

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

Recinto Universitario Rubén Darío

Facultad de ciencias e ingenierías

Departamento de tecnología



Seminario de Graduación

Tema:

Propuesta de generación de energía eléctrica a través de turbinas de 10KW usando biogás en la UNAN-Managua.

Autor: Br. Oswaldo Moisés Payan García

Br. Ezequiel Corea Urbina

Tutor:

MsC. Álvaro Segovia Aguirre

Asesor Metodológico:

MsC. Milciades Delgadillo

Propuesta de generación de energía eléctrica a través de turbinas de 10kW usando biogás en
la UNAN – Managua.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	9
DEDICATORIA	11
RESUMEN.....	13
VALORACION DEL DOCENTE	14
INTRODUCCIÓN.....	15
JUSTIFICACIÓN.....	16
OBJETIVOS	17
Objetivo general.....	17
Objetivos específicos.....	17
DESARROLLO.....	18
CAPITULO 1.....	19
Descripción de la situación actual de la UNAN-Managua respecto a los desperdicios generados.....	19
Clasificación de los residuos.....	21
Residuos de comedores y bares de la UNAN – Managua.....	22
Comedores y bares de la UNAN-Managua.....	23
Terraza de doña Tere.....	23
Microempresa.....	24
Comedor Sazón.....	24
Kiosco Martha.....	25
Comedor UNAN – Managua.....	26
Moscú.....	26
Masa de alimentos que se procesan en los comedores y bares.....	28
Masa bruta de alimentos procesados.....	28
Masa procesada.....	29
Masa de restos directos.....	30
Comparación de las distintas masas de los alimentos.....	30
Las aguas residuales urbanas o aguas negras	31

Internado Arlen Siu de la UNAN – Managua.....	31
Masa de desechos orgánicos del internado Arlen Siu a obtener.....	32
Obtención de biogás.....	33
Aspectos bioquímicos de la fermentación metano génicos.....	33
Factores que influyen en el proceso de digestión anaeróbica.....	34
PH.....	35
Temperatura.....	35
Nutrientes.....	35
Toxicidad.....	36
Nivel de Carga.....	36
Tiempo de retención.....	37
Análisis de la cantidad de biogás a obtener.....	37
Biogás que se puede obtener a partir de los comedores y bares de la UNAN – Managua.....	37
Experimento.....	37
Biogás proveniente de las aguas servidas de los internado Arlen Siu de la UNAN – Managua.....	39
Cantidad total de biogás.....	40
CAPITULO 2.....	41
Propuesta de implantación de planta de biogás.....	41
Análisis de lugar de construcción, tipo de biodigestor y factores que inciden para la construcción	43
Elección del lugar de construcción del biodigestor.....	43
Aspectos que inciden en la construcción del biodigestor.....	45
Riesgos del empleo de gas obtenido a partir de biomasa.....	46
Medidas de seguridad.....	47
Biodigestor.....	50
Principales Biodigestores existentes.....	50
Clasificación de los biodigestores.....	51

Sistemas continuos.....	51
Partes fundamentales de Los biodigestores:.....	51
Instalaciones industriales de biodigestión.....	53
Biodigestor con agitador.....	54
Cálculo de volumen del biodigestor.....	55
Características de los biodigestores.....	56
Generación de electricidad.....	58
Turbinas de gas.....	59
Descripción de los equipos.....	61
Especificaciones de turbina a gas y ventajas de su implementación.....	62
Datos técnicos de las turbinas a gas.....	63
Cálculos para determinar el tipo de turbina a gas	64
Como es el consumo de la unidad generadora.....	65
Calculo de la capacidad de la unidad generadora.....	65
Interruptor principal, panel de control.....	67
Prueba de relación de consumo biogás diesel.....	68
Tipo de conexión a utilizar.....	70
	73
CAPITULO 3.....	
Estructura de la industria de la electricidad.....	73
Derechos y obligaciones de concesionarios.....	74
Relación costo beneficio de la generación a través de biogás.....	80
Impactos ambientales.....	82
Contribución para reducir gases de infecto invernadero.....	87
CONCLUSIÓN.....	95
RECOMENDACIONES.....	96
BIBLIOGRAFÍA.....	97
ANEXOS.....	98

Figuras	pág.
Figura 1 Basurero de la UNAN Managua.....	20
Figura 2 Aguas servidas del internado Arlen Siu.....	21
Figura 1.4 Mapa de comedores y bares de la UNAN – Managua.....	22
Figura 1.3.1 Masa bruta de los alimentos procesados en la terraza de doña Tere.....	23
Figura 1.3.2 Masa bruta de los alimentos procesados en la Microempresa.	24
Figura 1.3.3 Masa bruta de los alimentos procesados en el Sazón.....	25
Figura 1.3.4 Masa bruta de los alimentos procesados en el Kiosco de Martha.....	25
Figura 1.3.5 Masa bruta de los alimento procesado en el Comedor UNAN – Managua.....	26
Figura 1.3.6 Masa bruta de los alimentos procesados en el Moscú.....	27
Figura 1.4.1.b Cantidad de masa bruta total procesada a diario en los comedores y bares de la UNAN – Managua.....	29
Figura 1.4.2 Cantidad de masa procesada a diario en los comedores y bares de la UNAN - Managua.....	29
Figura 1.4.3. Masa de desechos directos de los comedores y bares de la UNAN – Managua.....	30
Figura 1.5. Comparación de masa bruta, masa procesada y masa de restos directos.....	31
Figura 1.6.1 Relación de excreta por personal.....	32
Figura 1.8.2. Experimento.....	39
Figura 2. Propuesta de implantación de planta de biogás.....	41
Figura 2.1. Mapa de basurero y de aguas servidas del internado Arlen Siu de la UNAN – Managua.....	42
Figura 2.2. Imagen de la propuesta de desvió de toda la materia orgánica.	44
Figura 2.6.1. Biodigestor con agitador.....	55
Figura 2.5. Propuesta de biodigestores.....	56
Figura 2.9. Turbina de gas conectada a tuberías de biogás.....	61

Figura 2.10. Turbina a gas.....	67
Figura 2.12. Medidor bidireccional.....	71
Figura 2.13. Diseño eléctrico de la planta generadora.....	72
Figura 2.9.4. Pasos para la obtención de certificados de carbono.....	90
Figura 3.9.5.a. Estándares y normas de medición de la huella de carbono.	91
Figura 3.9.5.b. Estándares y normas de medición de la huella de carbono.	92

Tablas	Pág.
Tabla 1.4.1.a Resumen de la masa bruta procesada en los comedores y bares.....	28
Tabla 1.8.1 Breve descripción de agua residual de internado Arlen Siu.....	32
Tabla 1.9.1 Grupos metabólicos de la biodigestión.....	34
Tabla 1.11.1 Tabla de experimento.....	37
Tabla 1.11.2 Tabla cantidad de biogás que se puede obtener de las aguas servidas de los internos del Arlen Siu de la UNAN – Managua.....	40
Tabla 1.11.3 Cantidad de biogás total.....	40
Tabla 2.5. Volumen del biodigestor.....	55
Tabla 2.6.1. Detalles de turbina a gas.....	63
Tabla 2.6.2. Tipos de turbinas	64
Tabla 2.9. Tiempo de operación de nuestra turbina a gas.....	65
Tabla 2.9.1. Turbina a utilizar.....	65
Tabla 2.10.3. Datos básicos.....	66
Tabla 2.11. Consumo del motor con diesel más biogás.....	68
Tabla 2.11.1 Rendimiento del motor con biogás y diesel.....	69
Tabla 2.11.2 Rendimiento del motor en KWh/l.....	69
Tabla 3.1. Estructura de la industria eléctrica Nicaragüense.....	73
Tabla 3.6.1 Presupuesto estimado.....	80
Tabla 3.8.4 Emisiones de gas.....	87

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primera instancia a nuestro señor Jehová, por haberme permitido finalizar mis estudios satisfactoriamente.

A mi madre Martha por motivarme y apoyarme incondicionalmente cada instante de mi vida, brindándome sus sabios consejos, así también a mi padre Marvin que al igual que mi madre estuvo siempre a mi lado apoyándome incondicionalmente en todo lo que podía, lo cual se los agradezco de corazón.

A los profesores por ayudarme a realizar mis metas, apoyándome en todo lo que estaba a su alcance y a todos mis compañeros por interactuar junto conmigo en las etapas universitarias en la cual nos apoyamos para salir adelante.

Oswaldo Payan

AGRADECIMIENTO

Primeramente me gustaría agradecerle a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado, a mis padres que sin su apoyo incondicional no hubiese culminado esta etapa de mi vida, a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, a mi instructor de electrónica aplicada (Carlos López) por transmitirme sus conocimientos y experiencia de muchos años. Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Ezequiel Corea

DEDICATORIA

Este triunfo se lo dedico primeramente a nuestro señor Jehová por haber estado conmigo siempre, así como a mis padres por su continua lucha junto conmigo para llegar a finalizar esta meta la cual se ansiaba con mucho cariño. A mi abuela María que en Paz descanse por sus sabios consejos también a mi abuela Hilda por su apoyo. A mi novia Fernanda por apoyarme en todo el tiempo que realice este trabajo. A mis amigos que me apoyaron en los momentos difíciles de mi vida universitaria, así como a todas las personas que me ayudaron a realizar este trabajo.

Oswaldo Payan

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi padre, a pesar de las circunstancias, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento es tan especial para tí como lo es para mí. A mi novia Sayda López por enseñarme a creer que sin importar cuán grande sea el reto puedo superarlo.

Ezequiel Corea

RESUMEN

La generación de energía eléctrica de fuentes renovables se ha convertido en los últimos años en un tema de gran importancia, ya que, nos permite reducir la dependencia de energía a base de petróleo y evitar contaminar el medio ambiente.

Esta propuesta pretende reducir los gastos de la UNAN en cuanto a energía se refiere; por lo tanto, se pretende producir energía a través, del biogás proveniente de los desechos orgánicos de la universidad, utilizando una turbina, para lograrlo. Se realizará un estudio de la cantidad de biomasa que se puede producir y un cálculo del volumen de biogás que se obtendrá para saber las dimensiones del contenedor. Otro punto importante es el tipo de biodigestor que se implementará en el lugar más óptimo y el contenedor porque este, permitirá la digestión anaeróbica, además, se estudiará el diseño a proponer y el lugar exacto para la construcción.

El estudio de la biomasa se realizó a través, de encuestas a los propietarios de comedores y bares de la universidad, así como un censo en el internado Arle Siu, para determinar el número de estudiantes que viven en ese local. Luego se realizará un experimento para determinar la cantidad de biogás obtenido de la biomasa estudiada previamente.

La turbina a gas será seleccionada luego de haber realizado todos los estudios previos de la biomasa, de este modo poder conocer los aspectos técnicos que se tomarán en cuenta, para escoger la turbina a gas, eligiendo así, la más adecuada para la propuesta de este trabajo, obteniendo una mayor eficiencia del biogás procesado.

VALORACION DEL DOCENTE

INTRODUCCIÓN

La generación de energía eléctrica a base de biogás es la que consiste en el procesamiento de desechos orgánicos. Mediante la digestión anaeróbica se realiza un proceso de descomposición a la basura orgánica, de este modo se obtendrán los gases que ayudarán en el proceso de obtención energía eléctrica.

En este proyecto se investiga la obtención de energía eléctrica a partir de la generación del biogás, que se obtendrá de la recolección y fermentación de los residuos orgánicos, provenientes de los comedores, bares y aguas servidas de los becados internos de la UNAN-Managua.

Primeramente se realizará una descripción de la situación actual de la universidad, respecto a los desperdicios orgánicos procedentes de los comedores, bares y del internado Arlen Siu de la UNAN-Managua, los cuales serán la fuente para la producción de biogás. Previo a la producción se debe realizar un análisis para obtener un cálculo de la cantidad de biomasa que se utilizará para generar el biogás que se aprovechará para hacer funcionar una turbina a gas y de esta forma generar energía eléctrica.

Existen diferentes tipos de turbinas a gas que se pueden utilizar para lograr obtener energía eléctrica, estas deben ser estudiadas para saber cuál es la más apropiada para tener la mayor eficiencia en el proceso de generación de energía.

En el desarrollo de este proyecto se elaboraron tres capítulos, el primero capítulo se centra en una breve descripción de la situación de la UNAN respecto a los desperdicios, para así lograr un cálculo del biogás que se puede obtener. En el segundo se aborda la dimensión del contenedor y la propuesta de construcción, así como del tipo de turbina más óptimo para la generación de la energía. El último constará con un pequeño análisis de la relación costo beneficio de esta propuesta para comprobar su factibilidad.

JUSTIFICACIÓN

Este proyecto obedece a las políticas mundiales que contemplan el cuidado del medioambiente y la generación de energía más limpia, mejorando la calidad de vida, ya que la búsqueda de fuentes de energías que no provengan del petróleo se han incrementado en las últimas décadas. Debido a los daños al medio ambiente y cuyo valor económico se ha incrementado, la humanidad necesita una forma amigable para el planeta de producir energía que supla las necesidades de nuestras sociedades, es por eso que se tienen que explorar todas las alternativas para una producción de energía más limpia.

El biogás es una alternativa para obtener una fuente de energía limpia, que aprovecha los desechos orgánicos que a diario se producen, este tipo de generación de energía eléctrica a partir del biogás es uno de los métodos de producción de energía que se ha convertido en un tema de gran interés en la actualidad, a través de la cual es posible obtener como producto final una fuente de energía renovable.

Con esta propuesta se pretende procesar de alguna manera los residuos que son generados en la UNAN - Managua, de esta manera se contribuye con la lucha universal contra la basura así como la generación de energía renovable para la universidad y posiblemente llegar en un futuro a convertir a nuestra alma mater en una universidad autosustentable a lo que energía se refiere así como también en un ejemplo social y de compromiso ecológico para el país, promoviendo limpieza con un tratamiento eficiente en el manejo de desechos.

Con este trabajo se propone el diseño de una planta de energía eléctrica a base de biogás con el fin de aprovechar los residuos orgánicos generados en nuestra alma mater.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Propuesta de generación de energía eléctrica a través de turbinas de 10 Kwh haciendo uso del biogás proveniente de los desechos orgánicos de la UNAN – Managua.

Objetivos específicos:

- Calcular la cantidad de biogás que puede producirse a partir de todos los desechos orgánicos de los comedores, bares y de las aguas servidas de los becarios internos Arlen Siu del RURD.
- Elaborar una propuesta para concentración de toda la biomasa obtenida de los comedores, bares y aguas servidas del residencial Arlen Siu del RURD.
- Seleccionar un tipo de turbina a gas para aprovechar el potencial de biogás que pueda producirse en el RURD para generar energía eléctrica.
- Establecer la relación costos beneficios de la generación de energía eléctrica por medio de biogás.

DESARROLLO

Capítulo 1: Análisis de la cantidad de biogás generado de los desechos orgánicos de los bares, comedores e internado Arlen Siu del RURD.

Para llevar a cabo este proyecto se tomó en cuenta, una serie de pasos a seguir, los cuales se desarrollarán uno a uno en el presente trabajo, de esta forma se pretende llegar a la meta esperada, que es la generación de energía eléctrica a partir de biogás.

1.1. Descripción de la situación actual de la UNAN-Managua respecto a los desperdicios generados

La UNAN-Managua sigue un protocolo similar, así como otras instituciones. Al referirnos a la basura ya que, la basura que se recolecta en nuestra universidad llega a los distintos basureros de la capital, así como las aguas servidas que salen de la universidad las cuales, llegan a las aguas negras de nuestra ciudad capital y su destino final es el lago de Managua (xolotlàn) .

En la actualidad en los comedores, bares e internado de la UNAN-Managua se obtienen una gran cantidad de desperdicios, porque en estos se concentra gran mayoría de personas; alumnos internos, externos y trabajadores de la universidad; por lo tanto estos consumen alimentos en los distintos establecimientos de la universidad, el comedor central de la universidad etc.

La universidad puede concentrar por día un aproximado de 20,000 personas, los bares y comedores tienen que realizar comida para satisfacer la demanda de gran parte de estas; es decir, el trabajo que se realiza a diario acumula basura. Sin embargo, Los trabajadores de la universidad realizan la recolecta de los desperdicio a diario, mayormente en horas de la mañana, los cuales se llegan a depositar al basurero de la universidad.

En la figura 1 se muestra el mapa de la UNAN-Managua aquí se puede observar el basurero de la universidad.



Figura 1¹ Basurero de la UNAN-Managua.

Así como en la figura 2 se puede observar el sistema de aguas negras de las becasas internas del Arlen Siu de la UNAN-Managua, en la que se muestra el sitio de salida de estas aguas servidas hacia las tuberías de aguas negras de nuestra capital.

¹google,maps. (s.f.). Recuperado el 23 de 09 de 2013, de maps.google.com.ni/maps?hl=es-419&tab=wl

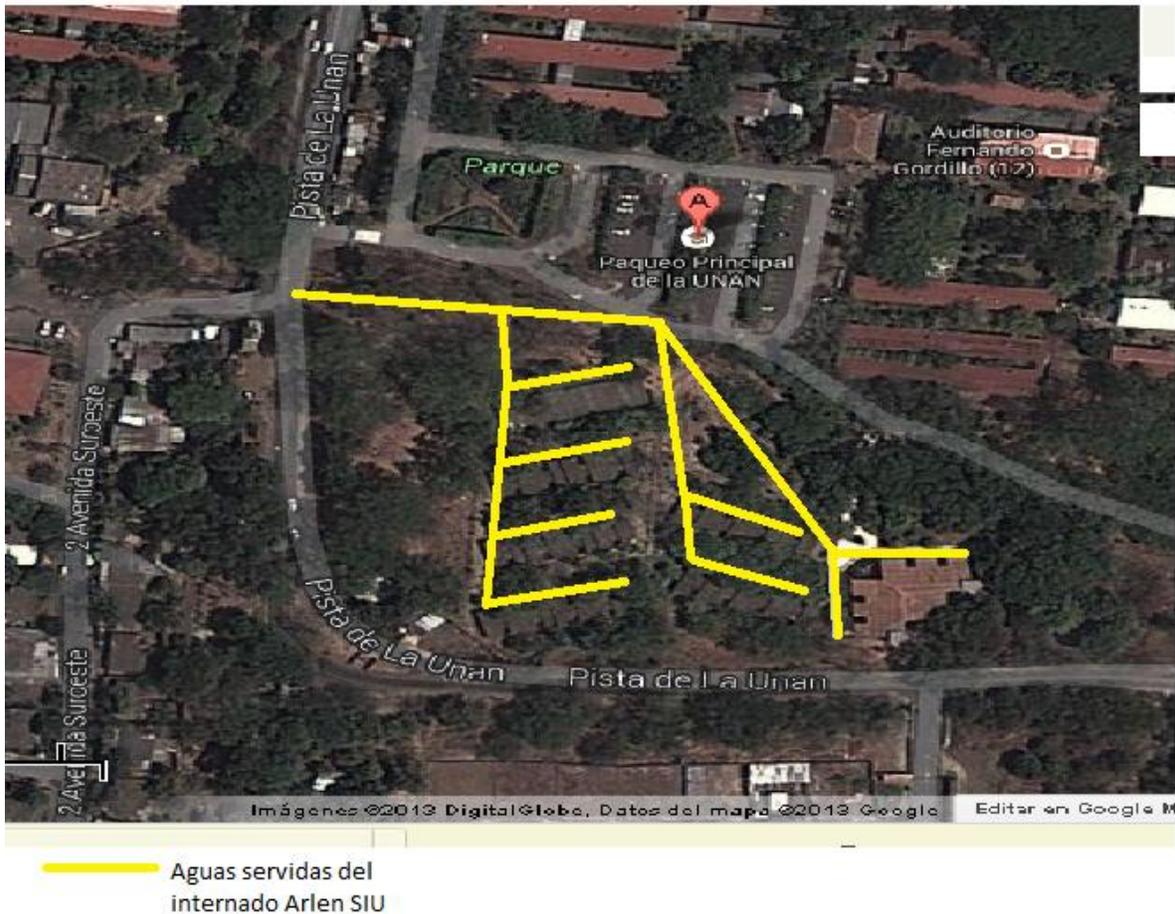


Figura 2² Aguas servidas del internado Arlen Siu.

1.2. Clasificación de los residuos³

Existen diferentes tipos de residuos, orgánicos e inorgánicos, de los cuales, solamente se utilizarán los orgánicos, para la elaboración del presente proyecto. Debido a, que Los residuos orgánicos o residuos sólidos orgánicos. (RSO) Son aquellos que provienen de algún ser vivo (animal, planta, hongo, etc.); los cuales serán seleccionados de los comedores, bares e internado Arlen Siu de la UNAN – Managua para luego ser procesados para dicho proyecto.

²google,maps. (s.f.). Recuperado el 23 de 09 de 2013, de maps.google.com.ni/maps?hl=es-419&tab=wl

³Siles, F. A. (2012). *GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE PRODUCCION DE BIOGAS*. Mexico d.f.

1.2.1. Residuos de comedores y bares de la UNAN – Managua.

En la UNAN-Managua se encuentran diferentes comedores y bares, en los cuales se generan distintos desperdicios. Los cuales deberán ser respectivamente procesados para el uso energético de dicha propuesta.

En esta parte se realizará un análisis de los residuos generados por estos, en la figura 1.4 se muestra el mapa de la localización de los diferentes comedores y bares de nuestra alma mater.



Figura 1.4⁴. Mapa de comedores y bares de la UNAN – Managua.

⁴google,maps. (s.f.). Recuperado el 23 de 09 de 2013, de maps.google.com.ni/maps?hl=es-419&tab=wl

1.3. Comedores y bares de la UNAN-Managua⁵.

1.3.1. Terraza de doña Tere.

La terraza de doña Tere es uno de los bares más antiguos de la universidad, ya que tiene 15 años de existir, es un lugar muy concurrido diariamente, en este lugar se puede encontrar todo tipo de alimentos, cuenta con un menú extenso, se encuentra frente a la biblioteca de la UNAN – Managua. Este trabaja 6 días a la semana de 7:00 am a 6:00 pm. El estudio que se realizó en este bar expulso los siguientes resultados: diario realizan 300 servicios de alimento, lo cual en consideración obtiene una gran cantidad de basura orgánica, al obtenerla deberá ser procesada, para la producción de energía. En cuanto a la masa bruta el total de alimentos procesados por día es de 330lb.

En la siguiente figura 1.3.1 se puede observar la cantidad en libras de alimentos que se procesan a diario en este bar.

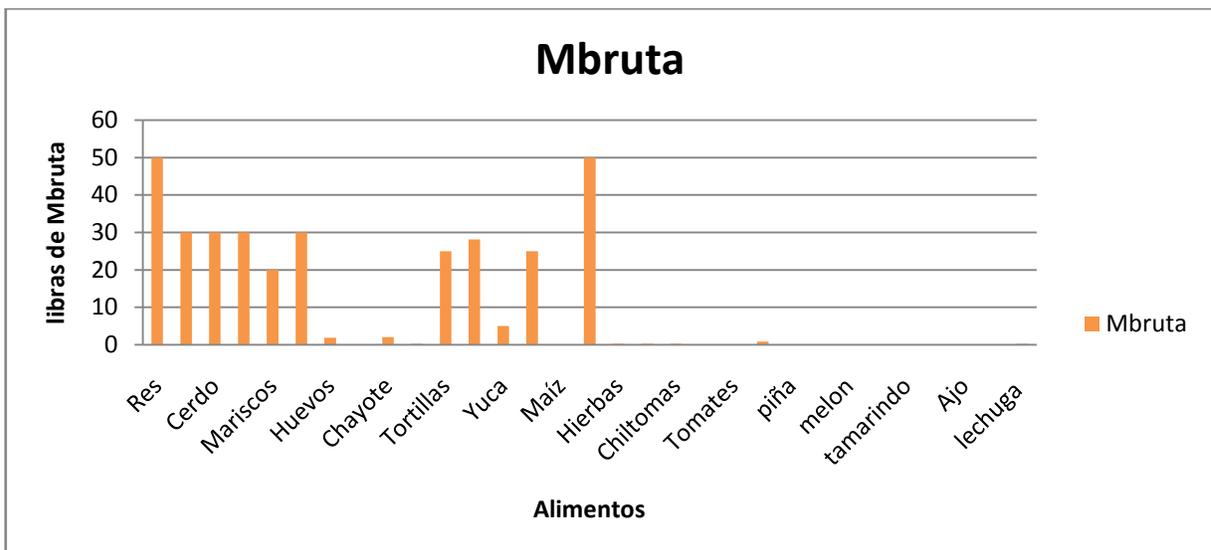


Figura 1.3.1 Masa bruta de los alimentos procesados en la terraza de doña Tere.

⁵Los bares y comedores que se describen a continuación se pueden encontrar en la figura 1.4, de la page 24 Figura obtenida de encuesta realizada a los comedores y bares de la UNAN – Managua, (encuesta en page. 72)

1.3.2. Microempresa

La microempresa es un restaurante y kiosco que es dirigido por personal administrativo de la universidad, este local ha permanecido por mucho tiempo en la universidad, en este se trabaja seis días a la semana, de 7:30am a 3:00pm. El análisis en este puesto de venta, respondió que a diario se venden 450 servicios de alimento, de los cuales se puede llegar a obtener una gran cantidad de basura orgánica, la cual deberá ser procesada; por tanto, la masa bruta total de alimento procesado por día es de 1050lb. En la siguiente figura 1.3.2 podemos ver la cantidad en libras de alimentos que se procesan a diario en este local.

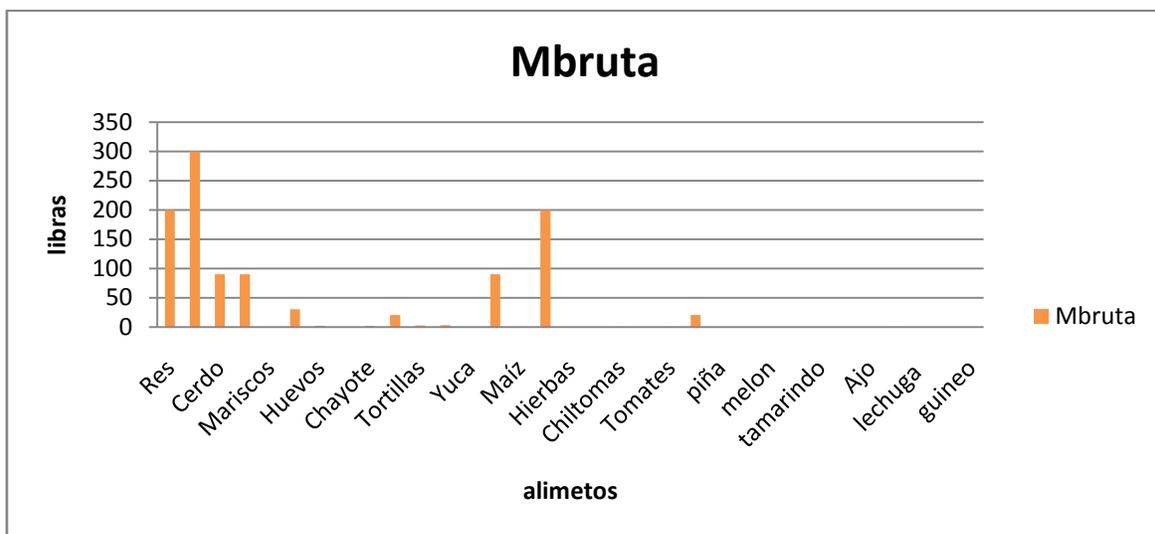


Figura 1.3.2 Masa bruta de los alimentos procesados en la Microempresa⁶.

1.3.3. Comedor Sazón

El comedor Sazón es considerado, un comedor popular, este local tiene 1 año de operar y trabaja seis días a la semana de 7:00am a 3:00pm, en este local se vende un promedio de 80 servicios de alimento al día, para llevar a cabo estos servicios requiere de una masa bruta de alimento de 55 libras, la cantidad en libra de estos alimentos se muestra en la figura 1.3.3.

⁶ Figura obtenida de encuesta realizada a los comedores y bares de la UNAN – Managua.

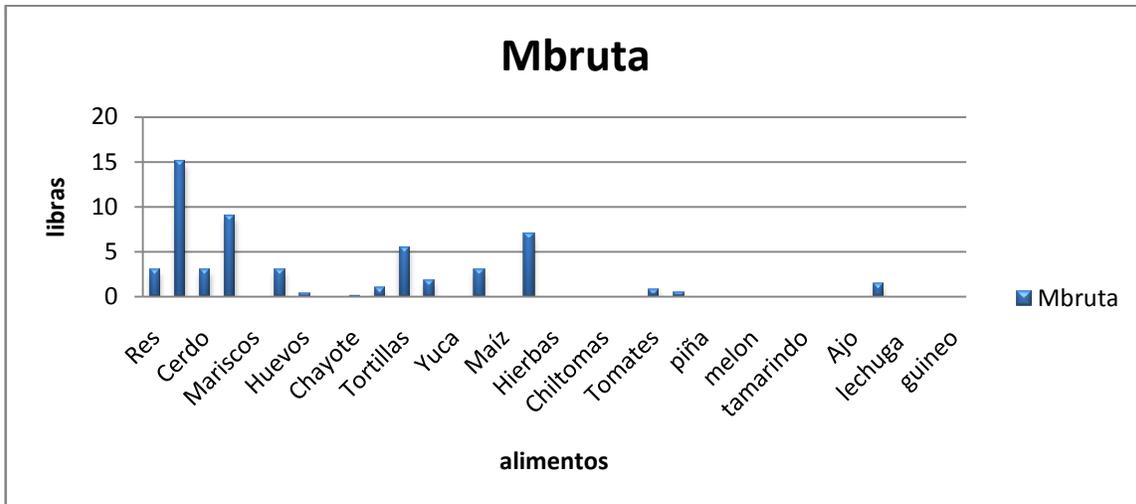
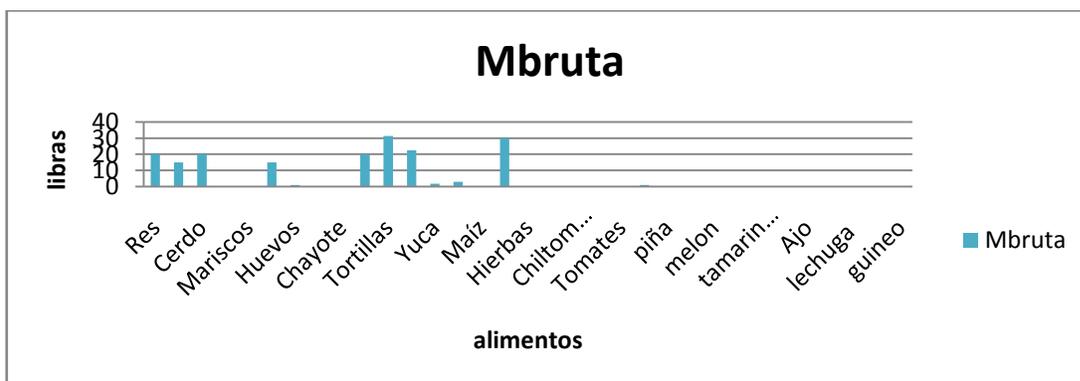


Figura 1.3.3 Masa bruta de los alimentos procesados en el Sazón⁷.

1.3.4. Kiosco Martha

El kiosco Martha vende una gran cantidad de alimentos a diario, este kiosco se encuentra contiguo al pabellón 60, se trabaja seis días a la semana de 7:30am a 6:00pm, este local funciona desde hace 3 años y cuenta con un extenso menú de alimentación, debido a esto se consideró en el estudio que se vendían 500 servicios de alimento al día, por lo cual, se procesarían 182 libras de masa bruta para realizar esta cantidad de alimento.

En la siguiente figura 1.3.4 podemos ver la masa bruta que se procesa a diario.



Figura

1.3.4 Masa bruta de los alimentos procesados en el Kiosco de Martha⁸.

⁷ Figura obtenida de encuesta realizada a los comedores y bares de la UNAN – Managua.

1.3.5. Comedor central de la UNAN – Managua

Es un comedor institucional en el cual se atiende a trabajadores y estudiantes de la misma, en este se realizan grandes proporciones de alimento para los estudiantes internos de la universidad, este comedor tiene 37 años de trabajar desde entonces, atiende a diario a las personas que adquieren alimentos de este. El horario de atención es de 5:30am a 7:30pm, en este se llevan a cabo un promedio de 3000 servicios de comida a diario, para adquirir estas proporciones de comida se tiene que procesar gran cantidad de alimento que, servirán de fuentes para generar basura orgánica. En la siguiente figura 1.3.5 se muestra la masa bruta que se procesa a diario la cual es de 1283 libras.

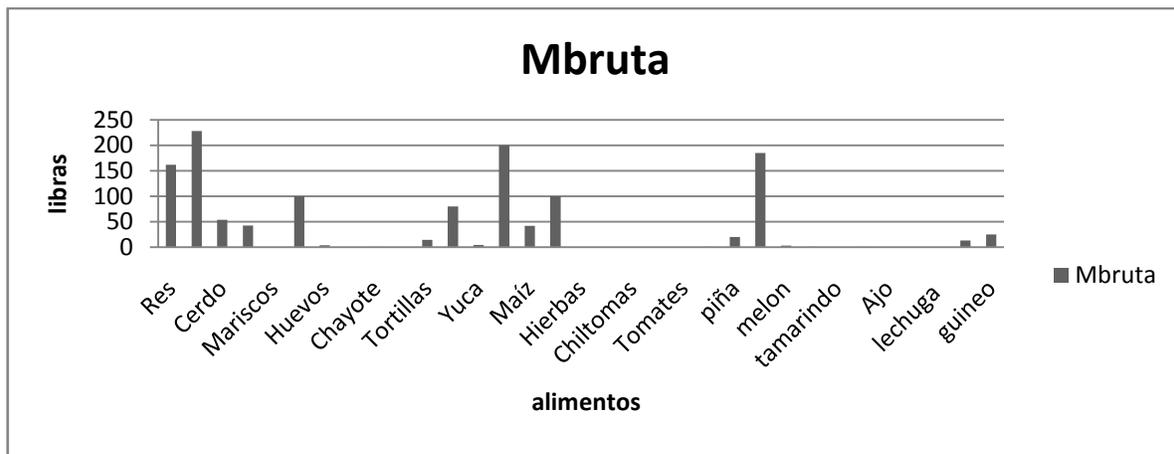


Figura 1.3.5 Masa bruta de los alimentos procesados en el Comedor UNAN – Managua⁹.

1.3.6. Moscú

El Moscú es un lugar que se encuentra frente a los pabellones de medicina, en este lugar se pueden encontrar diferentes comedores populares como comedor popular Lupita, abuelita y las chelas.

⁸ Figura obtenida de encuesta realizada a los comedores y bares de la UNAN – Managua.

⁹ Figura obtenida de encuesta realizada a los comedores y bares de la UNAN – Managua.

1.3.6.1. Comedor popular Lupita

Este comedor tiene 28 años de operar, en este local se pueden encontrar todo tipo de comida atienden seis días a la semana de 9:00am a 3:00pm, venden aproximadamente más de 200 servicios de comida al día.

1.3.6.2. Comedor popular Abuelita

El comedor de la abuelita es uno de los comedores más antiguos de la universidad, ya que, tiene 34 años de operar; en el lugar se puede encontrar también, gran variedad de alimentos. En este se atiende seis días a la semana de 7:00am a 3:00pm, además se reparten 139 servicios de alimentos diariamente.

1.3.6.3. Comedor Las chelas

El comedor las chelas es también uno de los comedores más antiguos de la universidad tiene 40 años de operar, en este local se realiza un promedio de 92 servicios de comida al día y atienden seis días a la semana, de 7:00 am a 3:00pm por lo cual, se realiza un promedio de 431 servicios de comida al día. En la siguiente figura 1.3.6 se puede ver la cantidad de 232 libras de masa bruta que se procesan en estos comedores.

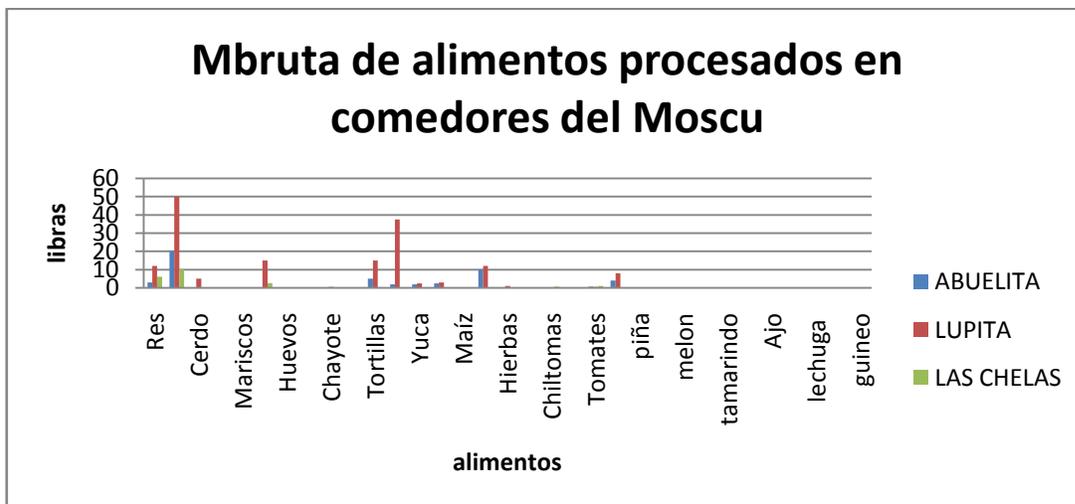


Figura 1.3.6 Masa bruta de los alimentos procesados en el Moscu¹⁰.

¹⁰ Figura obtenida de encuesta realizada a los comedores y bares de la UNAN – Managua.

1.4. Masa de alimentos que se procesan en los comedores y bares.

1.4.1. Masa bruta de alimentos procesados.

Por medio del presente estudio de los distintos bares y comedores de la UNAN – Managua, se ha obtenido una descripción de la cantidad de alimento que se realizan a diario en estos lugares, considerando la masa bruta total procesada diariamente en ellos, la cual se observa en la tabla 1.4.1.a y figura 1.4.1.b

Bares y comedores	terracea de Doña Tere	kiosco Martha	comedor Sazón	Comedor UNAN-Managua	Microempresa	Moscú	Total (lb)
<i>Masa bruta de alimentos procesados</i>							
Res	50lb	20lb	3lb	162lb	200lb	21lb	456
Pollo	30lb	15lb	15lb	228lb	300lb	80lb	668
Cerdo	30lb	20lb	3lb	54lb	90lb	5lb	202
Pescado	30lb	0	9lb	43lb	90lb	0	172
Mariscos	20lb	0	0	0	0	0	20
Queso	30lb	15lb	3lb	100lb	30lb	17.5lb	195.5
Huevos	1.9lb	2lb	0.41lb	4.27lb	1.9lb	0.25lb	10.73
Malanga	0	0	0	0	0	0	0
Chayote	2lb	0.25lb	0.125lb	1lb	1.5lb	0.5lb	6.385
Papas	0.25lb	20lb	1lb	0	20lb	0	41.25
Tortillas	25lb	31.25lb	5.5lb	14.3lb	2.5lb	20lb	98.55
Plátanos	28.1lb	22.5lb	1.8lb	80.35lb	28.125lb	39.35lb	200.22
Yuca	5lb	1.8lb		4,625lb	0	4.5lb	15.925
Frijoles	25lb	3lb	3lb	200lb	90lb	5.5lb	326.5
Maíz	0	0		42lb	0	0	42
Arroz	50lb	30lb	7lb	100lb	200lb	22lb	409
Hierbas	0	0	0	0	0	1lb	1
Hojas	0	0	0	0	0	0	0
Chiltomas	0.25lb	0.25lb	0	0.25lb	0.125lb	0.67lb	1.54
Pimientos	0	0	0	0	0	0	0
Tomates	0	0	0.8lb	0	0.187lb	2.7lb	3.22
Cebollas	0.89lb	0.98lb	4lb	1lb	20lb	12lb	37.89
piña	0	0	0	20lb	0	0	20
naranja	0	0	0	185lb	0	0	185
melón	0	0	0	3.18lb	0	0	3.18
naranja agria	0	0	0	1lb	0	0	1
tamarindo	0	0	0	0	0	0	0
zanahoria	0	0	0	1lb	0	0.187lb	1.187
Ajo	0	0	0	0	0	0.12lb	0.12
repollo	0	0.234lb	1lb	0	0.25lb	1lb	2.046
lechuga	0.25lb	0	0	0	0	0	0.25
maduro	0	0	0	13.3lb	0	0	13.3
guineo	0	0	0	25lb	0	0	25
Gran total							3158

Tabla 1.4.1.a Resumen de la masa bruta procesada en los comedores y bares¹¹.

¹¹ Tabla obtenida de encuesta realizada a los comedores y bares de la UNAN – Managua.

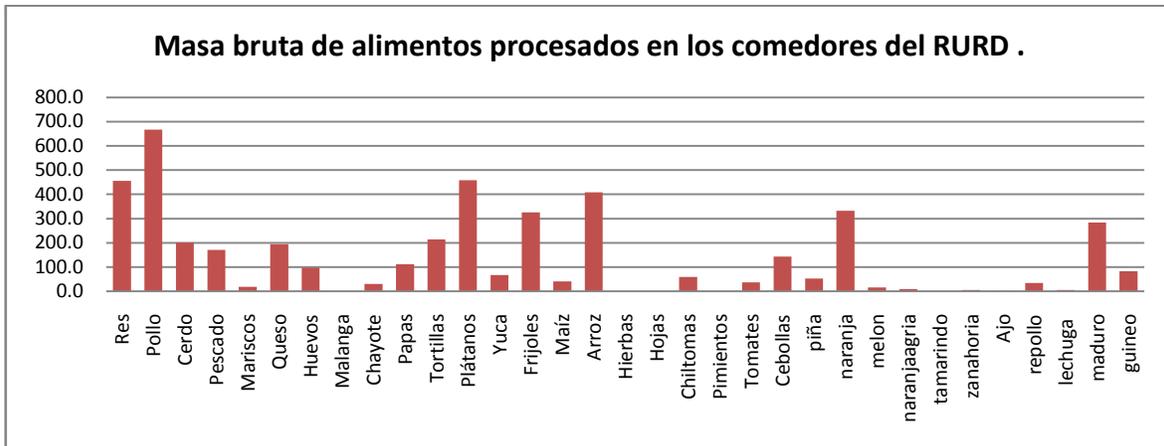


Figura 1.4.1.b Cantidad de masa bruta total procesada a diario en los comedores y bares de la UNAN – Managua.

Al obtener la cantidad de masa bruta total, se realizará la etapa de clasificación de cascara, que contienen estos alimento. Obteniendo así dos valores adicionales el valor de masa de restos directos y masa procesada.

1.4.2. Masa procesada

La masa procesada es la masa que se utilizará al momento de realizar la comida, de esta masa no obtendrá valores de desperdicios, ya que toda esta será procesada, en la siguiente figura. 1.4.2 se puede ver la cantidad de masa procesada a diario en nuestra alma mater.

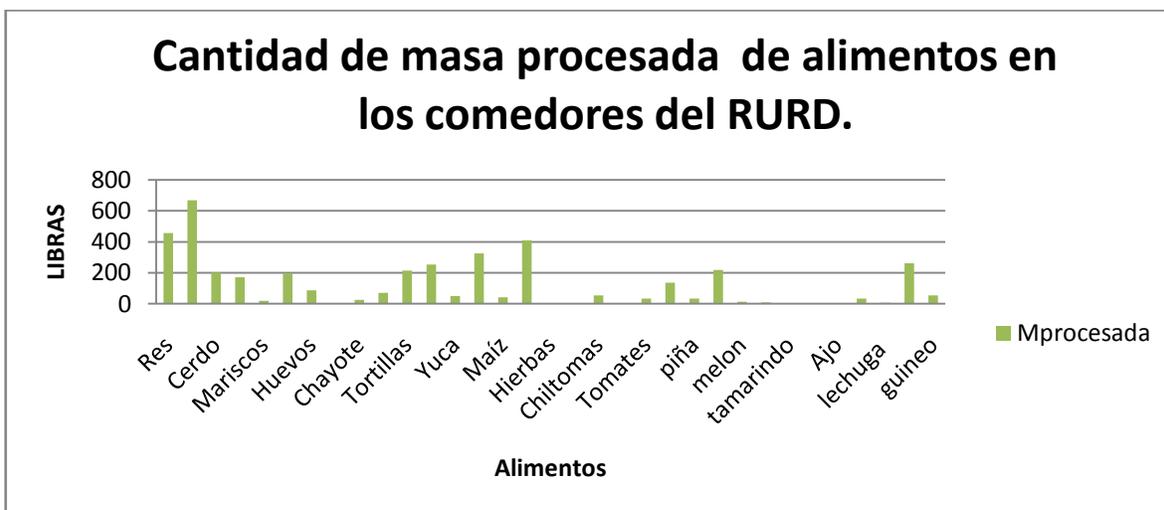


Figura 1.4.2 Cantidad de masa procesada a diario en los comedores y bares de la UNAN - Managua.

1.4.3. Masa de restos directos

La masa de restos directos es la masa que, no es útil de ningún modo al momento de realizar la comida. En cuanto a la masa total, será masa que si deberá ser utilizada porque, toda será masa de basura orgánica la cual, será estudiada a continuación, en la siguiente figura 1.4.3 puede observar la cantidad de masa de restos directos que se obtienen a diario en la universidad.

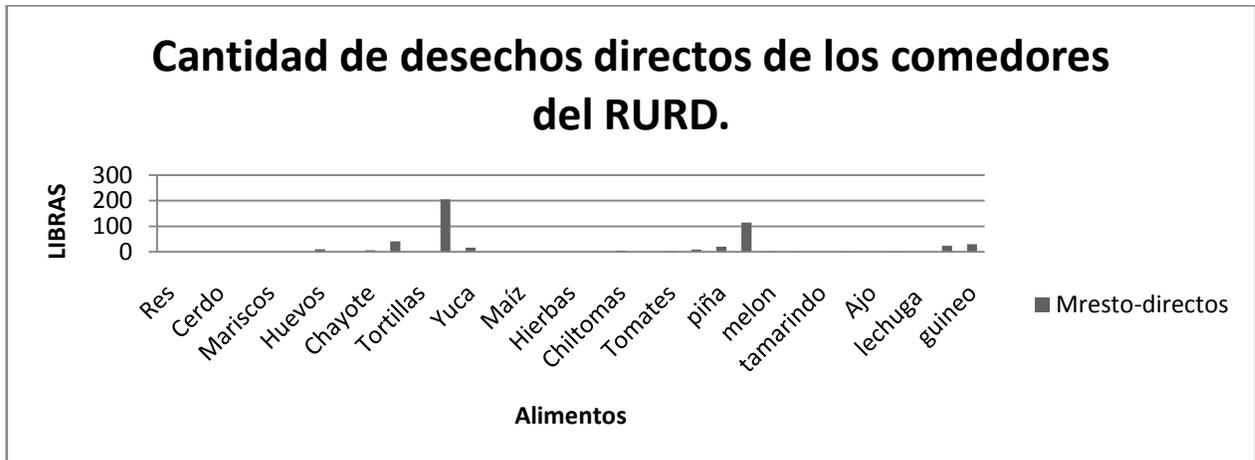


Figura 1.4.3. Masa de desechos directos de los comedores y bares de la UNAN – Managua¹².

1.4.4. Comparación de las distintas masas de los alimentos

En la siguiente figura 1.4.4 se podrá ver una comparación final de la masa bruta, masa procesada, masa de restos directos que se utilizan a diario para sustentar la demanda de comida a diario en nuestra alma mater. De la universidad se obtiene un promedio de 224.28k a diario de basura orgánica proveniente de los comedores del RURD de la UNAN-Managua.

¹² Figura obtenida de encuesta realizada a los comedores y bares de la UNAN – Managua.

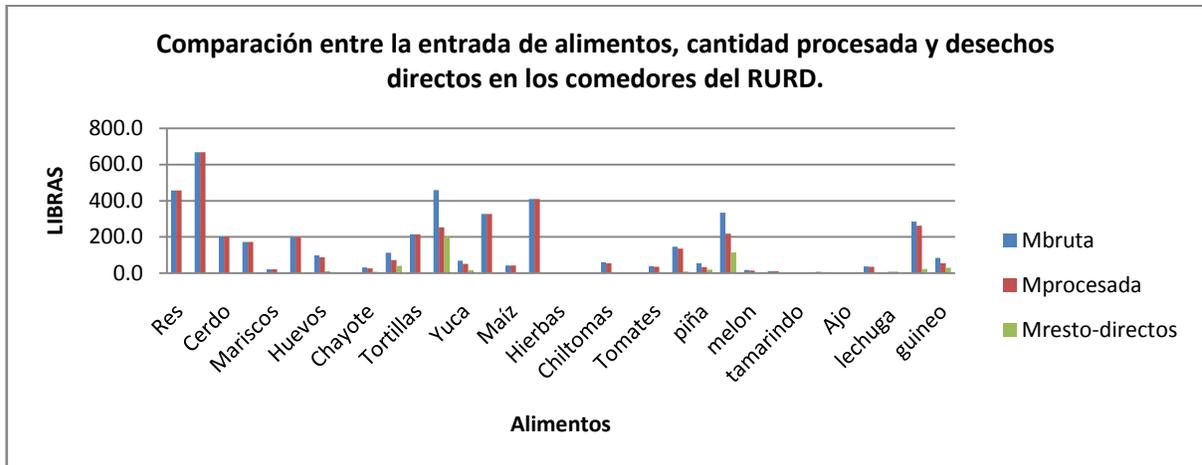


Figura 1.4.4 Comparación de masa bruta, masa procesada y masa de restos directos¹³.

1.5. Las aguas residuales urbanas o aguas negras¹⁴

Las aguas residuales urbanas o aguas negras, (ARV), están formadas por los afluentes líquidos que genera el ser humano en sus actividades cotidianas catalogándose como biomasa animal. Se trata de residuos de un contenido en agua muy elevado, razón por la que su evacuación se realiza en ríos y en los mares obteniéndose un residuo denominado lodos de depuradoras, donde se concentra la mayor parte de materia orgánica, presente en las aguas residuales.

1.5.1. Internado Arlen Siu de la UNAN – Managua

Las aguas residuales urbanas o aguas negras del internado Arlen Siu, son el producto del uso de servicios higiénicos y baños de las internas, este internado cuenta con un promedio de 465 personas entre los dos semestres, estas personas realizan sus necesidades en estos lugares, son estudiantes universitarias que, en general viven en otros departamentos.

¹³ Figura obtenida de encuesta realizada a los comedores y bares de la UNAN – Managua.

¹⁴ Wlimar Hernandez, C. V. (2013). *TUTORIAL PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACION DE ENRGIA ELECTRICA CON BIOGAS USANDO AGUAS SERVIDAS*. MEDELLIN.

1.5.1.1. Masa de desecho orgánico del internado Arlen Siu a obtener¹⁵

Esto nos lleva a la conclusión que a diario se genera una gran cantidad de agua residuales en nuestra universidad, en la siguiente tabla 1.5.1 se observa brevemente una descripción de agua residual generada, la cual, es directamente proporcional al número de internos.

Semestre	Material origen	Total de internos	Kg de excreta por día	Total de kg de excreta
1	Mujeres	492	0.40	196.8
2	Mujeres	437	0.40	174.8
promedio	Mujeres	465	0.40	185.8

Tabla 1.5.1¹⁶.Breve descripción de agua residual de internado Arlen Siu.

En la siguiente figura 1.8.1 se puede obtener la relación de excreta por personas y ver mejor la cantidad de excreta que se pueda obtener.

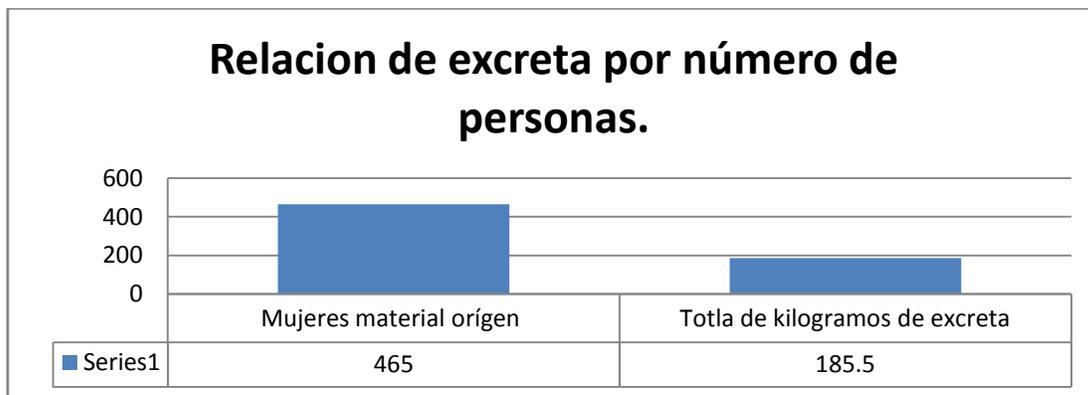


Figura 1.8.1 Relación de excreta por personal

La cantidad de excreta que se obtiene de las aguas residuales del internado Arlen Siu, es de 196.8 Kg de excreta por día, debido a que una persona desecha 0.40Kg/día y la cantidad de internos es de 492 entonces la cantidad será de 196.8 Kg mencionados anteriormente.

¹⁵(25 de 5 de 2013). Recuperado el 25 de 2013 de 2013, de <http://www.monografia.com/Potencialidades para la producción de biogás en entidades y asentamientos poblacionales del Municipioviñales>

¹⁶ Los datos formulados en la breve descripción de las aguas residuales del internado Arlen Siu, fueron obtenido gracias a información brindada por el departamento de beca de la UNAN – Managua.

1.6. Obtención de biogás

Para obtener el biogás a partir de los desechos orgánicos, será necesario un proceso bioquímico, para obtener biogás.

1.6.1. Aspectos bioquímicos de la fermentación metano génicos¹⁷

El conocimiento de los factores microbiológicos y bioquímicos que ocurren en la fermentación metánica es indispensable para entender la cinética de este proceso, esto permite controlar e incidir sobre el mismo para conseguir resultados satisfactorios.

Primeramente, la digestión anaerobia se considera como un sistema bifásico, compuesto por la fase de, no metano génica en que las bacterias anaerobias transforman los substratos en productos solubles y gaseosos; incluyendo acetatos, CO₂, H₂ y otras. El metano génico es donde las bacterias formadoras de metano (CH₄) utilizaban el acetato, mezclas de H₂ y CO₂ entre otros substratos para su metabolismo.

Los términos con que se han identificado estas fases (acidificación y gasificación) no fueron del todo correctos; por cuanto, en la primera etapa no todos los productos que se forman son ácidos; porque, no todos los productos gaseosos son derivados de la llamada etapa de gasificación. Luego, se admitió que en la fermentación bacteriana intervienen poblaciones microbianas diversas, en la que se distinguen cuatro etapas: hidrólisis, ácido génesis, aceto génesis y metano génesis, observar, brevemente en la siguiente descripción. Tabla 1.6.1.

¹⁷Gomez, J. L. (2013). *Produccion de biogas con desechos organicos provenientes de comedores de la UNAN - Managua*. investigativo, UNAN - Managua, Managua.

Grupo de bacterias	Función
Bacterias hidrolíticas y fermentativas	Convierten una variedad de compuestos orgánicos tales como polisacáridos, lípidos y proteínas en otros productos como el ácido acético.
Bacterias acetogénicas hidrógeno	productoras de hidrógeno
Bacterias homoacetogénicas	Convierten un espectro amplio de compuestos multi o mono carbonados en ácido acético.
Bacterias metano génicas	Transforman el H ₂ , CO ₂ , compuestos mono carbonados, por ejemplo el metanol, CO y la metilamina en acetato o pueden formar metano de la descarboxilación del acetato.

Tabla 1.6.1 Grupos metabólicos de la biodigestión

Para llevar a cabo el proceso bioquímico de fermentación, se debe tener en cuenta una serie de “**factores para procesar los desechos orgánicos**”.

1.7. Factores que influyen en el proceso de digestión anaeróbica¹⁸

El proceso de conversión anaerobia depende de diversos factores como por ejemplo: del pH, la temperatura, la disponibilidad de nutrientes, la presencia de sustancias tóxicas, el tiempo de retención, la relación carbono – nitrógeno (C: N) y el nivel de carga.

¹⁸Gomez, J. L. (2013). *Produccion de biogas con desechos organicos provenientes de comedores de la UNAN - Managua*. investigativo, UNAN - Managua, managua.

1.7.1. pH

El rango de pH óptimo es de 6.6 a 7.6. Los ácidos grasos volátiles (AGV) y el pH del sustrato. Si las bacterias metano génicas no alcanzan a convertir rápidamente los AGV a medida que lo producen las bacterias acetogénicas, estos se acumulan y disminuyen el pH en el digestor. Sin embargo, el equilibrio CO₂-bicarbonato opone resistencia al cambio de pH.

1.7.2. Temperatura

Los niveles de reacción química y biológica normalmente aumentan con el incremento de la temperatura. Para los digestores de biogás esto es dentro de un rango de temperatura tolerable para diferentes microorganismos. Las altas temperaturas causan una declinación del metabolismo, debido a la degradación de las enzimas; y esto es crítico para la vida de las células. Los microorganismos tienen un nivel óptimo de crecimiento y metabolismo dentro de un rango de temperatura bien definido, particularmente en los niveles superiores, los que depende de termo estabilidad, de la síntesis de proteínas para cada tipo particular de microorganismo.

Existen tres rangos de temperatura para la digestión de residuales, el primero es el mesofílico (de 20 a 45°C), el segundo es el termofílico (por encima de 45°C). El óptimo puede ser de 35°C a 55°C. La ventaja de la Biomasa Biogás digestión termofílica es que la producción de biogás es aproximadamente el doble que la mesofílica, así que los biodigestores termofílicos pueden ser la mitad en volumen que los mesofílicos, manteniendo su eficiencia general.

1.7.3. Nutrientes

Desde fuentes de carbono orgánico; los microorganismos requieren del nitrógeno, fósforo y otros factores de crecimiento que tienen efectos complejos. Los niveles de nutrientes deben estar por encima de la concentración óptima para el metano bacterias, en ellas se inhiben severamente por falta de nutrientes. Sin embargo, la

deficiencia de nutrientes no debe ser un problema con los alimentos concentrados, porque aseguran que son suficientes las cantidades de nutrientes.

1.7.4. Toxicidad

Los compuestos tóxicos incluso en bajas concentraciones, afectan la digestión y disminuyen los niveles de metabolismo. Las bacterias metanogénicas son generalmente las más sensibles, aunque todos los grupos pueden ser afectados.

Un nutriente esencial también puede ser tóxico si su concentración es muy alta. En el caso del nitrógeno, mantener un nivel óptimo para garantizar un buen funcionamiento sin efectos tóxicos es particularmente importante. .

1.7.5. Nivel de Carga

Este parámetro es calculado como la materia seca total (MS) o materia orgánica (MO) que es cargada o vertida diariamente por metro cúbico de volumen de digestor. La MO o sólidos volátiles (SV) se refiere a la parte de la MS o sólidos totales (TS), que se volatilizan durante la incineración a temperaturas superiores a 500⁰C (AOAC 1980). Los SV contienen componentes orgánicos, los que teóricamente deben ser convertidos a metano.

Los residuos de animales pueden tener un contenido de MS mayor del 10 %. Según los requerimientos operacionales para un reactor anaerobio, el contenido de MS no debe exceder el 10 % en la mayoría de los casos. Por eso, los residuales de granjas se deben diluir antes de ser tratados.

La eficiencia de la producción de biogás se determina generalmente expresando el volumen de biogás producido por la unidad de peso de MS o SV. La fermentación de biogás requiere un cierto rango de concentración de MS que es muy amplio, usualmente desde 1% al 30%. La concentración óptima depende de la temperatura.

1.7.6. Tiempo de retención

Existen dos parámetros para identificar el tiempo de retención de las sustancias en el digestor:

1. El tiempo de retención de los sólidos biológicos (TRSB) que, se determinan dividiendo la cantidad de MO o SV que entra al digestor entre la cantidad de MO que sale del sistema cada día. El TRSB es asumido para representar la media del tiempo de retención de los microorganismos en el digestor.

2. El tiempo de retención hidráulico (TRH) es el volumen del digestor (VD) entre la media de la carga diaria.

Se tiene en cuenta la cantidad de desechos orgánicos, con los cuales obtendrán el biogás y los procesos bioquímicos para la fermentación metanogénica y los factores que inciden para la producción de biogás se podría lograr experimentos necesarios para determinar la cantidad de biogás que se puede obtener a partir de los desechos orgánicos explicados anteriormente.

1.8. Análisis de la cantidad de biogás a obtener.

1.8.1. Biogás que se puede obtener a partir de los comedores y bares de la UNAN – Managua.

Para llegar a cabo este procedimiento se tuvo que realizar un experimento, el cual nos permitió llegar a conocer la cantidad de biogás que pude obtenerse a partir de los desechos orgánicos de comedores y bares de nuestra alma mater.

1.8.2. Experimento

En la siguiente tabla 1.11.1 se muestran los datos del experimento

Proporción	Agua (g)	Comida (g)	Gas obtenido (ml)
1-2	500	250	290
1-4	400	100	140

Tabla 1.11.1 tabla de experimento

En los resultados de la encuesta se obtiene que diariamente los comedores produzcan una cantidad de aproximada de 224 kg de basura si se extrapola linealmente con los resultados obtenidos en el experimento:

$$0.250\text{kg} \longrightarrow 0.290\text{L}$$

$$1568\text{kg} \longrightarrow X$$

$$x = \frac{((0.290\text{L})(1568\text{k}))}{0.250\text{kg}} = 1818.88\text{L}$$

Entonces serían 1818.88 litros semanal, ahora convirtiéndolos a metro cúbicos

$$1000\text{L} \longrightarrow 1\text{m}^3$$

$$1818.88\text{L} \longrightarrow X$$

$$x = \frac{((1818.88\text{L})(1\text{m}^3))}{1000\text{L}} = 1.82\text{m}^3$$

$$\boxed{X = 1.82 \text{ m}^3}$$

La cantidad de gas semanal sería de 1.82 metros cúbicos utilizando una relación 1:2

Ahora si utilizáramos una relación 1:4

$$0.100\text{kg} \longrightarrow 0.140\text{L}$$

$$1568\text{kg} \longrightarrow Xx = \frac{((1568\text{kg})(0.140\text{l}))}{0.100\text{kg}} = 21958.2\text{l}$$

$$x = \frac{((21958.2\text{l})(1\text{m}^3))}{1000\text{l}} = 21.9\text{m}^3$$

$$\boxed{X=21.9\text{m}^3}$$

Con la relación 1:4 se obtendrá 21.9 metros cúbicos de biogás semanal. Esto nos lleva a obtener 4.38m³ al día. A continuación se muestra una figura 1.8.2 de un experimento realizado.



Figura1.8.2. Experimento¹⁹

1.8.3. Biogás proveniente de las aguas servidas de los internado Arlen Siu de la UNAN – Managua.²⁰

Los valores obtenidos en esta tabla son valores respaldados por documentos obtenidos de diferentes medios, en los cuales se ha realizado investigaciones de la cantidad de biogás que puede obtenerse de las aguas servidas, de diferentes lugares, etc. Ya que, estas se han convertido en una fuente importante de biogás y gracias a esto se llegó a la conclusión de la cantidad de biogás que podemos obtener de las aguas servidas de los internos del Arlen Siu de la UNAN – Managua. La cual se represente en la siguiente tabla 1.8.2.

¹⁹ Figura obtenida de experimento realizado con basura orgánica proveniente de comedores y bares de la UNAN – Managua. Para ver más figura ir a los anexos de este trabajo.

²⁰ (25 de 5 de 2013). Recuperado el 25 de 2013 de 2013, de <http://www.monografia.com/Potencialidades para la producción de biogás en entidades y asentamientos poblacionales del Municipioviñales>

Propuesta de generación de energía eléctrica a través de turbinas de 10kW usando biogás en la UNAN – Managua.

Material origen	Total de internos	kg de excreta por día	Total de kg de excreta	Biogás m^3 /persona*día	Total de m^3 de biogás producido/día	m^3 metano producido
mujeres	492	0.40	196.8	0.028	13	7.56

Tabla 1.8.2 tabla cantidad de biogás que podemos obtener de las aguas servidas de los internos del Arlen Siu de la UNAN – Managua.

1.8.4. Cantidad total de biogás

La cantidad de metros cúbicos que se obtienen es el resultado de la suma del primer experimento y el cálculo de biogás proveniente de las aguas servidas del internado Arle Siu de la UNAN - Managua. En la tabla 1.11.3 se muestra.

Cantidad de biogás obtenido		
Residuos de bares y comedores de la UNAN- Managua	Aguas servidas del internado Arlen Siu de la UNAN- Managua	Biogás total
4.38 m^3	13 m^3	17.38 m^3

Tabla 1.11.3 cantidad de biogás total.

Capítulo 2: propuesta de generación de energía a base de biogás

2.1. Propuesta de implantación de planta de biogás

A continuación se planteará el diseño de la planta generadora de energía eléctrica a partir de biogás. Esto se observa en la figura 2.

La generación de energía que se plantea en este proyecto utiliza desechos orgánicos de bares, comedores y aguas servidas del internado Arlen Siu, estos serán procesados en el biodigestor y de este modo obtendrá el biogás, que servirá de alimentación a nuestra turbina a gas y de este modo obtendrá energía eléctrica, que será inyectada directamente a la red de tendido eléctrico existente.

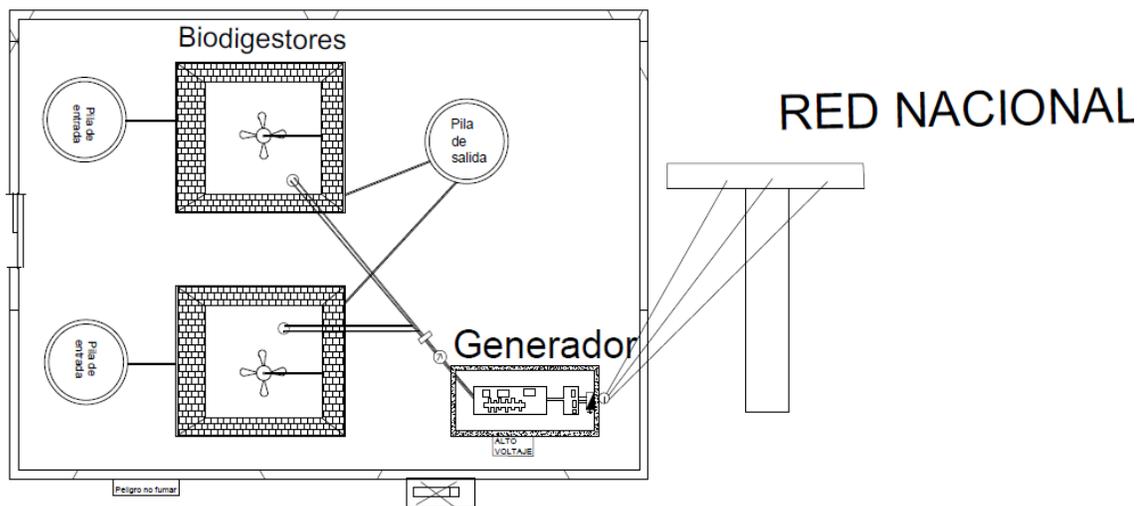


Figura 2 propuesta de implantación de planta de biogás

Luego, de un previo estudio de la cantidad de biomasa que se obtiene de la universidad; procedente de los bares y comedores, así como la cantidad de aguas negras del internado Arlen Siu de la UNAN – Managua, en esta parte del trabajo se realizará un estudio de las herramientas, que ayudarán a procesar la biomasa para la producción del biogás y para la obtención de energía eléctrica y su forma de inyectarse a la red.

2.2. Análisis de lugar de construcción, tipo de biodigestor y factores que inciden para la construcción

El trabajo se realizará mediante biogás por lo tanto, es necesario un análisis del contenedor a utilizar, por medio del cual, se efectuará la digestión anaeróbica para la obtención del biogás de la biomasa; además se hará un previo estudio del lugar propuesto para la construcción del biodigestor, de los tipos de digestores existentes y particularmente el propuesto en este trabajo.

Se realizará el desvío de las aguas servidas o aguas negras del internado Arlen Siu, por un vía que llegue directamente al punto donde se propondrá construir el biodigestor, además, se llegará a depositar los desechos orgánicos de los comedores y bares de la UNAN – Managua, en los lugares ya antes mencionados, para realizar este proceso se incluyeron los factores que inciden para la selección del lugar de construcción del biodigestor. En la figura 2.1 se puede observar los lugares donde se deposita la basura orgánica, así como las aguas negras del internado Arlen Siu.



Figura 2.1²¹. Mapa de basurero y de aguas servidas del internado Arlen Siu de la UNAN – Managua.

²¹ google,maps. (s.f.). Recuperado el 23 de 09 de 2013, de maps.google.com.ni/maps?hl=es-419&tab=wI

Se determinó que los lugares de depósitos de basuras de la universidad, como el alcantarillado de agua negras del internado arlen Siu, se podrían proponer como el lugar de construcción del biodigestor, considerando los factores que pueden incidir en la elección de este.

2.3. Elección del lugar de construcción del biodigestor²²

Este aspecto es de gran importancia pues incidirá en el éxito o el fracaso de la operación del biodigestor o digestor. Por lo cual, se debe tomar en cuenta, los siguientes factores para escoger el lugar definitivo:

- a) Debe estar cerca del lugar donde se consumirá el gas, puesto que, las cañerías son caras y las presiones obtenibles no permiten el transporte a distancias mayores.
- b) Se debe concentrar a una distancia cercana, donde se recogerán los desperdicios para evitar el acarreo; que tarde o temprano atentará contra la operación del biodigestor, e implicará mayores costos.
- c) su almacenamiento deberá ser muy cerca y con una pendiente adecuada para facilitar el transporte y salida del mismo.
- d) Debe de respetarse una distancia entre 10 y 15 metros de pozos o nacientes de agua potable para evitar posibles contaminaciones.
- e) Se ubicará en el lugar donde pueda estar protegido de vientos fríos y donde se mantenga relativamente estable la temperatura, tratando de que reciba el máximo de energía solar.

²²Ramirez, L. (2004). *GENERACION DE ENRGIA ELCTRICA POR MEDIO DE BIOGÁS*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

En los casos prácticos donde es probable que no se puedan cumplir todos los factores anteriores, se debe analizar y evaluar en el lugar, las ventajas e inconvenientes de la ubicación definida.

Según los aspectos mencionados anteriormente que inciden en la elección del lugar de construcción del biodigestor, por lo tanto, se presenta la propuesta que se observa en la figura 2.3.

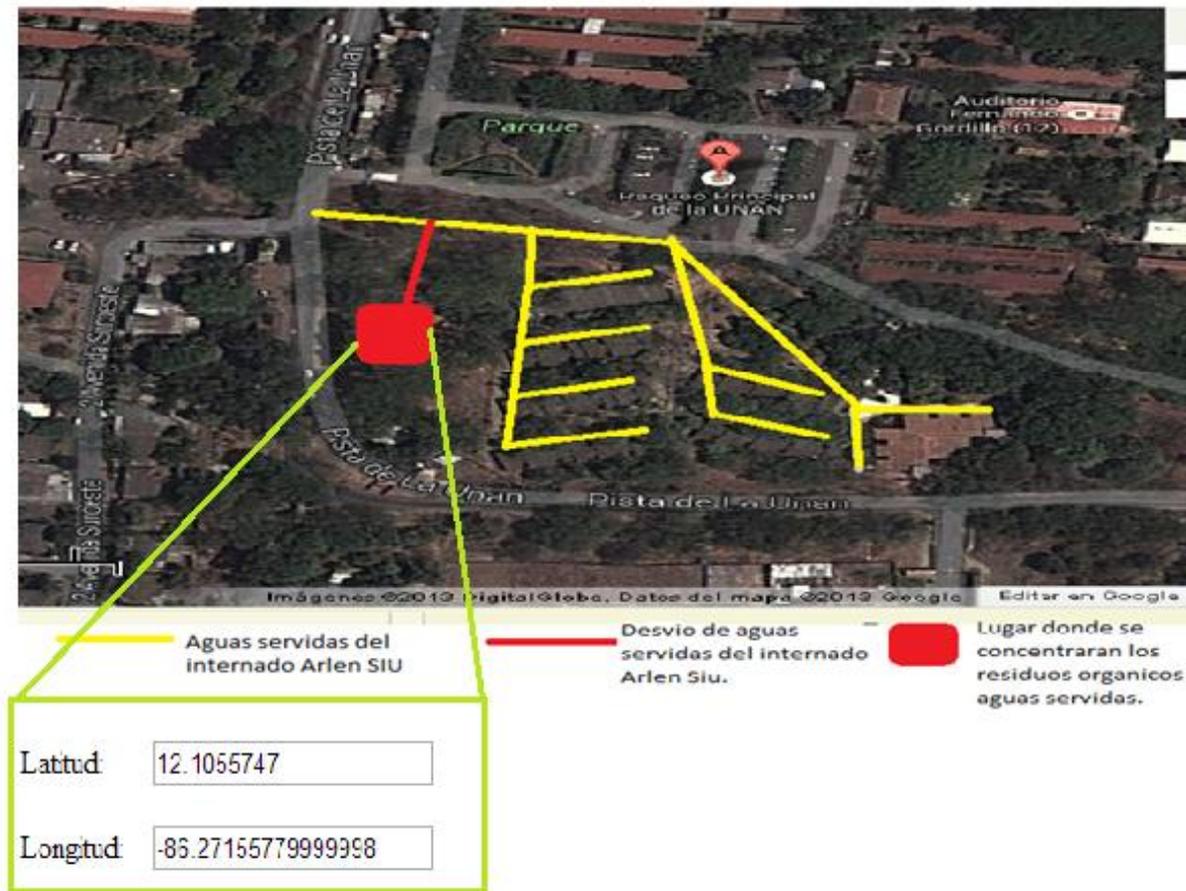


Figura 2.3. Imagen de la propuesta de desvío de toda la materia orgánica.

Se plantearon aspectos fundamentales que inciden en la construcción del biodigestor, de esta forma seleccionar la propuesta sobre el tipo de biodigestor a construir en la universidad mediante el proyecto planteado anteriormente.

2.4. Aspectos que inciden en la construcción del biodigestor²³

Para determinar el tipo de biodigestor que se construirá, se incluyeron ciertas variables, que influyen para el eficiente desarrollo del biodigestor y el costo del mismo.

a) Inversión de propuesta planteada.

Es muy importante determinar la inversión a realizar en la construcción, con ello podemos determinar el tipo, características y componentes, tales como agitadores, medidores de presión y acumuladores de gas que se puedan incorporar en el biodigestor.

b) Energía que se pretende obtener.

Es necesario realizar un levantamiento de cargas instaladas y posibles cargas a utilizar en el futuro para determinar la energía requerida.

c) La materia prima (biomasa).

Se debe determinar la cantidad de afluente o sustrato que se produce o se genera para determinar el volumen de biodigestor y estimar la cantidad de energía producida con dicho volumen.

d) El tamaño del digestor.

El tamaño del biodigestor depende del volumen de sustrato que genera el proceso agropecuario considerando la energía que se requiere, y el espacio disponible que cumplan las características.

e) Las características del terreno en cuanto a profundidad del manto rocoso.

Se debe de considerar, el tipo de terreno donde se desea construir el biodigestor, el cual, no debe estar sobre un manto rocoso muy superficial.

²³Ramirez, L. (2004). *GENERACION DE ENRGIA ELCTRICA POR MEDIO DE BIOGÁS*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

f) La simplicidad que se quiere lograr en el manejo

Para simplificar el manejo del biodigestor se debe tomar en cuenta factores como la proximidad del sustrato, el manejo del efluente, la distancia al generador, el uso de válvulas, etc.

g) Uso del efluente del biodigestor.

El efluente es producto de la degradación del sustrato, constituye un excelente abono orgánico, el cual se puede incorporar a los campos para la recuperación de los suelos, se considera que deberá ser trasladado para el posible uso en el proyecto.

h) Temperaturas medias del lugar donde se instalará.

La digestión anaeróbica ocurre en un rango de temperatura que va desde los 5°C hasta 55°C, pero se ha determinado que la temperatura ideal para la digestión es de 30°C a 35°C, donde se combinan las mejores condiciones para el crecimiento de las bacterias y una mayor producción de metano en corto tiempo de retención de los desechos en el digestor.

Al ser elaborado este previo análisis, se puede realizar una propuesta en el desvío de toda la materia orgánica hacia el lugar donde se propone la construcción del biodigestor, se podrá realizar un estudio en la selección del tipo de biodigestor que se propondrá para la construcción además, de aspectos bioquímicos y los parámetros para la producción de biogás, se llevarán a cabo en todo el proceso en cuanto al contenedor o biodigestor, que se describirá a continuación.

2.4.1. Riesgos del empleo de gas obtenido a partir de biomasa ²⁴

Otro punto esencial es que en la construcción de un biodigestor existen riesgos en empleo de biogás para lo cual se mostraran medidas de seguridad para evitarlos.

²⁴(Especificaciones técnicas para el diseño y construcción de biodigestores en México, 2010)

2.4.1.1. Riesgos por gases tóxicos

El biogás contiene CO, muy tóxico, que al combinarse con la hemoglobina de la sangre, evita la absorción y distribución de O₂.

2.4.1.2. Riesgos de incendio

Por elevada temperatura exterior del equipo, también existe posibilidades de aparición de chispas al recargar el combustible y podrían además crearse llamas en la entrada de aire del gasificador o en la etapa de recarga. Se deberá contar dentro de la caseta con un extintor ABC, especial para incendios en instalaciones eléctricas.

2.4.1.3. Riesgos de explosión

Por adición descontrolada de aire al combustible que, produce una mezcla explosiva.

2.4.1.4. Riesgos ambientales

Como residuos de la gasificación de biomasa se producen cenizas y líquido condensado, el líquido condensado que podría estar contaminado por resinas fenólicas y alquitrán, en algunos casos las cenizas podrían eliminarse por diferentes métodos en forma normal, por lo cual no es considerado como un grave problema ambiental.

2.4.2. Medidas de Seguridad²⁵

2.4.2.1. Cerco Perimetral

Una vez terminado el digestor se debe instalar un cerco perimetral (por ejemplo de malla ciclónica, reja o paredes), para evitar que personal no autorizado o animales accedan al digestor.

El cerco perimetral, deberá ser por lo menos de 2 metros de altura, y se colocaran letreros de aviso de restricción en la puerta de entrada.

²⁵(Especificaciones técnicas para el diseño y construcción de biodigestores en México, 2010)

Si el digestor está dentro de las instalaciones de la granja, el acceso es limitado, por tanto, sólo será necesario construir un cerco alrededor del sistema de manejo de biogás para proteger el equipo de medición y quema de biogás.

2.4.2.2. Señalizaciones

Además de una señal de acceso restringido en el digestor y el sistema de manejo de biogás, Se deberá instalar anuncios visibles en las áreas de seguridad que indiquen las leyendas siguientes: “PELIGRO: GAS ALTAMENTE INFLAMABLE” y “SE PROHIBE FUMAR”.

2.4.2.3. Seguridad en el Sistema de Tuberías

Se deberá instalar en las tuberías de entrada o de salida de residuos, sellos hidráulicos, que eviten la fuga del gas del interior del biodigestor por la tubería cuando el volumen baja de nivel, y la tubería queda en contacto directo con el gas. Se deberá dar mantenimiento al sistema de tuberías. se consideran efectos de color para la señalización y la identificación de las mismas, estas permitirán su visibilidad y permanente.

Se colocará en la tubería leyendas que identifiquen las características del fluido. (Como referencia). En el caso del biogás se colocaran leyendas alusivas a las propiedades en las que se encuentra el fluido, por ejemplo “TÓXICO”, “INFLAMABLE”, etc.

2.4.2.4. Instalación de Válvulas de Alivio

Se deberán instalar válvulas de alivio que liberen automáticamente el gas a la atmosfera cuando el digestor alcance una presión determinada, eliminando así el riesgo de desgarre de la membrana o des anclaje del sistema. Este sistema podría ocasionar la pérdida del gas, pero mantendrá la integridad del digestor.

2.4.2.5. Equipos de Protección y Seguridad Personal

Se deberá suministrar a los operadores los aditamentos necesarios para trabajar con seguridad dentro de las instalaciones del biodigestor y las áreas de aprovechamiento energético.

En las aéreas de servicios, (calderas), y planta de generación de energía los que ingresen a estos lugares, deberán portar casco, overol, guantes, zapatos de seguridad, Además de, respirador contra gases y vapores, o en su caso mascarilla que evite el contacto directo con los gases; guantes para la operación del sistema, para realizar actividades concernientes a la operación y mantenimiento del biodigestor.

2.4.2.6. Caseta de Seguridad para la planta de generación de energía eléctrica.

El motogenerador y las instalaciones eléctricas para su funcionamiento y operación deberán ubicarse en una caseta de seguridad que limite el acceso a personal no autorizado.

El tubo de escape del motogenerador deberá ser canalizado hacia el exterior de la caseta, mediante una chimenea para evitar la inhalación de gases tóxicos por el personal que opere dentro de estas instalaciones.

La caseta del sistema de generación eléctrica, se deberá situar, a no menos de 30m del biodigestor y en ella deberá colocarse un anuncio que indique la siguiente leyenda “PELIGRO: RIESGO DE DESCARGAS ELÉCTRICAS”. Esta área debe ser restringida y sólo debe tener acceso personal autorizado.

2.4.2.7. Motor generador

Para evitar riesgos de accidentes en la operación de la planta de generación de energía eléctrica, se deberá atender lo establecido en el manual de operación del equipo. Por lo tanto, deberá verificarse que no existan fugas del refrigerante o

aceite, al inicio del funcionamiento de este (motogenerador).para no bloquear partes móviles, y no exista obstrucción frente al radiador, ni a la salida de los gases de escape. Al realizar actividades de mantenimiento, se deberá desenergizar totalmente el equipo, cerrando el paso del biogás, desconectando el interruptor principal y el cable del polo negativo de la batería.

2.5. Biodigestor²⁶

Un digestor de desechos orgánicos o biodigestor es, en su forma más simple, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos de animales y humanos, desechos vegetales, etc.). En determinada dilución de agua para que se descomponga, produciendo gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio.

Existen tipos de biodigestores, pero, se mencionaran los que en consideración son primordiales:

2.5.1. Principales Biodigestores existentes:

- Biodigestor de domo flotante.
- Biodigestor de domo fijo.
- Biodigestor de estructura flexible.
- Biodigestor flotante.
- Biodigestor con tanque de almacenamiento tradicional y cúpula de polietileno.
- Biodigestores de alta velocidad o flujo inducido.
- Instalaciones industriales de biodigestión.

²⁶Perez, J. (2010). *ESTUDIO Y DISEÑO DE UN BIODIGESTOR PARA APLICACION EN PEQUEÑOS GANADEROS Y LECHEROS*. SANTIAGO DE CHILE.

2.5.2. Clasificación de los biodigestores:

De acuerdo a la frecuencia de cargado, los sistemas de biodigestión se pueden clasificar en:

1. Batch o discontinuo.
2. Semi continuos.
3. Continuos.

2.5.2.1. Sistemas continuos²⁷

Estos tipos de digestores se desarrollan principalmente para el tratamiento de aguas residuales. En general son plantas muy grandes, en las cuales se emplean equipos comerciales para alimentar, proporcionar calefacción y agitación, para su control. Por lo tanto, este tipo de plantas son de instalaciones de tipo industrial, donde se genera una gran cantidad de biogás; este se aprovecha en aplicaciones industriales.

Los biodigestores están compuestos por diferentes partes, las cuales se describen en este trabajo.

2.5.3. Partes fundamentales de los biodigestores²⁸:

- ❖ La cámara de fermentación donde, la biomasa sufre la descomposición por parte de las bacterias anaeróbicas produciendo un gas combustible (biogás), compuesto en su mayoría por metano.
- ❖ Otra parte fundamental es la cámara donde se almacena el gas. Aparte de estas, se tiene otras partes que varían según el tipo de biodigestor, estas son:

²⁷Luis, T. D. (2009). *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE BIODIGESTOR Y ENERGIAS LIMPIAS*. PERU.

²⁸Ramirez, L. (2004). *GENERACION DE ENRGIA ELCTRICA POR MEDIO DE BIOGÁS*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

La pila de carga, es por donde ingresa el afluente al biodigestor, este afluente se debe de preparar con una relación determinada de agua o líquidos orgánicos dependiendo el tipo de biomasa que se utilice.

- La pila de descarga, es por donde se obtiene el efluente que es un excelente abono orgánico, para ser esparcido en los terrenos de cultivo.
- El agitador, que se utiliza para remover las natas que se forman en la superficie del digestor.
- La tubería del gas, donde sale el gas del biodigestor para luego ser quemado.

2.5.3.1. Medidores de biogás²⁹

Los medidores de biogás se instalarán entre el biodigestor y los sistemas de destrucción del gas (quemador y motogenerador). Es recomendable que dichos medidores sean colocados después de los filtros de biogás, para que el propio medidor, quemador y/o motogenerador, no sufran daños por corrosión derivados del Ácido Sulfhídrico.

El equipo deberá cuantificar el flujo de biogás hacia los sistemas de quema y/o aprovechamiento en todo momento de operación del digestor.

El medidor se seleccionará dependiendo de la cantidad de biogás que se produzca en el biodigestor; su ubicación, en cuanto a corrientes eléctricas disponibles para la energización y la concentración de metano en el biogás.

Se recomienda instalar medidores digitales con dispositivos tecnológicos que, permitan incorporar y transferir los datos a computadoras. (sobre todo para casos de proyectos de comercialización de bonos de carbono).

²⁹(Especificaciones técnicas para el diseño y construcción de biodigestores en México, 2010)

2.5.3.2. Filtro de retención de Ácido Sulfhídrico

Se deberá instalar un filtro para la retención del ácido sulfhídrico, En aquellos sistemas que pretendan del aprovechamiento del biogás para generar energía eléctrica o térmica, debido a que el ácido que este contiene, es precursor de ácido sulfúrico, mismo que corroe las partes metálicas y acorta el tiempo de vida útil de los equipos.

El tamaño del filtro y su capacidad estará en función del volumen de biogás producido y de la concentración en partes, por millón (ppm) del ácido sulfhídrico que se instalará antes del medidor del flujo de biogás y de la línea de alimentación donde se ubicará el equipo de generación de electricidad o el aprovechamiento térmico (motogenerador, caldera, entre otros).

El filtro se deberá reemplazar con cierta periodicidad, conforme a las indicaciones del fabricante para asegurar que la retención y la concentración del ácido sulfhídrico (ppm) (que contiene el gas que está entrando a los equipos de aprovechamiento) se ha inferior al indicado por los fabricantes de estos equipos.

En el presente proyecto se propone la implementación de un biodigestor industrial, debido a la cantidad de desechos orgánicos que este puede almacenar.

2.6. Instalaciones industriales de biodigestión³⁰

Las instalaciones industriales de biodigestores más usadas o comunes son los biodigestores con agitador, la propuesta que realizaremos en este trabajo llevará un agitador.

Las instalaciones industriales de producción de biogás, emplean tanques de metal que sirven para almacenar materia orgánica y el biogás por separado. Este tipo

³⁰pérez, A. (2010). *Estudio y diseño de un biodigestor para aplicacion en pequeños ganaderos y lecheros*. Santiago de Chile.

de planta, debido al gran volumen de materia orgánica que necesita para garantizar la producción de biogás y la cantidad de biofertilizante que se obtiene, se diseña con grandes estanques de recolección y de almacenamientos contruidos de ladrillo u hormigón. Esto con el objetivo de lograr el mejor funcionamiento del biodigestor, además se utilizaran sistemas de bombeo para mover el material orgánico de los estanques de recolección hacia los biodigestores y del biofertilizante de los digestores hacia los tanques de almacenamiento.

También se utilizan sistemas de compresión en los tanques de almacenamiento del biogás con el objetivo de lograr que éste llegue hasta el último consumidor. Para evitar los malos olores se usaran filtros que separen el gas sulfhídrico del biogás, además de válvulas de corte, seguridad y tuberías para unir todo el sistema, para hacerlo funcionar según las normas para este tipo de instalación.

La tendencia mundial en el desarrollo de los biodigestores es lograr disminuir los costos y aumentar la vida útil de estas instalaciones, con el propósito de obtener la mayor cantidad de usuarios de esta tecnología.

2.6.1. Biodigestor con agitador³¹

Estos biodigestores son más perfeccionados, porque disponen de un agitador y un calefactor, que regula la homogeneidad y la temperatura del proceso.

En la figura 2.6.1 se muestra un biodigestor con agitador.

(Ramírez, L., (2004). GENERACIÓN ELÉCTRICA POR MEDIO DE BIOGÁS. Universidad de Costa Rica. Costa Rica).

³¹Ramirez, L. (2004). *GENERACION DE ENRGIA ELCTRICA POR MEDIO DE BIOGÁS*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

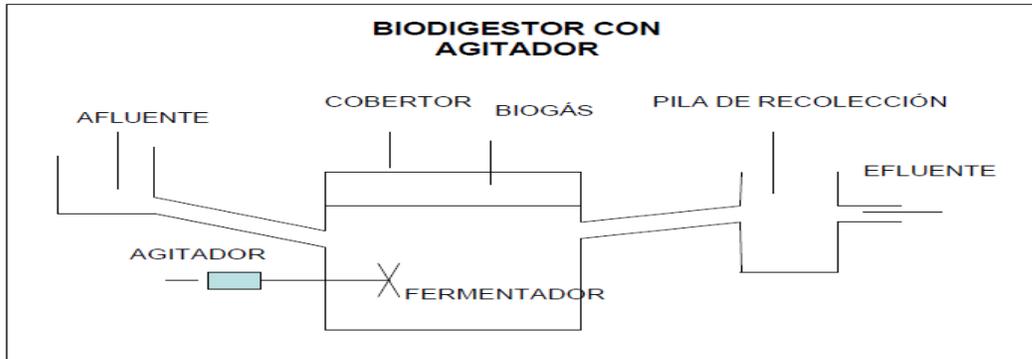


Figura 2.6.1. Biodigestor con agitador.

2.7. Diseño del biodigestor

2.7.1. Calculo de volumen del biodigestor¹⁴

La masa del sustrato se mezcla con 4 veces su cantidad en agua

$$\text{Ec. (1)} V_{\text{Mezcla}} = V_{\text{Sustrato}} + V_{\text{Agua}}$$

$$\text{Ec. (2)} V_{\text{Gas}} = (2,5)V_{\text{Sustrato}}$$

$$\text{Ec. (3)} V_{\text{Mezcla}} = (5)V_{\text{Sustrato}}$$

$$\text{Ec. (4)} V_{\text{Gas}} = \left(\frac{1}{3}\right)V_{\text{Total Biodigestor}}$$

$$\text{Ec. (5)} V_{\text{Total Biodigestor}} = V_{\text{Mezcla}} + V_{\text{Gas}}$$

$$\text{Ec. (6)} V_{\text{Mezcla}} = \left(\frac{2}{3}\right)V_{\text{Total Biodigestor}}$$

$$\text{Ec. (7)} V_{\text{Sustrato}} = \left(\frac{2}{3}\right)V_{\text{Total Biodigestor}}$$

$$\text{Ec. (8)} V_{\text{Total Biodigestor}} = (7,5)V_{\text{Sustrato}}$$

$$\text{Ec. (9)} V_{\text{Gas}} = \left(\frac{1}{3}\right)(7,5)V_{\text{Sustrato}}$$

En la siguiente tabla 2.5. Se puede ver los cálculos de la dimensión del biodigestor a emplear

Relación	Cantidad en kilos (k)	Cantidad de metros cúbicos (m ³)
Biomasa/día	420	0.42
Agua/día relación 1:4	1680	1.68
Mezcla total biomasa agua/día	2100	2.1
Tiempo de retención 20 días	42000	42
Volumen de seguridad	52500	52.5

Tabla 2.5. Volumen del biodigestor

Por motivos de protección se necesita agregar un volumen de seguridad al momento de diseñar el volumen del digestor esto, para evitar problemas con una pequeña sobrecarga de biomasa en el biodigestor, este volumen de seguridad será de un 25% en retención de la biomasa y en nuestro caso será de $42000 \times 25\% = 52500 = 52.5\text{m}^3$, teniendo 52.5m^3 que se obtendrá de un biodigestor con un tamaño de $(4.5\text{m} \times 5\text{m}) \times 3\text{m}$.

Para un mejor resultado en el diseño del biodigestor, se decidió plantear la idea de realizar dos biodigestores con el fin de mantener una producción continua de biogás, ya que, al momento del mantenimiento de los digestores uno puede estar trabajando mientras el otro está en mantenimiento, esto lleva a dividir la cantidad obtenida de metros cúbicos, para el dato de la dimensión que tendrá el biodigestores, esta será de $52.5/2 = 26.25\text{m}^3$. Al obtenerla (la dimensión), se puede diseñar la fosa del biodigestor, la cual será de $(3.5\text{m} \times 4\text{m}) \times 2\text{m}$, esto nos dará una fosa en la cual se tendrá la capacidad de contener 28m^3 , lo cual se puede decir, que será la dimensión de la fosa para cada biodigestor que se construirá., en la figura 2.5 se puede observar la propuesta de diseño de los el biodigestor.

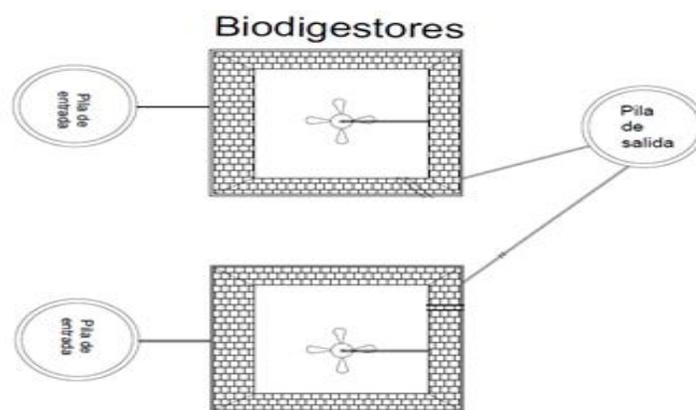


Figura 2.5. Propuesta de biodigestores.

2.7.2. Características particulares de los Biodigestores.

Los biodigestores tendrán las siguientes características particulares:

- Los biodigestor tendrán 4 metros de largo, 3,5 metros de ancho y una profundidad de 2 metros del nivel del suelo
- El biodigestor tiene una parte a 2 metros bajo el nivel del suelo y el domo polietileno se ubica del suelo hacia arriba.
- Tendrá un agitador mecánico con paletas giratorias que se extenderán a lo largo de este, y donde la función principal sea eliminar la nata. Realizando tres agitaciones diarias, para eliminar la nata y aumentar la producción de biogás.
- cada biodigestor tendrá un volumen total de almacenamiento de 28 m³.

2.7.3. Características comunes de los dos biodigestores.

- Sus paredes son de block, y su piso de concreto. Está cubierta con un plástico, estilo media bolsa de un espesor de 8 micras.
- La unión del plástico con las paredes de block, se realizaran por medio de, un sello de agua el cual garantiza un sello hermético que crea un ambiente anaeróbico, necesario para la proliferación de las bacterias aeróbicas.
- Se le colocó unos arcos de tubo PVC para mantener el plástico separado de las aspas del agitador, en precaución de que el biodigestor pierda presión por el consumo del biogás y la cubierta plástica se contraiga contra las aspas del mecanismo de agitación y se pueda romper el plástico.
- Tiene una pila de recolección de basura orgánica y de aguas servidas donde se realiza la mezcla de la biomasa en total por cuatro de agua. Para luego pasarla a la pila de carga.
- La pila de carga es por donde ingresa el afluente al biodigestor proveniente de la pila de recolección.
- La pila de descarga es por donde se recolecta el efluente, para ser esparcido en los terrenos de cultivo, ya que es un excelente abono.
- La tubería de gas sale del biodigestor por un costado de la pared de concreto, dentro del biodigestor tiene una entrada en forma de “T”.

- La válvula de alivio, esta válvula está colocada en la cañería del gas que se dirige al motor de la unidad generadora. La función de esta válvula es evitar un aumento desmedido de la presión dentro del biodigestor que lo pueda dañar.
- Válvula de paso, después de la válvula de alivio y antes de la unión de las dos tuberías se colocó una válvula de paso para poder seccionar las tuberías de gas hacia el motor.
- Válvula de paso principal, esta válvula se encuentra después de la unión de las dos tuberías y antes de la válvula de regulación del gas hacia el motor.
- El volumen total de almacenamiento de los dos Biodigestores es de 52,5 m³.

2.8. Generación de Electricidad³²

La generación de electricidad en corriente alterna se basa en la Ley de Faraday-Lenz. Que consiste en el movimiento relativo entre un conductor eléctrico y un campo magnético (imán); se produce una fuerza electromotriz (fem) que hace circular corriente eléctrica por el conductor. Por lo tanto, se produce electricidad.

Las diferentes unidades generadoras de electricidad que se mencionan en este documento están basadas todas en el principio anterior, sólo cambia el "agente externo", capaz de producir el movimiento relativo entre el conductor y el imán.

A continuación algunos ejemplos de generadores de electricidad.

Existen diferentes formas de generar energía eléctrica como son: Centrales Térmicas, Centrales Nucleares, Centrales Eólicas, Centrales Solares. Centrales Hidroeléctricas, Centrales Mareomotrices, Centrales Biomásicas.

Centrales Biomásicas: En las centrales de biomasa, el vapor de agua producido al quemar la materia orgánica residual derivada de cultivos agrícolas, principalmente

³²Ramirez, L. (2004). *GENERACION DE ENRGIA ELCTRICA POR MEDIO DE BIOGÁS*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

por la combustión en motores, donde el biogás procedente de la fermentación de la biomasa es consumido por la turbina a gas que mueve al generador.

2.8.1. Turbinas de gas

Las turbinas de combustión, o turbinas de gas, son de gran utilidad para generar energía desde hace décadas a escala comercial debido a su bajo coste, bajo mantenimiento y bajas emisiones. La tecnología de turbinas se desarrolló en los años treinta como medio para impulsar aeronaves. El uso de estas para generar energía comenzó en los años 40 y 50, pero no fue, hasta comienzos de los 80 cuando las mejoras en la eficiencia y fiabilidad de las turbinas dieron como resultado un incremento en su utilización para generar energía.

La turbina de gas es un motor de combustión interna que opera con un movimiento rotativo en vez de un movimiento recíproco. Las turbinas pueden utilizar como combustible gas natural o biogás y se usan en numerosas aplicaciones, incluyendo generación de energía eléctrica, compresores de gas, y varias aplicaciones industriales que requieren movimiento de un eje. En los últimos años los fabricantes están produciendo unidades más pequeñas y más eficientes que son convenientes para aplicaciones de generación distribuida. El rango de las turbinas comienza en tamaños de 30 Kw (micro turbinas) hasta 250 MW (grandes unidades industriales).

Las turbinas de gas pueden usarse en una variedad de configuraciones:

Operación en ciclo simple – Turbinas de gas simples produciendo solamente energía eléctrica.

Operación CHP – Una turbina de gas con ciclo simple que usa un intercambiador de calor para recuperación de calor que recupera el calor residual de la turbina y lo convierte en energía térmica útil, usualmente en forma de vapor o agua caliente.

Operación en ciclo combinado – El vapor a alta presión que se genera a partir de recuperación de calor y se usa para crear energía eléctrica adicional usando

una turbina de vapor. Algunas turbinas de ciclo combinado extraen vapor a una presión intermedia para usos en procesos industriales, creando sistemas de ciclo combinado CHP.

2.8.1.1. Características del proceso de la turbina a gas

La generación de energía eléctrica a partir de las turbinas de gas se consigue con el ciclo de Brayton y consiste en un compresor para comprimir el aire a alta presión, una cámara de combustión operando a alta presión, la turbina de gas y el generador. La sección de la turbina comprende una o más turbinas que extraen la energía mecánica de los productos de combustión calientes. Parte de la energía se usa para accionar la etapa del compresor; la energía restante está disponible para accionar el generador eléctrico u otras cargas mecánicas. Para inyectar el combustible en la cámara de combustión presurizada, el combustible debe presurizarse.

Una turbina de gas de biomasa requiere LFG (gas de vertederos), gas de un digestor anaerobio, o un gasificador de biomasa para producir el biogás de la turbina. El biogás debe filtrarse cuidadosamente de PM (partículas) para evitar el daño en los álabes de la turbina de gas. Adicionalmente, ya que un gasificador de biomasa típico produce biogás de baja energía el compresor debe dimensionarse para manejar alrededor de un 10 % más de caudal que el compresor de aire.

Adicionalmente, el ratio aire-combustible es más bajo para el biogás que para el gas natural, porque no necesita todo el aire comprimido. Ya que, parte de este aire comprimido puede redirigirse para proporcionar energía a los compresores de aire para gasificadores directos presurizados o de ayuda a comprimir el biogás en gasificadores atmosféricos. Sin la retirada del exceso de aire, la capacidad de la turbina se reducirá significativamente.

2.9. Descripción de los equipos³³

En esta etapa del desarrollo, se realizará la selección del tipo de turbina a utilizar, como es la cantidad de metros cúbicos con los que se cuenta estos son 17.38m³ de biogás.

A continuación se describirá la turbina, para la selección de este tipo de turbina influyo el costo, así como la cantidad de biogás que consume para la generación de energía eléctrica. En la siguiente figura 2.9 se puede observar la propuesta del diseño de la turbina conectada a la tubería de biogás.

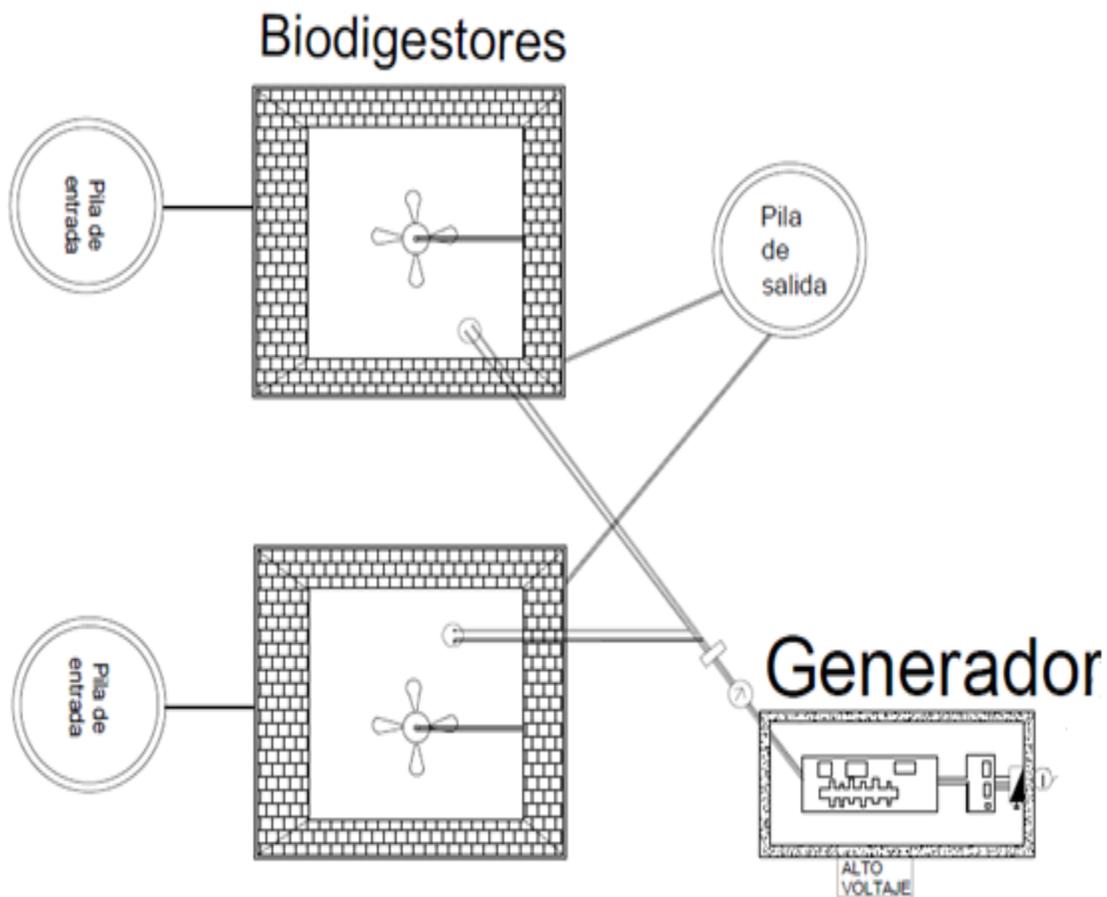


Figura 2.9. Turbina a gas conectada a tuberías de biogás

³³ *spanish.aliaba.com*. (30 de 09 de 2013). Recuperado el 30 de 09 de 2013, de <http://www..alibaba.com/de> gas de la turbina del generador 100 - fabricantes de productos de de gas de la turbina del generador 100 en spanish

2.9.1. Especificaciones de turbina a gas y ventajas de su implementación³⁴.

- 1) Potencia nominal de entre 10kw a 500kw.
- 2) Una vida más larga: motor de gas natural tiene una vida útil de varios años si está bien operado y mantenido.
- 3) Bajo costo de operación: el gas natural tiene una reserva de riquezas con un bajo costo y de alta tasas de retorno.
- 4) De alta rentabilidad: bajo costo de operación, el suministro de electricidad y energía térmica en el mismo tiempo, bajo costo de mantenimiento.
- 5) Junto con alternadores sin escobillas de Leroy Somer/Engga.
- 6) Sistema de control perfectamente realizado, por un monitor de alta calidad; instrumento que con el sonido y dispositivos de alarma luz, de apagado automático.
- 7) La función de protección: más actualizada, bajo consumo de voltaje, tensión autoregurable o Potencia inversa.
- 8) Función de monitor: la velocidad, la temperatura del agua, lubricante- la temperatura del aceite, lubricante- oil. La presión , la temperatura de escape
- 9) El consumo de gas: menos de un metro cúbico 0.33m³/kwh.

En la siguiente tabla 2.9.1 se muestra más detalles de la turbina a gas.

tensión nominal	400/230v(ajustable)
tipo de conexión	Fase 3,4 cables
factor de potencia	0.8(quedando)

³⁴ *spanish.aliaba.com*. (30 de 09 de 2013). Recuperado el 30 de 09 de 2013, de <http://www..alibaba.com/de> gas de la turbina del generador 100 - fabricantes de productos de de gas de la turbina del generador 100 en spanish

grado de protección	Ip21/23
clase de aislamiento	/h h
regulación de voltaje	& ge;± 5%
Regulación de voltaje, stead estado	& le;± 1%
Tensión repentina de la urdimbre(repentina reducir)	& le; +20%
Tensión repentina de la urdimbre(aumento repentino)	& le;- 15%
Estable de voltaje tiempo(repentina reducir)	& le; 1.0s
Estable de voltaje tiempo(aumento repentino)	& le; 1.0s
Regulación de la frecuencia, stead estado	& le; 0.5%
frecuencia agitando	& le; 0.5%
Frecuencia de tiempo de recuperación(repentina reducir)	& le; 1.0s
Frecuencia de tiempo de recuperación(aumento repentino)	& le; 1.0s

Tabla 2.9.1. Detalles de turbina a gas.

2.9.2. Datos técnicos de las turbinas a gas

Existen diferentes tipos de turbinas a gas, las cuales trabajan con los parámetros mencionados anteriormente, en la siguiente tabla 2.9.2 se muestran los diferentes tipos de turbinas.

grupo electrógeno Modelo	el primer poder		la velocidad (rpm)	actual (un)	método de enfriamiento	método de inicio	el gobernador	modelo del motor
	kw	kva						
Gh-10gfz	10	13	1500	18	refrigerado por agua cerrado	eléctrica	esc	yd480
Gh-20gfz	18	23	1500	36	refrigerado por agua cerrado	eléctrica	esc	4100q

Propuesta de generación de energía eléctrica a través de turbinas de 10kW usando biogás en la UNAN – Managua.

Gh-30gfz	30	38	1500	54	refrigerado por agua cerrado	eléctrica	esc	4105q
Gh-50gfz	50	63	1500	90	refrigerado por agua cerrado	eléctrica	esc	6105q
Gh-75gfz	75	94	1500	135	refrigerado por agua cerrado	eléctrica	esc	wd615q
Gh-100gfz	100	125	1500	180	refrigerado por agua cerrado	eléctrica	esc	6140q
Gh-120gfz	120	150	1500	217	refrigerado por agua cerrado	eléctrica	esc	6140q
Gh-120gfz	120	150	1500	217	refrigerado por agua cerrado	eléctrica	esc	wd615zq
Gh-150gfz	150	188	1500	270	refrigerado por agua cerrado	eléctrica	esc	12v135q
Gh-200gfz	200	250	1500	361	refrigerado por agua cerrado	eléctrica	esc	12v138q
Gh-250gfz	250	313	1500	450	refrigerado por agua cerrado	eléctrica	esc	12v135zq
Gh-275gfz	275	344	1500	495	refrigerado por agua cerrado	eléctrica	esc	12v138zq
Gh-500gfz	500	625	1500	900	refrigerado por agua cerrado	eléctrica	esc	12v190zq

Tabla 2.9.2. Tipos de turbinas a gas.

Para la selección del tipo de turbina se realizarán diferentes cálculos, de este modo se podrán obtener los valores para obtener el tipo de turbina más apropiada a utilizar.

2.10. Cálculos para determinar el tipo de turbina a gas a utilizar

Para determinar el tipo de turbina a gas a utilizar se tendrá que realizar un análisis previo del consumo de biogás de este modo, se podrá obtener la cantidad de energía eléctrica a generar la cual será directamente proporcional a la cantidad de biogás obtenido y del caudal de consumo de biogás (planta generadora).

2.10.1. Como es el consumo de la unidad generadora a base de biogás

Cantidad de biogás $V=17.38m^3$

Consumo de biogás $Q=0.33m^3/Kwh$

$$Ec.(10) E = V/Q$$

$$E=(17.38m^3)/(0.33m^3/Kwh)=52.66Kwh=53Kwh$$

$$Ec. (11) P = E/\Delta t$$

$$P=E/\Delta t=53Kwh.$$

Se obtiene 53Kwh, los cuales, se distribuyen en determinados tiempos, para encontrar el tiempo que opera la turbina a gas por día, como un total de kilowatt generado de 55kwh. Lo cual se podrá repartir de mejor manera en el tiempo deseado en la tabla 2.10 se muestra.

53									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
53	27	17.7	13.25	10.6	8.833	7.57	6.625	5.889	5.3

Tabla 2.10. Tiempo de operación de nuestra turbina a gas

Habiendo realizado estos cálculos se puede determinar cuál, turbina es la más adecuada, para esta propuesta en la siguiente tabla 2.10.2. Se muestra.

grupo electrógeno	el primer poder		la velocidad	actual	método de enfriamiento	método de inicio	el gobernador	modelo del motor
Modelo	kw	kva	(rpm)	(un)				
Gh-10gfz	10	13	1500	18	refrigerado por agua cerrado	eléctrica	Esc	yd480

Tabla 2.10.2. Turbina a utilizar.

2.10.2. Cálculo de la capacidad de la unidad generadora

Para determinar la capacidad de la unidad generadora se necesitó el cálculo de los residuos orgánica de los comedores, bares e internado Arlen Siu, de esta forma se determinará la cantidad de biogás que generan los biodigestores durante un día, además de la máxima carga y del tiempo de operación.

En este proyecto, se determinó que, con base al biogás obtenido de la selección y fermentación de los residuos orgánicos, la cantidad de biogás para la generación de energía eléctrica será suministrada a la red de tendido eléctrico. Por lo tanto, se le facilitara saber del potencial de la unidad generadora con base al estudio de biogás que será de 10kW.

2.10.3. Análisis de la Unidad generadora a gas 13kVA

Se mostró anteriormente la turbina a utilizar, que será de 13kVA la cual, nos generará energía eléctrica a partir de biogás. Se obtendrá además, una corriente alterna trifásica a una frecuencia de 50Hz, equipada como un interruptor principal y con un panel de control que demostrará el estado de la misma, al momento de estar trabajando lo cual, brindará las características de todo el proceso de trabajo.

En la siguiente tabla 2.10.3 se puede observar los datos de la turbina a base de gas podemos observar sus características de trabajo

Turbina a gas		
Lugar del origen: China (Continental)	Marca: yidaneng	Número de Modelo: Ghr10~500
Tipo de la salida: CA trifásica	Velocidad: 1500	Frecuencia: 50hz
Energía clasificada: 10~500kw	Voltaje clasificado: 230/400v 380/220v	Corriente clasificada: 18~900a
de color: como su requisito	de la prueba: 8 horas de tiempo de prueba	el consumo de gas: 0.33cbm/kwh
la función: Ats/amf	de garantía: o uno 1500 horas de funcionamiento	

Tabla 2.10.3. Datos básicos

2.10.3.1. Interruptor principal

La salida de la unidad generadora tiene un interruptor principal, su función será, una vez que empieza el trabajo de la planta, se determinará que abrió el interruptor de la red y todas las cargas estarán desconectadas. Después, se procederá a cerrar el interruptor el cual, suministrará la energía a las cargas conectadas a la unidad generadora.

2.10.3.2. Panel de Control

En el panel de control se encuentra el botón de arranque, paro, reset y paro de emergencia. El panel de control monitoreará desde la unidad de generación el estado de esta durante su operación. Este tendrá una pantalla de cristal líquido donde se mostrarán los siguientes parámetros eléctricos:

Voltaje de salida del generador, voltaje de la de la batería de arranque del motor, corriente generada, potencia entregada, frecuencia, factor de potencia, temperatura del motor, horas de operación.

Se debe recordar que, antes de cerrar el interruptor principal de la unidad generadora y de aplicarle las cargas, se verifiquen los parámetros del generador y del motor, para asegurarse que no existan alarmas o estados de falla. En la siguiente figura 2.10.3 se puede ver la unidad generadora.



Figura 2.10.3. Turbina a gas

A continuación mostraremos el trabajo de un generador de 30 kVA que trabaja con biogás y diesel, para dar a conocer una idea de la relación de biogás en conjunto con diesel.

2.11. Unidad Generadora Diesel de 30kVA.

Prueba de relación de consumo biogás diesel³⁵

El objetivo de esta prueba es determinar el rendimiento del motor consumiendo biogás y diesel, un dato importante para determinar la relación de sustitución del biogás por diesel, está en la siguiente tabla 2.11 resultados reales de los parámetros de generación de energía en una planta de diesel.

Resultados de Campo

Tiempo segundos (s)	Potencia kW	Consumo de diesel (litros)
0	24,5	0
5,00	21,6	0,25
9,36	22,4	0,50

Tabla 2.11 Consumo del motor con diesel + biogás

Análisis de resultados

El rendimiento del motor con respecto al consumo de biogás, diesel y los kW generado, fue el resultado que expulso al aplicar la siguiente fórmula:

$$Rendimiento_{BiogásDiesel} = \frac{\text{litros}}{kW * t}$$

Ec 2.11. Rendimiento

Respondiendo que:

El rendimiento Biogás Diesel: Corresponde a la relación litros diesel entre Kw

Tiempo de operación: t en segundos.

Carga de prueba: Kw.

³⁵Ramirez, L. (2004). *GENERACION DE ENRGIA ELCTRICA POR MEDIO DE BIOGÁS*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

Litros de combustible: l

Aplicándole la Ec 2.11 la tabla 2.11 anteriores se obtiene una relación de consumo de biogás y combustible entre energía producida esta la podemos ver en la tabla 2.11.1.

Tiempo segundos (s)	Potencia kW	Consumo de diesel (litros)	Rendimiento del Biogás
0	24,5	0	
300	21,6	0,25	3,858E5
576	22,4	0,50	3,875E5

Tabla 2.11.1. Rendimiento del motor con biogás y diesel.

Podemos determinar el rendimiento del motor con biogás y diesel aplicando la siguiente fórmula:

$$Rendimiento_{Motor diesel} = \frac{1}{Coeficiente * 3600}$$

Ec. 2.11^a

Con esta Ec 2.11^a se podrá obtener el rendimiento del motor y de esta forma obtener lo siguiente observe tabla 2.11.2 en la que se muestra el rendimiento del motor consumiendo biogás y diesel.

Coeficiente	Rendimiento en kWh/l del motor con biogás diesel
3,858E5	7,20
3,875E5	7,17

Tabla 2.11.2 Rendimiento del motor en kWh/l consumiendo biogás y diesel.

El promedio del rendimiento de consumo de diesel en el motor cuando se alimenta con biogás y diesel es de 7,18 kWh/l en consideración con el precio del litro, de

diesel actual es de C\$28.80, se puede calcular el costo del kWh generado con biogás más diesel, con un valor de C\$4.0 por kWh generado. Este valor solo refleja el rubro por concepto del diesel consumido. Pero, si se genera 53kWh con biogás y diesel se consumen 7.18l de diesel y se tendría que realizar una inversión de C\$4.0 para generar 1kWh. En conclusión se realizaría una inversión de C\$212 diarios de diesel para generar los 53kWh que se generaran con este proyecto.

2.12. Plantear el tipo de conexión a utilizar

Para inyectar la energía generada a la red del tendido existen dos formas de hacerlo, la conexión en red y la conexión en paralelo. Para conectar en paralelo se necesita instalar un cableado independiente al existente por lo que, aumentaría los costos, se propone utilizar los mismos cables existentes de tendido eléctrico y conectarlos de forma directa.

2.12.1. Tipo de conexión a utilizar

Se implementará la conexión en red con el tendido eléctrico existente en la universidad, inyectado la energía generada directamente, pero se propondrá el uso de un medidor bidireccional para medir la cantidad de energía suministrada a la red; de este modo obtener la medición de los kilowatts generados por la planta.

2.12.2. Medidor bidireccional³⁶

Este tipo de medidor, además de poder medir el consumo de energía eléctrica de la compañía girando en el sentido normal, podrá girar de manera contraria, haciendo posible que la CFE (Comisión Federal de Electricidad) reste a nuestro recibo la energía que estamos generando y sume a nuestro favor la energía de exceso, esto evitaría la instalación de un almacén de electricidad.

³⁶Wlimar Hernandez, C. V. (2013). *TUTORIAL PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACION DE ENERGI A ELECTRICA CON BIOGAS USANDO AGUAS SERVIDAS*. MEDELLIN.

Un medidor bidireccional funciona de la siguiente forma: durante el día produce energía eléctrica con paneles solares fotovoltaicos, en cuanto al medidor se encargará de calcular esta energía y restarla, al consumo del servicio de luz. Cuando la energía resulta en excedente se podrá utilizar por la noche o en otros casos contrarios de haber utilizado más energía de la producida, podría volverse a conectar al servicio de la comisión de electricidad. Y en el mejor de los casos, al fin de mes haber producido un excedente de energía que se podría utilizar en los próximos 12 meses.

Un medidor bidireccional es la mejor opción para las personas que quieren generar energía, pues es la manera, y la más práctica de conocer energía generada y obtener una bonificación tangente del provecho que se está implementando de generación de electricidad. En la siguiente figura 2.12 se muestra un medidor bidireccional.



Figura 2.12 de medidor bidireccional.

2.13. Diseño eléctrico de la planta generadora de energía eléctrica

Con lo mostrado anteriormente en la etapa de generación de energía eléctrica se ha llegado a obtener el diseño eléctrico de la planta generadora de electricidad, a partir de biogás el cual, se puede ver a continuación en la figura 2.13.

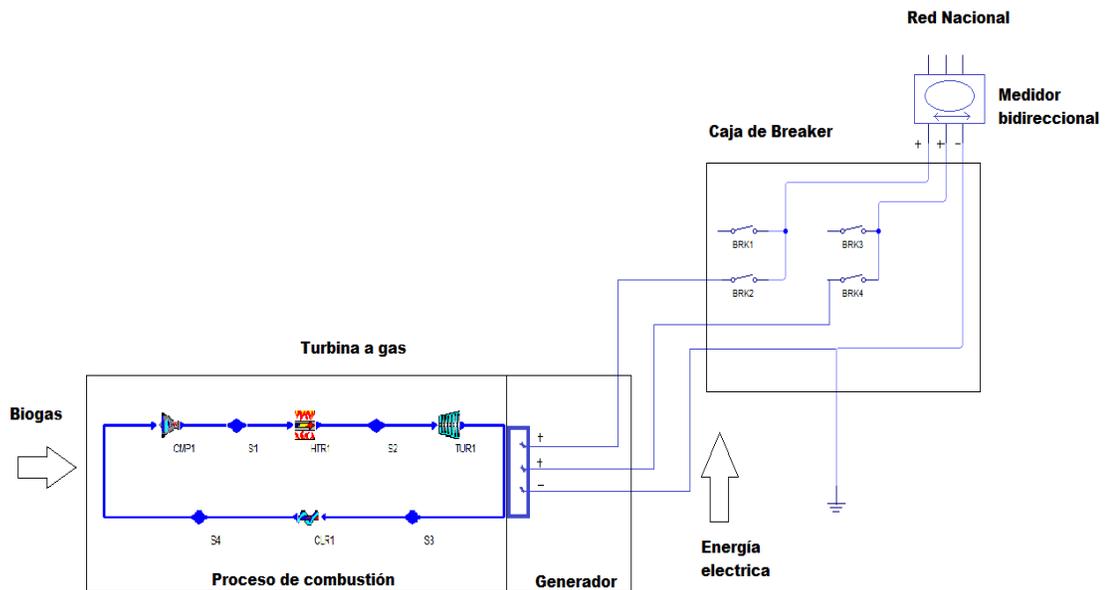


Figura 2.13. Diseño eléctrico de planta generadora de eléctrica

Capítulo 3: rentabilidad de la generación de electricidad por medio de biogás

Primeramente se tiene que realizar un análisis en cuanto a las normativas nacionales para la generación de energía eléctrica y los beneficios que nos ofrecen estas, así también la estructura que tiene el sistema nacional de energía.

3.1. Estructura para la industria de la electricidad³⁷

El Mercado eléctrico nicaragüense, inicia en octubre del 2000, a partir de la privatización de las empresas distribuidoras, además de la conformación del Consejo de Operación, este último a cargo de dividir los aspectos técnicos relacionados a las operaciones aprobadas por el INE. Los generadores participantes realizan sus operaciones en un contexto de libre competencia y requieren una licencia por parte del INE, quien es la autoridad regulatoria. Además, pueden suscribir contratos de compra-venta de energía con distribuidores y con grandes consumidores, así mismo, vender total o parcialmente su producción en el mercado de ocasión y exportar energía eléctrica.

La estructura de la Industria de Electricidad, se aprecia a como sigue en la tabla 3.1.

Rol	Entidad	Comentarios
Gobierno	Comisión Nacional de Energía (CNE)	Define Políticas
Regulador	INE Instituto Nicaragüense de Energía	Ente regulador
Operación	El CNDC está adscrito a ENTRESA	Centro Nacional de Despacho de Cargas
Planeación	CNDC Centro Nacional de Despacho de Cargas adscrito a la empresa nacional de Transmisión	
Generación	Siete empresas Generadoras: Empresa Energética Corinto (EEC); Ingenio Monte Rosa; Empresa Geotérmica Momotombo S.A. (GEMOSA); Nicaragua Sugar Estate Ltd; Generadora de Occidente S.A. (GEOSA); Generadora Central S.A. (GECSA); Empresa Generadora Hidroeléctrica S.A. (HIDROGESA)	Agente del Mercado que vende generación al por mayor ya sea producción propia o de terceros que comercializa. Incluye a los Generadores, los Cogeneradores, los Autoproductores y las importaciones.
Transmisión	ENTRESA. Empresa Nicaragüense de Transmisión S.A.	Empresa Estatal
Distribución	Distribuidora del Norte - Unión FENOSA	Agente del Mercado que compra en el mercado mayorista energía eléctrica para suministrar a un consumo Incluye a los Distribuidores, los Grandes Consumidores y las exportaciones.
	Distribuidora del Sur - Unión FENOSA	
Grandes Consumidores	TRITON Minera, Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), etc.	Pueden aplicar como tales aquellos con demandas mayores a 1 MW
Comercializadoras	No existe la figura en la legislación	

Tabla 3.1. Estructura de la industria eléctrica Nicaragüense.

³⁷(INFORME PÚBLICO DE LAS POLÍTICAS Y REGULACIONES RELATIVAS A LOS SERVICIOS DE ENERGÍA, ALIVIO, 2008)

A continuación se plantearan las especificaciones de las leyes aplicadas a nuevos proyectos de generación de energía con fuentes renovables, según la asamblea nacional de la república de Nicaragua

3.2. Titularidad

Concesiones y Licencias, establece los procedimientos administrativos que se requieren para la obtención de un 1) Título de Licencia a un Agente Económico Titular, para generar energía eléctrica utilizando recursos naturales, de acuerdo con las Leyes de la materia y de acuerdo al de inversión y a las fuentes primaria de energía utilizada, y 2) Concesión que es el derecho exclusivo otorgado a un distribuidor para desarrollar la actividad de distribución en un área geográfica determinada. Estos títulos son otorgados por el Estado, a través del Instituto Nicaragüense de Energía, hasta por un plazo máximo de 30 años.

Artículo 1³⁸ : La presente Ley tiene por objeto promover el desarrollo de nuevos proyectos de generación eléctrica con fuentes renovables y de proyectos que realicen ampliaciones a las capacidades instalada de generación estas fuentes que se encuentren actualmente en operación, así como los proyectos de generación de energía eléctrica que ocupen como fuente la biomasa y/o biogás producidos en forma sostenible, estableciendo incentivos fiscales, económicos y financieros que contribuyan a dicho desarrollo, dentro de un marco de aprovechamiento sostenible de los recursos energéticos renovables.

3.3. Derechos y obligaciones de concesionarios

Definen los Derechos y Obligaciones a los que están sometidos los concesionarios y Titulares de Licencia mientras desarrollen las actividades de la industria eléctrica, y reflejan las causas para la terminación de las concesiones y titulares de licencias antes del vencimiento del plazo establecido.

³⁸(LEY PARA LA PROMOCIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES RENOVABLES. SEGÚN, LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA; LA LEY No. 532., 13 de Abril del 2005)

Artículo 3: Los nuevos proyectos de generación de energía con fuentes renovables y las ampliaciones de los proyectos en operación con fuentes renovables a beneficiarse con esta Ley, deberán estar acordes con:

1. La Política Energética Nacional aprobada por la Presidencia de la República.
2. Los lineamientos dados en el Plan de Expansión Indicativo vigente.
3. Contribuir a diversificar la oferta de energía dentro de la matriz energética nacional utilizando los recursos renovables aprobados según la presente Ley.
4. Contribuir al adecuado abastecimiento del crecimiento energético del país con proyectos sostenibles y en los tiempos requeridos por el crecimiento del mercado de demanda y consumo del país, o que sean destinados para el abastecimiento del Mercado Eléctrico Centroamericano o para suministrar a ambos mercados.
5. Contribuir al suministro necesario para el aumento de la cobertura eléctrica nacional.
6. Cumplir con los requisitos de la legislación ambiental del país.

Artículo 4: La Comisión Nacional de Energía (CNE) bajo los términos de la Ley de Industria Eléctrica y su Reglamento y por el imperio y aplicación de esta Ley, deberá estimular y promover las inversiones y desarrollo de proyectos de generación de electricidad con fuentes renovables promoviendo de forma prioritaria la inserción de energía renovable en la generación eléctrica del país. La Intendencia de Energía, el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC), el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), y los Concejos Municipales y Regionales del país, en su caso, deben apoyar el desarrollo efectivo de estos proyectos.

Artículo 5: Se declara de interés nacional el desarrollo y aprovechamiento Nacional de los recursos energéticos renovables.

Artículo 6: Los agentes económicos con Proyectos de Generación de Energía Eléctrica con Fuentes Renovables en operación y que deseen realizar ampliaciones en su capacidad instalada que estén acordes con los requisitos de esta Ley, podrán optar a los beneficios de esta Ley, solicitándolo para su aprobación a la Intendencia de Energía.

3.4. Regulación para la industria eléctrica

Existen diferentes regulaciones para la industria eléctrica que están dirigidos para diferentes industrias como las industrias que utilizan combustible fósil y que utilizan materia renovable.

3.4.1. Regulación para generación renovable

- Se utilizará en la generación de energía para el suministro nacional, prioritariamente, las fuentes renovables y las tecnologías limpias.
- Regular y promover la preparación y promulgación de leyes que establezcan incentivos que permitan el desarrollo y explotación racional eficientemente de las fuentes renovables.
- Actualizar en la CNE, los planes maestro que cuantifiquen adecuadamente los recursos renovables y el total del potencial energético existente en el país.
- Promover la introducción cuando sea el caso, en los proyectos energéticos el componente de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero

Artículo 7: Los nuevos proyectos y las ampliaciones que clasifican como PGEFR de acuerdo a esta Ley, realizados por personas naturales y jurídicas, privadas, públicas o mixtas gozarán de los siguientes incentivos:

1. Exoneración del pago de los Derechos Arancelarios de Importación (DAI), de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para las labores de pre inversión y las labores de la construcción de las obras incluyendo la construcción de la línea de subtransmisión necesaria para transportar la energía desde la central de generación hasta el Sistema Interconectado Nacional (SIN).

2. Exoneración del pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA)

sobre la maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para las labores de pre inversión y la construcción de las obras incluyendo la construcción de la línea de subtransmisión necesaria para transportar la energía desde la central de generación hasta el Sistema Interconectado Nacional (SIN).

3. Exoneración del pago del Impuesto sobre la Renta (IR) y del pago mínimo definido del IR establecido en la Ley No. 453, Ley de Equidad Fiscal, por un período máximo de 7 años partir de la entrada de operación comercial o mercantil del Proyecto. Igualmente, durante este mismo periodo estarán exentos del pago del IR los ingresos derivados por venta de bonos de dióxido de carbono.

4. Exoneración de todos los Impuestos Municipales vigentes sobre bienes inmuebles, ventas, matrículas durante la construcción del Proyecto, por un período de 10 años a partir de la entrada en operación comercial del Proyecto, la que se aplicará de la forma siguiente: exoneración del 75% en los tres primeros años; del 50% en los siguientes cinco años y el 25% en los dos últimos años. Las inversiones fijas en maquinaria, equipos y presas hidroeléctricas estarán exentas de todo tipo de impuestos, gravámenes, tasas municipales, por un periodo de 10 años a partir de su entrada en operación comercial.

5. Exoneración de todos los impuestos que pudieran existir por explotación de riquezas naturales por un período máximo de 5 años después del inicio de operación.

6. Exoneración del Impuesto de Timbres Fiscales (ITF) que pueda causar la construcción u operación del proyecto o ampliación por un período de 10 años.

Artículo 8.- Habrá un período de 10 años a los inversionistas para acogerse a los beneficios establecidos en la presente Ley, los que se contarán a partir de su entrada en vigencia.

3.5. Acuerdos de Compra

El Ente Regulador garantizará que en los documentos de licitación para compra de energía y potencia por las distribuidoras, se especifique el requisito de contratar un porcentaje de la Energía Renovable tomando en cuenta las políticas y estrategias dictadas por la Comisión Nacional de energía.

3.5.1. Contratación de energía renovable³⁹

Artículo 12.- Priorización de las energías renovables en las contrataciones por las Distribuidoras: Será obligación de las Distribuidoras incluir dentro de sus procesos de licitación la contratación de energía y/o potencia eléctrica proveniente de centrales eléctricas con energía renovable, prioritariamente hidroeléctricas, geotérmicas, eólicas, biomasa, tomando en cuenta los plazos de construcción necesarios para la entrada en operación de cada tipo de estos proyectos para establecer la fecha de inicio de la licitación.

Artículo 13.- Los contratos surgidos de estas licitaciones serán por un plazo mínimo de 10 años.

Artículo 14.- El Ente Regulador garantizará que en los documentos de licitación para la compra de energía y potencia por las distribuidoras, se especifique el requisito de contratar un porcentaje de energía renovable tomando en cuenta las políticas y estrategias dictadas por la CNE. El Consejo Directivo de la

³⁹(LEY PARA LA PROMOCIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES RENOVABLES. SEGÚN, LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA; LA LEY No. 532., 13 de Abril del 2005)

Superintendencia de Servicios Públicos aprobará la Normativa para determinar los precios a los cuales se podrá contratar el porcentaje de energía renovable establecida.

El porcentaje adicional de la energía a contratarse por las Distribuidoras podrá ser licitado sin especificar el tipo de fuente.

Artículo 15.

El Ente Regulador garantizará además, que en los documentos para la licitación de cualquier energía eléctrica que lleve a cabo un Distribuidor se establezca que, para los efectos de comparación de los precios de las ofertas térmicas versus los precios de las ofertas con energía renovable y su resultante adjudicación, se incluya en las ofertas de energía térmica, el efecto de los costos de los combustibles a utilizarse sin considerar las exoneraciones a sus impuestos.

Artículo 16.

La energía producida por empresas que se acogen a los incentivos otorgados por la presente Ley y no tengan contratos con el Distribuidor u otros agentes, deberán vender esta energía en el mercado de ocasión interno de acuerdo a sus precios promedios diarios, manteniéndose dentro de una banda de precios no menor de 5.5 centavos de dólar por Kwh ni mayor de 6.5 centavos de dólar por Kwh.

La Intendencia de Energía establecerá los procedimientos para otorgar los permisos de exportación de energía cuando esté satisfecha la demanda interna, los permisos de exportación deberán distribuir de manera proporcional entre todos los Proyectos de Generación de Energía con Fuentes Renovables (PGEFR) la capacidad de exportar. Así como hacer llegar los nuevos precios de energía a los concesionarios.

3.6. Relación costos beneficios de la generación de energía eléctrica a través de biogás

3.6.1. Presupuesto estimado

Parámetros que se presentan; tabla con los posibles costos que llevan a la implementación del sistema de generación de energía eléctrica a través de turbinas usando biogás en la UNAN – Managua.

Los precios reflejados en la siguiente tabla 3.6.1, están sujetos a la disponibilidad de los productos.

Productos/construcción.	Unidades	Precio por unidad (\$)	Precio total (\$)
Posa de biodigestor.	2	700	1400
Motor de agitador.	2	220	440
Campana de biodigestor.	2	250	500
Turbina a gas.	1	2000	2000
Tuberías de biogás	10	50	500
Panel de control	1	500	500
Cerco	1	400	400
Caseta de turbina	1	600	600
Medidor de biogás	1	100	100
Filtro	1	80	80
Cables eléctricos	1	100	100
Mantenimiento biodigestor	2	350	700
Mantenimiento turbina	1	500	500
Mano de obra de construcción	1	1000	1000
Precio total (\$)			8820

Tabla 3.6.1.Presupuesto estimado

3.6.2. Análisis financiero de VAN y el TIR del proyecto propuesto de generación de energía eléctrica a base de biogás

A continuación se muestra un breve análisis acerca de la relación costo beneficio durante un periodo de 3 años para comprobar la factibilidad de este proyecto.

Periodo de recuperación de la inversión

$PRI = I / Ft =$ desembolso o inversión

$PRI = 8820 / 6716 Ft =$ flujo anua

$PRI = 1.3132$

Valor Actual Neto

$$VAN = I + \frac{A1}{(1+K)} + \frac{A2}{(1+K)^2} + \frac{A3}{(1+K)^3}$$

$$VAN = 8820 + \frac{6716}{(1 + 0.1)} + \frac{6716}{(1 + R)^2} + \frac{6716}{(1 + R)^3}$$

$VAN = 7368.4$

Relación Costo Beneficio

$R.C/B = VAN/I$

$R.C/B = 7368/8820$

$R.C/B = 0.8353$

Tasa Interna de Retorno 2%

$$TIR = I + \frac{A1}{(1 + R)} + \frac{A2}{(1 + R)^2} + \frac{A3}{(1 + R)^3}$$

$$TIR = 8820 + \frac{6716}{(1 + 0.02)} + \frac{6716}{(1 + 0.02)^2} + \frac{6716}{(1 + 0.02)^3}$$

$TIR = 10551.5$

TIR 3%

$$TIR = 8820 + \frac{6716}{(1 + 0.03)} + \frac{6716}{(1 + 0.03)^2} + \frac{6716}{(1 + 0.03)^3}$$

$$TIR = 10177.10$$

$$+10551.5$$

$$20728.60 \quad (10551.5/20728.60)+2\%= 2.5077\%$$

3.7. Impactos ambientales⁴⁰

3.7.1. Impactos negativos por el mal manejo de los residuos orgánicos

Enfermedades provocadas por vectores sanitarios: existen vectores de gran importancia epidemiológica cuya aparición y permanencia pueden estar relacionados en forma directa con la ejecución inadecuada de alguna de las etapas en el manejo de los residuos sólidos orgánicos, esto debido a, la composición de los mismos y a la “facilidad” en la descomposición de los mismos. Puede provocar la contaminación de los cursos superficiales y subterráneos de agua, además de contaminar la población que habita en estos medios.

3.7.1.1. Problemática

Contaminación atmosférica

El olor generado por la descomposición y la acción microbiana representa las principales causa de contaminación atmosférica.

Contaminación de suelos: los suelos pueden ser alterados en su estructura debido a, la acción de los líquidos pre colados (lixiviados) dejándolos inutilizados por largos periodos de tiempo o disponiéndolos indebidamente sobre el recurso.

Problemas paisajísticos y riesgo.

⁴⁰Zapata, L. (2008). *Aprovechamiento de los residuos solidos organicpos en Colombia*. Bogota.

La acumulación en lugares no aptos de residuos trae consigo un impacto paisajístico y visual negativo, además de tener en algunos casos asociados; un importante riesgo ambiental, que podría producir accidentes, tales como explosiones o derrumbes por la producción de gases en la descomposición de los mismos.

Utilización de trampas, control biológico, cintas con agar, son algunas de las opciones de manejo de ésta problemática.

Olores

La producción de olores es proporcional a la presión de vapor. La presión de vapor del medio aumenta hasta 103 veces al pasar la temperatura de 20 °C a 60 °C. Por lo tanto, la única forma de evitar totalmente la producción de olores en el compostaje, sería evitando que la temperatura suba. Sin embargo, la mayoría de los problemas por olores se deben a condiciones de reducción durante el proceso de descomposición. Pero, al manejar el sistema oxigenado es posible disminuir el mayor impacto en la producción de olores.

3.7.2. Impactos positivos

Conservación de recursos

El manejo apropiado de las materias primas, la minimización de residuos, las políticas de reciclaje y el manejo apropiado de residuos orgánicos benefician principalmente la conservación. En algunos casos la recuperación de los recursos naturales a través del compostaje.

Reciclaje

Beneficio directo de una buena gestión que constituye la recuperación de recursos a través, del reciclaje o reutilización de residuos que pueden ser convertidos en materia prima y que puede ser utilizados nuevamente con fines diferentes a los iniciales.

Intercambio catiónico

El compostaje contribuye a la capacidad de intercambio catiónico del suelo, por ende, en la retención de los nutrientes, su función como una fuente importante de nitrógeno y fósforo es el mantenimiento de la agregación, estructura física y retención del agua en el suelo.

Productividad

El compostaje mejora la productividad y la sostenibilidad de los agro ecosistemas. Disminuyendo en niveles de contaminación lo siguiente: reduce niveles de contaminación que producen los residuos orgánicos por el proceso natural de descomposición, el mismo que genera gas metano, proliferación de vectores transmisores de enfermedades y roedores.

Aumento de producción en viveros

Aumento de las posibilidades de producción de viveros y jardines en zonas urbanas o poblaciones, en proceso de crecimiento que no cuenten con terrenos fértiles para ello.

Aumento de oferta: se aumenta el nivel de la oferta de abonos orgánicos existentes para poblaciones rurales.

Aumento en la vida útil del relleno sanitario

Aprovechar los materiales ya utilizados, orgánicos e inorgánicos disminuyendo la cantidad de basura dispuesta en los rellenos sanitarios; acción que prolonga el tiempo de vida útil del mismo, minimizando posibles impactos sociales a largo plazo (consecución de lotes para emplazamiento de rellenos sanitarios).

Mejoramiento de los suelos.

CAMPO, enuncia que la utilización de compost, permite en el suelo aumentar la disponibilidad favorable de nitrógeno para las plantas, (pues la materia tiene una mayor relación C/N), disminuye la rapidez del flujo suplementario de sustancias

nutritivas del suelo y por lo tanto mejorar la capacidad de crecimiento de las especies vegetales, contribuyendo mediante la utilización de abono orgánico, a la formación de humus permanente, aumentando la desintegración de sustancias difícilmente solubles y reduciendo los niveles de utilización de fertilizantes químicos nocivos.

3.8. Uso de biogás.

El biogás es una fuente primordial para la producción de energía y es de gran importancia porque el correcto modo de extracción de este nos ayuda a amortiguar los daños al medio ambiente.

3.8.1. ¿Porque Aprovechar el Biogás?

1. Una fuente de combustible local
2. La captura y su aprovechamiento son relativamente sencillos
3. Fuente de energía renovable
4. Suministro constante - 24 horas, 7 días a la semana
5. Existen tecnologías comprobadas para el uso de biogás
6. Recurso energético que se perdería si no se aprovecha
7. Ayuda a reducir emisiones al ambiente

3.8.2. Beneficios de un Proyecto de Aprovechamiento

1. Destruye el metano y otros compuestos orgánicos en el biogás
2. Reemplaza el uso de recursos no renovables
3. El relleno beneficia en consistencia que :
 - Tiene otra fuente de ingresos
 - Provee desarrollo económico local
4. El usuario finalmente adquiere beneficios:
 - Reducir costos de combustible
 - Ganar a través de utilización de fuentes renovables

- Apoyar un estrategia de imagen “verde”, acciones Sustentables
5. Cada megavatio de generación o utilización media de 615 m³/hora de Biogás en un año es equivalente a:
- La plantación de 4,900 hectáreas de árboles o eliminación de las emisiones de CO₂ de 9,000 autos
 - Prevención del uso de 99,000 barriles de petróleo, o prevenir el uso de 200 vagones de carbón, o proveer electricidad para 650 hogares

3.8.3. Equivalencia energética del biogás:

1. 1 m³ de biogás (60% metano) equivale a:
2. 0,71 litros de gasolina
3. 0,55 litros de diesel
4. 0,45 litros de gas licuado de petróleo
5. 1,85 kilos de leña con 10% de humedad
6. 8,5 KWH

3.8.4. Aspectos medioambientales de la producción y uso de la biomasa

Con el Protocolo de Kioto, se acordó reducir las emisiones que aumentan el efecto invernadero, entre 5 y 8 % para el 2012, en relación a los niveles de 1990, estableciéndose la necesidad de obtener energías «limpias», que viabilicen el desarrollo energético y aseguren el desarrollo sostenible de la humanidad.

Los gases principales que contribuyen al efecto invernadero son el CO₂, NO_x; el vapor de agua y las emisiones de SO₂, que producen las lluvias ácidas, con impacto negativo en los bosques.

El CO₂ se produce al quemar combustibles fósiles. Carbón, petróleo y el gas natural. Estos fueron fijados y retirados de la atmósfera por plantas, hace millones de años, y ahora son liberados nuevamente.

La energía de la biomasa es la única que, en su ciclo completo, no contribuye a la emisión de CO₂.

Por lo expuesto, es fundamental cultivar biomasa para que, esta absorba el CO₂ de la atmósfera y lo vuelva a liberar una vez quemado. Para la FAO, una de las cosas importantes de la energía de biomasa es que genera empleos. Se crea infraestructura rural y potencial para rehabilitar tierras degradadas, en la tabla 3.8.4 se muestra la descripción de gas carbónico a la atmosfera.

País	%
Alemania	4
Europa sin Alemania	16
Asia y Oceanía	28
África	3
América del Sur	5
América del Norte	27
Oriente medio	3
GUN	14
Total emisiones CO ₂ : 22295 millones TM CO ₂	Año: 1993
Fuente: Ministerio Energía Alemania	

Tabla 3.8.4 Emisiones de gas carbónico a la atmosfera.

3.9. Contribución para reducir GEI⁴¹

3.9.1. ¿Cómo contribuir a la reducción de emisiones de GEI mediante el desarrollo de proyectos de biogás?

Contribución de los proyectos de biogás en la mitigación del calentamiento global:

1. Los proyectos de generación de biogás reducen la emisión de metano a la atmósfera.
2. Los proyectos de uso de biogás replazan el uso de energía de la red o combustibles fósiles, contribuyendo a la reducción de dióxido de carbono.
3. El metano y el dióxido de carbono son dos gases de efecto invernadero que se busca reducir para disminuir el impacto del calentamiento global.

⁴¹Bueso, C. (2012). *Guía de Implementación de sistema de digestión en ecoempresas*. Tegucigalpa.

Las actividades humanas son responsables de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), que aumentan considerablemente las cantidades que naturalmente existen en la atmósfera, a lo que se le atribuye, la responsabilidad de alterar el fenómeno natural del efecto invernadero y provocar el calentamiento global.

Los proyectos de biogás pueden contribuir a la reducción de GEI generados por los humanos, principalmente el metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂). Los proyectos de generación de biogás reducen la emisión a la atmósfera de uno de los GEI responsables del calentamiento global: el metano (CH₄).

Los proyectos de uso de biogás utilizan dicho gas para la generación de energía renovable, sustituyendo el uso de combustibles fósiles, biomasa y/o el uso de la energía de la red. Dichos proyectos contribuyen a la mitigación del calentamiento global dado que, reducen el uso de fuentes no renovables que son responsables de la emisión de gases, principalmente del dióxido de carbono.

Entre las opciones de actividades que contribuyen a la mitigación del calentamiento global, están relacionadas con proyectos de biogás están:

1. El mercado de carbono
2. Medición de la huella de carbono y certificación del cálculo.

Estas opciones, han sido creadas con el propósito de incentivar la reducción o absorción de GEI emitidos por la actividad humana y los proyectos de biogás se pueden beneficiar de ellas. Es importante mencionar que el desarrollo de un proyecto de biogás es independiente de la factibilidad al participar en una de las dos oportunidades presentadas.

3.9.2. ¿En qué consiste el mercado de carbono?

El mercado de carbono promueve el desarrollo de proyectos que demuestren su contribución al desarrollo sostenible mediante la reducción de emisiones de seis

gases de efecto invernadero (GEI): dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluorido de azufre (SF₆), hidrofluorocarbonos (HFC) y Perfluorocarbonos (PFC).

3.9.3. ¿Cuáles son los tipos de mercado de carbono?

Hay dos tipos de mercado de carbono. El mercado de carbono regulado que se refiere al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), y, que establecen pautas para el desarrollo de proyectos en Latinoamérica que generando bonos de carbono bajo el Protocolo de Kioto.

Los compradores de los bonos son los países que han establecido la obligación de reducir su contaminación, mediante la firma de dicho protocolo (para conocer más sobre el MDL, consultar la página⁴²). El mercado voluntario se desarrolla mediante diferentes estándares, entre ellos el Gold Standard y el Verified Carbon Standard (VCS). Estos reconocen el desarrollo de proyectos que generan bonos de carbono, los cuales son comprados por empresas o entidades que compensan sus emisiones de GEI de manera voluntaria. (Para conocer más sobre el Gold Standard y el VCS) estas son pequeñas y medianas empresas que se establecen en países en desarrollo, estos pueden explorar su participación en el mercado de carbono (tanto regulado como voluntario) y, ser factible; para implementar proyectos de generación de biogás y proyectos de uso de biogás.

3.9.4. ¿Qué es la huella de carbono?

La huella de carbono es la contabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes de la producción de un bien, de un servicio, una entidad o un evento. Una persona o empresa puede medir su huella de carbono y conocer cuál es su contribución a la contaminación del ambiente, para posteriormente optar por medidas que reduzcan o compensen sus emisiones de GEI. Con este tipo de iniciativa se puede optar por tres tipos de certificados:

⁴² Página web <http://cdm.unfccc.int/>

1. Certificados de medición de huella de carbono;
2. Certificados de reducción de emisiones; y
3. Certificados de compensación de emisiones.

Los GEI que se pretenden reducir para obtener el Certificado de Carbono Neutral, son los mismos que los considerados en el mercado de carbono: CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, HFCs, PFCs. En la siguiente figura 2.9.4 se muestran los pasos para la obtención del certificado de huella de carbono.

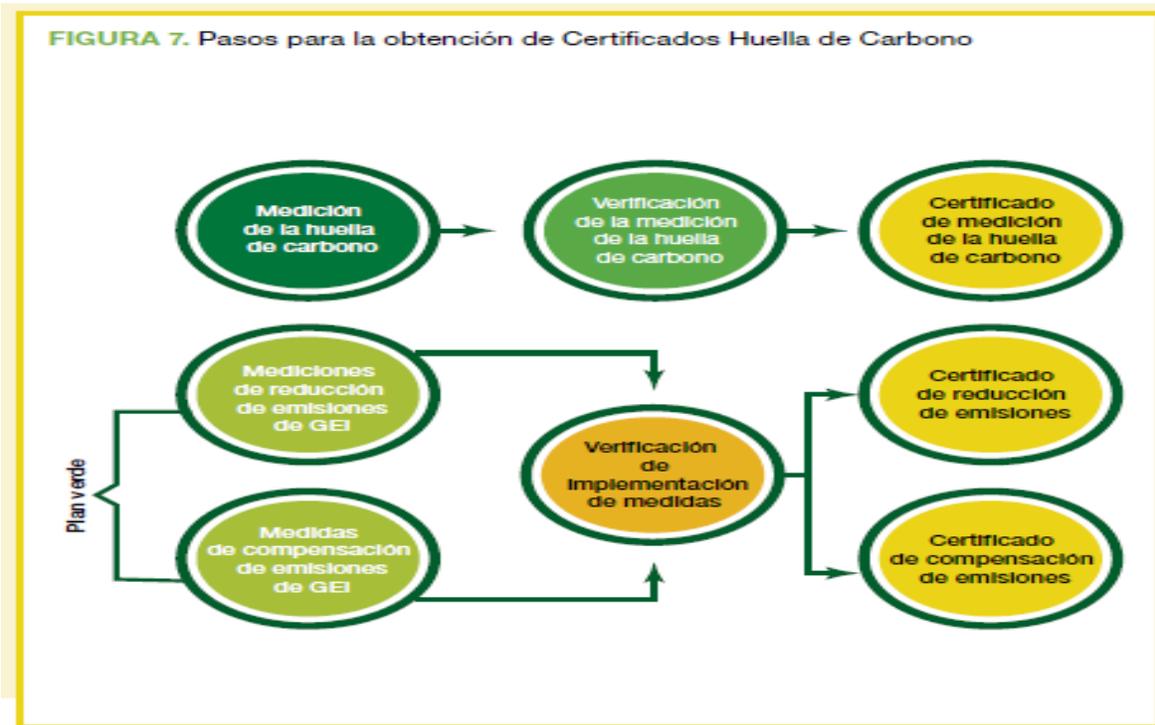


Figura 3.9.4. Pasos para la obtención de certificados de carbono

El proceso de la medición y certificación de la huella de carbono, así como la certificación de reducción y compensación de emisiones, siguen una lógica similar a la del mercado de carbono en el sentido que deben medir las emisiones de GEI y desarrollar actividades para su reducción y compensación; para luego, obtener un reconocimiento por ello. En este caso, se obtienen tres tipos de certificados que no son transables como bienes (como los bonos de carbono), pero si permiten

negociar un mejor precio por un bien o servicio que demuestra la reducción de la contaminación. Cada etapa se describirá a continuación.

3.9.5. ¿Cómo se mide la huella de carbono?

El cálculo de la huella de carbono se realizará con base a la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero, emitidas a la atmósfera por una actividad en específico (un producto, servicio, evento o entidad). Estas emisiones se miden en términos del dióxido de carbono equivalente (CO₂e), cuantificando la cantidad en unidades de peso (ejemplo: toneladas, kilogramos, entre otros), al igual que en el mercado de carbono. Para medir la huella de carbono se debe:

1. Considerar la actividad específica que se desarrolla y elegir un estándar o norma disponible para el cálculo de la huella de carbono. Estos (estándares o normas) son guías de cómo medir la huella.
2. Utilizar un estándar o norma reconocida. Para un análisis eficaz en cuanto a huella de carbono. Algunos estándares o normas existentes son: ISO 14064, GHG Protocol, PAS 2050 y Bilan Carbone, los cuales se describen en la figura 3.9.5.a y 3.9.5.b.

Norma o estándar	Características generales
ISO 14064 Desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés).	Norma internacional que incluye los requisitos para determinar las actividades a medir que están implícitas en la producción de un bien, servicio o de una organización, cuantificar las emisiones de los GEI, e identificar las medidas que la empresa debe desarrollar para mejorar la gestión de los gases. También incluye los requisitos y orientaciones para la gestión de calidad del inventario de emisiones, el informe que se debe elaborar, la auditoría que se hace de la huella de carbono, y la responsabilidad de la organización en la etapa de verificación. Mayor información en http://www.iso.org/iso/

Figura 3.9.5.a. Estándares y normas de medición de la huella de carbono.

Propuesta de generación de energía eléctrica a través de turbinas de 10kW usando biogás en la UNAN – Managua.

Norma o estándar	Características generales
<p>Protocolo GHG</p> <p>Creado por el Instituto de Recursos Mundial (World Resources Institute-WRI), el Consejo Económico Mundial para el Desarrollo Sostenible (World Business Council for Sustainable Development-WBCSD).</p>	<p>Estándar reconocido a nivel internacional que homogeniza los métodos y principios empleados para el cálculo de las emisiones de GEI de un producto, servicio u organización. Proporciona herramientas para el cálculo de emisiones de GEI.</p> <p>Mayor Información en http://www.ghgprotocol.org/</p>
<p>Publicly Available Specification (PAS 2060:2008)</p> <p>Elaborada por la British Standards Institution (BSI).</p>	<p>Norma sistemática que contiene metodología, criterios y requerimientos para el cálculo de las emisiones de GEI derivadas del análisis del ciclo de vida de productos y servicios.</p> <p>El análisis de ciclo de vida se refiere al procedimiento objetivo y sistemático para la identificación, clasificación y cuantificación de las fuentes emisoras de gases y de los impactos ambientales, recursos materiales energéticos asociados a un producto, proceso o actividad desde su generación hasta su eliminación.</p> <p>Este análisis comprende todos los procesos que implican la creación, modificación, transporte, almacenamiento, uso, suministro, reciclaje o vertido de estos bienes y servicios.</p> <p>Mayor Información en http://www.bsigroup.com/en/.</p>
<p>Publicly Available Specification (PAS 2060:2010)</p> <p>Elaborada por la British Standards Institution (BSI).</p>	<p>Norma que proporciona la guía metodológica para el cálculo de emisiones de organismos, colectividades territoriales y particulares que pretenden ser neutros en emisiones.</p> <p>La PAS 2060:2010 prevé que las organizaciones o personas firmen dos declaraciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Declaración de compromiso, en donde la entidad se compromete a alcanzar la neutralidad con el requerimiento de medir la huella de carbono y el desarrollo de un plan de reducción de emisiones (Plan Verde). • Declaración de consecución de neutralidad en emisiones, en la que la organización o persona debe haber logrado parte de la reducción de la huella de carbono y que haya compensado las emisiones que no ha logrado eliminar después de la implementación de las acciones establecidas en el Plan Verde. <p>Mayor Información en http://www.bsigroup.com/en/.</p>
<p>Bilan Carbone</p> <p>Elaborada por la Agencia de Medio Ambiente y Energía Francesa (ADEME)</p>	<p>Esta metodología se basa en la ISO 14064 y el Protocolo GHG. Proporciona el mapa más amplio posible de emisiones asociadas a procesos relacionados con una organización. De este modo, es posible realizar un análisis efectivo de las mejores posibilidades para reducir emisiones, incluso aquellas que no serían evidentes con un análisis más superficial.</p> <p>Mayor Información en http://www.abcarbon.org/html/bilan_carbone.html</p>

Figura 3.9.5.b. Estándares y normas de medición de la huella de carbono

Las normas y estándares permitieron desarrollar el análisis del ciclo de vida de un bien, servicio, evento o entidad. Esta herramienta metodológica que permite dicho análisis, también considero que los elementos que intervienen en cualquier proceso o sistema requerido para la fabricación de un bien, para la entrega de un servicio, para el desarrollo de un evento o las actividades de una empresa. Son los siguientes según el análisis mencionado:

1. Identificar las fuentes de emisión.
2. Recopilación de datos. Esta etapa es crítica para estimar una huella de carbono correcta.
3. Cálculo de la huella de carbono
4. Una vez que se obtiene la huella de carbono, se requiere analizar las fuentes de emisión por un caso contaminación ya que, estas son las que más contaminan; así como cuáles tienen un menor impacto.

3.9.6. ¿Cómo y para qué implementar un Plan Verde?

El Plan Verde tiene como objetivo reducir las emisiones de un bien, servicio, evento u organización. Así mismo, puede incluir medidas de compensación de emisiones para estas. En cuanto, a mitigar las emisiones de gases, puede tomar varios años, dependiendo de la planificación para la implementación de las medidas de reducción y/o compensación.

Las medidas de reducción de emisiones son aquellas actividades relacionadas al uso de insumos menos contaminantes, mejora de la eficiencia energética y optimización de recursos utilizados, entre otras.

Las emisiones restantes corresponden a aquellas que son inherentes al proceso y que solo se eliminarían si se descontinúa la producción de café. Para este tipo de emisiones, se recomiendan las medidas de compensación, que son actividades que compensan las emisiones que no se han logrado reducir. Un ejemplo de este tipo de medidas son los proyectos desarrollados en el mercado de carbono, incluyendo los proyectos de biogás y los bonos de carbono estos instrumentos son

utilizados para compensar emisiones que no se hayan logrado eliminar con las medidas de reducción.

Una vez que se han adoptado las medidas de reducción y las medidas de compensación, se puede optar por obtener el certificado correspondiente. Para ello, se debe verificar que en realidad se han implementado dichas medidas. Esto dependiendo del estándar o norma seleccionada; además, identificar la necesidad de empresa externa que desarrollaran la verificación.

CONCLUSIÓN

En la UNAN se concentra una gran cantidad de desperdicios (orgánicos) que se pueden aprovechar para la producción de energía, El presente proyecto será de gran ayuda al utilizar de forma productiva la basura orgánica proveniente de comedores, bares e internado Arlen Siu de la universidad, de este modo se puede reducir la cantidad de gases de efectos invernaderos los cuales afectan nuestro ecosistema obteniendo energía eléctrica amigable con el medio ambiente.

El contenedor propuesto (biodigestor con agitador) es el más adecuado debido a que permitirá la máxima producción de biogás, ya que el agitador no permitirá que se formen costras dentro del biodigestor.

La cantidad de desperdicios y las aguas servidas del arlen Siu es suficiente para obtener 17m^3 de biogás diarios, este biogás será utilizado de manera productiva en la universidad para la obtención de energía eléctrica empleando la turbina adecuada con los 17m^3 de biogás se debe producir 60Kwh de energía.

La turbina consume $0.32\text{m}^3/\text{Kwh}$, significa que con el volumen de biogás obtenido bien podemos producir los 60kwh, esto nos permitirá distribuir 10kwh durante seis horas a un sector determinado de la universidad.

Luego del estudio costo beneficio se puede decir que esta propuesta es factible para la universidad, la inversión se recuperaría en un periodo aproximado de 16 meses y después se gozaría de las ganancias producidas por este proyecto.

Analizando todos los aspectos planteados anteriormente, se puede decir que se llevaría a cabo un proyecto de gran importancia para la universidad, ya que nuestra fuente principal o materia prima para la producción de biogás es algo que se genera a diario y no tiene hasta el momento un uso productivo en la universidad, de este modo se puede hacer un aporte para la reducción de la tarifa energética de la universidad y que mejor en llegar a pensar algún día en una universidad autosustentable en lo que a energía eléctrica se refiere.

RECOMENDACIONES

La primera observación es la clasificación de los desechos orgánicos, porque existen desperdicios que no pueden formar parte de la biomasa debido a que perjudica la producción de biogás, y puede llegar a afectar de manera permanente al proceso de producción de biogás en nuestro biodigestor.

Se recomienda un molino para hacer más pequeños nuestros desperdicios, esto haría más fácil la digestión anaeróbica en el biodigestor.

Otra sugerencia es la instalación de celdas de calentamiento, las cuales permiten mantener los desechos orgánicos a una temperatura ideal por tanto el proceso de digestión anaeróbica será más rápido. De este modo se podrá contar con mayor biogás en menos tiempo y así genera más energía eléctrica.

En cuanto a las aguas servidas del internado, se tiene que realizar una documentación previa, para orientar a los internos que no se puede depositar ningún tipo de basura farmacéutica en los servicios higiénicos, ni jabones, esto para no afectar el proceso de digestión.

El mantenimiento regular del biodigestor, como de las demás parte que lo conforman y la turbina eléctrica, se deberán mantener en óptimo estado el funcionamiento, el mantenimiento del biodigestor debe ser de una vez cada dos meses, para evitar que se formen costras en el mismo, la turbina se podrá revisar cada mes.

Como última recomendación, se necesita un estudio del lugar más adecuado en la universidad, donde se establezca la energía generada, además, la automatización de este proyecto, lo cual disminuirá la cantidad de mano de obra por maquinas previamente programadas.

Bibliografía

- (25 de 5 de 2013). Recuperado el 25 de 2013 de 2013, de <http://www.monografia.com/Potencialidades para la producción de biogás en entidades y asentamientos poblacionales del Municipioviales>
- Bueso, C. (2012). *Guía de Implementación de sistema de digestión en ecoempresas*. Tegucigalpa.
- Especificaciones técnicas para el diseño y construcción de biodigestores en México*. (2010). México D.F.
- Gomez, J. L. (2013). *Producción de biogás con desechos orgánicos provenientes de comedores de la UNAN - Managua*. Investigativo, UNAN - Managua, Managua.
- google,maps*. (s.f.). Recuperado el 23 de 09 de 2013, de maps.google.com.ni/maps?hl=es-419&tab=wl
- (2008). *INFORME PÚBLICO DE LAS POLÍTICAS Y REGULACIONES RELATIVAS A LOS SERVICIOS DE ENERGÍA, ALIVIO*. Managua, Nicaragua.
- (13 de Abril del 2005). *LEY PARA LA PROMOCIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON FUENTES RENOVABLES. SEGÚN, LA ASAMBLEA NACIONAL DE LA REPÚBLICA DE NICARAGUA; LA LEY No. 532*. Managua, Nicaragua.
- Luis, T. D. (2009). *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE BIODIGESTOR Y ENERGIAS LIMPIAS*. PERU.
- pérez, A. (2010). *Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros*. Santiago de Chile.
- Perez, J. (2010). *ESTUDIO Y DISEÑO DE UN BIODIGESTOR PARA APLICACION EN PEQUEÑOS GANADEROS Y LECHEROS*. SANTIAGO DE CHILE.
- Ramirez, L. (2004). *GENERACION DE ENERGIAS ELÉCTRICAS POR MEDIO DE BIOGÁS*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Siles, F. A. (2012). *GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE PRODUCCION DE BIOGAS*. México d.f.
- spanish.aliaba.com*. (30 de 09 de 2013). Recuperado el 30 de 09 de 2013, de <http://www..alibaba.com/de gas de la turbina del generador 100 - fabricantes de productos de de gas de la turbina del generador 100 en spanish>
- Wlimar Hernandez, C. V. (2013). *TUTORIAL PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIAS ELÉCTRICAS CON BIOGAS USANDO AGUAS SERVIDAS*. MEDELLIN.
- Zapata, L. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Bogotá.

ANEXOS

A

En el capítulo 1 se realizó un estudio de la cantidad de residuos orgánicos generados en los comedores y bares de la UNAN – Managua, esto fue posible por la encuesta planteada a dichos locales, gracias a esta encuesta se pudo obtener gran parte de la información del capítulo 1

Encuestas realizada a los comedores y bares de la universidad para obtener la cantidad de residuos orgánicos generados a diario por estos.

Encuesta sobre la cantidad de residuos orgánicos generados en los comedores de la UNAN-Managua

OBJETO DE LA ENCUESTA: Evaluar la cantidad de residuos orgánicos y aguas negras producidas, con el fin de ser utilizados en la implementación de un nuevo proyecto ambiental y energético para el aprovechamiento de dichos residuos. Por ello, se le solicita al encuestado su valiosa colaboración para el llenado de esta encuesta.

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Nombre del comedor: _____
- 1.2 Dirección de la empresa: _____
- 1.3 Registros: Sanitario: __ Comercial: __ Distribuidor autorizado: __ Sin registro: __
- 1.4 Tipo de Puesto: Comedor popular: __ Kiosco: __ Bar: __ Pizzería: __ Otro: _____

II. CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO PRESTADO

- 2.1 Tiempo de operar: _____ Frecuencia de atención: _____ Horario de atención: _____
- 2.2 Días por semana q trabajan: _____
- 2.3 Cantidad (promedio) de servicios vendidos por atención: ____ en el local: _____ para llevar: _____
- 2.4 Tipo de comidas vendidas: Sopas: __ Asados: __ Comidas secas: __ Ensaladas: __ Reposterías: __ Frituras: __ Otras: _____
- 2.5 Consumo del servicio: en el local: __ para llevar: __
- 2.6 Número de persona que trabajan en el local: _____

III. TIPOS DE ALIMENTOS PROCESADOS

- 3.1 Tipos de proveedor: mayorista: _____, minorista: _____
- 3.2 Alimentos utilizados son: comprados el mismo día: ____ alimentos almacenados: _____
- 3.3 Cantidad de alimentos procesados al día.

Propuesta de generación de energía eléctrica a través de turbinas de 10kW usando biogás en la UNAN – Managua.

Alimentos	Cantidad (lb)	Cantidad (N°)
Res		
Pollo		
Cerdo		
Pescado		
Mariscos		
Queso		
Huevos		
Malanga		
Chayote		
Papas		
Tortillas		
Plátanos		
Yuca		
Frijoles		
Maíz		
Arroz		
Hierbas		
Hojas		
Chiltomas		
Pimientos		
Tomates		
Cebollas		
Ajo		
Repollo		

IV. CONOCIMIENTOS SOBRE LA BASURA GENERADA EN SU NEGOCIO.

4.1 Marque los destinos finales que conoce que se le da a La basura

Destino final	Qué hace	Apropiado	Inapropiado
Recolectada por Alcaldía			
Tirado al cauce			
Tirado a la calle			
Tirado a los ríos			
reúso en la obtención de biogás			
reúso en la fabricación de abono			
reúso en el reciclaje			
Compostaje			

4.2 Cuanta basura promedio cree que genera su negocio por día (Lb, kg): _____

4.3 Marque las consecuencias que conoce que tiene el inapropiado destino final de la basura

Bloqueo de cauces	
Elevación de costos en el tratamiento de aguas residuales	
Aumento de focos de insectos y roedores	
Malos olores	
Suciedad en las calles	
Contaminación del medio ambiente	

Propuesta de generación de energía eléctrica a través de turbinas de 10kW usando biogás en la UNAN – Managua.

Contaminación de las aguas y ríos	
Aumento de infecciones	
Mal aspecto para los visitantes y pobladores	

4.4 Marque las formas que se deberían usar para el aprovechamientos de la basura

Reúso en la obtención de abono	
reúso en la fabricación de biogás	
reúso en el reciclar	
Otros:	

V. DISPOSICIÓN PARA PARTICIPAR EN UN PROYECTO DE FABRICACIÓN DE BIOGÁS

5.1 ¿Almacenaría la basura para aportarla a un proyecto de fabricación de biodiesel? SI: __

NO: __

5.2 El aporte de la basura sería por

Interés ambiental	
Interés higiénico	
Interés económico	
Interés energético	
Por deshacerse de ellos	

5.3 ¿Participaría en una demostración de la fabricación de biogás para conocer sus ventajas? SI: __

NO: __

5.4 ¿Estaría en disposición de participar en un taller para almacenar la basura por separado según su tipo?

SI: __ NO: __

5.5 ¿Estaría interesado en dar otro tipo de apoyo a un proyecto piloto de fabricación de biogás con fines energéticos? SI: __ NO: __

5.6 ¿Qué tipo de apoyo o aporte podría dar a un proyecto piloto de fabricación de biogás?

Propaganda	
Económico	
Impresiones	
Transporte	
Gestiones ante instituciones y similares del sector	
Apoyo a proyectos sociales	
Consumo en transporte público	
Consumo en transporte de carga	
Consumo en vehículo propio	
Consumo en planta de generación eléctrica	
Consumo en calderas (para producir calor)	

*Se respeta el derecho de los encuestados acerca de la información que brinden. Esta información se usará confidencialmente, y únicamente para los fines del objeto de la encuesta y no servirá para otros propósitos fuera del mismo, así como no se le dará la misma a terceros.

GRACIAS POR SU VALIOSO TIEMPO E IMPORTANTE COOPERACIÓN

B

Imágenes de experimentos realizado con desperdicios orgánicos de los comedores y bares de la UNAN – Managua, para determinar la cantidad de biogás a obtener de estos desperdicios generados.



Figura 1ª experimento de obtención de biogás de basura orgánica de bares y comedores de la UNAN – Managua.





Figura 2ª imagen de salida de burbuja de biogás



Figura 4ª contenedores de biogás.



Figura 5ª contenedores de la biomasa

C

Imagen del tipo de biodigestor propuesto.

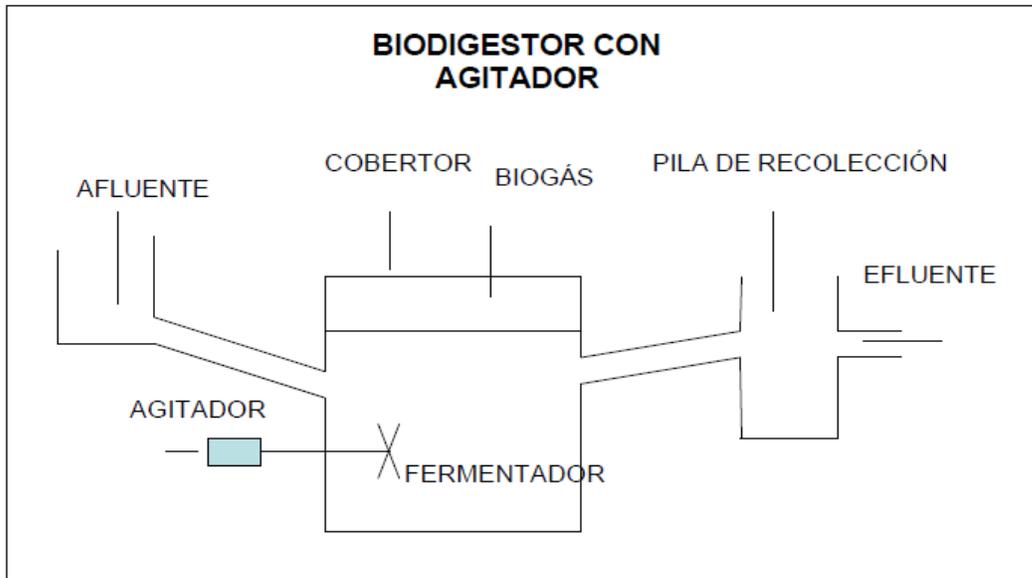


Figura 2.4.1. Biodigestor con agitador.

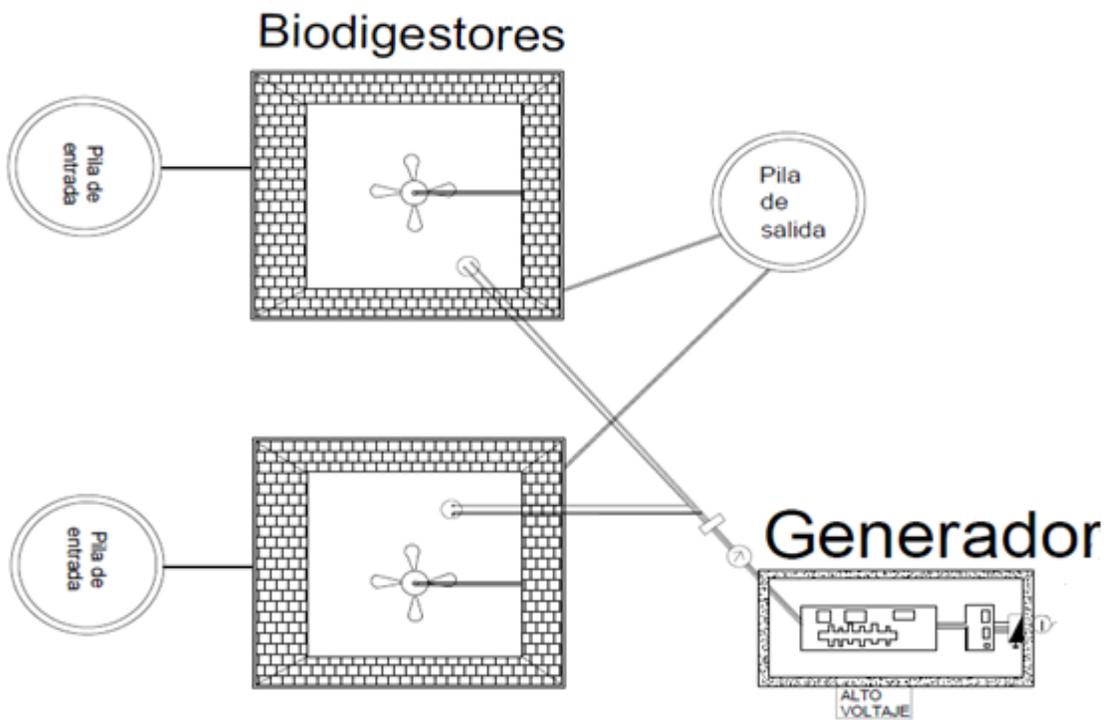


Figura 2.5.1. Implantación propuesta de planta de biogás.

D

Turbina a gas



Precio FOB:	US \$2,000 - 50,000 / Set
Cantidad de pedido mínima:	1 Set/s
Capacidad de suministro:	100 Set/s por Mes
Plazo de entrega:	15~30 días laborables después de su depósito
Condiciones de pago:	L/C,T/T

• **Datos del producto**

Datos básicos

Lugar del origen: China (Continental)	Marca: yidaneng	Número de Modelo: Ghr10~500
Tipo de la salida: CA trifásica	Velocidad: 1500	Frecuencia: 50hz
Energía clasificada: 10~500kw	Voltaje clasificado: 230/400v 380/220v	Corriente clasificada: 18~900a
de color: como su requisito	de la prueba: 8 horas de tiempo de prueba	el consumo de gas: 0.33cbm/kwh
la función: Ats/amf	de garantía: o uno 1500 horas de funcionamiento	

Paquete

Paquete: caso de madera

Especificaciones

Figura 2.6. Datos y Tipo de turbina a gas a utilizar.