having as a result that of the 49,307 tons of organic waste human 24% is useful matter that is 11,834 tons ; now of this percentage 80% is volatile mass that can generate biogas but only degrades the 60% that comes to be 5680 tons that is transformed into biogas considered to make four levels, which corresponds to process 10, 15, 20 and 25 kilograms of human organic waste with 40 liters of wastewater, obtaining that the most appropriate concentration generates the a3 level of 20/40 kg / l, this more naturally, at this level a generation of 643.5 liters of biogas was obtained, taking into a total cost that amounts to the sum of S /. 6,143.90 soles.

**Keywords:** Biodigester, Biogas, Efficiency, Organic Waste

## **I. INTRODUCCIÓN.**

### **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA**

#### **A NIVEL INTERNACIONAL:**

##### **México**

En el contexto internacional alcanza el doceavo lugar en las emisiones de bióxido de carbono por quemar derivados del petróleo, haciendo una totalidad de 416,26 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. El instituto nacional de estadística y geografía (INEGI) (2007- 2015), presentan resultados que indican el 40% del incremento en las emisiones de GEI (gas de efecto invernadero) durante este periodo, lo que significa una tasa media de crecimiento anual de 2.4%. Diferentes gobernantes en sus decretos plantearon por el año 97 “Kioto” que es un protocolo en conservación, este fue el inicio de cambios climáticos en la ONU. Por el 2005 se hizo oficial este protocolo en febrero, luego que cincuenta y cinco nacionalidades se sumen a unos 55.0% en las emanaciones, en la actualidad unos 116 países se añadieron a este protocolo, con lo que se quiere lograr una reducción de 5,2%(Biodigestores, 2011)

##### **Brasil**

**Los efectos invernaderos que se ocasionan por los animales roedores son el N<sub>2</sub>O** que se deriva del guano y el metano es lo que se fermenta por bacterias.

Según investigadores de pato biología” un ganado con un peso de 500kg eructa unos 200 a 250 L de gas metano”

En el mundo existen 1300 millones de bovinos, dentro de estos Sudamérica tiene 300 y Brasil unos 200 y argentina 50, todos logran producir la gran parte de GEI en esa área.

#### **A NIVEL NACIONAL:**

##### **San Martín**

Esta zona tiene características importantes una es la impulsión y priorización en desarrollar actividades agrícolas, ganaderas y las explotaciones forestales, esta producción genera restos de los que se aprovechan de manera adecuada en las zonas alejadas donde es difícil acceder a una fuente de energía. En estas zonas sería de mucha ayuda el poder utilizar los restos que excreten los animales para así obtener el bio-gas, por medio de bio-digestores y esto reducirá la cantidad de energía que se requiera.



En zonas urbanizadas cada día crece la demanda de energía mientras que en las alejadas es una necesidad, es de vital importancia que los gobiernos desarrollen alternativas de solución para contrarrestar la creciente demanda energética y que mejor el poder aprovechar esta materia prima que tiene un impacto casi nulo en las emanaciones de gases contaminantes.

#### **A NIVEL LOCAL:**

Actualmente los Biodigestores más utilizados para obtener Biogás a nivel doméstico son los del Tipo Manga, pero se desconoce cuál es la relación existente entre el tamaño del Biodigestor y la eficiencia y producción de Biogás.

Esto origina que existan Biodigestores sobredimensionados y que la producción de Biogás no sea la óptima.

### **1.2. TRABAJOS PREVIOS**

#### **A NIVEL INTERNACIONAL:**

##### **MEXICO**

(Arvizu & Jorge, 2003) bio-gas en un relleno sanitario sumando que si se suman todos se produciría energía eléctrica para satisfacer a una parte del consumo. (México)

Este informe analiza como producir diariamente en la población que botan sus residuos que sea orgánicos, durante el 2010 unas 84.200 Tn, de estas, unos 53% se lograron depositar en 51 en rellenos, que se ubican en las áreas metropolitanas y pocos en regiones cortas, lo que presenta un relleno sanitario de 16.279.000 Tn.

Si hubiera plantas generadoras de bio-gas producirían en 5 años unos 80MW de electricidad producto de basura que se confina y esto se incorporaría 16MW adicional con basura que se le agrega cada año, de esta manera en 10 años se tendría una capacidad de nos 400MW para poder introducirse al sistema conectado de ese país.

A medida del incremento poblacional y económico, un proyecto en monterrey de unos 8MW de bio-gas que producirá unos 40 millones de tn de CO<sub>2</sub> y terminaran incorporándolos al año a la capa atmosférica con problemas en el medio ambiente, unas 21 veces e efectos invernaderos que produce el CO<sub>2</sub> lo produce el metano.

Analizando este estudio para generar e. eléctrica por medio de residuos de materia orgánica nos damos cuenta que la oportunidad es propicia para atraer tecnologías limpias frescas e innovadoras al sector eléctrico en este caso la digestión anaeróbica, y por ultimo dar solución a una de las grandes problemáticas de la región los desechos.

## **CUBA**

Las biomasas en relación al procedimiento relacionado con investigaciones desarrollan alternativas en temas energéticos en zonas rurales, en Cuba se relaciona con lo que produce en energía el bio-gas y los bio-abonos por medio de los biodigestores, en terrenos agroenergéticos, estos van a producir alimentos y capacidad energética de manera integral. Estas técnicas se seleccionan en las construcciones de biodigestores que son de manera anaeróbica, con materiales que no necesitan una fabricación compleja y de fácil alcance.

De esta iniciativa se lograron reparar 69 elementos en áreas del campo en un centro de producción porcina, en granjas de sistema agropecuario, estos ocuparon unos 1665m<sup>3</sup> y su generación llegó a 600,060m<sup>3</sup> de bio-gas, esto se pudo utilizar en cocinas para preparar alimentos, para generar energía eléctrica y cocción de ladrillo, y unos 2601 de bio-abonos se emplearon en mejorar las 1830 hectáreas de terreno.

Este sistema tanto en dicho proyecto como en el mío se asemejan porque permite quitar los efectos contaminantes que expulsan los animales vacunos y porcinos, logrando generar mejoras ambientales, además nos muestra cuán importante es seleccionar tecnológicamente de manera propicia cada uno de los elementos productivos.

## **CHILE**

(Gajardo Alarcón, 2013)

Tuvo la misión de estudiar la generación de bio-gas en relación a temperaturas que tiene un biodigestor de procedencia china, que logre ser el adecuado para poder aplicarse en tecnologías chilenas ya que tiene mucha potencialidad para ser implementada.

De los biodigestores tomamos uno con capacidades de 10m<sup>3</sup>, los alimentamos 3 veces semanalmente con mezclas de 3:1 agua-estiércol, y lograron monitorear en 2 periodos, desde febrero a julio del 2011 y desde enero a agosto de 2012, al este se incorporó sensores para registrar las temperaturas y la humedad en la composición que se genera semanalmente.

Se logró obtener datos de unos 22°C, los análisis de 55 a 85% de CH<sub>4</sub> (metano) y de 16 a 35% de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono).

Estos niveles sirvieron de data para posteriores análisis y para referenciarlas en caso sea necesario.

## **MÉXICO**

(Javier André, 2010).

Los biodigestores anaerobios tienen sistemas para producir bio-gas partiendo de materias orgánicas. El realizo un diseño con la finalidad de que produzcan bio-gas para poder cocinar alimentos, puesto que no ha data de estos términos, lograron realizar evaluaciones de parámetros de estos biodigestores anaerobio continuo que se alimenta de estiércol de las vacas y el agua. Se realizó 3 experimentos.

En las 3 midieron temperaturas tanto adentro como la del ambiente, y en la última midieron PH, DQO y cuanta irradiación tenía el sol.

la mezcla diluida de materia prima en la 1 y 2 fue de 2:1 mientras que en la 3 fue de 3:1, las temperaturas de trabajo estaban entre 21 a 24 °C, PH 7.06 a 7.22 y las DQO 290ppm.

Estos valores demostraron estar en el rango óptimo para que pueda crecer las bacterias genéticas del metano.

Por otro lado, la irradiación del sol y las temperaturas en el ambiente no tuvieron influencia en el funcionamiento de este.

Según este proyecto nos da a entender que es necesario hacerle mediciones para poder tener un registro optimo y determinar si existen fugas o sobrecargas y así evitar cualquier inconveniente que se nos pueda presentar.

## **A NIVEL NACIONAL:**

### **CUSCO**

(MARTI HERRERA, 2009-2010)

“Mejoramiento del comportamiento térmico de un biodigestor” (Cusco)

El objetivo de esta investigación es poder desarrollar investigaciones en los periodos comprendidos en febrero y octubre con el apoyo de la UPC, y de gran parte de los pobladores de esta región que se dedica a actividades agrícolas y pecuarias.

Las excretas de animales los utilizan para poder ser utilizados como combustibles para cocer alimentos.

Estas conversiones anaeróbicas de las excretas permitirán producir combustibles más limpios y de esta manera los restos utilizarlos como abonos naturales, el biol por otro lado se usa mucho en estas áreas donde el cultivo es la fuente de su economía.

En esta investigación la data se llevó a cabo por medio de un experimento en este proyecto, así como las propuestas de mejora nos sirven para que nuestra investigación llegue a prototipar elementos que sean eficientes y de fácil acceso para el desarrollo del biodigestor en toda la zona.

### **A NIVEL LOCAL:**

La ONG Diaconía y el IICA se logró desarrollar proyectos con biodigestores planteado como alternativas para que las familias lo puedan usar como fuente energética en hogares y como protegerlos de la tala de árboles ya que en la zona de Santacruz- Cajamarca utilizan la leña para cocer alimentos, con esta una inversión de unos 500,000 soles se pretende lograr que 80 hogares sean beneficiados en la región de Chanca Baños, Pulan, Esperanza y Andabamba, por medio de biodigestores instalados en sus tierras.

Este proyecto llegara su fin en agosto y su finalidad es que los pobladores logren cocer alimentos de manera natural y no utilicen la leña, con esto se lograra eliminar el humo y consigo las consecuencias al respirarlos.

Esta región por lo menos unos 90% de los pobladores cocen sus alimentos con lo que extraen de los bosques.

Este proyecto plantea que los equipos sean de 8.5 m<sup>3</sup> donde se verterán 20kg de excretas en por lo menos 4h de bio-gas para cocer y producirán por lo menos 80l de biol cada día. Lo que permite aumentar la producción de siembra, mejorarla salud y sus viviendas reemplazando la fuente energética tradicional. Y esto evita que al colocarlo en la intemperie emanen gases tóxicos.

## **1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

### **1.3.1 Biodigestor**

Es un centro para generar bio-gas, biol y abonos orgánicos, por medio de los procesos anaeróbicos que descomponen la materia para poder hacer la generación al fermentarse, esta se constituye por desperdicios del agro, excretas de animales y humanos, etc., como nos indica es la forma de digerir la materia, posterior a eso

obtenemos el gas producto de esa descomposición bacteriana y los restos son los abonos naturales. (Producción de biogás con fines energéticos. De lo histórico a lo estratégico, 2006)

Para Cueva es:

La producción de gas y otros de manera anaerobiana al realizar proceso donde se fermenta la materia orgánica, es de mucha utilidad para las zonas alejadas donde el uso de una fuente energética es limitada y esto es una solución para contrarrestar el cambio climático producto de la tala de árboles. (2012, p. 12).

### **Tipos de biodigestores**

Se dividen en 3 clases:

#### **1. Por cómo se alimentan**

##### **a• De fermentación continua.**

Al momento que la digestión empieza y produce el gas, al cierto tiempo de colocar una carga de inicio, se añaden las materias de manera continua al elemento de biodigestor y la afluencia hace descargas de manera continua en las mismas dosis que ingresa la materia. Por esto se fermenta de manera consecuyente y hace que produzca de manera uniforme el biogás y facilidad para controlarla. (Producción de biogás con fines energéticos. De lo histórico a lo estratégico, 2006).

##### **b• De fermentación semicontinua**

En las cargas número 1 se le añade grandes cantidades de materiales, a medida que empieza a disminuir se gradúa por medio de como rinde el biogás, se ira añadiendo nuevos residuos y así al descargarlo gradualmente a mismas cantidades.

##### **c• De fermentación discontinua o por lotes**

Estos biodigestores se colman con residuos de una sola vez, a medida de como rinde el biogás hace una decreción por debajo de los niveles para posterior hacerse fermentar y al momento que se vacía completamente se le añade otra vez.

#### **2. Por la temperatura**

##### **a• Fermentar de manera termófila**

En este método se utilizará para quitar excretas del hombre y otros restos para mejorar las características y desinfectarlas.

**b• Fermentar de manera mesófila**

En este método para poder fermentar es necesarias temperaturas menores a comparación con la mesolítica, se descompone de las cargas que se añades, es más lento, pero tienen mejores beneficios

**• Fermentaciones psicrófilas o a temperaturas ambientes**

Las temperaturas para poder fermentarse cambian a manera que las condiciones de la atmosfera, es por ello que la rendición del biogás variará a media que cambia las estaciones, y s ventaja es que no es necesario mucho presupuesto

**3. Por las fermentaciones**

**a• Fermentar de 1 sola etapa**

Esto se lleva por medios depósitos para fermentar y el nombre por qué lleva estructuras simples, económicamente viables y fáciles de operar.

**b• Fermenta de 2 a más**

Este tiene más de 1 depósito para fermentar, los materiales que se le añaden en primer lugar se degradan y hacen a producción del biogás, lo que fluye de esta etapa 1 vuelve a otro procedimiento del digestor, es por ello que los biodigestores se construyen para varias etapas.

Se consideran múltiples y su característica es un prolongado tiempo para retener, se descompone la materia de manera óptima, pero necesita un presupuesto alto para invertir.

### b.1 Procesos para fermentar en 2 fases.

Esto es diseñado en 1 fase para ver su nivel de PH y otra de formación de CH<sub>4</sub>. (Tellez, 2008).

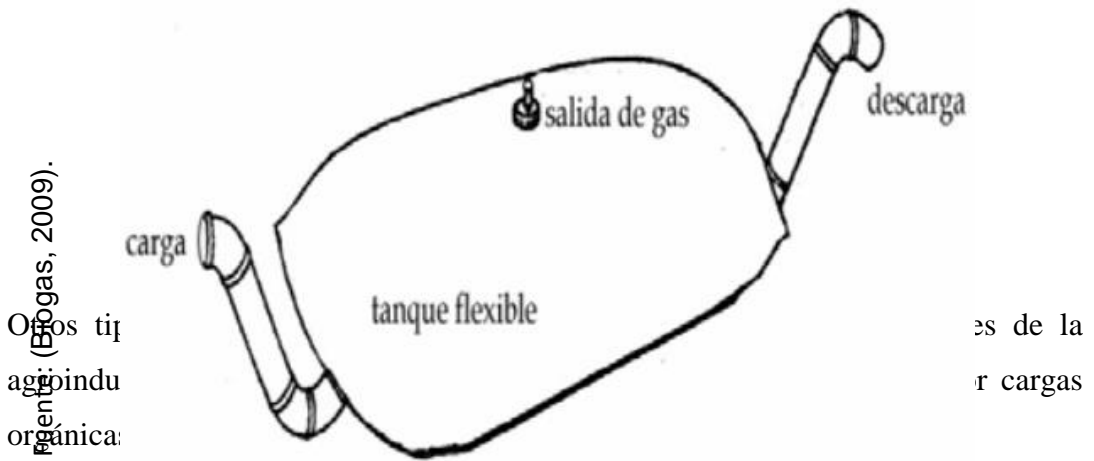
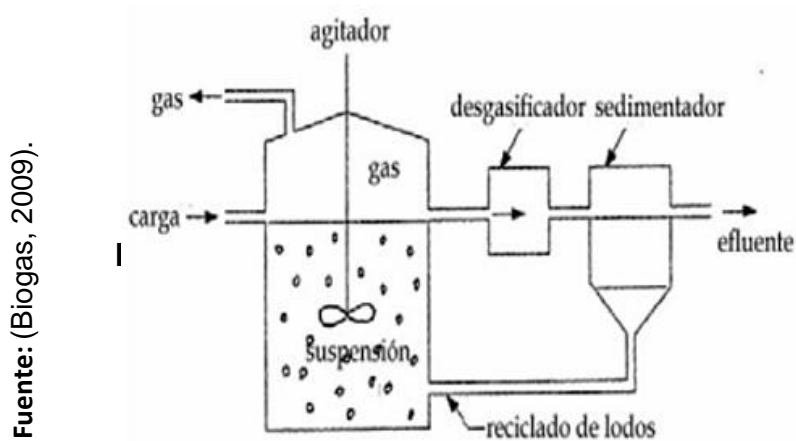


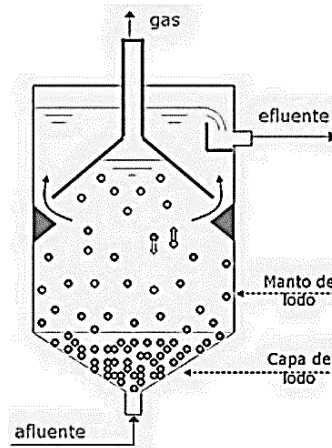
Figura 4



RAFA permiten hacer tratamientos de la parte agroindustrial y de esa misma manera al agua que tiene restos orgánicos. (Tomas, 2009)

**Figura 5**

Fuente: (Biogas, 2009).

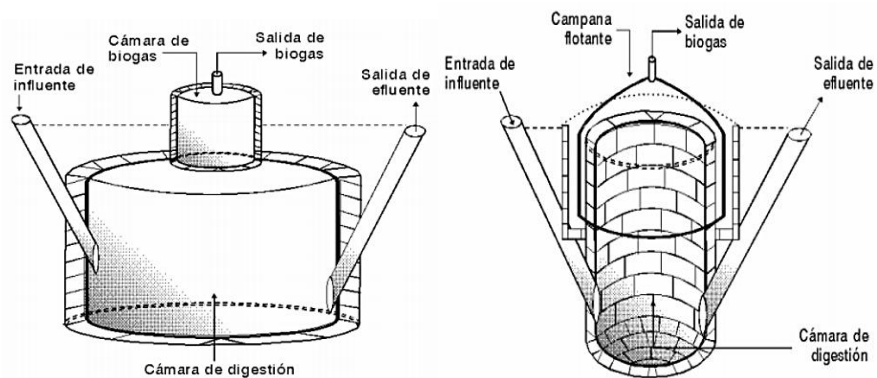


### Reactor UASB

El reactor de cúpula fija y móvil, que son recomendables por ser sencillo sus elementos para ser construidos y se utiliza en granjas que produce biogás su propio consumo. (Biogas, 2009).

**Figura 6**

Fuente: (Biogas, 2009).



### Reactor de cúpula fija (izquierda) y de cúpula móvil (derecha)

### ¿Cómo funciona un biodigestor?

La elaboración de un Biodigestor. Todo digestor necesita de materia para poder procesarla en su interior es como asemejarlo a los animales, donde necesitan cuidado así mismo necesita



los digestores, a nivel mundial encontramos diferentes biodigestores, pero tienen diferencias que son lo que uno les agrega para que pueda hacer esa reacción química y pueda producir el biogás.

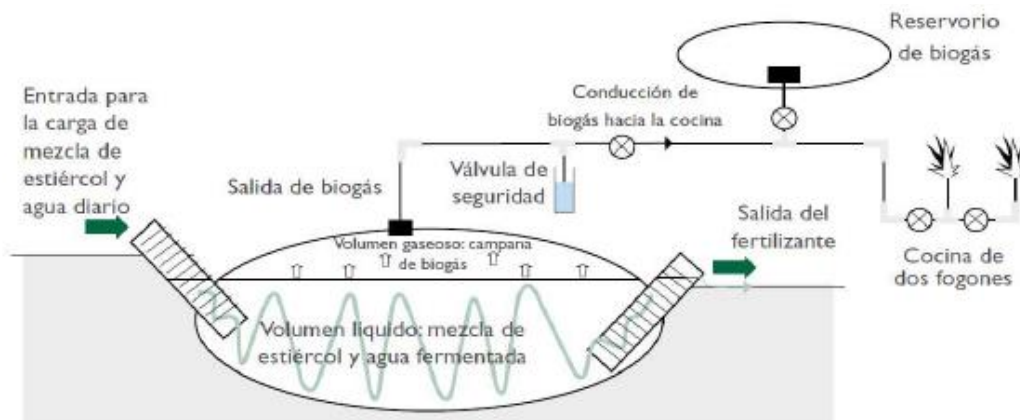
Un biodigestor cuenta con 2 cavidades, una es donde ingresa los restos que coloquemos y la otra por donde deposita los residuos propios de materia sólida que ya no contiene gas para poder extraerla.

Depende de la cantidad que se le agregue al biodigestor de residuos con una mezcla de agua, de igual manera tendrá un volumen de salida que se aprovechará para abonos orgánicos, estos se instalan en zanjas y en el área donde se colocaran los restos esto se coloca en una posición mirando al horizonte con un desboque para que pueda salir los restos sólidos.

También se utilizan mangas de PVC para que sea más ligero al transportarlo, se puede colocar sobre plataformas de paja para conservar una temperatura mayor, al llegarle la radiación la aprovecha rápidamente, los otros tipos que los hacen de cemento y otros materiales no cuentan con estos beneficios.

Dentro de un biodigestor los excretos se movilizan en varios lados, y al añadirle nueva materia el exceso se va hacia la otra parte.

**Figura N° 07**



### **1.3.2. ¿Qué es el biogás?**

Es la combinación de gases, siendo los principales el CH<sub>4</sub> o metano el CO<sub>2</sub> o Dióxido de carbono, esta es la formación de más materias orgánicas al pasar un proceso de descomposición por falta del O<sub>2</sub>, o en un caso anaeróbico.

En estado natural encontraremos este proceso en lagunas estancadas, o por otro lado en sedimentos del mar, o en el estómago de los que rumean. Esta burbuja que se eleva o varias de ellas ya sea provenientes del mar o de algún animal ovino o una vaca es también un gas, pero existe un responsable de que eso se transforme y es un conjunto de micro organismos a sean bacteria u hongos.

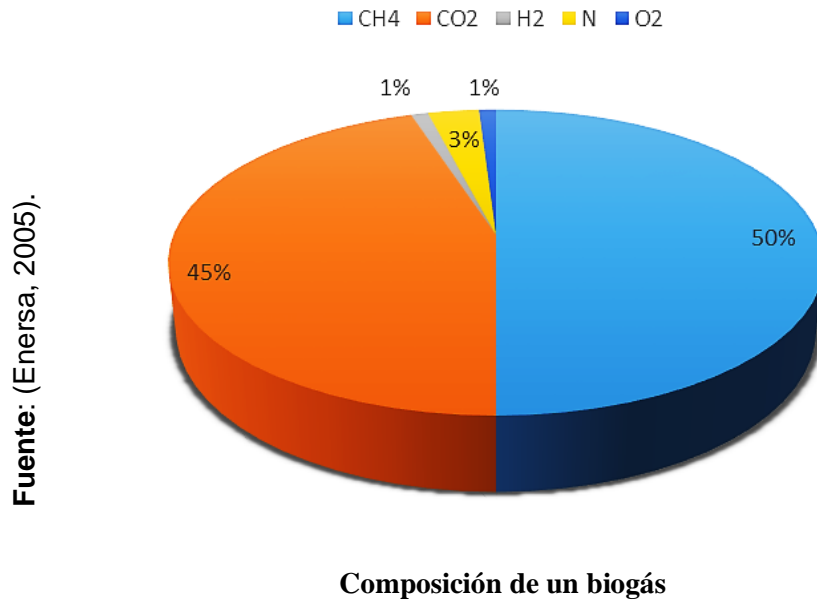
En el mercado encontramos distintos usos de estos micro organismos por ejemplo en vinos, chichas, cervezas, quesos, yogurts, levaduras, compostaje, y otros, de ese mismo modo podemos tener elementos que hagan esa fermentación para producir un gas en recipientes cerrados que los llamamos biodigestores.

### **Composicion del biogás.**

El gas esta compuesto por, el metano y el (CO<sub>2</sub>). Pero eso va a depender según sea lo que se desee obtener y la composicion la detallaremos:

- Metano (CH<sub>4</sub>): 40 - 70% del volumen
- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>): 30 - 60 del volumen
- Hidrógeno (H<sub>2</sub>): 0 -1% del volumen
- Nitrógeno
- Sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S): 0 - 3% del volumen
- Ácido sulfhídrico

**Figura 08**



## COMO SE UTILIZA EL BIO GAS

En prototipos pequeños, se utiliza para cocinas de gas pero también para iluminar ambientes, calentadores de hogar, para reemplazar la nafta en morotes y para sistemas de bombeo. (Veeken y Hamerlers, 2000).

### Ventajas del Biogás.

- Producirlo trae ventajas en rentabilidad.
- Producirlo y elaborarlo tiene mejores impactos con el medio ambiente.
- Se cumplen con los requerimientos internacionales para alternativas energéticas EPA
- Se emplean de manera pura o combinada con algún combustible fósil.
- Mejora al combustionar y es visible una reducción de la humareda en unos 30% en cualquier de las mezclas vemos esa reducción. Otras emisiones como CO<sub>2</sub> y ciertas partes productos de la combustión incompleta eso mejora de manera significativa la función del catalizador.

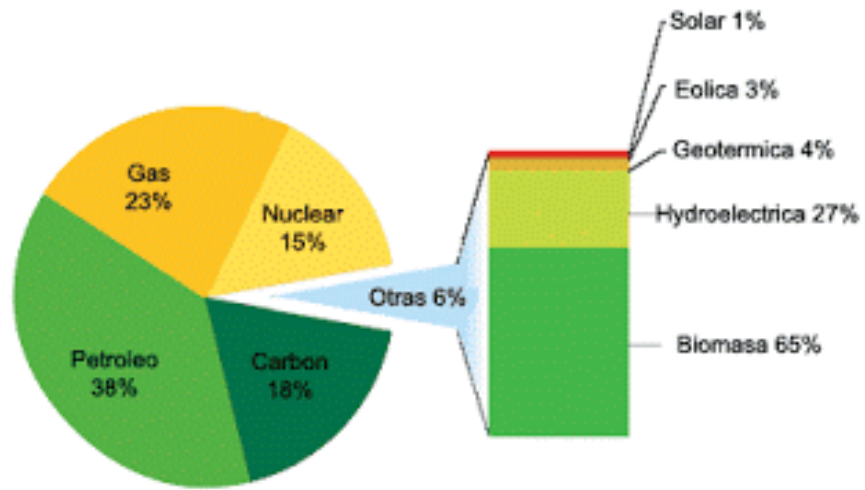
- Al existir fugas y ser contaminadas con lagos o ríos tienen como resultado una menor contaminación del medio ambiente.
- Tienen una degradación mucho mayor a los de derivación fósil.
- Al combustionar generara menores componentes que son fatales para la salud en comparación con otros.
- Irrita menos la piel de humanos.
- Aumenta el performance y cuida el motor al actuar como lubricante.
- Al trasportarlo y almacenarlo se tiene mayor seguridad ante una fuga en comparación de otros derivados del petróleo. (Tomas, 2009)
- Mirándolo desde la economía, estos forman una constitución alterna para las áreas agrícolas.
- Al reducirse las emanaciones de efectos invernaderos en la capa atmosférica es muy favorable para mitigar el efecto invernadero.
- Evita los gases sulfurosos producidos por los motores y con un buen impacto al medio ambiente. (Tomas, 2009).

#### Desventajas.

- De economía factible.
- Al generar viene a ser un coproductor para purificar técnicamente es factible en gran escala
- Tiene dificultad al fluir en temperaturas inferiores a 0°C.
- Se oxida de manera rápidamente con periodos menores a 6 meses.
- Solvencia elevada.
- Se debe limpiar con elementos que provienen de Gasol porque se pueden obstruir los ductos de gas.

Figura 09

Fuente: (Biogas, 2009).



Porcentaje de energías que se usan en el mundo

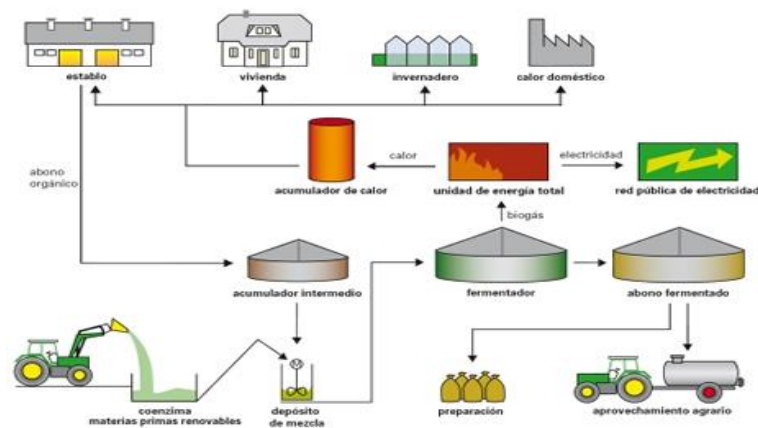
### El proceso para obtener biogás

Tenemos cinco etapas:

- ✓ Obtención de restos.
- ✓ Descomposiciones anaerobias.
- ✓ Almacenaje y filtraciones.
- ✓ Compostajes
- ✓ Generaciones de energías

Figura 10

Fuente: (Biogas, 2009).



- Esquema del proceso de producción de biogás.

## **Parámetros de operación**

- ✓ Temperaturas. Se puede operar en parámetros psicrófilico en tornos a los 35°C o termófilico con temperaturas superiores a los 55°C.
- ✓ Agitaciones. Tiene la funcionalidad de tipo tipológica ya que estos reactores deben transferir al sistema niveles energéticos necesarios para que favorezcan las transferencias de sustratos a las colonias de bacterias.
- ✓ Tiempos en retenciones. Los cocientes de los volúmenes y caudales de los tratamientos, tiene mucha influencia las acciones de micro organismos dentro del digestor
- ✓ Velocidades en cargas orgánicas. OLR. Determina cantidades en residuos orgánicos que introducen en unidades de volumen/tiempo, estos valores están implícitamente centrados en los afluentes elevan tiempo en las retenciones. El aumento de OLR determina cuanto se reduce al momento que produce el biogás por unidades de residuos orgánicos que se introducen, determinando los valores óptimos tanto en la técnica y económica para instarlos. (Silva, 2008):

## **Potencial y rendimiento**

Al producir el metano o el gas obtendremos restos según se determine la potencia al producir en plena carga y cuanto de tiempo se retiene, las velocidades en cargas orgánicas, temperaturas de operacionalita y la aparición de inhibidores (Silva, 2008).

### **Acondicionamientos de los sustratos previos a producir bio gas.**

Anterior a colocar los restos de materia orgánica dentro del digestor debemos tener en cuenta que el pre calentamiento es distinto con el fin de que esto se introduzca los restos homogéneos posibles, con esta condición y otras fisicoquímicas de manera adecuada a estos procesos se someten algunos componentes que ataque al biodigestor. (Silva, 2008).

Figura 11



### Gestion y uso de los residuos organicos para generar biogas

#### Presión

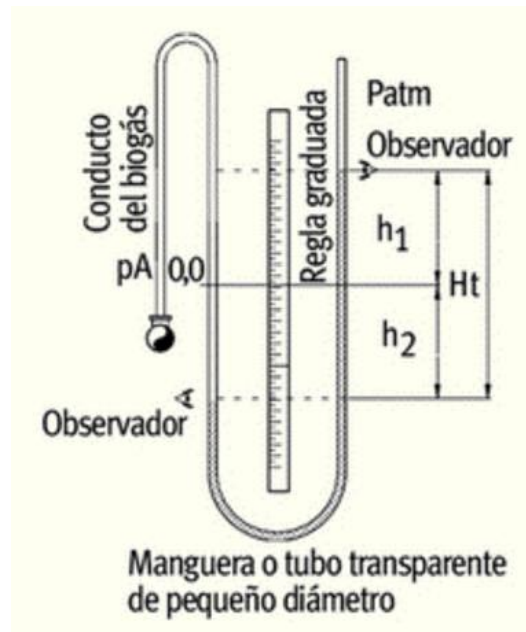
Se determina como la fuerza ejercida por un elemento en cualquier estado sobre un área. La unidad con que se mide la presión es el pascal (Pa) y está definido por  $N/m^2$ . Para efectos prácticos, debido que un Pascal es una presión muy reducida, se emplean otras unidades como el bar ( $10^5$  Pa), el PSI (6894,76 Pa), mH<sub>2</sub>O (9807 Pa)

Para entender a qué presiones se somete nuestro digester debemos tener elemento de medición como un manómetro, en un centro de generación esas presiones son bajo a 1.5m y el chorro de agua es de  $0.15kg/cm^s$  y los elaboran de manera artesanal los mismos usuarios con elementos de fácil acceso como mangueras transparentes pequeñas, el apoyarse sobre tablas verticales para que permitan la observación del agua dentro de ella, las superficies de los lados que se contactan con el biogás y estas ejercen presión, en un inicio es 1 atm en ambos lados pero a medida que la altura varia  $h_1$  y baja a  $h_2$ .

Por esta manera mediremos en ambas presiones  $p_A = (h_1+h_2) = H_t$ .

Figura 12

Fuente: Guardado Chacón



Manómetro de tubo U

### Volumen

Se define como espacios que ocupan los cuerpos, en el tema de gases, estos tienden a ocupar todo el espacio disponible. La unidad con que se mide el volumen en el SI= $m^3$

## 1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la Influencia del Tamaño de un Biodigestor Sobre la Eficiencia y Producción de Biogás a Partir de Desechos Orgánicos?

## 1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

### Justificación Tecnológica

Este proyecto tiene justificación en que se analizará las características de un Biodigestor tipo manga, específicamente su tamaño y la influencia con su eficiencia y producción de biogás.

### Justificación Económica:

Es importante puesto que el determinar el tamaño exacto de un Biodigestor tipo Manga, permitirá el uso correcto de los materiales para su construcción, impidiendo que se malgaste material innecesariamente.

### Justificación Social:

El contar con un Biodigestor dimensionado adecuadamente permitirá que las familias que lo utilicen queden satisfechas con el funcionamiento.

### Justificación Ambiental



Al tener un biodigestor correctamente dimensionado, permitirá aprovechar eficientemente el biogás, lo cual no contaminará el medio ambiente.

## **1.6. HIPÓTESIS**

El Tamaño de un Biodigestor nos permite conocer que a más concentración de desechos orgánicos esto afectara la eficiencia y producción de biogás.

## **1.7. OBJETIVOS.**

### **1.7.1 General:**

Discernir la influencia del tamaño de un Biodigestor Sobre la Eficiencia y Producción de Biogás a Partir de Desechos Orgánicos.

### **1.7.2 Específicos**

- Determinar la concentración de desechos orgánicos para la producción y almacenaje de biogás en los pozos de oxidación de la ciudad de Cajamarca.
- Diseñar un biodigestor para la generación y almacenaje de biogás a partir de materia orgánica.
- Identificar la influencia del tamaño de un Biodigestor Sobre la Eficiencia y Producción de Biogás a Partir de Desechos Orgánicos

## **II. MÉTODO.**

### **2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

**No experimental.** - puesto que estas investigaciones a realizar no propician la variación de estas variables y donde podemos ver los contextos claros. Esto porque al ser una investigación de pre grado cuenta con elementos económicos limitados.

### **2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN.**

#### **2.2.1. Variables.**

##### **Variable independiente. -**

Tamaño del Biodigestor tipo Manga

##### **Variable dependiente. -**

Eficiencia y Producción de Biogás

### 2.2.2. Operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p><b>Variable Dependiente:</b> Eficiencia y Producción de Biogás</p>	<p>“La Eficiencia de un Biodigestor es la capacidad para producir Biogás a partir de material orgánico”. (Navarro y otros, 2015, p.25)</p>	<p>Se obtiene conociendo la producción de biogás y la materia orgánica que utiliza</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia</li> <li>• Capacidad (m<sup>3</sup>)</li> </ul>	<p>Razón</p>
<p><b>Variable Independiente:</b> Tamaño del Biodigestor</p>	<p>“Son las dimensiones con las que ha sido construido un Biodigestor tipo Manga”. (Inda, 2016, p.27)</p>	<p>Son las medidas con las que cuenta el Biodigestor tipo Manga</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud (m)</li> </ul>	<p>Razón</p>

## **2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1. Objeto de análisis (OA).-.**

Es la Eficiencia y Producción de Biogás en un Biodigestor y su relación con su tamaño.

### **2.3.2. Población (N).-.**

La Población, está conformado por un Biodigestor.

### **2.3.3. Muestra (n).-.**

La Muestra es poblacional, por lo que está conformado por Biodigestor.

## **2.4. ACCIONES Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

### **2.4.1 Técnicas**

De manera que reuniremos datos de diferentes autores, profesionales, etc. Que contribuyan al desarrollo de esto.

I. **Observacional:** determinaremos cómo se comporta un biodigestor y la capacidad para producir Biogás.

### **2.4.2 Instrumentos**

Estos serán métodos para que se pueda obtener la data en ciertas variables que tendremos.

- **Guía de Observación:** (ver Anexo 01).
- **Ficha de Recolección de Datos:** (ver Anexo 02).

### **2.4.3 Validez y Confiabilidad**

Los datos los revisaran personas entendidas en la materia y con su amplia experiencia puedan darnos críticas para poder mejorar y sea de manera confiable y válida para no alterar los resultados.

## **2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

Utilizaremos métodos estadísticos que describiendo los métodos para obtener instrumentos. Analizando de manera descriptivos que nos aportan el saber cómo se comportan de manera variables y las limitan en el uso de maneras descriptivas.

## **2.6. ASPECTOS ÉTICOS**

De manera ética este proyecto no a incurrido en ninguna norma ilegal que pueda incluir a autores y tome sus fragmentos para hacerlos pasar por los míos, estos se citaron de manera correcta y no se alteraron los resultados obtenidos por esta investigación, se respetó todas las privacidades y lo hice de manera honesta y ética

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Discernir la concentración de desechos orgánicos para la producción de biogás a partir de residuos orgánicos recaudados de los pozos de oxidación de la ciudad de Cajamarca.

Los datos recaudados para esta investigación se dieron en las siguientes cantidades:

% Masa Seca = 5% - 24%

% Masa Volátil = 80% - 95%

Porcentaje de degradación = 60% - 72%

Producción específica de biogás = 900 – 1200 m<sup>3</sup>/t MV

Considerando que la descomposición de la materia orgánica es factible y de buena producción y hallando la cantidad de biogás que se puede almacenar y generar tenemos como resultado los siguientes datos:

Peso de materia orgánica = 49307.2 tn de esta cantidad solo la parte fecal o sólida es un 24% tendremos:

$$49307.2 \times \frac{24}{100} := 11833.728 \text{ t} := 11833728 \text{ kg}$$

Las tazas inorgánicas representan un 5% que es la humedad, entonces restando esto nos queda:

$$11833.7 \times \frac{80}{100} := 9466.9824 \text{ t} := 9466982.4 \text{ kg}$$

Teniendo en cuenta la parte que no se degrada es un 28%, calculamos la parte que se degrada.

$$9466.98 \times \frac{60}{100} := 5680.1894 \text{ t} := 5680189.44 \text{ kg}$$

Entonces 5680 Tn es el volumen de materia orgánica que generara la producción de biogás, esta cantidad multiplicamos por la capacidad específica de biogás por tonelada de materia seca tendremos:

El proyecto se desarrolló en la ciudad de Cajamarca en las pozas de oxidación ubicada a 853 km en el Perú a una altitud de 2750 msnm teniendo como coordenadas UTM G84 776739 y 9207649, como está indicado en el plano de ubicación del anexo II; la zona donde se desarrolla la investigación, las lagunas de oxidación denominadas así a las infraestructuras que contiene la materia de estudio, dicha infraestructura está conformado por 6 pozos, donde se almacenan y se tratan las aguas residuales (actualmente inoperativas), estas infraestructuras deben almacenar como mínimo las aguas residuales de 246536 domicilios instalados al alcantarillado.

Figura de pozas



Lagunas de oxidación Cajamarca

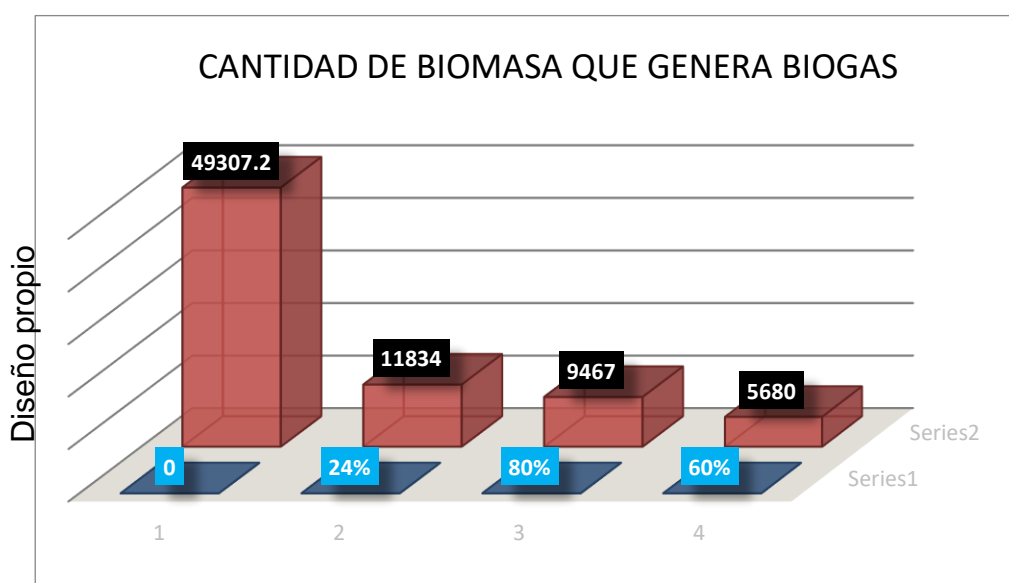
Conocido la cantidad de usuarios se ha sacado un promedio de 0.2 kg de materia orgánica diario por humano.

Llegando a concluir que producen 49307 (tn) toneladas de materia orgánica de humanos; entonces el 24% es masa que servirá para la producción de biogás, de este porcentaje calculamos para hallar la cantidad de materia orgánica volátil que puede generar biogás.

Siendo esta la cantidad de 4856 toneladas, dicha cantidad multiplicada por la producción específica esta misma cantidad que esta entre 900 – 1200 m<sup>3</sup>/t que es de una masa volátil (MV) que generaría biogás; la cantidad mínima de masa volátil (MV) para este proyecto se consideró 900 m<sup>3</sup>/t

Obteniendo el resultado de 4370.900 m<sup>3</sup> de biogás al día.

**Figura N° 13**



### **Concentración de los desechos orgánicos para producir biogás**

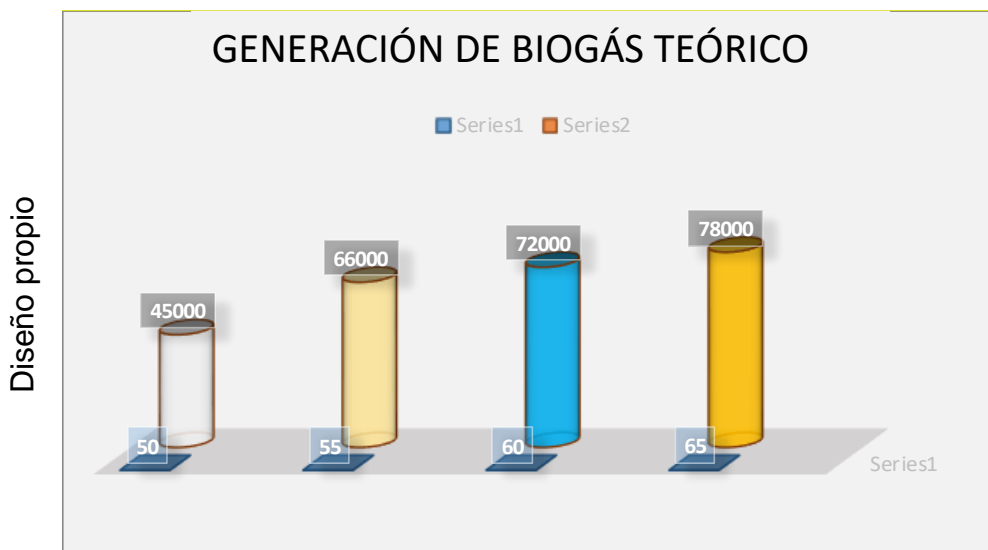
**Interpretación:** La figura N° 13 grafico muestra que la cantidad de 11.834 toneladas, de esta capacidad el 24 % de masa útil con respecto a los desechos orgánicos que es 49,307 toneladas; ahora de este porcentaje el 80% es masa volátil que puede generar biogás sin embargo solo se degrada el 60% que viene a ser 5680 toneladas que se transforma en biogás.

### 3.2 Diseñar un biodigestor para la generación de biogás partir de desechos orgánicos humanos.

#### **Dimensionamiento de la carga.**

El nivel de la carga se realizó usando los siguientes cálculos, la acumulación del biogás se realizó calculando los espacios disponibles, las diferentes cantidades de materia orgánica 10, 15, 20,25 kilogramos de masa se realizaron con 40 litros, a los equipos de prueba se acoplo un bidón para el almacenaje y filtro del biogás por variar las cantidades de muestra, teniendo un depósito adicional para almacenar el biogás. La figura N° 14 nos indica las cantidades.

**Figura N° 14**



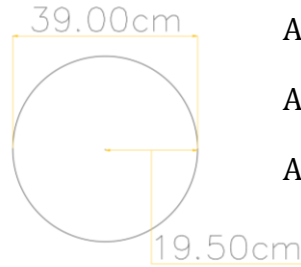
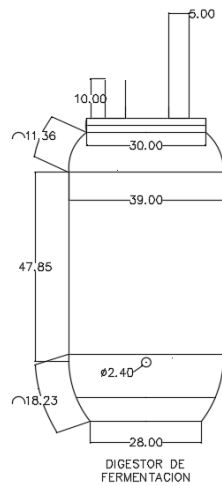
Capacidad del biodigestor conforme a diseño

#### **Determinación de carga según los niveles a evaluar.**

Se consideró hacer pruebas de 4 niveles, que puedan procesar la cantidad de 25,20,15,10 kilogramos de masa orgánica, con una cantidad de 40 litros, dando como conclusión que la mezcla más efectiva es la del nivel a3 de 20/40 kg/l, esto sin ninguna intervención mecánica, la concentración en este nivel se obtuvo la mayor concentración de biogás 643.5 litros, sin tener que agitarlo, la prueba que se izó con la cantidad de 25/40 kg/l se necesitó agitar el contenido cada cierto periodo para reactivar la concentración del biogás..



**a. Formula para la capacidad del biodigetor**



**Área Base**

$$A_B = \pi \times r^2$$

$$A_B = 3.1416 \times 19.5^2$$

$$A_B = 3.1416 \times 380.25$$

$$A_B = 1075.21 \text{ cm}^2$$

$$A_B = 1075.21 \text{ cm}^2$$

**Volumen**

$$V = \pi \times r^2 \times h$$

$$V = 13.14 \times 19.5^2 \times 74$$

$$V = 3.14 \times 380.25 \times 74$$

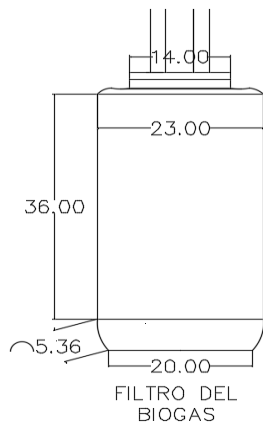
$$V = 88354.89 \text{ cm}^3$$

**Litros**

$$88354 \times \left( \frac{1 \text{ Litro}}{1000 \text{ cm}^3} \right)$$

$$= 88.35 \text{ Litros,}$$

**b. Formula para hallar la cantidad del filtro donde se almacenara el biogás**



### Volumen

$$V = (\pi * r^2 * h)$$

$$V = (3.14 * 11.5^2 \text{cm} * 42 \text{cm})$$

$$V = 17441.13 \text{ cm}^3$$

### Litros

$$17441.13 \times \left( \frac{1 \text{ Litro}}{1000 \text{cm}^3} \right) = 17.44 \text{ Litros,}$$

### 3.1.1 volumen de la capacidad de los tanques biodigestores para las siguientes muestras.

#### 1. Nivel "a1"

La primera muestra es de 10/40 kg/l; analizaremos 10 kg de materia orgánica (recolectada de los pozos de oxidación) mezclado con 40 litros de aguas grises, nos dará una cantidad de 50 kilogramos o litros.

#### Capacidad de la carga

$$V = (\pi * r^2 * h)$$

$$V = (3.14 * 19.5^2 \text{cm} * 50 \text{cm})$$

$$V = (59699.25 \text{ cm}^3)$$

#### Litros

$$59699 \text{ cm}^3 \times \left( \frac{1 \text{ Litro}}{1000 \text{cm}^3} \right)$$

$$= 59.70 \text{ Litros.}$$

## 2. Nivel "a2"

La segunda muestra es de 15/40 kg/l; analizaremos 15 kg de materia orgánica (recolectada de los pozos de oxidación) mezclado con 40 litros de aguas grises, nos dará una cantidad de 55 kilogramos o litros.

### Capacidad de la carga

$$V = (\pi * r^2 * h)$$

$$V = (3.14 * 19.5^2 \text{cm} * 55 \text{cm})$$

$$V = (65669.175 \text{ cm}^3)$$

### Litros

$$59699 \text{ cm}^3 \times \left( \frac{1 \text{ Litro}}{1000 \text{cm}^3} \right) \\ = 65.67 \text{ Litros.}$$

## 3. Nivel "a3"

La tercera muestra es de 20/40 kg/l; analizaremos 20 kg de materia orgánica (recolectada de los pozos de oxidación) mezclado con 40 litros de aguas grises, nos dará una cantidad de 60 kilogramos o litros.

### Capacidad de la carga

$$V = (\pi * r^2 * h)$$

$$V = (3.14 * 19.5^2 \text{cm} * 60 \text{cm})$$

$$V = (71639.1 \text{ cm}^3)$$

### Litros

$$71639.1 \text{ cm}^3 \times \left( \frac{1 \text{ Litro}}{1000 \text{cm}^3} \right) \\ = 71.65 \text{ Litros.}$$

#### 4. Nivel “a4”

La cuarta muestra es de 25/40 kg/l; analizaremos 25 kg de materia orgánica (recolectada de los pozos de oxidación) mezclado con 40 litros de aguas grises, nos dará una cantidad de 65 kilogramos o litros.

#### Capacidad de la carga.

$$V = (\pi * r^2 * h)$$

$$V = (3.14 * 19.5^2 \text{cm} * 65 \text{cm})$$

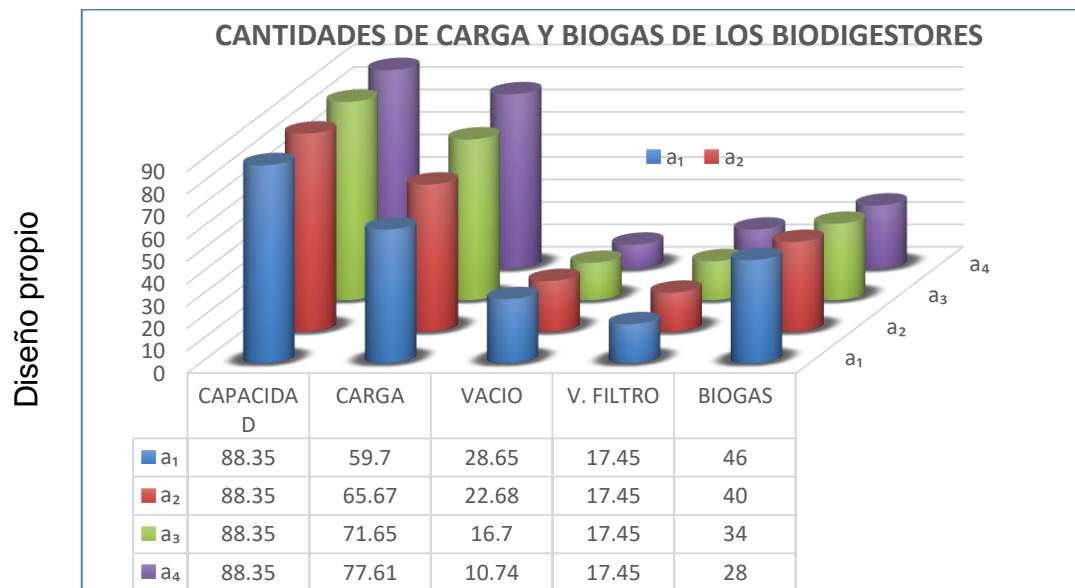
$$V = 77609.025 \text{ cm}^3$$

#### Litros

$$77609.025 \text{ cm}^3 \times \left( \frac{1 \text{ Litro}}{1000 \text{ cm}^3} \right)$$

$$= 77.61 \text{ Litros.}$$

Figura N° 15



#### Volumen de capacidades y carga de los biodigestores

En el siguiente grafico se dan los datos de los volúmenes de la capacidad de cada biodigestor, donde la capacidad de los biodigestores es de 88 litros, la cantidad de la carga de la materia orgánica con la capacidad de muestra, el lugar de reserva para el almacenaje de biogás, capacidad del filtro y espacio para el almacenaje del biogás.

### 3.3 Identificar la influencia del tamaño de un Biodigestor Sobre la Eficiencia y Producción de Biogás a Partir de Desechos Orgánicos

#### CONCENTRACIÓN POR NIVELES

VARIABLE INDEPENDIENTE	NIVEL
Concentración de materia orgánica obtenida de los pozos de oxidación	a1
	a2
	a3
	a4
VARIABLE DEPENDIENTE	MEDIDA
Generación de biogás	cm3

Diseño propio

#### MUESTRAS POR NIVELES

Niveles de factor A			
a1	a2	a3	a4

Diseño propio

Leyenda.

**Factor A:** diferencia de la cantidad de la concentración de desperdicios humanos en aguas grises.

a1: 10 kg

a3: 20 kg

a2: 15 kg

a4: 25 kg

**Factor B:** volumen de aguas grises.

b1: 40 Litros

**Base de diseño**

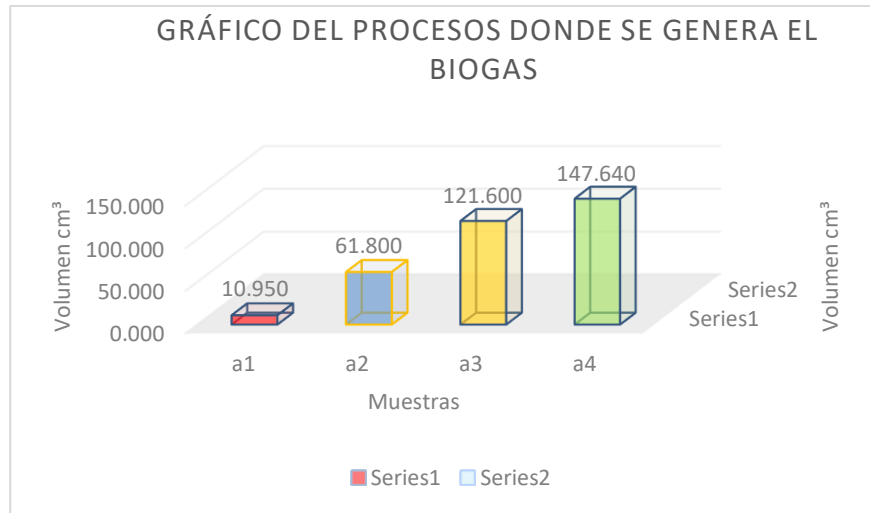
Diseño propio					
variable independiente		Factor A Desechos de materia orgánica			
		a1	a2	a3	a4
factor B agua grises	b1	a1b1	a2b2	a2b3	a4b4

Cuadro matriz de evaluación

En las diferentes pruebas en las que se realizaron para la obtención de biogás en los biodigestores a plena carga fue la siguiente: en la primera prueba al noveno día de haber llenado el biodigestor inicia la fermentación teniendo la capacidad máxima de 25.96 litros desde el día 18 hasta el día 37; en la segunda prueba a2 quinto día de haber llenado el biodigestor inicia la fermentación teniendo la capacidad máxima de 456.6 metros cúbicos desde el día 16 hasta el día 43 donde la generación de biogás empieza a disminuir hasta los 73 días; en la tercera prueba a3 al quinto día de haber llenado el biodigestor inicia la fermentación teniendo la capacidad máxima de 7078 metros cúbicos desde el día 15 hasta el día 54, donde la producción de biogás disminuye hasta los 73 días; en la cuarta prueba a4 una vez llenado el biodigestor inicia la fermentación teniendo la capacidad máxima de 7642 metros cúbicos desde el día 15 hasta el día 58 donde la producción de biogás disminuye donde se tuvo que agitar todos los días para aumentar su producción hasta los 113 días; en las investigaciones en las diferentes pruebas hechas concluimos que la temperatura es un factor importante porque en los días que hubo más calor la generación de biogás aumento a diferencia de los días que hacia menos calor, determinando que el calor es importe para la separación y descomposición de la materia orgánica.

**Figura N° 16**

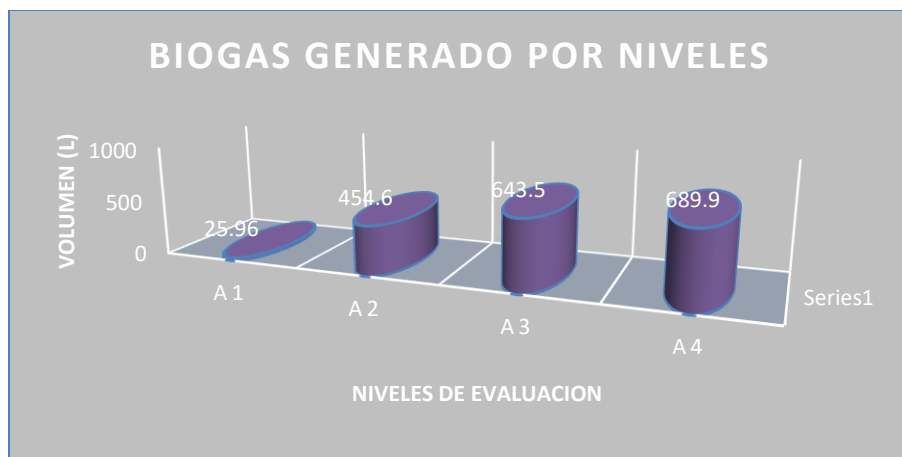
Generación Propia



**Resumen generación de biogás por muestras**

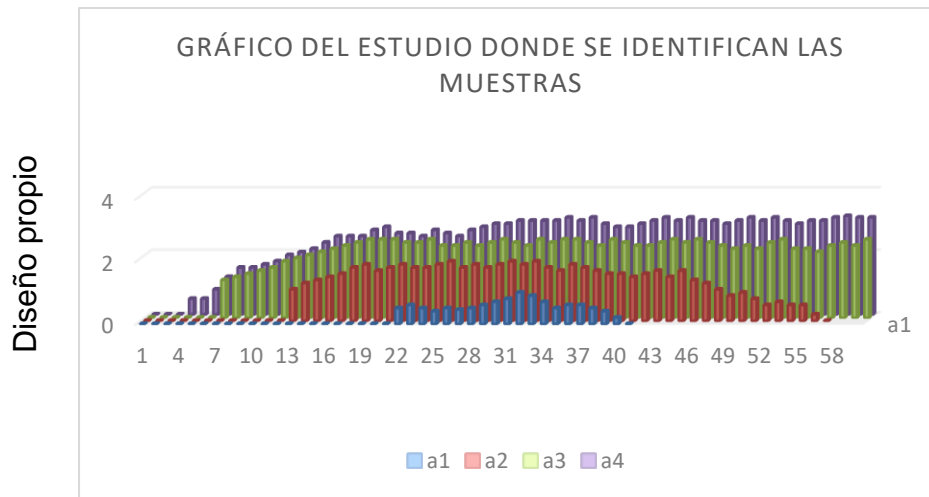
**Figura N° 17**

Diseño Propio



**Generación de biogás producido según niveles de evaluación**

**Figura N° 18**



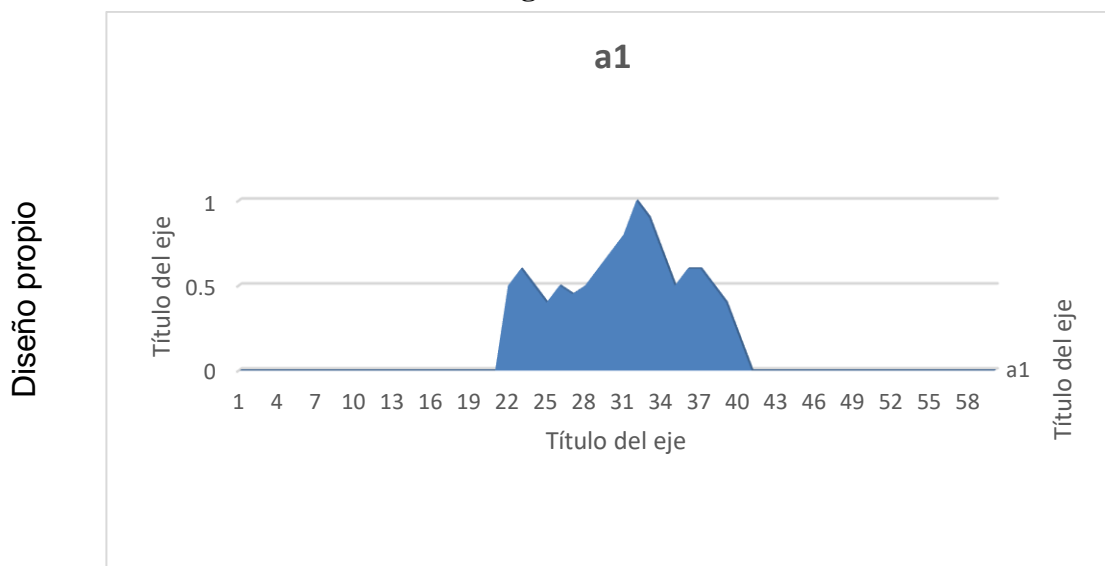
**Generación de CH<sub>4</sub> por volumen en función a días de retención**

En el Gráfico se presentan las cantidades generadas de biogás (CH<sub>4</sub>) obtenido en diferentes procedimientos en las cantidades de 25, 20, 15, 10 kg/l en 60 días e retención a temperatura ambiente

**DESCRIPCIÓN “a1”:** En la figura N° 19 se demuestran la producción que obtenemos de biogás (CH<sub>4</sub>), en la primera prueba de generación de biogás obtenido por procesos anaeróbicos en la relación de 10 kg de materia orgánica (obtenido de los pozos de oxidación) por 40 litros de aguas grises en un tiempo de retención de 60 días ,a temperatura ambiente, observamos que a los 14 días la generación de biogás es de 1.8 litros hasta el día 30, posterior a este día disminuye la generación del biogás hasta el día 49.



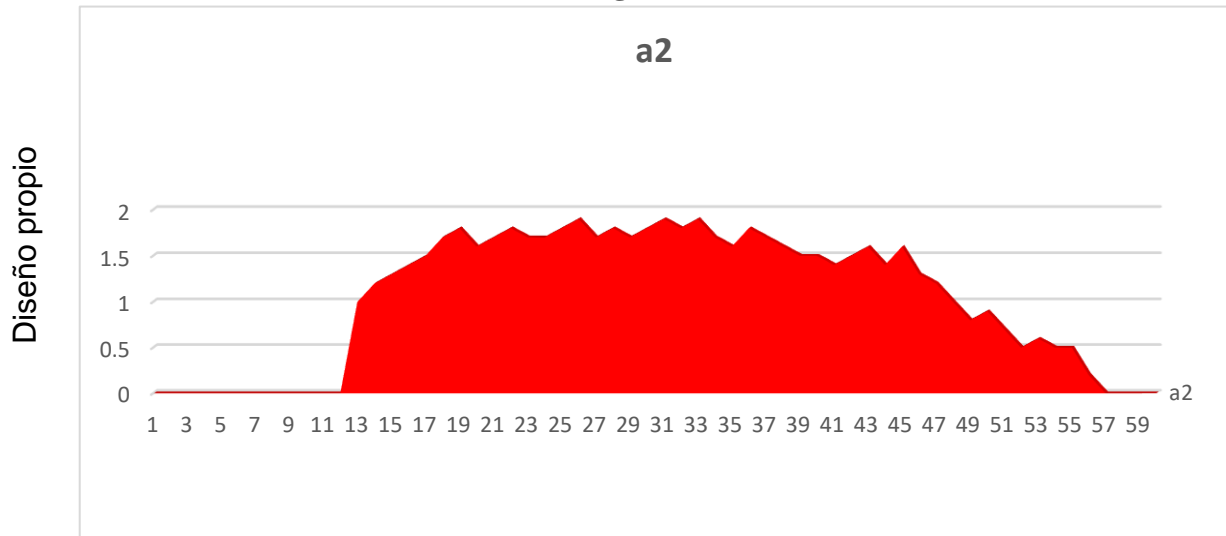
Figura N° 19



Obtención de biogás en relación de 10/40 kg/l

**DESCRIPCIÓN “a2”:**En la figura N° 20 el siguiente grafico se demuestran la producción que obtenemos de biogás (CH<sub>4</sub>), en la segunda prueba de generación de biogás obtenido por procesos anaeróbicos en la relación de 15 kg de materia orgánica (obtenido de los pozos de oxidación) por 40 litros de aguas grises en un tiempo de retención de 60 días ,a temperatura ambiente, observamos que la generación de biogás empieza al quinto día de haber abastecido el tanque con una cantidad de 10 litros diarios hasta el día 45, posterior a este día disminuye la generación del biogás, por la relación de materia orgánica y aguas grises, podemos mencionar que la producción de biogás es factible y se puede utilizar en sectores alejados donde no lleguen las empresas de suministro de energía eléctrica .

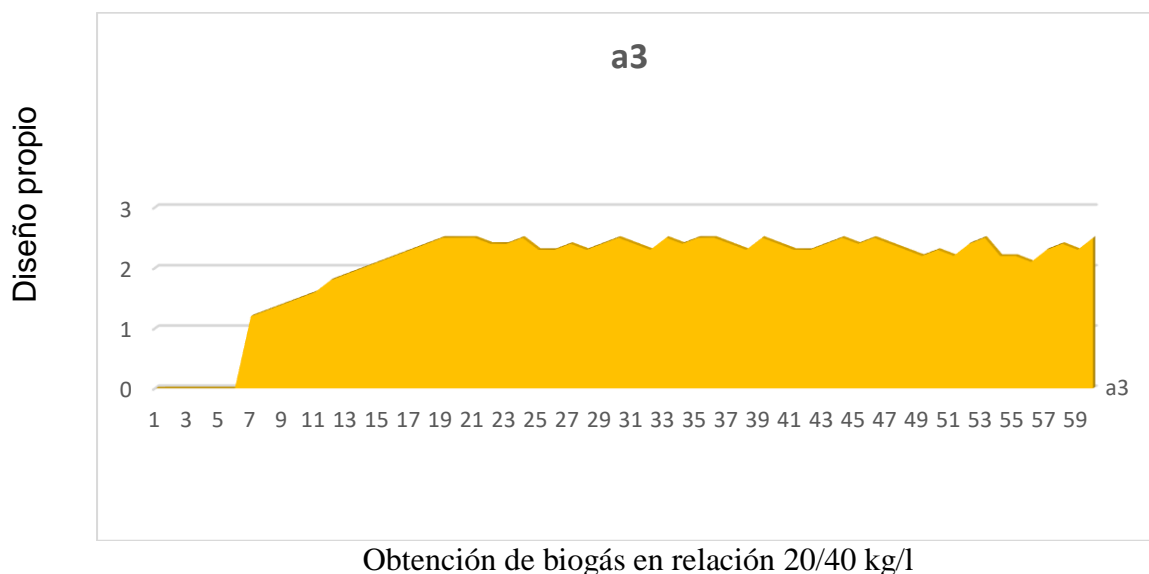
Figura N° 20



Obtención de biogás en relación de 15/40 kg/l

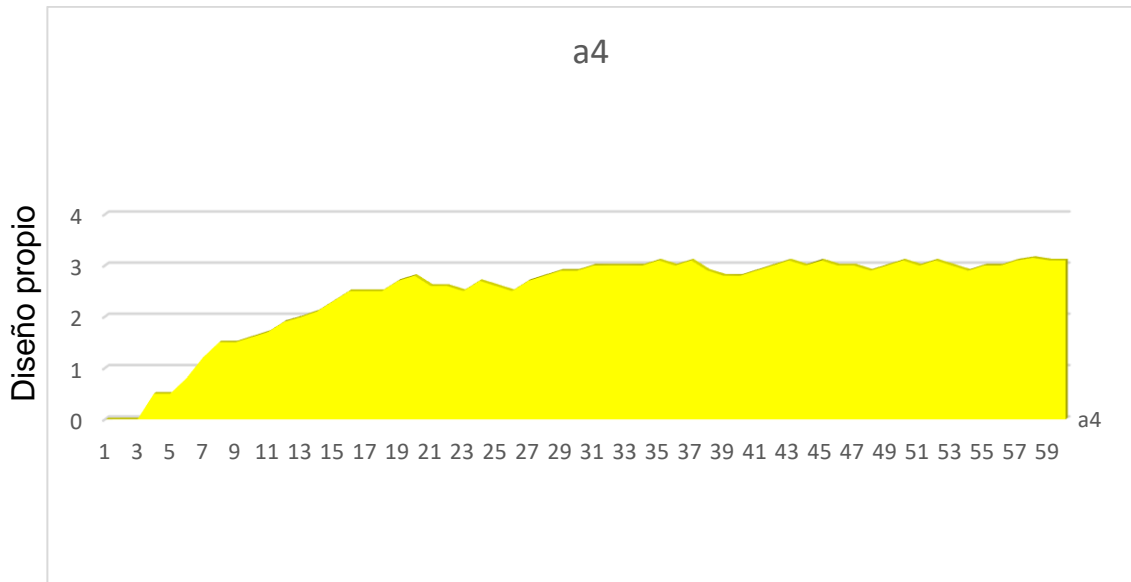
**DESCRIPCIÓN “a3”:** En la figura 21 el siguiente gráfico se demuestran la cantidad de biogás obtenido ( $\text{CH}_4$ ), en la tercera prueba de generación de biogás obtenido por procesos anaeróbicos en la relación de 30 kg de materia orgánica (obtenido de los pozos de oxidación) por 40 litros de aguas grises en un tiempo de retención de 60 días, a temperatura ambiente, observamos que la generación de biogás empieza al quinto día de haber abastecido el tanque con una cantidad de 13.5 litros diarios hasta el día 60, posterior al día 75 la generación de biogás disminuye, se ajito el tanque y sigue con la producción, al día 95 nuevamente disminuye la producción hasta el día 120. En esta tercera prueba se determina que la producción de biogás es la más adecuada sin el uso de alguna tecnología, su uso sería ideal donde hay caseríos donde no se requiera demasiada demanda eléctrica.

**Figura N° 21**



**INTERPRETACIÓN “a4”:** En la figura 22 se demuestran el porcentaje de biogás obtenido ( $\text{CH}_4$ ), en la cuarta prueba de generación de biogás obtenido por procesos anaeróbicos en la relación de 25 kg de materia orgánica (obtenido de los pozos de oxidación) por 40 litros de aguas grises en un tiempo de retención de 60 días, a temperatura ambiente, observamos que la generación de biogás empieza al quinto día de haber abastecido el tanque con una cantidad de 14.5 l/diarios de producción seguida pasando el día 60, después la generación de biogás disminuye, donde se tuvo que agitar el tanque y sigue su producción, necesitando agitar constantemente hasta que termine su producción que es el día 135, con la cantidad generada de biogás se podría usar en lugares con alta población, para generar energía eléctrica y usarlo también en sistemas interconectado nacional.

**Figura N° 22**

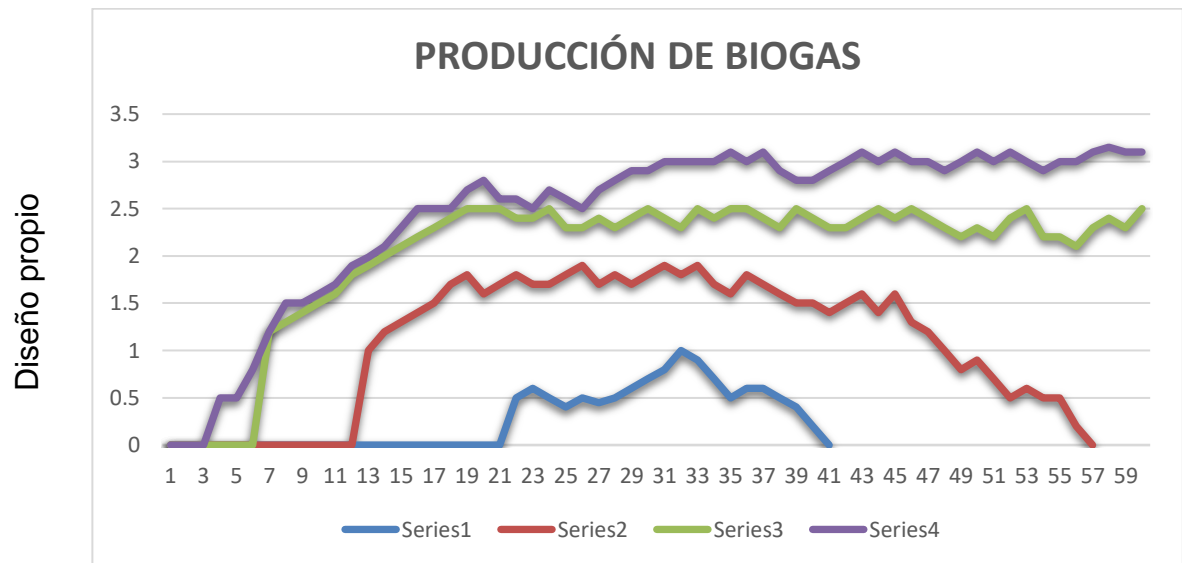


Obtención de biogás en relación de 25/40 kg/l

**Resumen de los resultados obtenidos en cada prueba.**

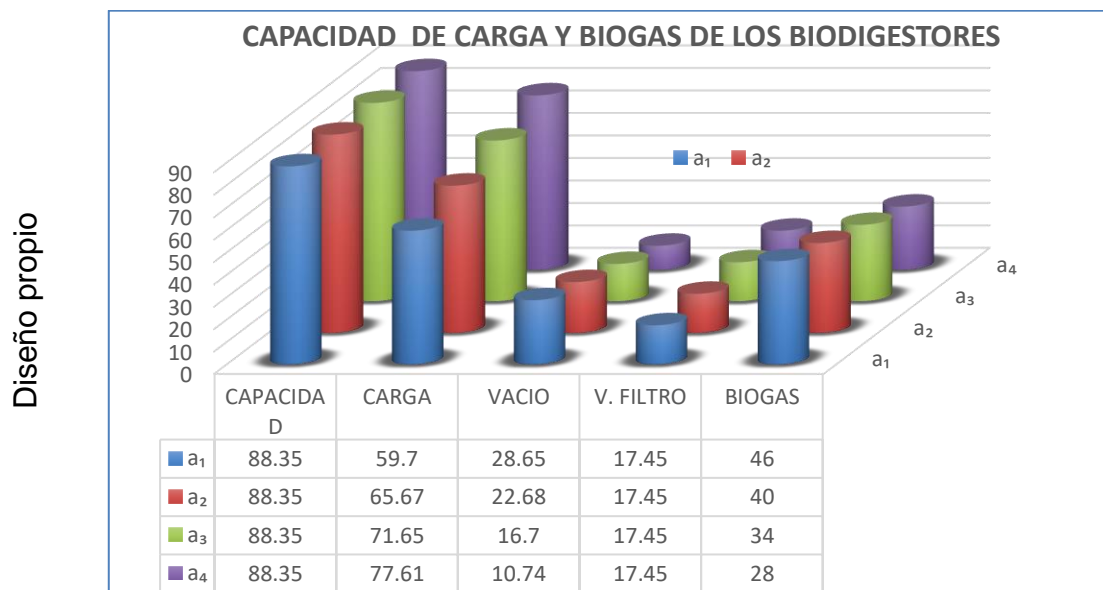
Los resultados con la mayor concentración de las muestras realizadas con 10/15/20/25 kg de materia orgánica obtenida de los pozos de oxidación con la relación de 40 litros de aguas grises, para la cual podemos observar que al aumentar la materia orgánica obtenida de los pozos de oxidación generamos más producción de biogás, de estas cuatro pruebas las más efectivas son las pruebas a3 y a4 donde se genera la mayor cantidad de biogás, de estas dos pruebas la más apropiada es la a3 que tiene una relación de 20/40 kg/litro de agua grises por no requerir algún tipo de apoyo de agitación en el procedimiento hasta terminar con la descomposición de la materia a en comparación de a4 en donde la relación es de 25/40 kg/litros de aguas grises donde sí se requiere el apoyo de un agitador para que su producción de biogás siga produciéndose.

**Figura N° 23**



**Grafico donde se muestra en los cuatro niveles la generación de biogás**

**Figura N° 24**



**Volumen de capacidades y carga de los biodigestores**

## Costos del proyecto

SUMINISTRO DE MATERIALES					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>1.00</b>	<b>EQUIPOS DE LABORATORIO</b>				<b>S/ 160.00</b>
1.01	vaso de cristal para precipitar (1 litro)	UND	1	41.00	41.00
1.02	vaso de cristal para precipitar (250 ml)	UND	1	19.00	19.00
1.03	Tubo de vidrio graduado (25 ml)	UND	1	24.00	24.00
1.04	piteta de vidrio graduada (25 ml)	UND	1	17.00	17.00
1.05	Quemador tipo bunsen	UND	1	59.00	59.00
<b>2.00</b>	<b>MATERIALES PARA BIODIGESTOR</b>				<b>S/ 1,310.90</b>
2.01	bidón con capacidad de 70 litros con seguros tipo correas	UND	4	41.40	165.60
2.02	bidón de aceituna con capacidad de 20 litros	UND	4	19.00	76.00
2.03	tubo de policloruro de vinilo de 2"x3 metros	UND	12	7.50	90.00
2.04	unión universal policloruro de vinilo de 2" con rosca	UND	4	21.60	86.40
2.05	Llave de paso de policloruro de vinilo 150 PSI con rosca	UND	8	24.30	194.40
2.06	codo de policloruro de vinilo 2"90° salida embonable	UND	16	1.90	30.40
2.07	tubo de policloruro de vinilo de 1/2"	UND	2	8.90	17.80
2.08	Reducción de policloruro de vinil de clase 10 de 2" a 1/2"	UND	12	2.10	25.20
2.09	acople en T de policloruro de vinil de 1/2"	UND	8	1.80	14.40
2.10	codo de policloruro de vinil 1/2"x90° salida embonable	UND	8	1.70	13.60
2.11	unión universal de policloruro de vinil de 1/2" con rosca	UND	8	1.00	8.00
2.12	tapón macho con rosca de policloruro de vinil de 1/2"	UND	8	1.60	12.80
2.13	Acople en T de policloruro de vinil de 2"	UND	4	3.20	12.80
2.14	Llave de paso tipo esférica para glp cim11/g	UND	8	30.50	244.00
2.15	manguera de alta presión P/glp de 3/8"	M	8	3.90	24.80
2.16	Permatec de empaque de 130 gm	UND	1	6.90	6.90
2.17	cámara FR 15	UND	4	33.50	134.00
2.18	cinta fina de teflón	UND	4	4.50	18.00
2.19	manómetro PSI / BAR	UND	4	29.00	116.00

<b>3.00</b>	<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>				<b>S/ 114.00</b>
3.01	guantes de cirujano N° 9	UND	4	3.00	12.00
3.02	Tivex de cuerpo entero	UND	4	10.00	40.00
3.03	Mascarilla KN 95	UND	4	2.00	8.00
3.04	Cubridor de cabeza	UND	4	2.25	9.00
3.05	Protector ocular transparente	UND	4	4.00	16.00
3.06	plástico de 3X3m	UND	1	29.00	29.00
<b>4.00</b>	<b>MATERIA PRIMA Y PRODUCTO QUÍMICO</b>				<b>S/ 35.00</b>
4.01	excremento humano	kg	70	0.00	0.00
4.02	alcohol etílico por 1 litro	UND	1	15.00	15.00
4.03	Viruta de fierro	UND	4	5.00	20.00
	total, de materiales de construcción				<b>S/ 1,619.90</b>

mano de obra y gastos generales					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	Precio por unidad	COSTO TOTAL
<b>5.00</b>	<b>POCESO DE MONTAJE Y PRUEBAS</b>				<b>S/ 720.00</b>
5.01	conexión y montaje por biodigestor	gbl	4	39.00	156.00
5.02	Ubicación y aseguramiento de un digestor	gbl	4	11.00	44.00
5.03	preparación de digestor con aguas residual	gbl	4	5.00	20.00
5.04	recolección de muestra por biodigestor	gbl	4	51.00	204.00
5.05	Anotación de datos de presión y peso	gbl	4	19.00	76.00
5.06	Anotaciones de información y desenlace	gbl	4	49.00	196.00
5.07	Orden y segregación de desechos	gbl	4	6.00	24.00
<b>6.00</b>	<b>EQUIPOS Y ÚTILES DE OFICINA</b>				<b>S/ 311.50</b>
6.01	uso de lap top	Hm	36	3.00	108.00
6.02	Equipo de imprimir	Hm	2	21.6	21.60
6.03	Bolígrafo	UND	1	1.90	2.00
6.04	Marcador	UND	1	2.90	2.90
6.05	Hojas bond A4 por un millar	UND	1	19.00	19.00
6.06	Suministro de impresora a color	UND	4	35.00	140.00
6.07	cámara de fotos	UND	3	4.00	12.00
<b>7.00</b>	<b>USO HERRAMIENTAS</b>				<b>S/ 77.50</b>

7.01	Atornillador eléctrico	u	4	3.00	12.00
7.02	broca de 2"	u	4	10.30	41.00
7.03	broca de 1/2"	u	4	2.00	8.00
7.04	comba de goma	u	4	2.00	8.00
7.05	Navaja retráctil	u	4	0.75	3.00
7.06	destornilladores	jgo	1	0.75	0.75
7.07	llave pico de loro	u	1	1.50	1.50
7.08	alicate de corte	u	1	1.50	1.50
7.09	alicate universal	u	1	0.75	0.75
7.10	llave estilson	u	1	0.75	0.75
<b>8.00</b>	<b>GASTOS GENERALES</b>				<b>S/ 3,415.00</b>
8.01	Supervisor de investigación	gbl	1	2900.00	2900.00
8.02	transporte	gbl	1	300.00	300.00
8.03	Uso de energía eléctrica	gbl	1	25.00	25.00
8.04	servicio de teléfono	gbl	1	15.00	15.00
8.05	Gastos personales	gbl	1	150.00	150.00
8.06	servicio de internet	gbl	1	25.00	25.00
gastos generales de investigación y construcción					<b>S/ 4,524.00</b>

Resumen			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNIDAD	PRECIO TOTAL
	<b>SUMINISTRO DE MATERIALES</b>		
1.00	Equipos de laboratorio	gbl	160.00
2.00	materiales para biodigestor	gbl	1310.90
3.00	equipo de protección personal	gbl	114.00
4.00	materia prima y producto químico	gbl	35.00
	<b>sub total suministro de materiales</b>		<b>S/ 1,619.90</b>
	<b>MANO DE OBRA Y GASTOS GENERALES</b>		
5.00	construcción y prueba	gbl	720.00
6.00	equipos y útiles de oficina	gbl	311.50
7.00	uso de herramientas	gbl	77.50
8.00	gastos generales	gbl	3415.00
	<b>sub total mano de obra y gastos generales</b>		<b>S/ 4,524.00</b>
	<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>S/ 6,143.90</b>



#### IV. DISCUSIÓN

Se determina la Influencia del tamaño de un biodigestor sobre la eficiencia para producir Biogás a partir de materia orgánica, para la generación de biogás como energía primordial, de acuerdo a las necesidades se toma como una opción para la producción de energía eléctrica, biocombustibles y calor; apoya con la reducción del dióxido de carbono y ayuda al ecosistema. A continuación exponemos los resultados hallados en el estudio, los resultados de las muestras obtenidas nos indican que la materia orgánica obtenida de los pozos de oxidación son fuente principal con potencial energético para la producción de biogás a través de la descomposición anaeróbica. Para poder realizar esta investigación se analizó la cantidad de materia orgánica que se acumulan en los pozos de oxidación que haciendo a la cantidad de 49.307 tn diarias de las cuales solo la cantidad de 4.8 tn es materia orgánica volátil que sirve para la generación de biogás, se calcula por la cantidad específica de 900 m<sup>3</sup> de biogás por tonelada de materia volátil, se producirá 4370.90 m<sup>3</sup> de biogás por día; equivalente a 1092.725 m<sup>3</sup> de biogás por tonelada diarios. Haciendo una comparación con las conclusiones de Bosch Martí Adriá que genero la cantidad de 1987.00 m<sup>3</sup> de biogás por tonelada, hallando la diferencia de 894.275 m<sup>3</sup> de biogás por día. Por lo tanto, podemos decir que las dos investigaciones tienen relación en la producción de biogás, con diferencias debido los parámetros principalmente temperatura.

El resultado, cálculo de varianza que se realizaron a las diferentes muestras en el estudio, determina que la materia orgánica obtenida de los pozos de oxidación en relación con aguas grises es el material fundamental para la producción y generación de biogás, éstas representan una aproximación estándar de 0.67 en comparación a los cuatro resultados, obteniendo una media de 2.22 y con una aproximación estándar de 0.82, conclusiones que aseguran la verosimilitud que la producción de biogás obtenido por la relación de materia orgánica con aguas grises es positivo y que se puede realizar el estudio, demostrando ha tenido buenos resultados durante el desarrollo y ejecución de las pruebas. El funcionamiento de los prototipos de biodigestores que están diseñados y construidos a escala piloto están de acuerdo a la cantidad de las muestras a realizar, cumplieron con el funcionamiento y generación del biogás; las características del biodigestor comprenden un bidón de 88 litros donde se fermenta la materia orgánica, un bidón de 17 litros para filtrar el biogás, estos dispositivos se conectaron mediante tuberías PVC de ½", implementado con válvulas, manómetros y adaptadores para uso del biogás, una cámara de camión para almacenar el

biogás; válvulas de PVC de 2" para control de salida y acceso de los fluidos. Se cargaron las muestras para procesar mediante digestión anaerobia, en las cantidades de 10,15,20,25 kilogramos de residuos fecales obtenida de los pozos de oxidación 40 litros de aguas grises; en confrontación con los diseños de Edwin Eyner Toala Moreira 2013, no difiere más que en la capacidad de almacenaje de la materia a fermentar realizados en el proyecto. El resultado obtenido se compara con los resultados estudiados para ser viable, el poder instalar en la planta marina, realizando los cálculos asemejando las proporciones de acuerdo al estudio se obtiene que, Bosch obtuvo  $3900 \text{ cm}^3$ , y el proyecto genero  $2500 \text{ cm}^3$ , teniendo una diferencia de 22%, esta variación se da debido a la temperatura que de Bosch fue a  $35^\circ\text{C}$  y el estudio a temperatura ambiente entre  $9^\circ\text{C}$  y  $23^\circ\text{C}$ , como también a la producción específica considerada que fue de Bosch a 1200 y el Proyecto a 900, por lo que se puede deducir que genere energéticamente una alternativa biogás por los desperdicios orgánicos de los humanos con agua residual es viable y puede aplicarse para el desarrollo de un proyecto de tratamiento de las aguas residuales anaerobio para generación energética alternativa biogás como producto para transformarlo en eléctrica o calor. Como profesional en la ingeniería mecánica eléctrica y en función a la especialidad es de utilidad e importante aprovechar la energía primaria como combustible y para la producción de electricidad; a tal razón conseguido el biogás he realizado cálculos para determinar la potencia de energía eléctrica que se puede producir.

## V. CONCLUSIONES

- ❖ Se concluye que de las 49.307 tn de materia orgánica obtenida de los pozos de oxidación el 24% es masa que podemos utilizar producir biogás, la cantidad de 11.834 toneladas; ahora de este porcentaje el 80% es masa volátil que puede generar biogás sin embargo solo se degrada el 60% que viene a ser 5680 toneladas que se transforma en biogás.
- ❖ Para el diseño del biodigestor se realizaron los cálculos para determinar los niveles de carga, considerando la capacidad disponible para almacenaje del biogás, teniendo en cuenta la cantidad de materia fecal en cada muestra de 25,20,15,10 kg en relación con 40 litros de aguas grises, como las cantidades varían en cada muestra se contempló instalar un bidón para que sirva como depósito del biogás; disponiendo adicionalmente de un depósito para hacer uso del biogás considerado efectuar cuatro niveles, que corresponde a procesar 10, 15, 20 y 25 kilogramos de materia orgánica obtenida de los pozos de oxidación con 40 litros de agua grises dando como conclusión que la concentración más adecuada es la a3 donde la relación de mezcla es de 20/40 kg/l donde no se requiere la agitación de la mezcla para obtener una cantidad de 643.5 litros de biogás, en comparación con a4 con la relación de 25/40 kg/l donde sí se tuvo que agitar la concentración de material para que siga aumentando la producción de biogás.
- ❖ Después de las pruebas realizadas se concluye que las cantidades de biogás (CH<sub>4</sub>) obtenidos por descomposición anaeróbicos en cantidades de 10, 15, 20,25 kg de masa fecal obtenidos de los pozos de oxidación en relación con 40 litros de aguas grises a temperatura ambiente en un tiempo de 60 días, siendo la concentración más adecuada la relación 20/40, en esta prueba no se requiere agitar el tanque para que siga produciendo biogás hasta culminar con el proceso.
- ❖ Después de haber realizado las cotizaciones respectivas se llega a la conclusión que los gastos para el presente proyecto de investigación ascienden a la suma de S/. 6, 143.90 Soles correspondiente a adquisición de materiales, desarrollo del proyecto y gastos generales.

## VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda tener en cuenta que de toda la masa de desechos orgánicos el 80% es masa volátil que puede generar biogás para esto solo degradándose el 60% que es masa útil para los proyectos futuros de producción de biogás teniendo en cuenta que con el pasar del tiempo estos porcentajes pueden modificarse o pueden ser variados.
- ❖ Se recomienda realizar el diseño del biodigestor de acuerdo a los cálculos establecidos en el presente trabajo de investigación como corresponde ya que por efectos de metodología se calculó para una capacidad de 40 litros de aguas grises, la cual sirvió para determinar que por cada de 20/40 kg/l, sin agitar el tanque, en esta prueba a3 se generó 643.5 litros de biogás.
- ❖ Después de las pruebas realizadas se recomienda enfatizar que el cálculo de biodigestores para la generación de biogás teniendo en cuenta que la relación de concentración más apropiada es la de 20/40 según los cálculos establecidos garantizando de esta manera una mejor eficiencia en la producción del biogás.
- ❖ Se recomienda realizar la implementación del presente trabajo teniendo como objeto de estudio poder profundizar más en el diseño de los biodigestores teniendo en cuenta la mejor relación de producción realizando cálculos proporcionales para la producción en masa de dicho material teniendo que los gastos realizados para la presente ascienden a la suma de S/. 6, 143.90 Soles.

## REFERENCIAS

Abel, P., Fernando, A. B., Jean, V.P., Matin, V., & Richer, G. M. (JUNIO de 2011). Producción de Energía Renovable (biogás) a partir del estiércol del ganado bovino en la Estación Experimental. Obtenido de file:///C:/Users/HP-USER/Downloads/situacion\_actual\_y\_mejoras\_del\_proyecto\_inia\_lv%20(2).pdf

Agronegocios.pe. (2015). Apuestan por el uso de biodigestores en Cajamarca. Obtenido de <http://www.agronegocios.pe/regionales/item/3614-apuestan-por-el-uso-de-biodigestores-en-cajamarca>

Arvisu, F., & Jorge, H. V. (2003). Biogás de rellenos sanitarios para la producción de electricidad. Mexico.

BESEL, S. (octubre de 2007). biomasa: Digestores anaerobios. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid.

Biodigestores de flujo continuo. (2012). pág. [http://biodigestoresdeflujo.blogspot.com/2012\\_04\\_01\\_archive.html](http://biodigestoresdeflujo.blogspot.com/2012_04_01_archive.html).

bio-digestores.blogspot.com. (23 de junio de 2013). Obtenido de <http://bio-digestores.blogspot.com>: bio-digestores.blogspot.com

bio-digestores.blogspot.com. (23 de junio de 2013). Recuperado el 6 de junio de 2015, de [bio-digestores.blogspot.com](http://bio-digestores.blogspot.com).

bio-digestores.blogspot.com. (23 de junio de 2013). Obtenido de <http://bio-digestores.blogspot.com/2013/06/uso-y-aplicaciones.html>

Bogotá, D. (Marzo de 2003). GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS. Recuperado el 6 de junio de 2015

CARRASCO, A. D. (2011). Generación distribuida a partir de biogas producido en granjas porcinas. (UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO - FACULTAD DE INGENIERÍA, México.)

Carrasco, A. D. (2011). Generación distribuida a partir de biogás. tesis. (Universidad Nacional Autónoma de México, México.)

Diagnóstico General de la Situación Actual de los Sistemas de Biodigestión en México. (2011).

Geronimo, A. D.; Ivan, R. C. (s.f.). Implementación de un biodigestor, para la utilización y aprovechamiento de los residuos generados en las actividades productivas del camal de la municipalidad de Manta. Ecuador.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

YO: Edgar Antonio Tafur Cuzco

Estudiante de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica de la universidad cesar vallejo, identificado con el DNI N| 41770292 con el trabajo de investigación titulada.

“INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE UN BIODIGESTOR PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA Y PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE DESECHOS ORGÁNICOS”

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es de mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir no ha sido publicada ni presentada anterior mente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagios (información sin citar de autores) auto plagios (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias que de mi acción deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la universidad cesar vallejo.

Cajamarca 7 de MARZO 2019

Nombres y apellidos. EDGAR ANTONIO TAFUR CUZCO

DNI 41770292

Firma

