



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA

Coordinación de Bibliotecas

Biblioteca Digital

La presente tesis es publicada a texto completo en virtud de que el autor ha dado su autorización por escrito para la incorporación del documento a la Biblioteca Digital y al Repositorio Institucional de la Universidad de Guadalajara, esto sin sufrir menoscabo sobre sus derechos como autor de la obra y los usos que posteriormente quiera darle a la misma.

# Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño

Maestría en Diseño y Desarrollo de Nuevos Productos



## TESIS

**Diseño y desarrollo de un biodigestor para generar gas metano. Caso: Vivienda rural de escasos recursos.**

que para obtener el grado de:

**Maestro en Diseño y Desarrollo de Nuevos Productos**

presenta:

**Sergio Armando Peña Olivares.**

Director:

**Mtro. Carlos R. Garnier Ortiz.**

Co-director:

**Mtro. Miguel Ángel López Veloz**

Guadalajara, Jalisco, México; Febrero de 2017.

Con todo mi amor para mi **PADRE** y mi **MADRE**,

Por todo su esfuerzo, toda su dedicación y apoyo incondicional, ya que me han impulsado a ser un hombre cabal.

A mis **HERMANOS**,

Por toda su comprensión y trabajo.

A mis **AMIGOS**,

Por compartir cada logro conmigo.

Pero sobre todo a mi **ESPOSA**,

Por qué SIEMPRE forma parte de mis sueños.

## CONTENIDO

<b>Introducción.</b>	6
<b>Protocolo.</b>	
I. Identificación del problema.	10
II. Justificación.	12
III. Objetivos.	13
IV. Hipótesis.	14
V. Método.	14
VI. Técnicas de investigación aplicadas.	15
VII.I Población a estudiar.	15
VII.II Determinación de la muestra.	16
VII:III Instrumentos para estudio.	16
<b>Capítulo 1. Antecedentes.</b>	
1.1 El biodigestor en el pasado.	18
1.2 La vivienda rural.	19
1.2.1 La vivienda rural en México.	22
1.2.2 Calidad de los servicios.	24
1.3 Enfermedades respiratorias.	26
1.3.1 Problemáticas en el uso de los combustibles sólidos como fuente calorífica.	28
1.3.2 Muertes por asfixia o intoxicación de humos.	29
1.4 Principales usuarios.	32
<b>Capítulo 2. El uso del biodigestor.</b>	
2.1 La digestión anaeróbica.	34
2.1.1 Biogás.	35
2.1.2 Obtención del biogás.	36
2.1.3 El biodigestor.	37
2.2 Los residuos.	39
2.2.1 Porcentaje de residuos generados en la vivienda.	41
2.2.2 Desperdicios rurales como fuente energética.	42
2.3 El impacto social.	44
2.3.1 La contaminación.	45
2.3.2 El alcance de los servicios en las comunidades rurales.	47
2.4 El impacto ambiental.	48
2.4.1 Tecnologías ambientales.	49
2.4.2 La vivienda sostenible.	51
2.5 Impacto económico.	53
2.5.1 Entorno económico en México.	54
2.5.2 Poder adquisitivo de los niveles económicos.	57

### Capítulo 3. Los biodigestores de hoy.

3.1	Tipos.	60
3.2	El producto en México.	63
3.3	Ventajas.	65
3.4	Desventajas.	66
3.5	Funcionamiento y esquema operativo de un biodigestor.	66
3.6	Componentes del biodigestor.	70
3.6.1	Proceso de instalación y mantenimiento.	72
3.7	Información técnica.	72
3.7.1	Determinación de la biomasa.	73
3.7.2	Determinación del flujo del influente.	74
3.7.3	Selección del tiempo de retención hidráulico.	74
3.7.4	Volumen del biodigestor.	74
3.7.5	Cálculo de la producción de biogás.	74
3.7.6	Características físicas, químicas y biológicas.	75
3.7.7	Aspectos geográficos de la zona.	75

### Capítulo 4. Propuesta de valor.

4.1	Propuesta de valor.	77
4.2	Programa de planeación del proyecto.	77
4.3	Presentación de los prototipos.	83
4.3.1	Propuesta de diseño.	86
4.3.2	Proceso de producción.	87
4.4	Análisis del objeto.	89
4.4.1	Proceso creativo.	94
4.5	Especificaciones del objeto.	95
4.5.1	Producción de biogás.	96
4.6	Materiales.	97
4.6.1	Propiedades de la cámara.	98
4.6.2	Propiedades de las válvulas.	98
4.6.3	Propiedades de la tubería.	99
4.6.4	Propiedades de los adaptadores.	99
4.7	Costo – Beneficio.	100
4.7.1	Incidencias del diseño del producto en los costos.	101
4.7.2	Resumen de costos.	101
4.8	Normas y políticas aplicables.	103
4.9	El mercado.	104
4.9.1	Canvas: modelo de negocio.	105
4.9.2	Identidad gráfica.	106
4.9.3	Cadena de valor.	107
4.9.4	Benchmarking.	108
4.9.5	Apoyos gubernamentales.	111

<b>Conclusiones.</b>	114
<b>Fuentes.</b>	117
<b>Glosario.</b>	120
<b>Anexos.</b>	123

# INTRODUCCIÓN.

Diferentes tipos de combustibles se han convertido en una necesidad básica para el hombre ya que es parte fundamental del desarrollo de las sociedades actuales, pero al mismo tiempo aumenta la tasa de contaminación que genera el uso desmedido de dichos combustibles que son usados para las diversas actividades cotidianas. Además, el precio de los combustibles va aumentando aceleradamente y la distribución es ineficiente. Todos estos problemas han llevado al hombre a desarrollar métodos que hagan de su vida cotidiana más cómoda, más sana y que ayude al medio ambiente; por lo tanto, el uso de dispositivos que ayuden a simplificar y aumentar la calidad de vida del hombre, participarán en la auto-sustentabilidad del lugar donde habita.

El siguiente proyecto de investigación tiene como objetivo el diseño y la construcción de un biodigestor que genere combustible para las viviendas rurales, siendo la materia prima toda clase de desechos/desperdicios orgánicos y sanitarios, principalmente excretas animales de las granjas rurales, debido a su bajo costo y fácil uso. Cabe mencionar que el diseño y desarrollo del biodigestor se basan principalmente en la parte funcional del producto como tal, no en la forma y apariencia física del objeto.

Contiene un estudio de todos los factores que se integran en el desarrollo de dicho dispositivo, desde el plano social hasta el económico y se plantearán alternativas razonables en base a los requerimientos y factores estratégicos de producción y mercadeo.

El contenido del presente documento fue sustentado en investigaciones documentales realizadas por estudiantes o profesionales interesados en el tema de los biodigestores y la generación de energías alternativas; sin embargo, todas las propuestas planteadas fueron experimentadas y puestas a prueba de manera personal para el mejoramiento y cumplimiento de los objetivos.

La organización de los capítulos se basa en la evolución que ha tenido el biodigestor a lo largo del tiempo; el primer capítulo habla sobre los antecedentes del producto y su interacción con los principales problemas identificados para su rediseño; el segundo capítulo trata sobre los factores más significativos que conforman el entorno que rodea a los biodigestores, el tercer capítulo integra temas relacionados al mecanismo de acción y la factibilidad del producto; finalmente, el cuarto capítulo propone el diseño y el desarrollo del producto final vista desde las perspectivas materiales, mecánicas, estéticas y comerciales.

La metodología empleada utiliza investigaciones documentales (uso de fuentes bibliográficas, medios electrónicos y memorias de proyectos) para la obtención de información y datos esenciales para el desarrollo documental del proyecto; utiliza investigaciones experimentales, ya que se realizaron distintas pruebas para la selección de los materiales, componentes y formas con el objeto de encontrar una mayor efectividad en el producto final. Lo anterior se consideró como la manera más adecuada para abordar su estudio.

Los procedimientos empleados forman parte de una estructura ordenada y fueron guiados por profesionales involucrados en el mejoramiento del presente documento. El proyecto se llevó a cabo durante el periodo de estudio de la maestría en Diseño y Desarrollo de Nuevos Productos de la Universidad de Guadalajara, del periodo comprendido de febrero del año 2015 hasta diciembre del año 2016, a fines de culminar en el lanzamiento del producto y obtención del grado en estudio.

# PROTOCOLO.

- I. Identificación del problema.**
- II. Justificación.**
- III. Objetivos.**
- IV. Hipótesis.**
- V. Método.**
- VI. Técnicas de investigación aplicadas.**
  - VI.I. Población a estudiar.**
  - VI.II. Determinación de la muestra.**
  - VI.III. Instrumentos para estudio.**

## **I. Identificación del problema.**

Gran parte de la población del planeta, principalmente en los hogares de escasos recursos en los países en desarrollo, utiliza leña para cocinar o calentar la vivienda; en estufas abiertas o de mal funcionamiento la quema de carbón vegetal, leña y combustibles sólidos se queman a diario. El principal problema se encuentra en el alto número de riesgos generadas por la intoxicaciones y muertes derivadas de la quema de combustibles en las viviendas de escasos recursos.

Es posible el consumo limpio de combustibles teniendo estufas y fogones bien contruidos y ubicados en espacios al aire libre de la vivienda; sin embargo, generalmente las viviendas de escasos recursos cuentan con pequeños fogones económicos que son alimentados con leña que es suministrada por la cercanía de su entorno. Al momento de la combustión, la leña que no arde bien se convierte en dióxido de carbono, lo que da lugar a productos de combustión incompleta, con pequeñas partículas que tienen sustancias demasiado nocivas para la salud y representan el mayor indicador de peligro, estas sustancias son principalmente el monóxido de carbono, el benceno, el butadieno, el formaldehído, los hidrocarburos poli aromáticos, entre otros.

“La medición de la pobreza se realiza con varios factores además del ingreso, se toman en cuenta factores como la carencia social, salud, educación, alimentación, calidad de los servicios en la vivienda, entre otros...” (Periódico Expansión. 2015)

Uno de los factores más importantes para determinar la medida de la pobreza es la carencia social, ya que se considera una persona carente cuando sus ingresos son menores al costo de la canasta básica completa (la canasta básica completa incluye alimentos, transporte, educación, salud, esparcimiento, bienes y servicios de consumo habitual).

Generalmente, la calidad de los servicios en las viviendas de escasos recursos es baja, ya que los habitantes tienen un poder adquisitivo o económico bajo pues solo perciben un sueldo muy por debajo de la media estimada.

Muchas personas que habitan en las zonas rurales, de escasos recursos, consideran un gran apoyo económico el poder obtener un cierto tipo de tecnología que pueda ser costeable y que rinda a efecto de que puedan obtener beneficios derivados en la disminución del valor monetario a cambio de ese dispositivo que les brinde mejoras para aumentar la calidad de vida sin tener que pagar por el suministro cotidiano a altos costos.

Las viviendas generan gran cantidad de residuos orgánicos, a partir del consumo de alimentos durante toda la semana; estos residuos podrían tener un mejor aprovechamiento o diferentes usos de tipo ecológico para las mismas viviendas, por lo que no disponen de sitios adecuados para su recolección y posterior tratamiento.

Otro problema se encuentra en el tratamiento adecuado de los residuos sólidos orgánicos, ya que representan importantes focos de contaminación pues ayudan a la reproducción y el crecimiento de microorganismos e insectos transmisores de diversas enfermedades; además de que producen modificaciones al equilibrio ambiental del agua, del aire y del suelo. Se recomienda implementar campañas y estrategias para el uso adecuado y aprovechamiento de dichos residuos sólidos, principalmente de origen orgánicos.

Es necesario implementar acciones y procedimientos estandarizados, de manera general, para el manejo adecuado de los residuos orgánicos que se generan a diario; además de concientizar a las personas para implementar en su vida diaria la técnica de las 3 erres ecológicas (reducir, reutilizar y reciclar), es importante enseñar a la sociedad los diversos métodos existentes que se pueden utilizar para la generación de energías alternativas, como es el caso del biodigestor, donde

intervienen procesos de fermentación en condiciones anaerobias (en ausencia de oxígeno) con microorganismos específicos, con el fin de formar las condiciones necesarias para la generación de biogás. Estas condiciones se presentan en diversas variables como es el tipo de microorganismo, la temperatura, la humedad, la presión, el sustrato orgánico, entre otras.

El resultado del uso del biodigestor es la generación de biogás (fuente de energía renovable) y la composta (recurso favorable que se utiliza para el cuidado y mantenimiento de las zonas verdes por su alto contenido nutrimental).

## **II. Justificación.**

Los altos costos, el desabasto y el gran impacto ambiental que genera el uso de gas comercial, hacen que el sistema de biodigestión sea interesante para su difusión, divulgación y diseminación a gran escala. Los biodigestores pueden ser familiares y de bajo costo. Las familias dedicadas a la agricultura, suelen ser propietarias de pequeñas cantidades de ganado (dos o tres vacas por ejemplo) y pueden, por tanto, aprovechar el estiércol para producir su propio combustible y un fertilizante natural mejorado.

Se debe considerar que los desechos y desperdicios acumulados cerca de las viviendas suponen un foco de infección, olores y moscas que disminuirán al ser introducidos diariamente en el biodigestor familiar. También es importante recordar la cantidad de enfermedades respiratorias que sufren, principalmente las mujeres, por la inhalación de humo al cocinar en espacios cerrados con leña. La combustión del biogás no produce humos visibles y su carga en ceniza es infinitamente menor que el humo proveniente de la quema de madera.

En muchos países en vías de desarrollo hay una escasez grave de combustible y la crisis de la energía es una realidad diaria para la mayoría de las familias. La

devastación de bosques en países en vías de desarrollo se menciona hoy con frecuencia en los medios de comunicación.

Si implementamos un abono orgánico en nuestros cultivos ya no tendríamos que utilizar compuestos químicos ya que son caros, contaminan la tierra y provocan diversas enfermedades. Además propiciaremos la implementación de sistemas ecológicos de generación de biogás y composta orgánica para el tratamiento de los residuos y desechos producidos en la población.

Muchos elementos orgánicos no son reutilizados adecuadamente siguiendo una serie de pasos y de procesos que permitan obtener productos útiles para el ser humano y reducir el impacto ambiental que estos generan al ser desechados, por eso utilizaremos desechos que cotidianamente son descartados, para hacer gas metano puro. El desarrollo de este proyecto permite reutilizar los desechos al máximo y desarrollar un producto que permita el ahorro a las familias utilizando gas metano en sus quehaceres cotidianos, generando un impacto positivo en la naturaleza, reduciendo focos de contaminación y volumen.

La presente investigación busca diseñar y desarrollar un sistema generador de gas metano, a bajo costo, que reduzca el impacto ambiental generado por el uso desmedido de los combustibles fósiles; entre los principales beneficios que tiene el uso del biodigestor son: la disminución de enfermedades, o muertes, causadas por la inhalación de humos nocivos en las viviendas de escasos recursos; además de que contribuye con la sostenibilidad de la vivienda y el ahorro de recursos económicos aumentando de la calidad de los servicios básicos.

### **III. Objetivos.**

#### **a) General.**

Diseñar y construir un biodigestor anaeróbico de bajo costo para zonas rurales de escasos recursos, para generar energía calorífica a partir de desechos orgánicos de origen doméstico y agropecuario.

**b) Específicos.**

- 1) Reducir riesgos por intoxicaciones y muertes derivadas del uso de la quema de combustibles que generan humo nocivo para la salud, principalmente en las zonas rurales.
- 2) Descomponer la materia orgánica producida en las viviendas del medio rural, en compuestos más simples para su absorción mediante bacterias alojadas en el interior con condiciones controladas.
- 3) Aprovechar la cantidad de materia orgánica, de origen doméstico y agrícola, arrojada al ambiente como combustible para generar biogás.
- 4) Aumentar la calidad de vida de los habitantes de una comunidad rural disminuyendo los costos en los servicios básicos (luz, gas, entre otros...).

**IV. Hipótesis.**

La generación de gas metano en las viviendas rurales de escasos recursos, mediante biodigestores económicos, es una potencial alternativa que reduce las enfermedades causadas por la quema de combustibles nocivos para la salud y contribuye a la autosuficiencia en la vivienda.

**V. Método.**

Este trabajo es de tipología experimental, está fundamentada en un diseño de ingeniería, y es de campo pues se recurre a una evaluación de espacio y condiciones que permitan desarrollar la investigación. Es explicativa, ya que muestra preocupación en determinar los orígenes o las causas de los fenómenos que suceden; es cuantitativa, ya que permite analizar la información codificada de manera numérica sin que intervengan juicios de valor.

Específicamente trata de un trabajo de ingeniería con base a principios de generación de combustión a partir de gas metano. Por lo tanto, el método que se utilizará será el Aristotélico-Cartesiano ya que permite la obtención de un conocimiento de base actual a través de la deducción, inducción y la analogía,

además de que promueve la duda metódica y considera que todos los conocimientos se basan en un criterio de evidencia.

Cuenta con una metodología propia, en función de los fundamentos teóricos en cuanto a la generación de gas combustible producida por la biodigestión de materia orgánica, simulando para ello las condiciones de un relleno sanitario hermético.

Está destinada a la demostración de leyes, propias de esta área del conocimiento, para obtener un artefacto o sistema con características preestablecidas en la hipótesis planteada.

## **VI. Técnicas de investigación aplicadas.**

Algunas técnicas que se utilizaron para conocer la opinión y la experiencia de las personas sobre la existencia y el uso de los biodigestores en la actualidad fueron las entrevistas y las encuestas (Anexo 1.) realizadas en forma general a los sectores involucrados en la selección del nicho de mercado, viviendas rurales de escasos recursos, debido al involucramiento de los posibles clientes.

Otra técnica que se utilizan son las fichas bibliográficas donde se plasman todas las fuentes de consulta o información con el fin de dar una organización más ordenada y de fácil acceso.

### **VI.I. Población a estudiar.**

La población que se estudia en el presente documento parte de la población en general de la República Mexicana, haciendo mucho énfasis en los habitantes de las viviendas rurales de escasos recursos; sin embargo, la investigación a la que nos referimos particularmente está enfocada en los habitantes que pueblan las colonias circunvecinas al municipio de Ciudad Hidalgo, Michoacán.

## **VI.II. Determinación de la muestra.**

El sector poblacional de viviendas rurales de escasos recursos, en la zona circunvecina del municipio de Ciudad Hidalgo, Michoacán es muy grande, por lo que se tomó una muestra de 50 viviendas para estudiar el nivel de involucramiento en el uso de los biodigestores.

## **VI.III. Instrumentos para estudio.**

El instrumento que se utiliza en el estudio es el cuestionario, el cual fue diseñado para documentar los atributos, las expectativas, el nivel de necesidad y conocimiento, las consecuencias y los valores que dichos entrevistados puedan aportar al tema en mención. El cuestionario en mención se encuentra en la sección de Anexos (Anexo 1), para su visualización.

# **CAPÍTULO 1.**

## **ANTECEDENTES.**

- 1.1 El biodigestor en el pasado.**
- 1.2 La vivienda rural.**
  - 1.2.1 La vivienda rural en México.**
  - 1.2.2 Calidad de los servicios.**
- 1.3 Enfermedades respiratorias.**
  - 1.3.1 Problemáticas en el uso de combustibles sólidos como fuente calorífica.**
  - 1.3.2 Muertes por asfixia o intoxicación de humos.**
- 1.4 Principales usuarios.**

## **1.1 El biodigestor en el pasado.**

Investigaciones documentales realizadas encontraron que en el siglo XVIII se detectó la presencia de gas metano en la descomposición del biogás por primera vez; en el siglo XIX, Pasteur demostró la factibilidad de aprovechar la capacidad de combustión del metano para obtener energía, gracias a experimentos realizados. A fines del siglo, varias ciudades de Europa, India y Estados Unidos instalaron plantas para el tratamiento de aguas residuales, en donde los sedimentos del drenaje fueron sometidos a pruebas de digestión en ausencia de oxígeno; el gas generado se utilizó para el alumbrado público de las instalaciones y como combustible necesario para operar la planta. (Castillo. 2014)

Durante la segunda guerra mundial, las investigaciones del proceso de digestión anaeróbica aumentaron debido a la crisis de combustibles que recién comenzaba, producida por el excesivo aumento en la utilización de los combustibles destinados para la guerra. En varios países europeos se desarrollaron y difundieron plantas para la obtención del biogás en el medio rural, con el fin de hacer funcionar maquinaria y medios de transporte que requerían de combustibles fósiles, como el petróleo principalmente.

En 1950, la India comenzó con el desarrollo de modelos simples de cámaras de fermentación (más conocidos como biodigestores), para la producción de gas metano y fertilizantes orgánicos apropiados para hogares aldeanos, alimentados con estiércol y desechos vegetales. En esa década, Europa y China comienzan la difusión masiva de los biodigestores a nivel rural, transformándose en los líderes en la materia. Sin embargo, la difusión se ve interrumpida por la crisis energética de la década de los años 70's gracias al fácil acceso a los combustibles fósiles. (González. 2015)

Es aquí cuando reinicia con gran fuerza las investigaciones y la extensión de la materia en todo el mundo, incluyendo a los países latinoamericanos.

En los últimos 20 años, los países generadores de tecnología renovable más importantes son: China, India, Holanda, Francia, Gran Bretaña, Suiza, Italia, EE.UU., Filipinas y Alemania, ya que han realizado grandes descubrimientos sobre el funcionamiento del proceso microbiológico y bioquímico, acompañados por importantes logros de la investigación aplicada, obteniendo grandes avances en el campo tecnológico.



Construcción de un biodigestor agrícola en la década de los 1960. (Foto: Lylian Rodríguez. 1960)

## **1.2 La vivienda rural.**

Una vivienda es un lugar acondicionado para el asentamiento humano en una zona determinada, en especial una vivienda rural es un asentamiento de personas ubicadas en un espacio silvestre; generalmente las viviendas rurales se encuentran en lugares poco poblados en un ambiente natural y aspectos constructivos tradicionales.

“La vivienda rural es un organismo eminentemente activo e interactivo con el medio natural, construido y comunitario, que constituye una herencia, no sólo cultural, sino también de sostén emocional y cohesivo de las familias, apoyado o con gran influencia de sus actividades económicas y comunitarias; este comportamiento contrasta con el que se produce en las viviendas de las ciudades, cuyas actividades ya no fomentan tales características en la familia.” (Sánchez, 2006).

Según los arquitectos y agrónomos, el concepto sobre la vivienda de Heidegger (1992) dice que “es un lugar central de la existencia humana, donde la relación trabajo-producción-vida familiar está en clara interacción con el entorno, no sólo comprende la unidad de habitación, también el espacio de producción, la diseñan, construyen y modifican sus moradores con técnicas tradicionales, auto-producción de materiales y componentes básicos.”

La vivienda ha cambiado a lo largo de la humanidad ya que se caracteriza por ser un espacio habitacional y se pueden desarrollar labores agropecuarias; sin embargo, en la actualidad la vivienda rural es un espacio donde se derivan costumbres y tradiciones que dan origen a lo doméstico, dando alojamiento y teniendo actividades económicas de la casa y del espacio familiar.

La percepción de la vivienda rural se ve desde distintos enfoques ya que requiere comprender las actividades agrícolas en determinados ecosistemas y las relaciones internas y externas de las familias que habitan en, dichos enfoques constituyen el aspecto social de las comunidades rurales. Todas las viviendas rurales tienen diversas influencias: sociales, económicas y culturales; sus situaciones varían de acuerdo a la zona ecológica, demográfica y económica en la que se encuentran.



Imagen de una aldea rural. (Revista Arqhys.com 2005)

Se encuentran diferentes elementos que integran una vivienda rural: la coresidencia, el matrimonio, las relaciones de poder entre géneros, el trabajo doméstico, la sexualidad, la procreación, el ciclo de vida, las definiciones de actividades o roles por género, las relaciones de parentesco, y las relaciones económicas. Funcionalmente, se relaciona con las actividades productivas y la

cultura de sus habitantes ya que es uno de los medios de trabajo. La asociación de espacios, funciones y roles, permiten comprender el significado de la vivienda rural para las familias que las habitan. Conceptualmente, Vargas (2002) dice que “es un espacio construido por la actividad consciente del hombre que ocurre en la humanización de la interacción hombre-naturaleza; es el espacio indispensable para las relaciones primarias o nucleares”.

Las viviendas rurales se clasifican de acuerdo a características e identidad de elementos. Tecnológicamente, la vivienda rural tradicional y la moderna emplean técnicas artesanales y materiales naturales del entorno; la vivienda rural moderna incorpora materiales industrializados, componentes y técnicas tradicionales; aun manteniendo el adobe, su construcción lleva más materiales industrializados. En México existen cuatro principios arquitectónicos: conjunto (organización de los espacios), distribución (funciones de los espacios), elementos (objetos internos del hogar), y sistemas constructivos (infraestructura). De acuerdo a los criterios económicos y antropológicos, se clasifican en 5 grupos: la natural, que permite las relaciones sociales; la de existencia, por su valor en el mercado; la de fabricación, por el sistema de ocupaciones donde participa la familia; la efímera, que manifiesta diferencia e incongruencia; y la comunitaria, que son los apoyos por el gobierno.

Son factibles todas las viviendas rurales construidas con métodos sustentables, con energía funcional, reciclan la cosecha, elaboran de forma responsable los materiales, usan menos agua, fomentan la salud de sus habitantes, protegen el hábitat y los ecosistemas, impulsan la colectividad, de mayor calidad y su operación es barata.

Recientemente, la vivienda rural tiene situaciones de riesgo debido a su extinción: el desplazamiento de los individuos y el incremento de la pobreza, sobre todo en regiones de extrema pobreza. Además, el aumento acelerado en las zona urbanas es el principal problema presente que afecta en al ambiente rural debido a la sobrepoblación desproporcionado en las ciudades, ya que mezcla las cercanías rurales y forma grandes urbes.

### **1.2.1 La vivienda rural en México.**

Actualmente en México la mayor parte de las circunstancias de las viviendas se ubican lejos de lo que pudiera ser una vivienda decente, ya que hay una considerable solicitud por viviendas nuevas en las zonas urbanas de mayor progresión; las viviendas de las familias en pobreza presentan una considerable escasez.

Las familias pobres no cuentan con suficientes recursos para obtener créditos o ganancias para obtener una vivienda decente o una casa nueva. Hoy, se observa una preferencia que aumenta día a día para rentar una vivienda en la zona urbana, mientras que en las zonas rurales abunda el préstamo de estas. Se ha percibido que las casas en renta muestran una mayor calidad que las demás, a diferencia de las prestadas que presentan mayor estado de escasez.

Al hablar de apoyos gubernamentales, ruralmente se desarrollan distintos programas por parte del gobierno federal, como la Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL), la Comisión de Desarrollo de Pueblos Indígenas (CDI), el Sistema Integral para el Desarrollo de la Familia (DIF), que trabajan para el mejoramiento de las viviendas y la construcción casas.



Vivienda indígena. (Periódico La Jornada. 1995)

El medio rural presenta los mayores niveles de carencia, ya que las construcciones presentan estructuras muy débiles; por ejemplo, 35.6% tienen piso de tierra, 47.1% tienen muros delicados y solo el 24.4% tienen agua.

Generalmente las casas rurales cuentan con espacios para el cultivo de alimentos, aunque la agricultura y la ganadería ya no representan una entrada de dinero considerable para el hogar; se benefician del autoconsumo de lo que cultivan, ya que tienen un valor cultural que mantiene la forma de vida que les ha sido heredada.

Actualmente en México, la infraestructura básica y de servicios para la comunidad rural se rige por lo siguiente:

- Vivienda.
- Agua y saneamiento.
- Equipamiento y servicios públicos.
- Educación.
- Salud.
- Carretera.
- Telecomunicaciones.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) considera a las poblaciones rurales como aquellas en las que habitan menos de 2500 personas. Para el censo del año 2010 las poblaciones rurales tenían un total de 25,847,606 personas con un total de 6,035,452 hogares, donde en promedio albergan 5.3 habitantes por hogar; actualmente en México se ha reducido considerablemente el porcentaje de habitantes en las zonas rurales ya que solo se considera un 20% de la población nacional.

### **1.2.2 La calidad en los servicios.**

Conceptualmente se generó el término de calidad de vida como proporción para buscar niveles razonables de situaciones para la vida humana; sus diversas contribuciones tienen la inclinación a promover la restauración de condiciones de vida sana y aceptable para la población.

Según Veenhoven (2005), la calidad de vida presenta una condición que ha sido la elaboración de herramientas confiables que calculan y comparan el concepto en diferentes países, lo que significa diferentes sociedades, culturas, ecologías y niveles socioeconómicos; y, desde luego, diferentes enfoques en la investigación. Aventajar el problema fomentó la comparación entre naciones, expresando la familiaridad o lejanía que pueden tener unas con relación a otras, así como las particularidades únicas de cada país.

Apareció la neutralidad de los sujetos como inevitable, porque sólo ellos pueden apreciar cómo viven. Fue un aporte importante, dado que los indicadores empleados eran, para países prósperos, los ingresos y los servicios con los que contaban las personas; para países en vías de desarrollo, se empleaban los indicadores de salud, nutrición, mortalidad y acceso a fuentes de trabajo. Al investigar la calidad de vida se han seleccionado diversos sinónimos: “salud y bienestar”, “satisfactores económicos o de otro tipo” y “ser felices”.

Actualmente, en el área de la salud se investiga la apreciación o las respuestas neutrales sobre el ambiente local, porque la persona relacionan el ambiente externo (social, cultural y físico) con el interno (biológico). Muhajarine, Labonte, Williams y Randall (2008) han considerado la apreciación del individuo sobre sí mismo, con su vivienda y comunidad.

Landázuri, Terán, Mercado y Sánchez (2003) refieren el término de calidad de vida a la vivienda como factor que incurre directamente en la cualidad de modo de vida de sus habitantes; esto es entendible desde la sensación y la percepción que cada individuo tiene del nivel de agrado que le aporta su vivienda para la determinación de sus necesidades.

Anteriormente se mencionó que la infraestructura social básica y los servicios para la comunidad rural en México son la vivienda, servicio de agua y saneamiento, equipamiento y servicio público, educación, salud, carretera y telecomunicaciones. Sin embargo, la escasez de servicios básicos de la vivienda solo se agota cuando la vivienda posee agua, drenaje y electricidad.

El restringido acceso a infraestructura social básica y las carencias en los mínimos servicios a la vivienda disminuyen las posibilidades de desarrollo de los territorios en dónde se sufren. En los municipios de muy alta inadaptación un 21.7% de ocupantes de vivienda no cuenta con drenaje ni servicio sanitario, lo mismo sucede en el 15.7% de los municipios de alta marginación, 20.7% de los municipios indígenas de media, baja y muy baja marginación y en el 22.8% de las localidades de muy alta marginación. Todos estos porcentajes están muy por encima de la media nacional que se sitúa en 5.2%. Una conducta similar se tiene en el caso de las viviendas sin agua canalizada.



Deterioro de la calidad de vida. (El Universal. 2008)

La Ley General de Desarrollo Social, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) consideran que la medición oficial de la pobreza se rige por ocho dimensiones: ingresos, rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios en la vivienda, acceso a los servicios básicos en la vivienda, acceso a la alimentación y grado de unión social.

Los servicios básicos en la vivienda son muy significativos para el ambiente en el que las personas viven y se desarrollan. Expertos de la Comisión Nacional de

Vivienda (CONAVI) reconoce cuatro servicios básicos con los que deben contar las viviendas: acceso al agua potable, disponibilidad de servicio de drenaje, servicio de electricidad y combustible para cocinar en la vivienda.

### **1.3 Enfermedades respiratorias.**

Las enfermedades respiratorias generalmente son enfermedades crónicas que involucran al pulmón y a las vías respiratorias. Algunas de las enfermedades más habituales son: el ASMA, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), la rinitis alérgica, las enfermedades pulmonares de origen derivadas del trabajo y la hipertensión pulmonar.

Algunos de los factores de riesgo más habituales en las enfermedades respiratorias son:

- Tabaquismo.
- Contaminación del aire en espacios cerrados.
- Contaminación ambiental.
- Exposición a alérgenos.
- Inhalación de polvos y productos químicos en el medio laboral.
- Antecedentes familiares de asma u otras alergias.

Se presentan generalmente al presentar tos persistente, impedimentos para respirar; la magnitud varía de una persona a otra, de acuerdo a la enfermedad en materia, su grado de rigor y tiempo de desarrollo.

Hoy en el mundo hay unos 64 millones de personas que padecen de Enfermedades Pulmonares Obstructivas Crónicas (EPOC) y más de 3 millones de personas mueren por esta causa, así lo indica la Organización Mundial de la Salud (OMS).



El monóxido de carbono es inodoro e incoloro. (Biología.2011)

Tomando en cuenta la dimensión del problema, es importante conocer cuáles son las enfermedades respiratorias más usuales y aprender sobre ellas para tener una perspectiva de sus orígenes y síntomas.

1. Bronquitis. Se trata de la congestión de los bronquios provocando el cierre de las vías respiratorias, lo que a su vez produce una respiración con dificultades y depósito excesivo de moco. Generalmente el síntoma que se observan con mas frecuencia es la tos; una de sus causas más usuales es el humo del tabaco o la exposición a gases tóxicos o aire adulterado.
2. Enfisema. El enfisema representa lesiones en las bolsitas de aire de los pulmones, y como resultado, el cuerpo no percibe el oxígeno que necesita. Se presenta, por lo general, en personas con problemas para respirar durante el ejercicio. La causa más común son los efectos del humo del cigarro.
3. Asma. Se expone cuando los bronquios se inflaman y complican las tareas del resto del sistema respiratorio. Sus síntomas varían entre insomnio, fatiga, dificultad para respirar y deterioro en las actividades diarias.
4. Neumonía. Es una de las enfermedades más peligrosas que existe. Puede ser provocado por un virus, bacterias u hongos, lo que provoca una respiración lacerante y limita la filtración de oxígeno. Los síntomas más significativos son la fiebre, los espasmos, la pérdida del apetito, la respiración rápida y la tos. Se debe dar atención inmediata para recibir atención médica.

5. Cáncer de pulmón. Se presenta cuando los tumores imposibilitan la respiración normal y pueden extenderse a otras partes del organismo.

Estas son algunas de las medidas preventivas:

- Evitar lugares cerrados y/o húmedos.
- Tratar de no estar lugares conglomerados.
- En la medida de lo posible evitar el frío y cubrirse de él.
- No exponerse a cambios bruscos de temperatura.
- Lavarse las manos con frecuencia.
- Limpiar áreas comunes con regularidad, sobre todo en oficinas y transportes públicos.
- Llevar una alimentación saludable con un consumo adecuado de cítricos y vitamina C.
- Dormir y descansar el tiempo suficiente.
- Beber abundantes líquidos.
- Evitar la automedicación porque puede complicar más la infección.
- Acudir al médico para un diagnóstico adecuado.
- Para las personas enfermas es recomendable que utilicen cubre bocas para evitar la propagación de la infección.

### **1.3.1 Problemáticas en el uso de combustibles sólidos como fuente calorífica.**

La inflamación de combustibles fósiles ayuda a la alta densidad de gases que provocan el efecto invernadero en la atmósfera de la tierra, como resultado los gases producidos son el dióxido de carbono en grandes cantidades; esto nos lleva a presentar cambios climáticos y el efecto invernadero. El cambio climático afecta a las personas transformando negativamente el estado del entorno: las zonas congeladas comienzan a descongelarse aumentando los niveles del mar, por lo cual las personas que viven cerca de estas zonas tienen mayor carga de peligro.

La acidificación de los océanos se presenta cuando el dióxido de carbono se expande a la atmósfera y se arroja en el mar; este efecto provoca un cambio de química del mar a un ambiente más ácido que produce un estado desfavorable para los seres vivos que habitan ahí. El aumento de la acidificación contamina a todos los nutrientes vitales que los seres humanos consumimos para sobrevivir. (Deleague, 1990)

La contaminación del aire causada por la quema de combustibles es el principal causante de enfermedades mortales, como el cáncer de pulmón y enfermedades del corazón; actualmente tienen la mayor tasa de muertes en el planeta.

La mayoría de los países desarrollados son líderes en el consumo de la energía, los combustibles fósiles son la principal fuente de abastecimiento con aproximadamente un 85%. Sin embargo los países desarrollados siguen invirtiendo grandes cantidades de dinero en materia fósil para continuar utilizando esta energía, ayudando al agotamiento de los recursos en el mundo.

### **1.3.2 Muertes por asfixia o intoxicación de humos.**

El humo es la principal causa de muertes relacionadas por incendios, más allá de las quemaduras; se calcula que la intoxicación durante un incendio es responsable de más del 75% de los fallecimientos relacionados con estos accidentes.

La intoxicación se produce al inhalar los gases tóxicos, fruto de la combustión durante el fuego. La inhalación por humo puede ocasionar desde graves problemas respiratorios con riesgo de muerte hasta irritaciones menores en las mucosas respiratorias. La gravedad dependerá de numerosos variables, como si el incendio se produce en espacios cerrados, la combustión de determinados materiales que contienen sustancias asfixiantes, el tiempo que la víctima haya estado atrapada en el fuego y un historial de enfermedades respiratorias.

El humo daña el organismo de tres modos diferentes: asfixia, quemaduras en las vías respiratorias y los daños a nivel celular ocasionados por los tóxicos en combustión. Además de acabar con el oxígeno disponible, el humo también acaba con la capacidad del organismo para transportar el oxígeno a la sangre provocando una hipoxia tisular. (Pérez-Padilla, 1993)



Un 20% de las familias en México cocinan con leña. (Un periódico. 2010)

Los responsables de esta disfunción son los tóxicos principales del humo: el monóxido de carbono y el ácido cianhídrico (cianuro). El humo también puede contener otros tóxicos, como la acroleína, el fosgeno o el ácido clorhídrico que actuarán como irritantes en las vías respiratorias, que complicarán el cuadro. Su composición exacta variará en función de los objetos que se han quemado, la temperatura del fuego y la cantidad de oxígeno disponible, etc. (Berrueta - Magallanes, 2012)

La muerte por inhalación de humo suele ser rápida. Algunos de los síntomas de esta intoxicación son tos, falta de aliento, ronquera, dolores de cabeza, irritación ocular, presencia de hollín en las fosas nasales y garganta, cambios agudos en el estado mental (confusión, mareos...) y pérdida de conocimiento.

A continuación se muestran las principales causas de mortalidad por residencia habitual que se generan en la República Mexicana (Fuente: INEGI, 2014).

Orden de Importancia	Causas	Defunciones
	Total	633,641 b/
1	Enfermedades del corazón c/	121,427
	Enfermedades isquémicas del corazón	82,334
2	Diabetes mellitus	94,029
3	Tumores malignos	77,091
4	Accidentes	35,815
	De tráfico de vehículos de motor	15,882
5	Enfermedades del hígado	34,444
	Enfermedad alcohólica del hígado	11,411
6	Enfermedades cerebrovasculares	33,166
7	Influenza y neumonía	20,550
8	Agresiones	20,010
9	Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	19,715
10	Ciertas afecciones originadas en el período perinatal d/	13,089
	Dificultad respiratoria del recién nacido y otros trastornos respiratorios originados en el período perinatal	5,800
11	Insuficiencia renal	12,788
12	Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	9,569
13	Desnutrición y otras deficiencias nutricionales	7,300
14	Lesiones auto infligidas intencionalmente	6,337
15	Bronquitis crónica y la no especificada, enfisema y asma	5,060
16	Enfermedad por virus de la inmunodeficiencia humana	4,811
17	Septicemia	3,805
18	Anemias	3,640
19	Enfermedades infecciosas intestinales	3,449
20	Síndrome de dependencia del alcohol	3,361
	Subtotal	529,456
	Paro cardíaco	0
	Síntomas, signos y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte	10,583
	Las demás causas	93,602

Tabla de las principales causas de muerte en México. (Fuente: INEGI, 2014).

Como podemos observar, las muertes causadas por enfermedades pulmonares obstructivas crónicas tiene un total de 19,715 de defunciones, mortalidades causadas por problemas cardiacos asciende a 121,427 y enfermedades como bronquitis crónica, enfisemas y asma tienen un total de 5,060 muertes.

#### **1.4 Principales usuarios.**

En la actualidad existen diferentes tipos de usuarios para los biodigestores, ya que depende del tipo de uso que se requiere en cuanto a las cantidades y concentraciones de metano, sin embargo algunas de las principales son:

- Agroindustrias: Se genera biogás para aprovechar la composta como fertilizante natural y la transformación de la materia derivada de la agricultura y sus ramas.
- Industrias: Aprovecha la energía calorífica y luminosa para la sostenibilidad de las instalaciones en los servicios públicos que requiere.
- Viviendas humanas: Se aprovechan las energías caloríficas y luminosas para la sostenibilidad de la vivienda, además de aprovechar la composta resultante como abono natural en los pequeños plantíos caseros.

En México los principales usuarios de los biodigestores son las granjas productoras de animales, ya que aprovechan las excretas animales para la sostenibilidad de las propias granjas, sin tener la necesidad de adquirir un servicio público que genera costos económicos e impactos ambientales.



Farming Kidergarten: Una granja sostenible en el techo de una escuela. (EcoSiglos. 2015)

# **CAPÍTULO 2.**

## **EL USO DEL BIODIGESTOR.**

### **2.1 La digestión anaeróbica.**

#### **2.1.1 Biogás.**

#### **2.1.2 Obtención del biogás.**

#### **2.1.3 El biodigestor.**

### **2.2 Los residuos.**

#### **2.2.1 Porcentaje de residuos generados en la vivienda Mexicana.**

#### **2.2.2 Desperdicios rurales como fuente energética.**

### **2.3 El impacto social.**

#### **2.3.1 La contaminación.**

#### **2.3.2 El alcance a los servicios en las comunidades rurales.**

### **2.4 El impacto ambiental.**

#### **2.4.1 Tecnologías ambientales.**

#### **2.4.2 La vivienda sostenible.**

### **2.5 Impacto económico.**

#### **2.5.1 Entorno económico en México.**

#### **2.5.2 Poder adquisitivo de los niveles económicos.**

## **2.1 Digestión anaeróbica.**

Digestión anaerobia es un proceso biológico en el cual la materia orgánica, en ausencia de oxígeno, y mediante la acción de un grupo de bacterias específicas, se descompone en biogás ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , etc.), y en efluente, que es una mezcla de productos minerales (N, P, K, Ca, etc.) y compuestos de difícil degradación.

El biogás contiene un alto porcentaje de metano,  $\text{CH}_4$  (entre 50-70%), por lo que es susceptible de un aprovechamiento energético mediante su combustión en motores, en turbinas o en calderas, tanto sólo, como mezclado con otros combustibles.

La digestión anaerobia puede aplicarse, entre otros, a residuos ganaderos, agrícolas, así como a los residuos orgánicos de la industria alimenticia. Aunque la digestión anaerobia es un proceso ampliamente conocido en la práctica, se posee en la actualidad una información muy limitada sobre su química y su microbiología. Sin embargo, se puede afirmar en líneas generales que la digestión anaerobia se desarrolla en varias etapas durante las cuáles la biomasa se descompone en moléculas más pequeñas para dar biogás como producto final, por la acción de diferentes tipos de bacterias. (Themelis, 2002)

En primer lugar ocurre una hidrólisis de polímeros complejos. Posteriormente ocurre una acidogénesis, en donde fermentan los productos hidrolizados con formación de ácidos volátiles, alcoholes,  $\text{H}_2$  y  $\text{CO}_2$ . La siguiente etapa es una acetogénesis por fermentación secundaria de los productos del paso anterior con obtención de acetato,  $\text{H}_2$  y  $\text{CO}_2$ . Por último ocurre la metanogénesis, con producción de metano a partir de acetato,  $\text{H}_2$  y  $\text{CO}_2$ . Todos estos procesos pueden ocurrir a diferentes temperaturas (crisófilo: debajo de los  $20^\circ\text{C}$ , mesófilo:  $30-40^\circ\text{C}$ , termófilo:  $45-60^\circ\text{C}$ ) y a un pH óptimo de entre 7 y 7,2 con distinto rendimiento de biogás.

En el proceso de tratamiento de residuos orgánicos se debe de tener en cuenta una serie de 3 grupos bacterianos para que se pueda completar el proceso de generación del gas metano.

Estos grupos son:

- Bacterias Hidrolíticas y Fermentativas (Grupo I).
- Bacterias Acetogénicas (Grupo II). Bacterias productoras obligadas de hidrógeno, Homoacetogénicas y sulfato reductoras.
- Bacterias Metanogénicas (Grupo III).

Los carbohidratos, proteínas y grasas son hidrolizados por encimas extracelulares, a moléculas de bajo peso molecular como azúcares, aminoácidos, ácidos grasos y alcoholes, que pueden ser transportadas a través de la membrana celular, para posteriormente ser metabolizados por las bacterias fermentativas. Como producto de este metabolismo se obtienen sustratos como ácido acético, fórmico, propiónico, butírico, etanol, H<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>.

Los beneficios asociados a la digestión anaerobia son:

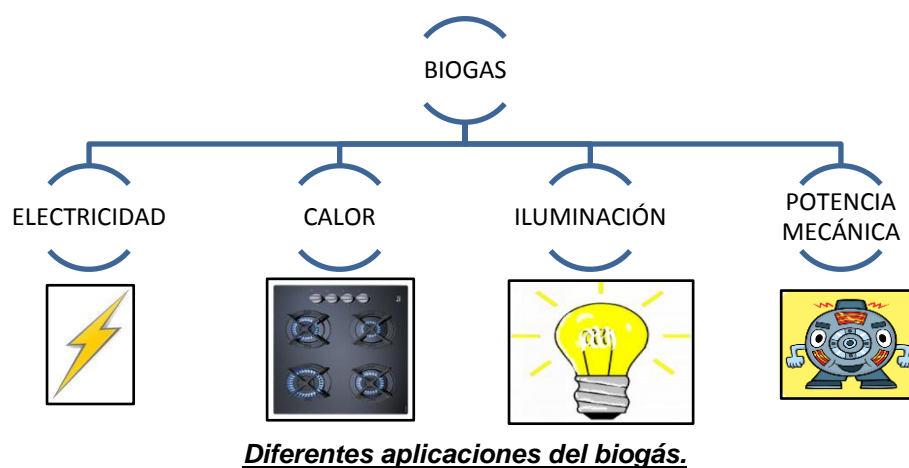
- Producción de biogás que sirve como combustible
- Obtención de abono orgánico.
- Reducción significativa de malos olores.
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la reducción de emisiones incontroladas de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>.

### **2.1.1 Biogás.**

El biogás es un gas que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos como bacterias metanogénicas y otros factores, en ausencia de oxígeno. El producto resultante está formado

por metano ( $\text{CH}_4$ ) entre un 40% a un 70%, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) y otros gases en menor proporción como hidrógeno ( $\text{H}_2$ ), nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), oxígeno ( $\text{O}_2$ ) y sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ). (Guzzone-Muller, 2003)

La producción de biogás por descomposición anaeróbica es un modo considerado útil para tratar residuos biodegradables ya que produce combustible, además de generar un efluente que puede aplicarse como acondicionador de suelo o abono genérico. El biogás tiene como promedio un poder calorífico entre 4.500 a 5.600 kilocalorías por  $\text{m}^3$ .



### **2.1.2 Obtención del biogás.**

El Biogás conocido también como “Gas de los Pantanos” se produce por la digestión anaeróbica (sin oxígeno) de residuos orgánicos e inorgánicos que mezclados con agua y depositados en un recipiente cerrado e impermeable llamado Biodigestor a temperatura entre los  $20^\circ$  y  $30^\circ$  C se descomponen debido a las bacterias anaeróbicas.

El proceso digestivo se completa entre los 30 y 40 días produciéndose la mayor cantidad de Biogás. Para mantener una producción constante se deben renovar periódicamente los insumos. Todos los materiales de digestión anaerobia están compuestos en su mayor parte por Carbono (C) y contienen Nitrógeno (N). La relación C/N influye sobre la producción de gas; esta será óptima cuando C/N oscile entre 20:1 y 30:1.

### **2.1.3 El biodigestor.**

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 como excrementos de animales y desechos vegetales (no se incluyen cítricos ya que acidifican el medio); disuelto en determinada cantidad de agua para que se descomponga, produciendo gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio.

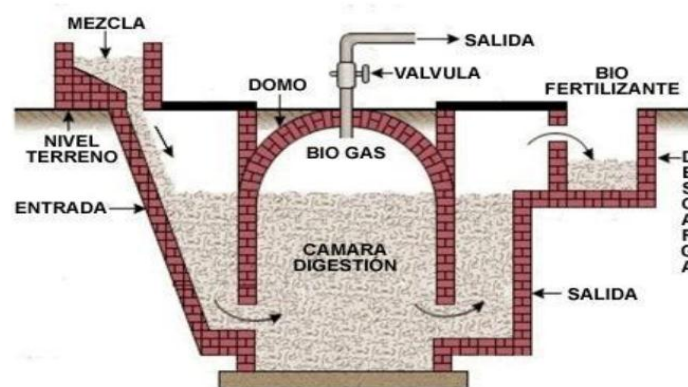
El fenómeno de biodigestión ocurre porque existe un grupo de bacterias anaerobias presentes en la materia fecal que al actuar sobre los desechos orgánicos de origen vegetal y animal, producen una mezcla de gases con alto contenido de metano ( $\text{CH}_4$ ) llamada biogás, sumamente eficiente si se emplea como combustible. Como resultado de este proceso genera residuos con un alto grado de concentración de nutrientes y materia orgánica (ideales como fertilizantes) que pueden ser aplicados frescos, pues el tratamiento anaerobio elimina los malos olores y la proliferación de moscas. Se deben controlar ciertas condiciones pH, presión y temperatura a fin de que se pueda obtener un óptimo rendimiento. (Taylhardat, 1985)

El biodigestor es un sistema sencillo de implementar, con materiales económicos y se está introduciendo en comunidades rurales aisladas y de países subdesarrollados para obtener el doble beneficio de conseguir solventar la

problemática energética-ambiental, así como realizar un adecuado manejo de los residuos tanto humanos como animales.

Las variables que influyen en el proceso son las siguientes:

- Temperatura: se encuentra un óptimo de funcionamiento alrededor de los 35 °C.
- Acidez: determina la cantidad y el porcentaje de metano en el biogás, habiéndose encontrado que el valor óptimo de pH oscila entre 6,6 y 7,6.
- Contenido en sólidos: se suele operar en mejores condiciones con menos de un 10% en sólidos, lo que explica que la biomasa más adecuada sea la de alto contenido en humedad.
- Nutrientes: para el crecimiento y la actividad de las bacterias, éstas tienen que disponer de carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y algunas sales minerales.
- Tóxicos: aparte del oxígeno, inhiben la digestión concentraciones elevadas de amoníaco, sales minerales y algunas sustancias orgánicas como detergentes y pesticidas.



**Estructura del biodigestor.**

## **2.2 Los residuos.**

Los residuos, también conocidos como basura o desperdicios, son todos los materiales que el ser humano no considera necesarios y que este cree que tienen que ser eliminados, generalmente sin hacer un reciclaje al respecto. La mayoría de los residuos pueden ser clasificados de acuerdo a las siguientes categorías de acuerdo a su origen:

- Orgánicos. Se refiere a toda la basura de origen biológico, es decir, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo (incluye plantas y animales).
- Inorgánicos. Son todos los desechos que no tienen un orden biológico, suelen ser de origen industrial o fueron creados mediante un proceso no natural.
- Peligrosos. Son todos los residuos que representan un problema para la salud de la gente; generalmente son los productos químicos, residuos radiactivos, entre otros.

Otras categorías que se presenta es debido a su origen, entre ellos tenemos:

- Domiciliarios. Son todos los residuos procedentes del hogar.
- Industrial. Son todos aquellos que se derivan de procesos industriales.
- Hospitalarios. Son todos los residuos procedentes de centros de salud.
- Comerciales. Son todos los que provienen de oficinas y tiendas, generalmente suelen ser alimentos o artículos de oficina.
- Urbanos. Son los que se originan en los espacios públicos de las ciudades, generalmente son alimentos y envolturas.
- Espacial. Son los que lanzan al espacio por no poseer ninguna utilidad.

Sin embargo, para mucho la basura representa algo despectivo y de lo que hay que deshacerse de ella pues se convierte en un estorbo; es causa del problema que causa el cómo desentendernos de lo que consumimos o producimos. En las ciudades siempre ha sido un problema casi desde el origen de estas, debido a la alta densidad de población y al hecho de arrojar la basura a la calle; debido a esto, muchas enfermedades se han desarrollado causando la muerte de muchas vidas a nivel mundial ya que produce la proliferación de microorganismos patógenos, insectos y roedores.



Residuos sólidos urbanos.

En el medio rural nunca fue un verdadero problema, pues los residuos orgánicos siguen el ciclo de vida sirviendo como abono o alimento para los animales; los líquidos arrojados a los ríos son depurados por las propias aguas, en cantidades moderadas.

Un mal sistema de recolección puede generar un gran deterioro y depreciación del entorno debido a la contaminación del aire, del suelo y del agua. Algunas herramientas para llevar a cabo beneficios para el medio ambiente son el reciclaje, la reducción y reutilización, ya que propician el desarrollo sostenible del lugar.

### **2.2.1 Porcentaje de residuos generados en la vivienda Mexicana.**

Estudios recientes en México han determinado que los porcentajes de basura, que se generan en una casa-habitación, están compuestos por: 48% de materia orgánica, 20% de papel y cartón, 8% de envases de tereftalato de polietileno (PET) y plásticos diversos, 5% de envases de vidrio y cristalería, 2% de latas de aluminio y 17% de residuos difíciles de clasificar. (Castillo, 2003)

De acuerdo con cifras oficiales en el 2008, se generaron en nuestro país 103 mil toneladas al día de basura municipal, de las cuales se dispuso el 58.1% en rellenos sanitarios, el 9.4% en sitios controlados y el restante 32.5% en tiraderos a cielo abierto. En términos prácticos, se genera 1 kg/hab/día. (Sedesol, 2008)

Un promedio diario de residuos sólidos urbanos recolectados a nivel nacional asciende a 99770725 kilogramos, para lo cual solo 448065 kilogramos promedio de materiales son separados por su tipo. (INEGI, 2012)

En la siguiente tabla se muestra las emisiones de bióxido de carbono derivadas de la quema de combustibles fósiles (del año 2000 al 2010) y las emisiones de metano por fuentes antropogénicas (del año 200 al 2015) en México. (INEGI, 2015)

País	Total		Carbón		Petróleo		Gas		Lumbreras
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	00 - 10
México	104041	120991	7273	9233	71724	71656	18069	33277	2457 - 2134
<b>Metano</b>									
País	2000		2005		2010		2015		
México	146.6		182.5		191.8		194.2		

Tabla de emisiones contaminantes en México. (INEGI, 2015)

Podemos observar que a través de los años el gas metano ha ido aumentando en las diferentes actividades humanas, además de la contaminación que producen los animales que generan, naturalmente, este tipo de gas.

### **2.2.2 Desperdicios rurales como fuente energética.**

Los sistemas de suministro de electricidad convencionales no son los más adecuados, en nuestro país, para satisfacer las necesidades del mercado rural; el principal problema es el gran apartamiento de las poblaciones rurales, el difícil relieve del territorio y la poca demanda de energía que presentan las actividades en esas zonas.

La biomasa es la cantidad de productos obtenidos por el proceso de fotosíntesis, susceptibles de ser transformados en combustible útil para el hombre y expresadas en unidades de superficie y de volumen. (Asociación de Empresas de Energía Renovable. 2009)



Biomasa energética.

La biomasa como recurso energético se presenta en una gran variedad de formas, desde los residuos forestales hasta los residuos generados en la industria del ganado y agroindustriales. Una de las posibles clasificaciones que pueden realizarse de la biomasa por su origen son:

- Natural. Es la que se presenta en los ecosistemas naturales; es actualmente una fuente de energía de gran importancia en las zonas rurales. Ejemplo la leña.
- Residual. Es aquella que se genera como consecuencia de cualquier actividad humana, ya sea agrícola, ganadera, forestal, industrial,

agroalimentaria y de transformación de la madera. Son los principales generadores de residuos y subproductos utilizables.

- Cultivos energéticos. Estos cultivos están destinados específicamente a obtener materiales destinados a su aprovechamiento energético.

En el ámbito rural las aplicaciones de la biomasa más comunes se refieren a la producción térmica, tanto en viviendas e instalaciones agrícolas y ganaderas, así como en determinadas industrias agroalimentarias. Una aplicación importante, aunque aún no tiene mucho auge, es el aprovechamiento del biogás resultante de efluentes ganaderos, ya que resulta una manera fácil y sencilla de deshacerse del estiércol generado. (Ward, 2008)

También se encuentra la producción de energía eléctrica, producida con biomasa a pequeña escala, y la utilización de biocombustibles para transporte. En función de lo anterior, la aplicación se clasifica en:

- Aplicaciones domésticas. En el mundo rural se refiere principalmente al uso como combustible en instalaciones de calefacción; lo constituyen todos los equipos e instalaciones con un bajo rendimiento energético como las estufas tradicionales y chimeneas.
- Establecimientos turísticos. Las principales aplicaciones son para la producción térmica en las distintas redes de alojamiento rurales, cabañas, residencias y hoteles; lo constituyen todos los sistemas de calefacción y dispositivos de suministro de agua caliente sanitaria.
- Aplicaciones en instalaciones agro ganaderas. Las principales instalaciones a las que se refiere este apartado son principalmente las granjas, las naves industriales, invernaderos, criaderos, entre otros; en las que las necesidades térmicas y eléctricas son de vital importancia para el desarrollo de las actividades.
- Aplicaciones en la industria. Tiene su mayor exponente en las industrias extractoras para el secado de la materia en forma de energía eléctrica.

### **2.3 El impacto social.**

Según estadísticas (INEGI, 2010), la población total de México es de 112,336,538 habitantes, el total de viviendas particulares habitadas es de 28,159,373 y el promedio de ocupantes en viviendas es de 3.9.

El porcentaje de habitantes de la clase media es de 42.4%, mientras que el 55.1% desarrollan su vida en la clase baja, mientras que el 2.5% de la población total de México pertenecen a la clase alta. (INEGI 2010)



Impacto social.

Cada vivienda particular tiene un promedio de 4 ocupantes, de los cuales cada uno genera 1 kg/día de basura, sin incluir la materia fecal humana que se desecha. Dicho lo anterior, el porcentaje de basura orgánica que se genera en una casa habitación es del 48% del total.

En una encuesta realizada (El Universal, 2011), donde en una muestra de 1000 participantes con la pregunta de ¿cuál sería la posible solución, de un ciudadano, para evitar el cambio climático?, los porcentajes de las respuestas se basaron en: 9% medidas en el ahorro de la energía, 6% medidas en la reforestación, 9%

medidas en la creación de nuevas tecnologías, 56% no cree que se puede hacer algo para evitar el cambio climático.

### **2.3.1 La contaminación.**

México cuenta con una gran cantidad de unidades productivas (en particular granjas de cerdos y establos lecheros) que generan desechos orgánicos los cuales representan una condición desfavorable para el medio ambiente, causando un grave problema de contaminación y salud pública. Sin embargo, actualmente se ha visto una gran oportunidad para su aprovechamiento como una fuente de energía renovable, por el uso de excretas para la producción de biogás, que puede ser utilizado para generar energía eléctrica y térmica.

A nivel mundial México ocupa el lugar 12 en las emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles fósiles, con un total de 416.26 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> ó el 1.5% de las emisiones globales. Los resultados del INEGI (1990-2006), indican que el incremento en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero fue de aproximadamente 40% durante ese período, lo que significa una tasa media de crecimiento anual de 2.4%.

En las emisiones de Gases de efecto invernadero por gas se tiene que en el año 2006 492,862.2 Gg (giga gramos) corresponden al Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) con un 69.3%; 188,036 Gg de Metano (CH<sub>4</sub>) con un 26.4%; 20,511 Gg de Óxido de Nitrógeno (N<sub>2</sub>O) con un 2%; y el restante 1.4% se compone de 9,586 Gg de Hidrofluorocarburos (HFCs), y 654 Gg de Hexafloruro de Azufre (SF<sub>6</sub>). (International Energy Agency. 2008)

De acuerdo a la Cuarta Comunicación de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, en 2006 las emisiones en unidades de bióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) para México fueron de 711,650 Gg. La contribución por categorías en términos de CO<sub>2</sub>e es la siguiente: desechos 14.4% (102,173 Gg); uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, 9.9% (70,202.8

Gg), procesos industriales 8.9% (63,526 Gg), agricultura 6.4% (45,552.1 Gg), y usos de la energía 60.4% (430,097 Gg). Para 2006, el uso de energía, representó el 61% de emisiones de gases de efecto invernadero, la categoría de desechos generaron el 14%, el uso de suelo represento en 10% de emisiones, mientras que la categoría de procesos industriales y la categoría agricultura, representan el 9% y 6% respectivamente. (International Energy Agency. 2008)



Contaminación por gases generados en las granjas.

La categoría de agricultura está compuesta principalmente por las emisiones provenientes de actividades agrícolas (cultivos y manejo de suelos) y pecuarias (fermentación entérica y manejo de estiércol). Sus principales gases son CH<sub>4</sub> proveniente de la fermentación entérica, manejo de estiércol y cultivo de arroz; y N<sub>2</sub>O proveniente de suelos agrícolas y quemaduras programadas. Dentro de este sector, la subcategoría que más contribuyó a las emisiones en CO<sub>2</sub>e fue la de fermentación entérica (82%), a pesar de que disminuyó de 38,802.6 Gg en 1990 a 37,180.9 Gg en 2006. (International Energy Agency. 2008)

La subcategoría de suelos agrícolas, que es la siguiente en importancia (17%), tuvo en el periodo 1990-2006 valores entre 6,631.9 y 7,800.5 Gg de CO<sub>2</sub>e, y la quema programada de suelos emite el 1% de CO<sub>2</sub>e. Específicamente, en los sectores ganaderos objeto de este estudio (porcícola y bovinos de leche), las emisiones de metano del sector porcícola y de ganado bovino que se tendrían de acuerdo a los datos del inventario del 2008, son de 124, 903, 899 ton de CO<sub>2</sub>e/año y 104, 410, 126 ton de CO<sub>2</sub>e/año, respectivamente. (International Energy Agency. 2008)

### **2.3.2 El alcance a los servicios en las comunidades rurales.**

En México el 36% de la población vive en zonas rurales, al igual que el 63% de la población vive en estas zonas; la pobreza extrema se presenta mayormente en el ámbito rural y se pueden presentar diversas perspectivas, una de las principales problemáticas es que las personas no pueden contar con alternativas suficientes para generar ingresos sostenibles.

Con relación al acceso a los servicios públicos, 38.3% de la población potencial no dispone de agua de la red pública, mientras que solo el 30.6% de la población rural en pobreza presenta dicha carencia. Es así que el 33.4% de la población potencial se provee de agua en un pozo, río, arroyo, lago u otro, mientras que el 25.7% de la población rural pobre utiliza estas fuentes de abastecimiento.

Similarmente, la proporción de viviendas de la población potencial que dispone de acceso a la red pública de drenaje es de 21.5% mientras que el 32.3% de la población rural pobre cuenta con dicho servicio. Más aún, 60.5% de las viviendas de la población potencial proporción que llega a 68.7% entre las personas pobres en zonas rurales. Asimismo, el 21.5% de la población potencial tiene drenaje de la red pública.

El 96.0% de la población potencial cuenta con energía eléctrica, cantidad ligeramente superior al de las viviendas rurales pobres con un 93.7%. (ENIGH. 2008)



Servicio de alumbrado público en las comunidades rurales.

El bienestar social exige conservar una visión estratégica que identifique las causas de desigualdad y que pueda actuar sobre ellas; dicha visión se basa en que el progreso debe de ser sustentable si existe un crecimiento económico, generación de empleos y una mejor distribución de ingresos a nivel nacional. El reto importante es mejorar los servicios de educación, salud, vivienda y productividad en los ingresos familiares para tener un desarrollo económico considerable.

## **2.4 El impacto ambiental.**

En México se tienen identificados los sectores y actividades de competencia federal que generan impactos negativos a los ecosistemas, por lo que se deben mantener Operativos permanentes de inspección y vigilancia para verificar que se desarrollen y/o ejecuten en apego a las disposiciones jurídicas y reglamentarias aplicables.

### a) Sector Turístico en Ambientes Costeros

Actividades: Construcción de infraestructura básica, hoteles, condominios, campos de golf, marinas y obras complementarias.

### b) Sector Minero

Actividades: Extracción de minerales metálicos y no metálicos.

### c) Sector Eléctrico

Actividades: Construcción y operación de plantas hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, termoeléctricas y parques eólicos y fotovoltaicos, subestaciones eléctricas y líneas de transmisión.

### d) Sector Acuícola

Actividades: Construcción y operación de granjas acuícolas.

### e) Sector Forestal

Actividades: Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, aprovechamientos en selvas tropicales y especies de difícil regeneración, plantaciones forestales con fines comerciales.

f) Sector Industria

Actividades: Construcción de plantas químicas, de celulosa y papel, metalúrgicas, cementeras, etc.



Impacto ambiental negativo.

### **2.4.1 Tecnologías ambientales.**

Los proyectos de arquitectura sostenible realizados en todo el mundo son tan diversos como la propia personalidad de cada proyecto, influenciada en ocasiones por los últimos avances tecnológicos en materiales y técnicas de construcción, mientras en otras ocasiones se opta por construcciones tradicionales, con materiales locales cuya construcción apenas ha requerido energía. El objetivo, sin embargo, es compartido: lograr el máximo confort con el mínimo impacto.

Las prácticas sostenibles en arquitectura son interdisciplinarias y están siendo adoptadas con rapidez en todo el mundo, en todo tipo de proyectos, desde los más ambiciosos estadios, rascacielos o estructuras de obra civil hasta pequeños edificios residenciales, casas y pequeñas cabañas.

El común denominador de todos los proyectos aparece en distintas intensidades, aunque con la misma profundidad conceptual. Las prácticas arquitectónicas verdes promueven, entre otras técnicas, el uso de:

- Sistemas eficientes de calefacción y refrigeración, en ocasiones naturales, y en otros casos técnicamente avanzados.

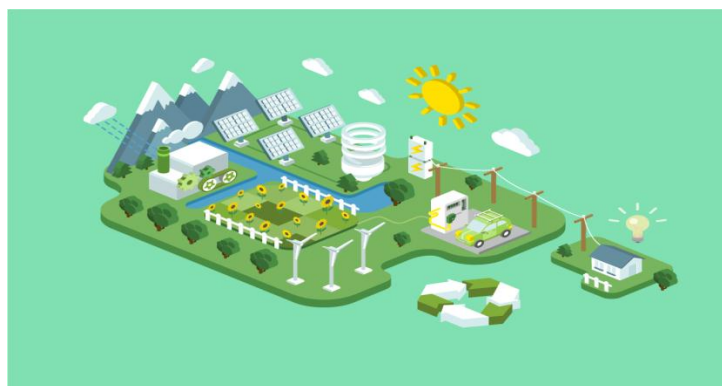
- Energías renovables (paneles solares, mini-molinos eólicos, diminutos molinos hidrológicos), ya sea sólo para generar agua caliente o, en proyectos más ambiciosos, con la intención de garantizar el autoabastecimiento energético del edificio.

- Emplazamiento y orientación del edificio en condiciones idóneas, ya que en ocasiones el diseño pasivo y la orientación proporcionarán el grueso de la calefacción y la refrigeración, sobre todo en emplazamientos con clima templado y poco extremo. El empleo de energía geotérmica para calefacción también depende del emplazamiento del proyecto.

- Materiales de construcción reusados o reciclados.

- Recolección de aguas pluviales para lavar y regar el jardín-huerto; en ocasiones, reutilización de aguas residuales o grises a través de su filtrado natural en estanques o depósitos, para su posterior uso en el jardín o huerto.

- Sistemas de regulación ecológica y reaprovechamiento, tales como los tejados verdes que, a través del uso de plantas, filtran el agua de las lluvias y tormentas para que pueda ser reutilizada y controla, de paso, la escorrentía.



Tecnologías sostenibles.

La arquitectura sostenible no sólo reduce el impacto de un edificio aplicando un compendio de buenas prácticas. También incorpora tanto tecnologías para generar energías renovables como recursos relacionados con su localización, tales como el conocimiento y reinterpretación de la arquitectura tradicional de la zona; o el uso de recursos locales.

En última instancia, un edificio sostenible pretende evitar el uso de combustibles fósiles. Un objetivo que obliga a planificadores urbanísticos y arquitectos a diseñar estructuras que desarrollan su actividad sin contaminar, en lugar de contaminar menos.

A medida que se aplican nuevas técnicas arquitectónicas, se acerca la promesa de crear edificios no sólo pasivos y sin emisiones, sino capaces de integrar todo el sistema energético en el propio diseño.

Más que instalar, porque lo obligue la normativa, un par de paneles solares térmicos para calentar el agua caliente, arquitectos como el alemán Rolf Disch creen que los edificios serán diseñados desde cero teniendo en cuenta su rendimiento energético para que durante su vida útil produzcan más energía de la que han requerido para su construcción.

### **2.4.2 La vivienda sostenible.**

La casa sostenible ideal es una casa bioclimática, es decir, un edificio que aprovecha las condiciones naturales para disminuir todo lo posible las necesidades energéticas. A esta tendencia arquitectónica se la denomina bioclimatismo pasivo. El bioclimatismo activo es el conjunto de sistemas que puede integrarse en una casa con el objeto de aumentar su eficiencia energética.

Las casas sostenibles utilizan todos los recursos a su alcance para reducir el consumo energético y ahorrar en el uso de recursos naturales.

Antes del siglo XX, cuando la población se concentraba en las áreas rurales, casi todas las casas de este entorno seguían estos criterios; la gente vivía más en contacto con la naturaleza y había menos comodidades; para disponer de calefacción era necesario ir a recoger leña al bosque, y el campesino pronto aprendió -hemos tenido cientos de años para hacerlo- que necesitaba recolectar menos leña si orientaba la fachada principal de su casa hacia el sur, pues el sol da de esta forma todo el día y la temperatura en el interior durante el invierno es mucho más elevada que si se le da una orientación diferente.



Vivienda sostenible.

Con el tiempo, las técnicas fueron perfeccionándose: pórticos en la parte frontal de la casa para el sol en verano pero lo dejan entrar en invierno, tejados de césped, ventilación cruzada y otras técnicas que arquitectos bioclimáticos de hoy en día han rescatado de la memoria colectiva. Fue la industrialización, la construcción masificada de viviendas en el entorno urbano y la abundancia de recursos fósiles los que nos hicieron dejar de lado estas prácticas milenarias.

El desarrollo de la tecnología también nos ha abierto las puertas a otras ventajas: la creación de tecnologías basadas en las energías renovables, que antes no existían, como la energía solar térmica, que nos permite aprovechar el calor del sol para generar agua caliente y para la calefacción. La fabricación de pellets a base de residuos forestales y la optimización de las calderas que consumen estos

combustibles también suponen un avance a nivel de eficiencia frente a su origen, el hogar de leña.

## **2.5 Impacto económico.**

Los estudios de impacto económico sirven para medir la repercusión y los beneficios de inversiones en infraestructuras, organización de eventos, así como de cualquier otra actividad susceptible de generar un impacto socioeconómico, incluyendo cambios legislativos y regulatorios.

En un contexto de crisis y recursos económicos limitados, resulta cada vez más importante para las Administraciones Públicas considerar los retornos de sus inversiones y centrarse en aquellos proyectos o actividades que generan un mayor beneficio para la sociedad. Es también de vital importancia entender la repercusión de sus actuaciones sobre la economía y el empleo. Los estudios de impacto económico ayudan a las Administraciones Públicas en la toma de decisiones sobre proyectos de inversión y medidas de política pública:

- Proporcionan información cuantitativa y cualitativa sobre los impactos en producción, empleo, recaudación impositiva o medioambiente.
- Permiten justificar las decisiones de inversión frente a la sociedad y ante otras Administraciones Públicas, así como comunicar con transparencia a través de los medios de comunicación.
- Permiten atraer el interés de patrocinadores y otras fuentes de financiación de proyectos.

El impacto económico de un mismo tipo de inversión puede ser muy diferente dependiendo de las características del país o región y del momento temporal en el que se lleve a cabo. La cuantificación del impacto económico no debe por tanto basarse en la mera extrapolación de otras experiencias, sino que requiere un análisis específico caso por caso.



Impacto económico mundial.

Los métodos permiten valorar todos los impactos derivados de las actuaciones públicas:

1. Impacto directo Se corresponde con la producción (valor añadido bruto) y el empleo generados en aquellos sectores que son receptores directos de las inversiones. También se refiere al gasto que atrae la organización del evento o el despliegue de la nueva infraestructura, así como los que se ven afectados por la reforma normativa o regulatoria.

2. Impacto indirecto Se corresponde con la producción y el empleo generados en los sectores que se benefician indirectamente de las inversiones y del gasto, es decir, aquellos que suministran a los sectores directamente afectados los bienes y servicios necesarios para su actividad.

3. Impacto inducido Se corresponde con la producción y el empleo que se genera gracias al consumo de bienes y servicios que realizan los empleados de los sectores que se benefician, directa o indirectamente, de las inversiones y gastos.

### **2.5.1 Entorno económico en México.**

México es uno de los países de la región de la América Latina que más impacto ha sufrido en términos de crecimiento económico debido a su exagerada integración

comercial con los EEUU. Este decrecimiento ha impactado variables clave como el empleo, la recaudación tributaria y ha elevado el número de pobres.

La economía mexicana siguió creciendo a una tasa anual de 2.5 por ciento durante la mayor parte de 2015 y principios de 2016, aunque se espera que se desacelere a alrededor de 2 por ciento en 2016, tras una modesta contracción de la actividad económica en el segundo trimestre. La expansión de la actividad económica depende ahora completamente del consumo privado, ya que debido a la debilidad en las inversiones y exportaciones, estos sectores ya no contribuyen al crecimiento. Una mayor competitividad externa, tras una sustancial devaluación del peso mexicano respecto al dólar estadounidense, aún no ha resultado en un impulso en la demanda externa. Las fuertes relaciones verticales de suministro entre los fabricantes de Estados Unidos y México llevaron a que la reciente debilidad en la producción industrial en Estados Unidos se haya transferido a la industria manufacturera y a las exportaciones mexicanas.



Entorno económico mexicano.

Una depreciación significativa del peso mexicano frente al dólar estadounidense tuvo lugar en los últimos dos años, ya que el tipo de cambio flexible se ha utilizado de forma efectiva para amortiguar impactos externos. Hasta ahora, el traslado de la depreciación del tipo de cambio a los precios domésticos ha sido limitado dado que la inflación se movió a un nivel ligeramente inferior al objetivo de 3 por ciento del Banco Central. La posibilidad de que dicho efecto de traslado tenga lugar luego de una depreciación adicional de la moneda es una de las principales

preocupaciones de las autoridades monetarias que, en respuesta, elevaron la tasa de política monetaria a 4.25 por ciento.

Una tendencia persistente, de más de una década, hacia una mayor relación deuda-PIB (de un 29 por ciento en 2007 a una cifra estimada en 50.5 por ciento para fines de 2016), junto a menores ingresos petroleros, una frágil situación financiera de la compañía nacional de petróleo Pemex, así como una tasa de crecimiento económico decepcionante, llevó a las agencias de calificación crediticia a revisar a negativa las perspectivas de las calificaciones (de grado de inversión) de la deuda soberana mexicana. En la gestión de la baja en los ingresos petroleros, el gobierno se benefició de la reforma tributaria implementada en 2014 que aumentó significativamente los ingresos no petroleros y comenzó a recortar el gasto (no ineludible) en 2015 y 2016. Un recorte adicional en el gasto público para 2017, que apunta a lograr un superávit primario por primera vez en casi una década, deberá frenar el peso creciente de la deuda pública.

Las respuestas en las políticas monetarias y fiscales a los impactos externos negativos pesarán sobre la demanda agregada en el corto plazo. Una reducción adicional en el volumen de producción petrolera, causada por una menor producción en yacimientos maduros e inversiones insuficientes para el reemplazo de la capacidad de exploración y explotación, continuará reduciendo la tasa de crecimiento anual en alrededor de medio punto porcentual. Sin embargo, se espera que la estabilidad económica y financiera, avances en la implementación de una ambiciosa agenda de reformas estructurales, así como un aumento en la competitividad externa luego de la devaluación de la moneda, sirvan para impulsar la inversión privada y las exportaciones y para elevar el crecimiento económico en el mediano plazo.

La economía mexicana enfrenta un ambiente externo complejo en donde la persistencia de precios bajos para el petróleo, la normalización de la política monetaria en Estados Unidos, una desaceleración en el comercio internacional y en el crecimiento económico global y una diversidad de eventos geopolíticos

podrían elevar la aversión al riesgo y la volatilidad financiera, planteando retos a la estabilidad económica y financiera del país, así como a sus perspectivas de crecimiento. Las prioridades en términos de políticas seguirán centradas en la implementación de políticas monetarias, financieras y fiscales prudentes para generar las condiciones de un crecimiento más fuerte en el mediano plazo. (Banco Mundial. 2016)

### 2.5.2 Poder adquisitivo de los niveles económicos.

A pesar que durante años se ha insistido en que el nivel socioeconómico (NSE) es un “estilo de vida” o un “indicador de bienestar” y no una medida de poder adquisitivo, cuando hablamos de NSE siempre pensamos en diferencias de ingreso monetario de los hogares.



<p><b>NIVEL AB</b></p> <p>Ingreso promedio: \$80,458.00</p> <p>Ingreso por trabajo: 60%</p> <p>Renta de la propiedad: 15%</p> <p>Transferencias: 14%</p> <p>Estimación del alquiler: 11%</p> <p>Otros ingresos: 0%</p> <p>Millones de hogares: 0.4</p> <p>Ingreso mensual total (miles de millones): \$34.5</p>	<p><b>NIVEL C+</b></p> <p>Ingreso promedio: \$32,215.00</p> <p>Ingreso por trabajo: 72%</p> <p>Renta de la propiedad: 4%</p> <p>Transferencias: 13%</p> <p>Estimación del alquiler: 14%</p> <p>Otros ingresos: 0%</p> <p>Millones de hogares: 1.0</p> <p>Ingreso mensual total (miles de millones): \$32.2</p>
<p><b>NIVEL C</b></p> <p>Ingreso promedio: \$20,062.00</p>	<p><b>NIVEL C-</b></p> <p>Ingreso promedio: \$14,023.00</p>

Ingreso por trabajo: 67% Renta de la propiedad: 4% Transferencias: 16% Estimación del alquiler: 14% Otros ingresos: 0% Millones de hogares: 1.1 Ingreso mensual total (miles de millones): \$22.5	Ingreso por trabajo: 70% Renta de la propiedad: 2% Transferencias: 13% Estimación del alquiler: 15% Otros ingresos: 0% Millones de hogares: 1.2 Ingreso mensual total (miles de millones): \$16.9
NIVEL D+ Ingreso promedio: \$10,103.00 Ingreso por trabajo: 62% Renta de la propiedad: 1% Transferencias: 20% Estimación del alquiler: 17% Otros ingresos: 0% Millones de hogares: 1.3 Ingreso mensual total (miles de millones): \$13.0	NIVEL D Ingreso promedio: \$6,788.00 Ingreso por trabajo: 62% Renta de la propiedad: 1% Transferencias: 20% Estimación del alquiler: 17% Otros ingresos: 0% Millones de hogares: 1.6 Ingreso mensual total (miles de millones): \$10.7
NIVEL E Ingreso promedio: \$3,355.00 Ingreso por trabajo: 61% Renta de la propiedad: 2% Transferencias: 17% Estimación del alquiler: 20% Otros ingresos: 0% Millones de hogares: 0.6 Ingreso mensual total (miles de millones): 1.9	

Porcentaje total de cada grupo económico en México. (INVESTIGACIONES SOCIALES. 2012)

Las estadísticas presentan el promedio de ingreso mensual de los hogares en las zonas metropolitanas de México, Guadalajara y Monterrey. Adicionalmente la tabla muestra el porcentaje del ingreso total que corresponde a cada gran nivel.

# CAPÍTULO 3.

## LOS BIODIGESTORES DE HOY.

- 3.1 Tipos.
- 3.2 El producto en México.
- 3.3 Ventajas.
- 3.4 Desventajas.
- 3.5 Funcionamiento y esquema operativo de un biodigestor.
- 3.6 Componentes del biodigestor.
  - 3.6.1 Proceso de instalación y mantenimiento.
- 3.7 Información técnica.
  - 3.7.1 Determinación de la biomasa.
  - 3.7.2 Determinación del flujo volumétrico del influente.
  - 3.7.3 Selección del tiempo de retención hidráulico.
  - 3.7.4 Volumen del biodigestor.
  - 3.7.5 Cálculo de la producción de biogás.
  - 3.7.6 Características físicas, químicas y biológicas.
  - 3.7.7 Aspectos geográficos de la zona.

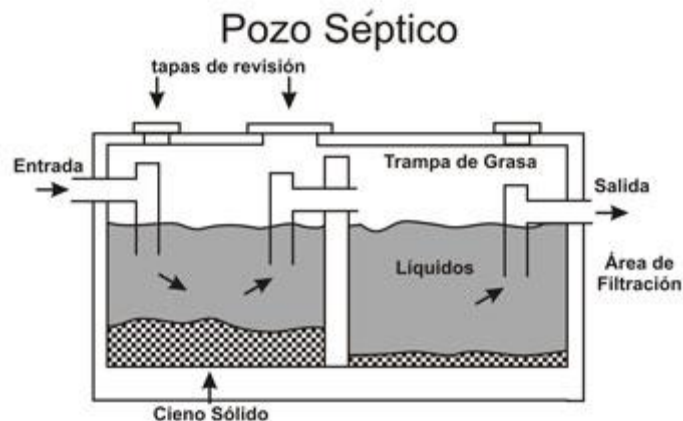
### 3.1 Tipos.

Los biodigestores presentan diversas apariencias físicas en los diferentes tipos de plantas de biogás, sin embargo, el proceso de fermentación sigue siendo el mismo. A continuación se presentan los más comunes:

- Pozos sépticos. Es el más antiguo y sencillo digestor anaerobio que se conoce, utilizado normalmente para la disposición de aguas residuales domésticas. Se cree que de allí deriva el uso potencial de los gases producidos por la fermentación anaeróbica, para el uso doméstico.

Para la correcta operación de estos pozos es requisito indispensable aislar las aguas servidas que caen en él, de las que contienen jabón o detergentes. El efecto de los jabones y en especial los detergentes, inhibe la acción metabólica de las bacterias, razón por la que los pozos se colmatan con rapidez y dejan de operar, haciendo necesario destaparlos frecuentemente para recomenzar la operación.

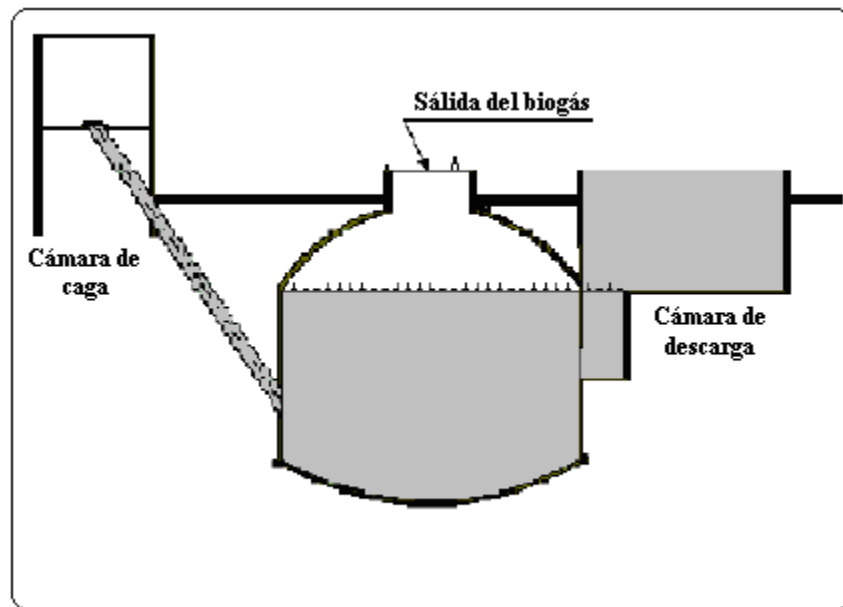
Cuando no es posible separar las aguas negras de las jabonosas, como en el alcantarillado urbano, es necesario hacer un tratamiento químico con Polímetros a esta agua a fin de solucionar el problema antes de iniciar la fermentación anaeróbica.



Se detiene el agua residual para que se separen las impurezas

Estructura del biodigestor tipo pozo séptico.

- Biodigestor de domo flotante. Este biodigestor consiste en un tambor, originalmente hecho de acero pero después reemplazado por fibra de vidrio reforzado en plástico (FRP) para superar el problema de corrosión. Normalmente se construye la pared del reactor y fondo de ladrillo, aunque a veces se usa refuerzo en hormigón. Se entrapa el gas producido bajo una tapa flotante que sube y se cae en una guía central. La presión del gas disponible depende del peso del poseedor de gas por el área de la unidad y normalmente varía entre 4 a 8 cm de presión de agua. El reactor se alimenta semi-continuamente a través de una tubería de entrada.



Estructura del biodigestor tipo domo flotante.

- Biodigestor de domo fijo. Este reactor consiste en una cámara de gas-firme construida de ladrillos, piedra u hormigón. La cima y " fondos son hemisféricos y son unidos por lados rectos. La superficie interior es sellada por muchas capas delgadas de mortero para hacerlo firme. La tubería de la entrada es recta y extremos nivelados. Hay un tapón de la inspección a la cima del digestor que facilita el limpiado. Se guarda el gas producido durante la digestión bajo el domo y cambia de sitio algunos de los volúmenes del digestor en la cámara del efluente, con presiones en el domo entre 1 y 1.5 m de agua. Esto crea fuerzas estructurales

bastante altas y es la razón para la cima hemisférica y el fondo. Se necesitan materiales de alta calidad y recursos humanos costosos para construir este tipo de biodigestor. Más de cinco millones de biodigestores se han construido en China y han estado funcionando correctamente (FAO, 1992) pero, desgraciadamente, la tecnología no ha sido tan popular fuera de China.

Esta instalación tienen como ventaja su elevada vida útil (pueden llegar como promedio a 20 años), siempre que se realice un mantenimiento sistemático.



Estructura del biodigestor tipo domo fijo.

- Estructura flexible. La inversión alta que exigía construir el biodigestor de estructura fija resultaba una limitante para el bajo ingreso de los pequeños granjeros. Esto motivó a ingenieros en la Provincia de Taiwán en los años sesenta (FAO, 1992) a hacer biodigestores de materiales flexibles más baratos. Inicialmente se usaron nylon y neopreno pero ellos demostraron ser relativamente costoso. Un desarrollo mayor en los años setenta era combinar PVC con el residuo de las refinerías de aluminio producto llamado "el barro rojo PVC."

Esto fue reemplazado después por polietileno menos costoso que es ahora el material más comúnmente usado en América Latina, Asia y África. Desde 1986, el Centro para la Investigación en Sistemas Sustentables de Producción Agrícola

(CIPAV), ha estado recomendando biodigestores de plástico económico como la tecnología apropiada por hacer mejor uso de excrementos del ganado, reduciendo la presión así en otros recursos naturales.

En este digestor el gas se acumula en la parte superior de la bolsa, parcialmente llena con Biomasa en fermentación; la bolsa se va inflando lentamente con una presión de operación baja, pues no se puede exceder la presión de trabajo de la misma.



Estructura del biodigestor tipo estructura flexible.

### **3.2 El producto en México.**

En México, según datos de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) se utilizan 145 millones de las 198 millones de hectáreas del territorio nacional para las actividades agropecuarias; México ocupa el 13° lugar en la producción de leche. El efecto de estas actividades en el medio ambiente tiene repercusiones en la contaminación ya que el excremento de todos los animales produce el efecto invernadero, lo que sustituye al calentamiento global, y afecta a la salud de todos los quienes están expuestos.

En el año 2004 un grupo de emprendedores sociales comenzaron a desarrollar programas para combatir las problemáticas ambientales generadas por la contaminación. El programa Biobolsa se desarrolló en el año del 2010 fabricando y distribuyendo sistemas de biodigestión para pequeñas y medianas granjas.

Actualmente ha sido reconocida por su impacto social-ambiental y su intervención en las comunidades basados en la educación, en la capacidad local, el monitoreo de resultados, vinculación y obtención de fondos.

México tuvo en el 2009, 178 proyectos registrados ante la Junta Ejecutiva de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, de los cuales 142 corresponden a proyectos de reducción de emisiones de metano en el sector agropecuario. Se estima que el total de estos proyectos contribuyen con una reducción de más de 10 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, lo que coloca a México en la quinta posición por volumen de reducciones y número de proyectos registrados a nivel mundial. (Semarnat. 2010)

Derivado de la revisión documental realizada, se encontraron registros que muestran la existencia de 563 sistemas de biodigestión de acuerdo a los 142 Project Design Document (PDD) encontrados en la página web de la UNFCCC, relacionados con la reducción de emisiones de metano en el sector agropecuario en México. De estos PDDs, 54 corresponden a la reducción de emisiones de metano en establos lecheros y 88 en granjas porcícolas, encontrándose en diferentes etapas del ciclo operativo de los Proyectos. Estos proyectos están distribuidos en las principales zonas pecuarias en el país, destacando los estados de Sonora, Jalisco, Puebla, Tamaulipas y Veracruz, generando reducciones para este sector de casi 3.5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes (Proyectos MDL Agropecuarios.2009).

Los estados de Coahuila, Durango, Jalisco, Puebla, Sonora y Tamaulipas cuentan con el mayor número de proyectos (76%), los estados de Sonora y Jalisco son los que cuentan con mayor número de biodigestores identificados a partir de un PDD. Relacionando estas cifras con la información del SIAP 2008, se observa que estos dos estados son los principales productores de ganado porcino del país. En cuanto a biodigestores en establos lecheros, éstos se encuentran en mayor número en la Comarca Lagunera (Durango y Coahuila), ya que es en esta zona

donde se lleva a cabo la mayor producción de leche (21% del total nacional) y los sistemas de producción con los que se cuenta son altamente tecnificados.

Cabe mencionar que el sector privado mostró un interés sostenido en el mercado de bonos de carbono en México, los servicios de las empresas se enfocaron a la eliminación de gases de efecto invernadero y la subsecuente comercialización de bonos de carbono en el mercado internacional. La empresa AgCert, ingresó 107 PDD's, sumando 528 granjas en total, de las cuales, 292 contaban para el año 2007 con un biodigestor construido, repartidos en 22 estados, la empresa EcoSecurities ingresó 31 PDD'S, las empresas Enviroquest Internacional y CantorCO2, registraron un PDD cada una y la empresa Grupo Porcícola Mexicano registró por su parte 2 proyectos en granjas porcícolas. (AgCert. 2007)

### **3.3 Ventajas.**

Entre las principales ventajas que presenta el uso de los biodigestores tenemos:

- En los modelos plásticos, es muy económico y fácil de transportar por su bajo peso, en especial en aquellos sitios de difícil acceso.
- Al ser hermético se reducen las pérdidas.
- Reducción del trabajo físico.
- Una reducción en los recursos naturales como combustible y carbón de leña.
- Producción de energía barata.
- Mejora el sistema de cultivo reciclando estiércol a través del biodigestores, producción de gas para cocinar y fertilizante (una vez el estiércol ha atravesado un biodigestor se vuelve un fertilizante orgánico excelente.
- Reducción de la contaminación, sobre todo en áreas urbanas.
- Permite disminuir la tala de los bosques al no ser necesario el uso de la leña para cocinar.

- Humaniza el trabajo de los campesinos, dejando de buscar la leña en lugares lejanos y peligrosos.
- Tiene diversidad de uso: alumbrado, cocción de alimentos, producción de energía eléctrica, transporte automotor, entre otros.
- Produce bio-fertilizantes sólidos ricos en nutrientes capaces de competir con los productos existentes químicos, que son sumamente dañinos y su costo es elevado.
- Elimina los desechos orgánicos como las excretas humanas, excretas animales, contaminantes del medio ambiente y fuentes de enfermedades para los seres humanos.

### **3.4 Desventajas.**

Entre las principales desventajas que presenta el uso de los biodigestores tenemos:

- El biodigestor debe encontrarse en espacios abiertos y cercanos a las fuentes de alimentación.
- Debe mantenerse a una temperatura constante; en ambientes fríos puede encarecer el proceso de obtención.
- La presencia de sulfato-reductores puede presentarse en la mezcla de los componentes, ya que reduce los niveles de producción de gas metano. Se tienen que cuidar los ingredientes de entrada al biodigestor.
- Se requiere mantener el dispositivo cerca de los componentes donde utilizaremos el gas obtenido.
- Existen riesgos de explosión en caso de no cumplirse las normas de seguridad para gases combustibles.

### **3.5 Funcionamiento y esquema operativo de un biodigestor.**

El diseño de una planta de biogás depende de la cantidad y del tipo de residuos disponibles en el medio, las condiciones del clima, las necesidades de biogás que

se requieren, la ubicación de los materiales y las técnicas de construcción que se dispongan. Para la minimización de los costos de la planta es necesaria la adecuación a las necesidades.

Primeramente se estima el potencial de producción de biogás, definiendo la factibilidad de la materia prima con la cual alimentaremos nuestro dispositivo y la cantidad mínima necesaria de residuos para producir el biogás requerido, cumpliendo las necesidades planteadas.

Para una familia rural, compuesta por 5 integrantes, se requieren:

Actividades	Cálculos	Requerimientos de biogás
Cocinar (5 horas)	$0.30 \text{ m}^3 \times 5\text{hr}$	$1.50 \text{ m}^3/\text{día}$
3 lámparas (3 horas)	$0.15 \text{ m}^3 \times 3\text{hr} \times 3 \text{ veces}$	$1.35 \text{ m}^3/\text{día}$
1 refrigerador medio	$2.20 \text{ m}^3 \times 1 \text{ día}$	$2.20 \text{ m}^3/\text{día}$
TOTAL		$5.05 \text{ m}^3/\text{día}$

Como podemos observar, la familia requiere de  $5.05 \text{ m}^3$  de biogás al día para sustentar las necesidades de energía eléctrica y calorífica. Generalmente las personas que viven en zonas rurales utilizan el biogás sólo como combustible para cocinar los alimentos y calentar el agua para la ducha.

En el contexto rural, los habitantes de las viviendas requieren disponer de un determinado número de animales para alimentar el biodigestor; a continuación se presentan algunos cálculos de cargas en función de materia prima más comunes en las viviendas rurales para establecer una posibilidad de combinación de estiércoles:

Número de animales	Kg de estiércol/día	Biogás $\text{m}^3/\text{día}$
2 bovinos	20	0.80

20 porcinos	45	2.40
250 aves	45	2.50
TOTAL	110 kg/día	5.70 m <sup>3</sup> /día

Una vez comparadas las necesidades del biogás y el potencial de generación, se procede a calcular la capacidad del biodigestor:

Se debe tener en cuenta que los materiales se incorporan al biodigestor diluidos en agua; la cantidad de agua depende de la cantidad de sólidos totales y del tipo de carga. Cuando se utilizan biodigestores pequeños o semi-continuos se recomienda utilizar las siguientes mezclas:

Tipo de animal	Estiércol : agua
Bovino	1 : 1
Porcino	1 : 3
Aves	1 : 3

El tamaño del biodigestor está en función de las cargas diarias y del periodo de fermentación, el cual depende de la temperatura media de la región y sus variaciones.

La capacidad del biodigestor se rige por la fórmula:

$$\text{Volumen del biodigestor} = \text{Volumen diario} \times \text{Tiempo de residencia}$$

Ejemplo:

Suponiendo que se quiere un potencial de biogás de 5.70 m<sup>3</sup>/día con una combinación de estiércoles con un total de 120 kg/día, se tiene:

Animal	Kg estiércol + lt agua	Mezcla lt/día
Bovinos	20 + 20	40

Porcinos	45 + 135	180
Aves	45 + 135	180
Total de la mezcla		400 lt/día

Con un tiempo de residencia de 35 días y el volumen diario de mezcla de 400 lt/día, se tiene:

$$\text{Volumen del biodigestor} = 400 \text{ lt/día} \times 35 \text{ días} = 14\,000 \text{ litros} = 14 \text{ m}^3.$$

Para la etapa de arranque del biodigestor, la producción de biogás comienza después de cierto tiempo de tener una carga inicial dentro del dispositivo en función del tipo de materia y de la temperatura interna de funcionamiento. Las diferentes etapas para una correcta ejecución se agrupan en las siguientes operaciones:

- 1.- Se debe llenar totalmente el dispositivo para verificar que no existan filtraciones; al final se deben dejar sólo 1/3 de la altura del biodigestor para diluir las materias orgánicas seleccionadas.
- 2.- Se llena completamente el biodigestor, vertiendo la mezcla de partes iguales con residuos animales, humanos, vegetales, entre otros.
- 3.- Al finalizar la primera carga, debe removerse la mezcla fluctuante que se forma en la superficie: Después, se debe dejar abierta la llave de gas por un periodo de 5 a 7 días para poder eliminar todo el oxígeno existente en la primera etapa de descomposición de la materia. Posteriormente, se debe cerrar la válvula y dejar que la presión se eleve soltando el gas cada 10 o 15 días (máximo) para eliminar todo el oxígeno y anhídrido carbónico remanente.
- 4.- Al haber transcurridos 15 días, hacer la verificación al inicio de la producción de biogás; la prueba se realiza quemando gas al conectar una manguera al biodigestor y utilizando un mechero.

5.- La carga diaria se lleva a cabo descargando en el biodigestor la mezcla con un máximo de 12% sólidos, formando un lodo. Previo a la descarga, la mezcla se debe dejar reposar un día habiendo tapado el recipiente que contiene la mezcla; para la descarga, es necesario eliminar todo el material fluctuante, homogenizando la mezcla y vertiéndola en el biodigestor, abriendo las válvulas de salida del efluente para estabilizar el volumen del afluente.

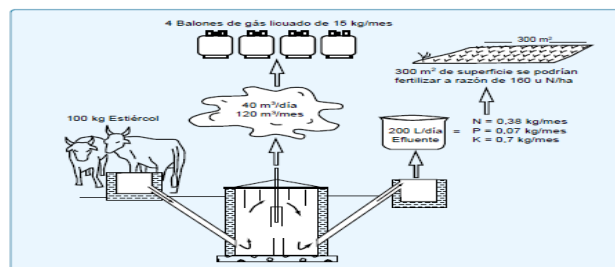
Finalmente, para el caso de las granjas agropecuarias se requiere principalmente de la cantidad de animales disponibles. Por ejemplo: para una explotación agropecuaria que dispone de 10 bovinos, la capacidad de la planta sería:

$$100 \text{ kg estiércol} + 100 \text{ lt agua} = 200 \text{ lt mezcla/día}$$

$$\text{Volumen del biodigestor} = 200 \text{ lt} \times 30 \text{ días retención}$$

$$\text{Volumen del biodigestor} = 6000 \text{ lt} = 6 \text{ m}^3.$$

Donde tenemos:



### **3.6 Componentes del biodigestor.**

Entre los principales componentes que conforman un biodigestor son:

- Tubo de admisión: es un tubo de plástico, que debe usarse para la admisión de desechos y debe sumergirse en los residuos, lo cual previene el escape del metano; es necesario utilizar una coladera para limpiar de material celulítico antes de ingresar al biodigestor ya que puede obstruir con facilidad la entrada de este.

- Fermentador y bolsa de almacenamiento: este es el principal componente del biodigestor y la bolsa de almacenamiento del biodigestor. El tamaño del fermentador depende de la cantidad de desechos a fermentar por  $0.3 \text{ m}^3$ , pero este no debe ser muy grande, si la cantidad de desechos a tratar es elevada se pueden conectar cámaras múltiples por medio del tubo plástico; este sistema posee una mayor área superficial eficiente, su limitante es que puede resultar muy costoso. Es deseable que el biodigestor este aislado y cuente con un dispositivo de calentamiento y de agitación. Un mecanismo bueno sería la construcción de una pared de tierra en la parte norte del biodigestor para prevenir el enfriamiento a causa de los vientos, en el lado sur un colector solar simple para la calefacción, esto con el fin de mantener la temperatura del fermentador constante. La bolsa de almacenamiento de gas puede incorporarse al digestor o estar independiente y puede instalarse cerca de la cocina.
- Tubo del afluente: el diámetro del tubo debe ser de 4 a 6 pulgadas de material de plástico, este se localiza por debajo del tubo de entrada en el lado opuesto del digestor, el tubo del afluente también debe ser sumergido en el fermentador para prevenir el escape del gas. Se debe mantener el flujo constante.
- Tubo de metano: este tubo se ubica en la parte de la bolsa de almacenamiento de metano, se usa para transportar el biogás a su lugar de uso; el tubo puede poseer una salida sumergida en agua para drenar la humedad condensada como indicador de precaución.
- Dispositivo de seguridad: este se utiliza para prevenir la ruptura del fermentador debido a presiones altas de la fermentación anaeróbica de los desechos. Consiste en una botella insertada al tubo de salida, cuando la presión del digestor es mayor a la del agua, se libera el biogás.
- Tubo de limpieza: el lodo que se sedimenta en el fondo del biodigestor debe ser removido cada dos años, la tubería sirve para evacuar estos lodos. Mecanismos como el bombeo son utilizados cuando el biodigestor es muy largo.

### **3.6.1 Proceso de instalación y mantenimiento.**

- **Instalación:** lo primero que se debe hacer es preparar un foso que debe ser un poco más grande que el biodigestor; luego se procede a instalar el biodigestor y los tubos de admisión y de afluentes. Después, se llena el foso con agua, se descargan los desechos de animales, el agua que rodea el digestor puede ayudarle a expandirse completamente y disminuye la tensión que ejerce en los tubos de entrada y de salida. Dependiendo de la época del año en la que se haga la instalación, el proceso de fermentación se hace más rápido en verano y más lento en invierno.
- **Mantenimiento:** estos biodigestores pueden tener una durabilidad de 10 años; en caso de presentarse rupturas en el biodigestor, pueden ser fácilmente reparados, utilizando el mismo material del biodigestor y un adhesivo fuerte; la parte reparada debe permanecer seca hasta su endurecimiento por completo. Cuando se necesita el metano solo se ejerce una pequeña presión sobre la bolsa de almacenamiento, moviendo el biogás al tubo de salida.

### **3.7 Información técnica.**

Para la generación de gas metano se debe de cumplir con variables que nos determinaran la producción deseada; muchas variables las podemos obtener seleccionando cifras y calculando volúmenes con características que permitan que el biodigestor trabaje eficientemente. Algunos aspectos importantes que se deben considerar para la generación de gas metano son los siguientes:

- Determinación de la biomasa.
- Determinación del flujo volumétrico del influente.
- Selección del tiempo de retención hidráulico.
- Volumen del biodigestor.
- Cálculo de la producción de biogás.
- Características físicas, químicas y biológicas.

- Aspectos geográficos de la zona.

### **3.7.1 Determinación de la biomasa.**

La materia orgánica, a base de desechos alimenticios derivados de la cocina y desechos humanos derivados de la red sanitaria, serán las principal fuente de alimentación para el reactor energético. Sin embargo, estudios poblacionales han arrojado que, a nivel urbano, diariamente la generación media de desechos orgánicos por vivienda es de 1.20 kg, representando una media por vivienda de 1.0 kg (250 gr/día/persona). Una vivienda urbana, en promedio genera en 30 días, 36 kg de desechos orgánicos, y al año 438 kg. (Revista muy interesante. Cantidad de desechos orgánicos por persona. 2014)

Como referencia, la producción de excretas generadas diariamente por persona, se puede estimar haciendo uso de los siguientes cálculos:

Dónde:

PDE: Producción diaria de excretas (Kg/día-persona).

PAE: Peso de la persona (Kg/persona).

TDE: Tasa diaria de excreción (%).

$$PDE = PAE \times TDE$$

$$PDE = 71.75 \text{ kg (1)} \times 0.34 \% (2) = 0.250 \text{ kg/día-persona}$$

El valor de PDE permite estimar la producción diaria total de excretas generadas dentro de las unidades, por lo que se establece la siguiente relación:

Dónde:

PDT: Producción diaria total de excretas (kg/día).

PE: Producción diaria de excretas (kg/día-persona).

PP: Población de personas (Número de personas).

$$PDT = PE \times PP$$

$$PDT = 0.250 \times 5 = 1.25 \text{ kg/ día}$$

### **3.7.2 Determinación del flujo volumétrico del influente.**

Se debe considerar el flujo volumétrico que se dispondrá en base a la relación agua-sólidos que contendrá el biodigestor, se recomienda utilizar el agua residual de la red sanitaria. La relación agua-sólidos deberá de ser 3:1 y, en base a revisiones posteriores y a la medición de generación del gas metano, se puede incrementar hasta 5:1 dependiendo del aumento a las cantidades sólidas.

### **3.7.3 Selección del tiempo de retención hidráulica.**

Además debemos de considerar el tiempo de retención que es el tiempo que debe permanecer el sustrato dentro del biodigestor para alcanzar un mínimo del 60% de la destrucción de los sólidos volátiles; se determina para cada proyecto en particular y considera la carga orgánica, la temperatura del influente y la del medio ambiente. Para el caso de las condiciones climáticas promedio de nuestro país se considera será alrededor de 30 días para alcanzar la mínima destrucción de sólidos deseada.

### **3.7.4 Volumen del biodigestor.**

Como mínimo, el cálculo del volumen del biodigestor considerará la relación que existe entre el flujo del influente, carga orgánica y el tiempo de retención seleccionada. El volumen del digestor debe ser igual al volumen del material a degradar, multiplicado por el tiempo de digestión necesario y un volumen adicional para el almacenamiento del gas.

### **3.7.5 Cálculo de la producción de biogás.**

Las variables involucradas en la estimación de biogás a partir de la concentración de Carbono Orgánico Utilizable (COU), determinada mediante un análisis en laboratorio de la muestra de carácter orgánico que se someterá al tratamiento anaeróbico en un biodigestor, son las siguientes:

COU = Carbono orgánico utilizable. (mg/l)

pbio = Densidad del biogás. (kg/m<sup>3</sup>)

VI = Volumen del influente. (m<sup>3</sup>)

RS = Relación de agua en función a los sólidos. (partes)

COI = COU capaz de convertirse en biogás, presente en el influente. (kg)

VBM = Volumen máximo de biogás. (m<sup>3</sup>)

$$\text{COI} = \text{COU} \times \text{VI}$$

$$\text{VBM} = \text{COI} / \text{pbio}$$

### **3.7.6 Características físicas, químicas y biológicas.**

La materia orgánica que entrará al biodigestor deberá de ser fresca, siendo recomendable con menos de 7 días después de su generación con el fin de que no ingrese con baja carga orgánica. Entre los principales parámetros a considerar y que proporcionan una estimación con mayor exactitud de producción de biogás se encuentran:

- pH. (1-14). R.- 6.5 a 7.5.
- Temperatura del efluente. (°C). R.- 25 a 45 °C.
- Contenido de sólidos. [mg/l]).
- Demanda bioquímica de oxígeno. (mg/l).
- Demanda química de oxígeno. (mg/l).
- Relación carbono-nitrógeno. (mg/l). R.- C:N – 25:1.
- Presencia de inhibidores: Magnesio, cobre, zinc, hierro.

### **3.7.7 Aspectos geográficos de la zona.**

Se considerarán las condiciones climáticas locales en donde se instalará cada proyecto en específico; se deben recopilar y analizar las muestras mínimas, medias y máximas del medio ambiente para determinar una temperatura mínima mensual para la eficiente degradación de la materia orgánica. Para la región de Michoacán, la temperatura media anual es de 20°C, prevalece un clima cálido subhúmedo con un 54.5% de la región, mientras que el clima seco y semi-seco aparece en un 15% de la región.

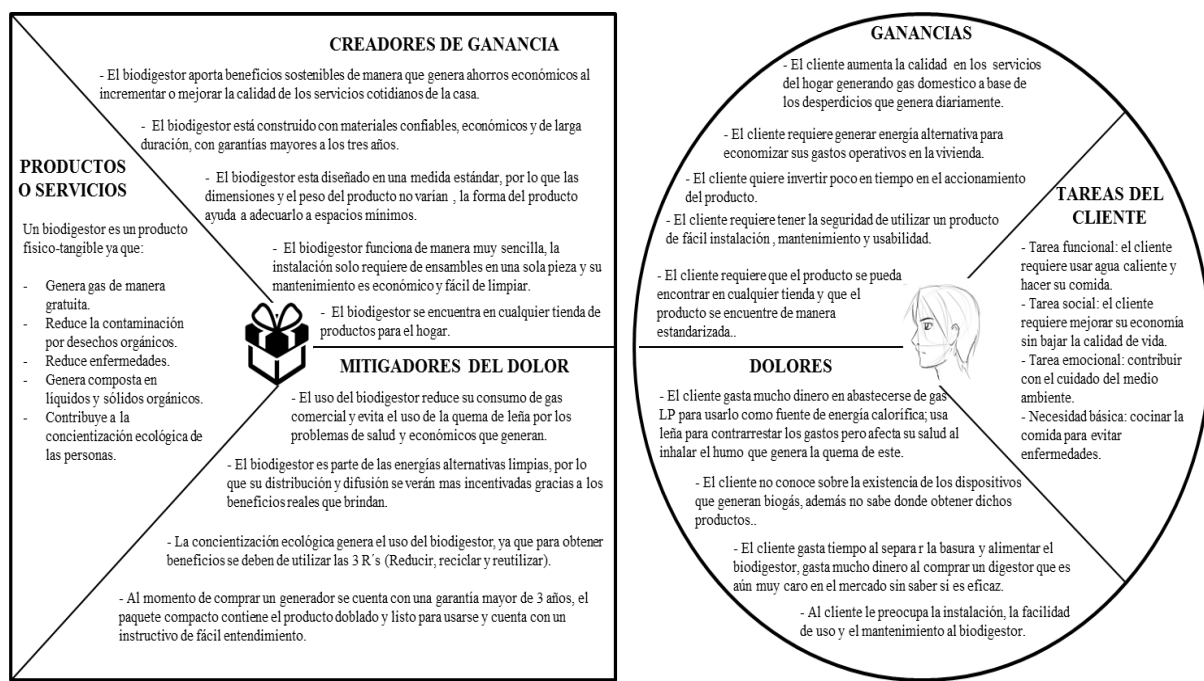
# CAPÍTULO 4.

## PROPUESTA DE VALOR.

- 4.1 Propuesta de valor.
- 4.2 Programa de planeación del proyecto.
- 4.3 Presentación de los prototipos.
- 4.4 Análisis del objeto.
  - 4.4.1 Proceso creativo.
- 4.5 Especificaciones del objeto.
  - 4.5.1 Producción de biogás.
- 4.6 Materiales.
  - 4.6.1 Propiedades de la cámara.
  - 4.6.2 Propiedades de las válvulas.
  - 4.6.3 Propiedades de la tubería.
  - 4.6.4 Propiedades de los adaptadores.
- 4.7 Costo - Beneficio.
  - 4.7.1 Incidencias del diseño del producto en los costos.
  - 4.7.2 Resumen de costos.
- 4.8 Normas y políticas aplicables.
- 4.9 El mercado.
  - 4.9.1 Canvas: modelo de negocio.
  - 4.9.2 Identidad gráfica.
  - 4.9.3. Cadena de valor.
  - 4.9.4 Benchmarking.
- 4.10 Apoyos gubernamentales.

### 4.1 Propuesta de valor.

La propuesta de valor propuesta es la siguiente:



### 4.2 Programa de planeación del proyecto.

- Definición del objetivo del proyecto.

El objetivo del proyecto es diseñar y construir un biodigestor anaeróbico de bajo costo para zonas rurales de escasos recursos, para generar energía calorífica a partir de desechos orgánicos de origen doméstico y agropecuario.

- Dividir el alcance en paquetes de trabajo.

1.- Planeación de actividades.	Elaboración del planeamiento y construcción del proyecto.
	Análisis de la información técnica investigada.
	Socialización con los involucrados (proveedores, mano de obra) en el proyecto.
2.- Diseño y Desarrollo del prototipo 1.	Definición del prototipo 1.
	Compra de materiales para la elaboración del prototipo 1.
	Fabricación del prototipo 1.
	Realizar pruebas experimentales al prototipo 1.

	Análisis de resultados al experimento con el prototipo 1.
3.- Diseño y Desarrollo del prototipo 2.	Definición del prototipo 2 (mejorado).
	Compra de materiales para la elaboración del prototipo 2.
	Fabricación del prototipo 2.
	Realizar pruebas experimentales al prototipo 2.
	Análisis de resultados al experimento con el prototipo 2.
4.- Presentación final.	Realizar ajustes para presentación final.
	Presentación final del prototipo mejorado.

- Definir actividades específicas por paquete.

Elaboración del planeamiento y construcción del proyecto.	Elaboración del programa de planeación documental del proyecto a seguir.
Análisis de la información técnica investigada.	Realizar la recopilación de la información, elaborar un mapa mental y no dejar atrás los puntos clave de la investigación.
Socialización con los involucrados (proveedores, mano de obra) en el proyecto.	Dialogar con los proveedores para acordar las ventajas de los materiales y los costos, convenir con la empresa maquiladora los porcentajes económicos.
Definición del prototipo 1.	Utilizar la información teórica y proponer un modelo de producto acorde a las cuestiones y problemáticas antes vistas, sin dejar atrás las características del diseño y costos de producción. Elaboración de los planos de construcción y requerimientos de fichas técnicas de los materiales.
Compra de materiales para la elaboración del prototipo 1.	Una vez dialogado con los proveedores, requerirles los materiales necesarios y adecuados para la elaboración del primer prototipo.
Fabricación del prototipo 1.	Una vez convenido los costos de producción con la empresa maquiladora, traducir los planos de construcción al objeto mismo respetando las características deseadas.

Realizar pruebas experimentales al prototipo 1.	Una vez fabricado el prototipo 1, el producto se enviara a un consumidor final para que haga uso del mismo en sus instalaciones para probar la efectividad del mismo.
Análisis de resultados al experimento con el prototipo 1.	Una vez probado el prototipo 1 en una vivienda real, se valorarán los resultados obtenidos en cuanto a los porcentajes de gas generados, la disposición de este y el ahorro económico verdadero por parte de los consumidores.
Definición del prototipo 2 (mejorado).	Se mejorarán las cuestiones de diseño, los principios teóricos de funcionamiento y los materiales que no contribuyan a la sostenibilidad del mismo producto; sin dejar atrás los objetivos primordiales para el desarrollo del nuevo producto.
Compra de materiales para la elaboración del prototipo 2.	Requerir los materiales necesarios y adecuados para la elaboración del prototipo mejorado.
Fabricación del prototipo 2.	Una vez convenido los costos de producción con la empresa maquiladora para el prototipo mejorado, traducir los planos de construcción al objeto mismo respetando las características e implementando mejoras técnicas para aumentar la calidad y eficiencia del producto.
Realizar pruebas experimentales al prototipo 2.	Se enviará el segundo prototipo para que sea puesto en funcionamiento en las condiciones naturales para probar su efectividad.
Análisis de resultados al experimento con el prototipo 2.	Se valorarán los resultados obtenidos en cuanto a los beneficios nuevamente obtenidos, la disposición del gas y el ahorro económico verdadero por parte de los consumidores.
Realizar ajustes para la presentación final.	Una vez obtenida la información de campo necesaria, se dispondrá a realizar los ajustes necesarios (diseño, material, funcionamiento y usabilidad) al prototipo para generar una

	propuesta final.
Presentación final del prototipo mejorado.	El prototipo se presentará a la audiencia correspondiente, expresando las razones y motivos de su concepción.

- Representar gráficamente la duración de las actividades en forma de diagrama.

ACTIVIDAD	SE P 1	SE P 2	SE P 3	SE P 4	OC T 1	OC T 2	OC T 3	OC T 4	NO V 1	NO V 2
<b>Elaboración del planeamiento y construcción del proyecto.</b>										
<b>Análisis de la información técnica investigada.</b>										
<b>Socialización con los involucrados (proveedores, mano de obra) en el proyecto.</b>										
<b>Definir prototipo 1.</b>										
<b>Compra de materiales a utilizar en el prototipo 1.</b>										
<b>Fabricación de prototipo 1.</b>										
<b>Pruebas experimentales a prototipo 1.</b>										
<b>Analizar los resultados a la experimentación del prototipo 1.</b>										

<b>Redefinir las variables a cambiar y definir el prototipo 2.</b>										
<b>Compra de materiales a utilizar en el prototipo 2.</b>										
<b>Fabricación de prototipo 2.</b>										
<b>Realizar pruebas experimentales a prototipo 2.</b>										
<b>Análisis de resultados a la experimentación del prototipo 2.</b>										
<b>Realización de ajustes pertinentes para la presentación final.</b>										
<b>Presentación final del prototipo 2 mejorado.</b>										

- Estimar costo de cada actividad.

AVTIVIDAD	\$ COSTO
Elaboración del planeamiento y construcción del proyecto.	NO APLICA
Análisis de la información técnica investigada.	NO APLICA

Socialización con los involucrados (proveedores, mano de obra) en el proyecto.	NO APLICA
Definir prototipo 1.	NO APLICA
Compra de materiales a utilizar en el prototipo 1.	\$ 400.00
Fabricación de prototipo 1.	\$ 300.00
Pruebas experimentales a prototipo 1.	NO APLICA
Analizar los resultados a la experimentación del prototipo 1.	NO APLICA
Redefinir las variables a cambiar y definir el prototipo 2.	NO APLICA
Compra de materiales a utilizar en el prototipo 2.	\$ 400.00
Fabricación de prototipo 2.	\$ 200.00
Realizar pruebas experimentales a prototipo 2.	NO APLICA
Análisis de resultados a la experimentación del prototipo 2.	NO APLICA
Realización de ajustes pertinentes para la presentación final.	\$ 500.00
Presentación final del prototipo 2 mejorado.	NO APLICA
TOTAL	\$ 1,800.00

- Calcular programa presupuesto y compararlo con el objetivo.

El presupuesto que se estima para llevar a cabo el diseño y desarrollo del biodigestor es de \$ 10,000.00 (Diez mil pesos 00/100 M.N.) ya que se espera obtener un producto de bajo costo y que no se requiera de una gran inversión para su propuesta. Dicho lo anterior, nos limitamos a que el presupuesto únicamente es para el desarrollo de la propuesta; posteriormente, la comercialización requerirá de más recurso para su lanzamiento.

Sin embargo, se dejó un estimado económico para cada rubro que se muestra a continuación:

Mano de obra._____	\$ 2,000.00
Materia prima._____	\$ 5,000.00
Conexiones y accesorios.____	\$ 1,000.00

### **4.3 Presentación de los prototipos.**

Durante el desarrollo de la investigación se fue ideando un modelo de producto que proporcionara las condiciones necesarias para realizar el proceso controlado de la fermentación anaeróbica de los elementos a descomponer.

El primer producto fue elaborado con materiales caseros, usando ensambles y subensambles de tubería de pvc, tanque plástico de polietileno, juntas plásticas, adhesivos sólidos y conexiones galvanizadas, sin embargo forman un producto carente de elementos de diseño; únicamente fue construido con el fin de ver el comportamiento de la cámara de fermentación y experimentar con los distintos tipos de materia orgánica para generar gas metano a partir del contenido energético. A continuación se muestra el primer prototipo experimental:



Primer prototipo experimental elaborado con envase plástico de polietileno.

El segundo prototipo fue elaborado mediante procesos de termo fusión plástica con una membrana de polietileno y conexiones y válvulas de pvc. El propósito de la utilización de la membrana fue para maximizar la reducción en los costos, sin embargo el material no fue resistente para el almacenamiento de ácidos debido a su fragilidad en la manipulación; además, no contaba con elementos de diseño debido a su forma tan simple. A continuación se muestra:



Segundo prototipo experimental a base de membrana de polietileno.

El tercer prototipo fue mejorado en cuestión de material por sus características económicas y por su durabilidad, utilizando técnicas de termo fusión plástica que

unen las pestañas del suaje, se utilizó fibra de poliéster recubierta de pvc y trama de hilo, tuberías y conexiones de pvc; la forma del producto se basa en una figura cilíndrica que permite la estabilidad de la materia dentro de la cámara y la comodidad de drenaje y limpieza del tanque. Aun cuando la funcionalidad del prototipo se demostraba, seguía careciendo de elementos de diseño y características estructurales para mantenerse erguido.



Tercer prototipo experimental a base de membrana de poliéster recubierta.

El cuarto prototipo se basa en un cubo compacto, unido por técnicas de termo fusión plástica, utilizando fibra de poliéster recubierta de pvc y trama de hilo, tuberías y conexiones de pvc. El diseño cúbico permite el mejor acomodo de la materia y los líquidos introducidos en la cámara para el drenaje y su limpieza; su tamaño compacto ayuda a su manipulación, usabilidad y posible transporte. Los elementos de diseño siguen careciendo, además de que necesita de una estructura que permita proteger el cuerpo y mantenerlo siempre erguido.

A continuación se muestra el cuarto prototipo en condiciones de operación normales, en el sitio de trabajo y en proceso de fermentación de la materia orgánica de una vivienda.



Cuarto prototipo de poliéster recubierto con forma cúbica compacta.

### **4.3.1 Propuesta de diseño.**

El prototipo final fue elaborado mediante procesos de termo fusión plástica con una membrana de polietileno, conexiones, tuberías y válvulas de pvc; debido a su factibilidad económica, mantenimiento y durabilidad, se siguen utilizando materiales comerciales. La estructura tubular busca dar estabilidad, protección y cuerpo al saco, además de que ofrece la posibilidad de actuar como agarradera en caso de tener que mover de lugar el biodigestor. A continuación se muestra el render del prototipo:



Prototipo final, de poliéster recubierto y con estructura tubular.

El biodigestor está diseñado para propiciar las condiciones ambientales necesarias para el proceso de fermentación anaerobia (vista en el capítulo

anterior), el factor más significativo para su mayor optimización es la temperatura. El producto debe estar ubicado en el exterior de la vivienda, en una zona abierta y expuesta a los rayos del sol ya que le ayuden a captar mayor temperatura (la más favorable es por encima de los 18°); el gas que genera es de carácter flamable, por lo tanto se sugiere necesario que se ubique en espacios donde pueda estar en contacto con el aire, en caso de alguna fuga. Para cuestiones de presión, es conveniente que el biodigestor no esté muy alejado de la estufa, donde se va a utilizar, ya que entre mayor distancia es menor la presión que pueda ejercer en la flama directa. Es necesario señalar que el prototipo final no cuenta con manómetro, ya que el gas generado no produce alta presión, únicamente puede ser significativa para tanques de grandes volúmenes.

El prototipo contiene una estructura tubular que da protección a la cámara, sin embargo, no la protege completamente y es necesario tener cuidado con la presencia de objetos punzocortantes, ramas y demás objetos que puedan causar daños al fermentador; se recomienda evitar acciones que puedan causar riesgos o peligros de fuga o incendio (evitar fumar cerca, golpear o manipular las válvulas indebidamente).

#### **4.3.2 Proceso de producción.**

El proceso de fabricación del biodigestor es simple e involucra actividades cotidianas, las cuales enlistamos a continuación:

1. Una vez que se tiene el rollo de membrana de polietileno, se extiende en una superficie grande y lisa para realizar las mediciones correspondientes al volumen deseado del contenedor.
2. Con un plumón, se marcan las líneas correspondientes a las 6 caras rectangulares, sin dejar de tomar en cuenta las pestañas para la unión con las demás.

3. Con unas tijeras industriales, se cortan 4 caras con las mismas dimensiones para formar las paredes laterales de la cámara y 2 más pequeñas para integrar el piso y techo de la cámara de fermentación. Estas actividades no pueden involucrar una plantilla general para formar un cubo ya que las dimensiones estandarizadas de lo alto de la membrana no lo permiten, además de evitar generar mayores desperdicios.
4. Para la unión de las caras laterales, se extienden en el piso las membranas cortadas doblando las pestañas de cada línea; se deben de acoplar las caras de manera en que las alturas coincidan.
5. Con una pistola de aire caliente, proceso de termo fusión, se calienta una de las pestañas y se adhiere a la otra; el proceso de la adherencia se lleva a cabo con un rodillo plástico deslizable, para quitar bordes indeseados y burbujas extrañas.
6. Una vez que hemos unido todas las caras, formando un cubo, se hacen las perforaciones correspondientes para los accesorios requeridos, los cuales son el tubo de entrada, dos juegos de bridas laterales y el arreglo de la salida de gas.
7. Se acoplan los accesorios a la cámara de fermentación calentando la membrana de polietileno con cada elemento; la membrana se funde, utilizando la pistola de aire caliente, incrustándose en cada accesorio formando un sello para eliminar todas las hendiduras existentes. (Todos los elementos están fabricados de poli cloruro de vinilo)
8. Se refuerza el sellado de los accesorios aplicando adhesivo plástico.
9. Se realizan pruebas de presión al biodigestor inyectando aire al interior con las entradas y válvulas cerradas; además, se introducen líquidos a la cámara para verificar que no haya fugas.
10. Se fabrica la estructura del biodigestor uniendo los tramos de tubería y pegando sus extremos con adhesivo plástico.

11. Por último, se pegan las etiquetas exteriores a la cámara del biodigestor y se acopla el fermentador a la estructura tubular.

#### **4.4 Análisis del objeto.**

##### 1. IDENTIFICACIÓN.

1.1. ¿Cómo se llama el objeto?

Fermethane

1.2. ¿El nombre tiene relación con su función?

Si, viene de las palabras en inglés ferment = fermentar y methane = metano

1.3. ¿Es fácil de recordar?

Si, en sus palabras técnicas

1.4. ¿Es conocido por otros nombres?

Generalmente es conocido por biodigestor o reactor orgánico

1.5. ¿Es conocido por el nombre del objeto o por su marca?

Es conocido por el nombre del objeto

1.6. ¿Lleva el nombre del autor o productor? ¿Es conocido, tiene prestigio en el mercado?

Lleva el nombre por su función, para lo cual no es muy común en el mercado.

##### 2. UTILIDAD O FUNCIÓN.

2.1. ¿Cuál es la función del objeto?

Aprovechamiento de los desperdicios, ofreciendo sostenibilidad a la vivienda.

2.2. ¿Qué utilidad tiene?

Generar gas metano

2.3. Además de la utilidad principal ¿Para qué se puede emplear?

Producción de composta orgánica.

##### 3. ANÁLISIS ANATÓMICO.

3.1. Describe el aspecto, la forma y las dimensiones (Dibuja el objeto a mano alzada acotándolo).

3.2. Explica por qué motivo o motivos tiene esa forma y esas medidas (por estética, porque es más cómodo, más práctico, ...).

El motivo de las medidas se basa en la capacidad de albergar la red sanitaria y los desechos orgánicos, la forma se basa en un diseño sencillo, debido a su ubicación, mantenimiento, comodidad y fácil uso.

3.3. ¿El objeto viene embalado o envasado? ¿El embalaje tiene toda la información necesaria para identificar el objeto? ¿Está convenientemente protegido?

El embalaje contendrá la información necesaria para el manejo del objeto frágil, envuelto en plástico, el producto vendrá en una caja de cartón rígido.

3.4. Nombra y numera cada una de las piezas que forma el objeto.

- 1.- Puerta de alimentación al biodigestor (1 pieza)
- 2.- Medidor de presión interna (1 pieza)
- 3.- Puerta de descarga de composta (1 pieza)
- 4.- Salida de gas metano (1 pieza)
- 5.- Medidor de temperatura interna (1 pieza)
- 6.- Salida de líquido orgánico (1 pieza)
- 7.- Cámara de fermentación (1 pieza)
- 8.- Entrada de red sanitaria (1 pieza)

3.5. ¿Qué características superficiales tiene? (Colores, acabado, textura, ...)

Color: azul  
 Acabado: mate  
 Textura: lisa

#### 4. ANÁLISIS FUNCIONAL.

4.1. ¿Cómo funciona el objeto globalmente?

El objeto, actualmente, es usado para la industria agroindustrial a gran escala, diseñado para colonias completas para su abasto de biogás.

4.2. ¿Cuál es la función de cada pieza dentro del objeto?

- 1.- Puerta de alimentación al biodigestor: alimentar el biodigestor con desechos/desperdicios orgánicos.
- 2.- Medidor de presión interna: medir la presión correcta para su mejor efectividad.
- 3.- Puerta de descarga de composta: retirar la composta del biodigestor.
- 4.- Salida de gas metano: línea de conexión entre el biodigestor y la toma de gas en la vivienda.
- 5.- Medidor de temperatura interna: medir la temperatura correcta para su mejor efectividad.
- 6.- Salida de líquido orgánico: retirar el líquido orgánico del biodigestor.
- 7.- Cámara de fermentación: mantener la cámara de digestión hermética.
- 8.- Entrada de red sanitaria: alimentar al biodigestor con desechos humanos.

4.3. ¿En qué principio se basa? ¿Qué propiedades han de tener?

Se basa en el principio de la fermentación por descomposición anaeróbica de los desechos/desperdicios orgánicos.

#### 4.4. ¿Qué relación hay entre las partes?

La relación que existe se basa en la alimentación, control de factores influyentes y la salida del producto esperado.

#### 4.5. ¿Qué normas de mantenimiento, manejo y seguridad tiene en cuenta?

Norma ISO 14001: Sistema de Gestión Ambiental.

Norma ISO 50000: Sistema de Gestión de la Energía.

Norma NOM-024-SSA1-1993: Salud ambiental, derivado de partículas aire.

Norma NOM-001-STPS-1993: Condiciones de seguridad e higiene.

Norma NOM-052-ECOL-1993: Niveles de toxicidad al ambiente.

Norma NOM-031-ECOL-1993: Límites de máximos contaminantes.

Norma NOM-005-STPS-1993: Sustancias inflamables y combustibles.

#### 4.6. ¿Están previstas las situaciones de riesgo para el usuario?

Se prevé la inflamabilidad del producto (biogás).

#### 4.7. ¿Está adaptado el objeto a las características físicas y psicológicas de las personas?

Si, ya que pretende cubrir algunas de las necesidades básicas de las personas; este objeto está diseñado para personas que tengan una conciencia ecológica y de sustentabilidad del hogar.

#### 4.8. ¿Qué energía utiliza para su funcionamiento?

No utiliza ningún tipo de energía para su funcionamiento, ya que el objeto proporcionará la misma.

### 5. ANÁLISIS TÉCNICO.

#### 5.1. ¿Qué tecnologías se utilizaron para su fabricación?

Se requirió de una pistola eléctrica de termo fusión y adherencia de materiales.

#### 5.2. ¿Qué procesos de fabricación y de montaje se siguieron?

Termo fusión y ensamble.

#### 5.3. ¿Qué herramientas hay que utilizar?

La herramienta a utilizar es una pistola profesional de aire caliente.

#### 5.4. ¿Con que materiales está construido?

Está construido con membranas plásticas de poliéster, recubierto de pvc y trama y piezas de pvc.

#### 5.5. ¿Por qué crees que se utilizaron esos materiales?

Por la necesidad de mantener la temperatura apropiada y la hermeticidad necesaria, además de los precios bajos para el objeto final.

#### 5.6. ¿Qué ventajas tiene ese material frente a otros materiales posibles?

Es duradero, económico y mejora las exigencias del proceso de fermentación.

5.7. ¿Puede el objeto alterar en determinadas ocasiones las condiciones ambientales?

Si puede mejorar las condiciones ambientales, ya que reducirá la contaminación.

5.8. ¿Qué problemas presentan esos materiales? (Tóxicos, duran poco, son caros, ...)

La fibra de poliéster es económica, duradera y su mantenimiento es común y fácil.

5.9. ¿El objeto cumple las normas establecidas?

Si, ya que nos enfocamos a cumplir cada una de ellas.

## 6. ANÁLISIS ECONÓMICO.

6.1. ¿Qué factores económicos influyen sobre...:

-El proceso de fabricación.

La manipulación de la materia prima es de bajo costo.

-La elección de los materiales.

La fibra de poliéster es de bajo costo.

-La forma de cada elemento y del conjunto.

El ensamble de todos los elementos es muy fácil y económico.

6.2. ¿Cuál es el precio del objeto?

Tiene un precio aproximado de 750.00 pesos mexicanos, dependiendo de la capacidad deseada.

6.3. ¿Es adecuado el precio del objeto si se compara con el de otros objetos parecidos que cumplan igual función?

Si, ya que los biodigestores de la competencia tienen características diferentes y son excesivamente más caros.

## 7. ANÁLISIS SOCIOLÓGICO.

7.1. ¿Cuáles son las razones de su existencia? ¿Qué necesidades satisface?

La razón de la existencia del biodigestor es para satisfacer la necesidad del usuario en base a la obtención de combustible, ahorro en gas comercial, cambio a hábitos ecológicos, desabasto de combustibles actuales y reducción del impacto ambiental.

7.2. ¿Es aceptado por el público?

Si, ya que pretende cambiar la calidad de vida de las personas de escasos recursos.

7.3. ¿Se hace publicidad de él, como lo ha presentado?

En la actualidad no es un objeto muy utilizado en la vida cotidiana, sin embargo pretende lanzarse como un equipo básico.

7.4. ¿Qué impactos ambientales origina su fabricación, uso y desecho? (Disponibilidad de materia prima, efectos contaminantes sobre el medio ambiente, demandas energéticas y posibles efectos de agotamiento de recursos y contaminantes, incidencia de los residuos, ...)

Generará un bajo impacto ambiental ya que ayudará a la conservación del medio ambiente, ayudará en mejorar la economía familiar y reducirá el impacto ambiental por el uso de energías no renovables.

7.5. ¿Qué posibilidades de reciclaje tiene?

Los materiales que lo conforman pueden ser reutilizados para diversas actividades.

## 8. ANÁLISIS HISTÓRICO.

8.1. ¿Cómo y porque surge el objeto?

Por los altos índices de intoxicaciones y muertes que causan las viviendas que utilizan leña, en las viviendas de escasos recursos, y el impacto ambiental actual.

8.2. ¿Cuál ha sido la evolución de ese objeto?

Ha ido evolucionando gradualmente, desde su uso hasta la forma en que presenta.

8.3. ¿Qué se usaba antes de este objeto?

Se usaba un tipo de biodigestor casero, a base de materiales no duraderos y a gran escala.

8.4. ¿En qué época se fabricó por primera vez?

Se fabricó por primera vez en el siglo XIX.

8.5. ¿Cómo ha evolucionado?

Ha ido evolucionando según el giro al que está enfocado, pero el principio sigue siendo el mismo.

8.6. ¿Cuál crees que será su futuro?

Será un dispositivo necesario para el abasto de biogás en todo lugar para la producción de electricidad, combustible y protección ambiental.

## 9. ANÁLISIS ESTÉTICO.

9.1. ¿Qué apariencia tiene?

Una cámara cilíndrica con válvulas.

9.2. ¿Es un objeto simple o complejo? ¿Tiene formas y dimensiones proporcionadas? ¿Qué ocurriría si su tamaño fuese mayor o menor?

Es un objeto complejo, ya que consta de varios ensambles, tiene dimensiones proporcionales. Si su tamaño aumentara, aumentaría su capacidad de producción pero no sería práctico para el espacio al que está pensado.

9.3. ¿Qué sensaciones te causan sus características superficiales?

Simplicidad, amigable al gusto y al tacto.

9.4. ¿Te parece adecuado el lugar de ubicación del objeto? ¿Guarda armonía, o por el contrario contrasta con su entorno?

Está diseñado para ser un dispositivo básico del hogar, se ubica en lugares abiertos y por lo tanto debe de estar a la vista, manteniendo la armonía de la vivienda.

9.5. ¿Qué ocurriría si se sometiera a vibraciones continuas?

Se alterarían los medidores que ensamblan el dispositivo.

9.6. ¿Qué ocurriría si se tuviera que trabajar en lugares húmedos o con materiales inflamables?

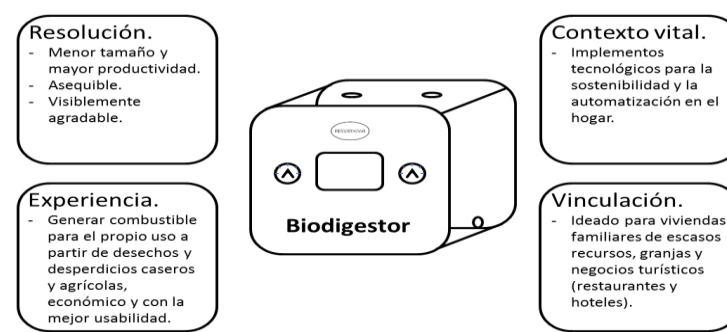
El biodigestor está diseñado para estar en la intemperie, sin embargo debe de estar bajo techo para evitar la corrosión natural del agua y el sol; además, la humedad no es un factor significativo; por último, el producto contiene gases inflamables y debe de estar bajo cuidados especiales.

#### **4.4.1 Proceso creativo.**

El diseño del objeto está centrado mayormente en su funcionalidad, no en la forma y apariencia física del objeto (como ya se había mencionado anteriormente); sin embargo, su requerimiento de diseño se basa en una forma simple, con un grado de estilización que le sea atractivo al usuario y con líneas y curvas limpias para crear un objeto amigable a su manipulación; no cuenta con un interruptor de accionamiento ya que está planteado para la alimentación-descarga manual de desperdicios y gases en un ambiente controlado.

Al hablar de naturalización, el objeto está ligado a la simplicidad de su estética, de cierta cotidianeidad, el uso de materiales económicos integran un objeto a bajo costo para los usuarios. El objeto es funcional puesto que no se le invertirá mucho tiempo para su uso, el espacio donde se ubicará estará destinado a las áreas libres donde no pueda molestar visualmente. Las necesidades que crea este objeto están enfocadas a la psicología del usuario, en base a la experiencia de autosuficiencia y sostenibilidad para el hogar, al mismo tiempo que el objeto tiene una función tangible ya que el usuario tiene que interactuar con él de manera física.

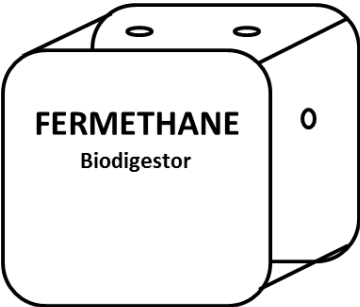
Algunos de los elementos más importantes para el diseño del producto aparecen en el recuadro siguiente, es importante señalar que siendo un producto existente en el mercado, la innovación realizada al biodigestor se basa principalmente en el uso de materiales baratos para su fabricación, además de darle una apariencia estética más agradable a la vista del usuario.



Las propuestas antes presentadas (apartado 4.3) anteceden a la solución final en base a las características más significativas en el funcionamiento, eficacia y viabilidad del producto.

#### **4.5 Especificaciones del objeto.**

Algunas de las especificaciones del objeto son:



Capacidades	600 litros	1500 litros	3300 litros
Ancho	0.75 m	1 m	1.5 m
Longitud	0.75 m	1 m	1.5 m
Altura	1.20 m	1.5 m	1.5 m
Color	Azul	Azul	Azul
Acabado	Brillante	Brillante	Brillante
Peso	3 kg	8 kg	15 kg
Durabilidad	2 años	2 años	2 años

### **4.5.1 Producción de biogás.**

La producción de biogás depende de la cantidad de materia con que se alimenta el biodigestor y la capacidad de almacenaje del mismo; una familia de 5 integrantes requiere de 1.50 m<sup>3</sup>/día de gas metano para cocinar 5 horas de uso continuo con el mismo gas, ya que cada hora gasta 0.30 m<sup>3</sup>. Para cubrir los gastos de biogás en la vivienda rural requerimos de cierto número de animales que produzcan el volumen necesario para alimentar al biodigestor; a continuación se muestra un estimado de la producción de gas con las cantidades de animales siguientes:

Número de animales	Kg estiércol/día	Biogás m <sup>3</sup> /día
3 vacas	30	1.20
4 puercos	9	0.50
15 gallinas	2.7	0.15
TOTAL	41.70	1.85 m <sup>3</sup> /día

Tipo de animal	Relación estiércol : agua
Bovino	1 : 1
Porcino	1 : 3
Aves	1 : 3

Número de animales	Kg estiércol + lt agua	Mezcla lt/día
3 vacas	30 kg + 30 lt	60
4 puercos	9 kg + 27 lt	36
15 gallinas	2.7 kg + 8.1 lt	10.80
TOTAL		106.80 lt/día

Teniendo en cuenta que se tiene un tiempo de residencia de 30 días, una temperatura mínima de 22° C y el volumen diario de mezcla es de 106.80 lt/día para cubrir la necesidad diaria de 1.50 m<sup>3</sup>/día de gas metano, se tiene:

Volumen del biodigestor =  $106.80 \text{ lt/día} \times 30 \text{ días} = 3204 \text{ litros} = 3.2 \text{ m}^3$ .

Por lo tanto, a continuación se muestra la cantidad de gas metano que se produce para cada tamaño.

Capacidad (lt)	Volumen diario de mezcla (lt/día)	Tiempo de retención (días)	Producción de biogás (m <sup>3</sup> /día)	Horas de uso continuo (hr)
600 lt	19.41 lt/día	30 días	0.389 m <sup>3</sup> /día	1.29 hr
1500 lt	48.54 lt/día	30 días	0.866 m <sup>3</sup> /día	2.88 hr
3300 lt	106.80 lt/día	30 días	1.94 m <sup>3</sup> /día	6.46 hr

#### **4.6 Materiales.**

Los materiales que se utilizan para la fabricación del biodigestor fueron seleccionados en base a las características que aportan; factores como la durabilidad de los elementos, la facilidad de manipulación, el proceso que implica la fusión de todos los componentes mediante la aplicación de aire caliente (para su mejor sellado y posterior hermeticidad), la facilidad de suministro (ya que son productos muy comerciales) y que integran un producto a muy bajo costo.

A continuación se muestran los elementos principales que conforman el biodigestor y el tipo de material con el que están fabricados.

**Cámara:** el cuerpo del biodigestor está fabricado en una fibra de poliéster, recubierta de poli cloruro de vinilo (pvc), el cual esta entretejida con trama de hilos; dicha cámara guarda los elementos a fermentar y sirve como almacén temporal del gas generado.

**Adaptadores:** se utilizan adaptadores de poli cloruro de vinilo (pvc), los cuales sellan las salidas y entradas, a la cámara, para la conducción del material; sus bridas sirven como conectores de las válvulas.

**Válvulas:** las válvulas que se utilizan son de poli cloruro de vinilo (pvc) y se utilizan para la apertura o cierre de los líquidos y sólidos contenidos en la cámara de fermentación.

**Tubería:** se utiliza tubería de poli cloruro de vinilo (pvc) para la conducción de los desechos orgánicos y para la estructura que da soporte y protección a la cámara de fermentación.

#### 4.6.1 Propiedades de la cámara.

A continuación se muestran las especificaciones de la membrana empleada en el biodigestor:

Características.	Descripción.
Fibra.	Poliéster.
Recubrimiento.	PVC.
Hilos.	1000 x 1000.
Trama.	14 x 14.
Resistencia a la ruptura.	Pie 38+/-5% Trama 34+/-5%.
Resistencia al Rasgado.	Pie 41+/-5% Trama 41+/-5%.
Adhesión.	>3.5 Kgf/cm.
Espesor.	0.55 mm +/- 5%.

#### 4.6.2 Propiedades de las válvulas.

A continuación se muestran las especificaciones de las válvulas empleadas en el biodigestor:

<p><b>Fabricadas en PVC o CPVC</b> Excelente compatibilidad con los sistemas de PVC, como los utilizados en el riego de césped, las piscinas, los spas, los jardines de agua y otras aplicaciones de uso ligero. (Disponible en CPVC solamente hasta 2 pulg.)</p> <p><b>Unidad sellada de una sola pieza</b> Jamás requiere ajustes.</p> <p><b>Asiento para bola de Teflon®</b> El diseño del asiento flotante de PTFE provee funcionamiento suave y reduce el desgaste.</p> <p><b>Aros tóricos selladores de EPDM</b> Los aros tóricos elastoméricos de EPDM de alto grado son resistentes a la abrasión.</p> <p><b>Diámetro interior grado 80</b> En la posición totalmente abierta, su orificio interior de abertura prácticamente elimina la caída de presión y proporciona flujo completo.</p>	<p><b>Mango de polipropileno de alto impacto</b> Diseño con tope a ambos lados.</p> <p><b>Vástago Safe-T-Shear®</b> Ayuda a evitar que se fuguen los fluidos de las tuberías en caso de dañarse el vástago de la válvula de bola. El vástago de alta resistencia posee un punto de corte especial para controlar su rotura accidental. Si se aplica torsión excesiva la rotura ocurre por encima del arco tórico del vástago y deja intacta la empacquetadura hasta que se reemplaza la válvula.</p> <p><b>Presión nominal de 150 psi</b> Es la presión interna máxima a 73°F para una variedad de aplicaciones.</p> <p><b>Certificación de National Sanitation Foundation (NSF) para servicio en sistemas de agua potable</b> Todas las válvulas de bola para servicios utilitarios están certificadas por NSF International para servicio en sistemas de agua potable.</p>
<p><b>Ejemplo de especificaciones técnicas</b></p> <p>Todas las válvulas de bola termoplásticas serán unidades selladas para servicios públicos, fabricadas en PVC de tipo I y clasificación de celdas 12434, o en CPVC de tipo IV y clasificación de celdas 23447. Todos los aros tóricos serán de EPDM. Todas las válvulas tendrán un vástago Safe-T-Shear y manivela de polipropileno de doble parada. Todas las válvulas estarán certificadas por National Sanitation Foundation (NSF) para servicio en sistemas de agua potable. Todas las válvulas soportarán una presión nominal de 150 psi para agua a 73°F, según las normas de fabricación de Spears Manufacturing Company.</p>	

**Dimensiones, Pesos y Valores de C<sub>v</sub>**

Dimensión Nominal	Referencia de la Dimensión (pulgadas, ± 1/16)					Peso Aprox. (Lbs.)		Valores de C <sub>v</sub> <sup>2</sup>
	A	B <sup>1</sup>	C	D	E	PVC	CPVC	
1/2	1-9/16	1-5/16	2-3/4	1-9/16	2-11/16	.17	.20	.46
3/4	1-15/16	1-9/16	3-1/16	2	3-3/16	.28	.31	.91
1	2-3/16	1-15/16	3-9/16	2-5/16	3-1/2	.40	.43	1.60
1-1/4	2-5/8	2-1/8	4-1/32	2-11/16	3-3/4	.60	.63	3.06
1-1/2	3-1/32	2-1/2	4-11/16	3-1/8	4-1/4	.93	.95	4.29
2	3-7/8	3-3/32	5-3/8	3-3/4	4-11/16	1.37	1.90	7.55
3	6	5-1/8	8-5/8	5-3/4	9-7/8	5.92	---	16.60
4	7-3/8	6-5/32	10-5/32	6-5/8	10-27/32	9.50	---	31.29
6	9-29/32	8-3/32	14-3/16	6-15/32	10-13/16	21.48	---	79.42

1. Longitud neta de la válvula.  
2. Opciones por minuto en 1 PSI de pérdida de la presión. Los valores fueron calculados usando la longitud neta de la válvula, basada en el derivado de la ecuación de Hazen-Williams con el factor de dureza de superficie de C=150.

**Clasificación de Presión de la Temperatura**

Temperatura de Funcionamiento del Sistema F (°C)	73 (23)	100 (38)	110 (43)	120 (49)	130 (54)	140 (59)	150 (66)	160 (71)	170 (77)	180 (82)	190 (88)
Clasificación de Presión de la Válvula psi (MPa)	PVC (1.03)	150 (.95)	124 (.85)	100 (.69)	75 (.52)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)
	CPVC (1.03)	150 (.97)	140 (.90)	130 (.83)	120 (.76)	110 (.69)	100 (.62)	90 (.55)	80 (.48)	70 (.41)	60 (-0-)

### 4.6.3 Propiedades de la tubería.

A continuación se muestran las especificaciones de la tubería empleada en el biodigestor:

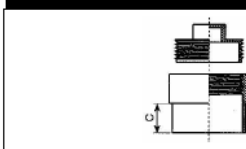
DIAMETRO NOMINAL		REFERENCIA		DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO		ESPESOR DE PARED MINIMO		PESO METRO
(mm)	(pulgada)	TUBO 5 METROS	TUBO 6 METROS	(mm)	(pulgada)	(mm)	(pulgada)	(kg)
48	1 1/2	1110015006	1110016006	48.26	1.900	2.79	0.110	0.6
60	2	1110015007	1110016007	60.32	2.375	2.92	0.115	0.8
82	3	1110015009	1110016009	82.56	3.250	3.18	0.125	1.2
114	4	1110015010	1110016010	114.30	4.500	3.30	0.130	1.8
168	6	1110015011	1110016011	168.28	6.625	4.12	0.162	3.3
219	8	1110015012	1110016012	219.08	8.625	5.33	0.209	5.4

### 4.6.4 Propiedades de los adaptadores.

A continuación se muestran las especificaciones de los adaptadores empleados en el biodigestor:

DIAMETRO NOMINAL		REFERENCIA	C MINIMO
(mm)	(pulgada)		mm
60	2	2110000107	19
83	3	2110000109	38
114	4	2110000110	44
168	6	2110000111	76

**ADAPTADOR DE LIMPIEZA**



DIAMETRO NOMINAL		REFERENCIA	C MINIMO
(mm)	(pulgada)		mm
48	1 ½	2110015006	17
60	2	2110015007	19
83	3	2110015009	38
114	4	2110015010	44

DIAMETRO NOMINAL		REFERENCIA	C MINIMO
(mm)	(pulgada)		mm
60 x 42	2 x 1 ¼	2110022575	17
60 x 48	2 x 1 ½	2110022576	17

DIAMETRO NOMINAL		REFERENCIA	C MINIMO
(mm)	(pulgada)		mm
48	1 ½	2110025006	17
60	2	2110025007	19
83	3	2110025009	38
114	4	2110025010	44
168	6	2110025011	76

#### 4.7 Costo - Beneficio.

El costo beneficio es una herramienta que se utiliza para medir la rentabilidad de la inversión o el negocio, además de que es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar. A continuación se muestra el análisis costo-beneficio en la fabricación de biodigestores:

Se establece la relación:

Costo Beneficio = Precio de venta / Costos de producción

Para el biodigestor de **600 litros**

Costo beneficios = 970.00 / 634.00 = 1.52

Para el biodigestor de **1500 litros**

Costo beneficios = 1420.00/ 942.00 = 1.50

Para el biodigestor de **3300 litros**

Costo beneficios =  $1780.00 / 1185.00 = 1.50$

Por lo tanto, como los resultados fueron mayores a 1, el margen de ingresos es mayor al margen de egresos; por lo tanto se considera que es un negocio viable, en cuestión de costos.

#### **4.7.1 El diseño del producto en los costos.**

El biodigestor fue diseñado y desarrollado para cumplir con la tarea de apoyar a las personas que viven en zonas rurales de escasos recursos, de esta manera se buscaron materiales y accesorios que fueran de bajo costo y al alcance de cualquier persona. Sin embargo, el diseño del objeto se basó en la creación de un dispositivo que fuera de pequeñas dimensiones para su uso, mantenimiento y comercialización (ya que se diseñaron capacidades estandarizadas para cubrir con la generación requerida con el cliente); la forma cúbica ayuda a que la materia se acomode y pueda ser removida fácilmente; el material fue seleccionado para que los usuarios puedan actuar de manera inmediata, parchando el cuerpo en caso de una pinchadura, sin necesidad de acudir a especialistas.

Como ya se mencionó anteriormente, la forma, la textura y los colores se seleccionaron para crear un producto que pueda ser capaz de crear en el cliente una sensación de tranquilidad y confianza al usar el dispositivo.

#### **4.7.2 Resumen de costos.**

A continuación se muestra el resumen detallado de los costos totales de producción para cada biodigestor, según su capacidad, ya que varían los costos al aumentar la cantidad de material y las capacidades de los accesorios que lo integran.

<b>Biodigestor FERMETHANE, capacidad de 600 litros.</b>		
Fibra de poliéster	4 m x 1.50 m	\$320.00
Válvulas globo pvc ½"	2 válvulas	\$ 60.00
Tubo pvc 1 1/2"	3 m	\$ 80.00
Juego de adaptadores pvc	4 juegos	\$ 18.00
Manómetro de presión	1 pieza	\$ 56.00
Mano de obra	1 pieza	\$100.00
TOTAL		\$634.00

<b>Biodigestor FERMETHANE, capacidad de 1500 litros.</b>		
Fibra de poliéster	6 m x 1.50 m	\$480.00
Válvulas globo pvc 2"	2 válvulas	\$ 80.00
Tubo pvc 1 1/2"	5 m	\$140.00
Juego de adaptadores pvc	4 juegos	\$ 36.00
Manómetro de presión	1 pieza	\$ 56.00
Mano de obra	1 pieza	\$150.00
TOTAL		\$942.00

<b>Biodigestor FERMETHANE, capacidad de 3300 litros.</b>		
Fibra de poliéster	8 m x 1.50 m	\$640.00
Válvulas globo pvc 4"	2 válvulas	\$100.00
Tubo pvc 1 1/2"	7 m	\$196.00
Juego de adaptadores pvc	4 juegos	\$ 43.00
Manómetro de presión	1 pieza	\$ 56.00
Mano de obra	1 pieza	\$150.00
TOTAL		\$1185.00

#### **4.8 Normas y políticas aplicables.**

Las normas y políticas aplicables al producto en desarrollo son de vital importancia, sin embargo no todas son aplicables completamente al proyecto físico debido a sus características de forma, material, condiciones y uso. A continuación se enlistan las principales:

- Norma **NOM-008-SESH/SCFT-2010**. Recipientes transportables para contener Gas L.P. Especificaciones de fabricación, materiales y métodos de prueba. Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones técnicas mínimas de diseño, de fabricación y de seguridad, así como los métodos de prueba que como mínimo, deben cumplir los recipientes transportables para contener gas licuado de petróleo, reabastecibles, con capacidad de almacenamiento nominal de hasta 45 kg, que se utilicen en los Estados Unidos Mexicanos para la distribución de dicho hidrocarburo.
  
- Norma **NOM-006-CONAGUA-1997**. Fosas sépticas prefabricadas, especificaciones y métodos de prueba. Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba de las fosas sépticas prefabricadas, para el tratamiento preliminar de las aguas residuales de tipo doméstico, con el fin de asegurar su confiabilidad y contribuir a la preservación de los recursos hídricos y del ambiente.
  
- **Norma ISO 14001**. Sistema de Gestión Ambiental. Es una norma aceptada internacionalmente que establece cómo implantar un sistema de gestión medioambiental (SGM) eficaz. La norma se ha concebido para gestionar el delicado equilibrio entre el mantenimiento de la rentabilidad y la reducción del impacto medioambiental.
  
- **Norma NOM-024-SSA1-1993**. Salud ambiental, derivado de partículas en el aire. Criterio para evaluar la calidad del aire, partículas suspendidas totales (PST). Valor permisible para la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

- **Norma NOM-005-STPS-1993.** Sustancias inflamables y combustibles: Establece las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo. La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se manejen, transporten o almacenen sustancias químicas peligrosas.

#### **4.9 El mercado.**

Actualmente, las granjas dedicadas a la cría de animales aprovechan los desechos y desperdicios que estas generan para generar combustible que les permite aumentar la calidad en los servicios de las viviendas; sin embargo, hay aún un nicho muy pequeño que no se explota y que puede ser revolucionario para la sostenibilidad de las viviendas, llegando a ser una innovación básica, tecnológicamente necesaria para el desarrollo de las personas.

Los biodigestores en el mercado mexicano no son muy comerciales pues es una nueva tecnología que aún no es conocida por muchas partes de la población, sin embargo, el mercado que aprovecha es la agroindustria ya que permite el proceso de materia en nutrientes vivos para el mejoramiento de los cultivos. Además es aprovechado por la industria alimenticia como un dispositivo de valor que genera gas para obtener energía calorífica, en otras palabras, se obtiene biogás para alimentar la instalación eléctrica y usarlo como combustible para cocinar los alimentos.

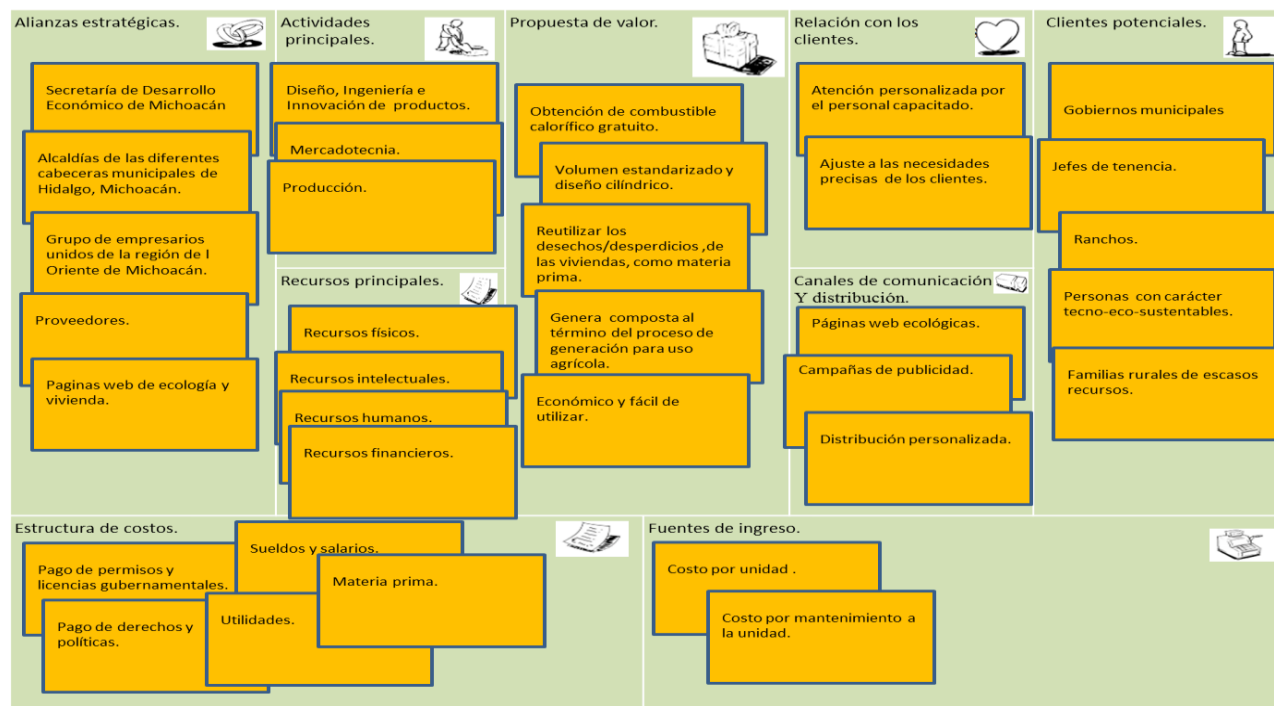
Muchos de los problemas que se generan en la actualidad en cuanto a cuestiones económicas, sociales y ambientales, se pueden resolver en cuanto a alternativas tecnológicas, al sustituir insumos con alto grado de impacto en materia inofensiva, con muchos beneficios energéticos y económicos. Algunas tendencias que sigue el mercado de los biodigestores es la transformación de las casas tradicionales por las casas inteligentes, donde las casas inteligentes son de carácter sostenible, ya que genera los propios insumos a base de sus mismos desechos.

La SENER considera que existe un potencial de 3,000 MW para generación de energía eléctrica con biogás proveniente de la recuperación y aprovechamiento del metano a partir de residuos animales, residuos sólidos urbanos (RSU) y tratamiento de aguas negras (SENER, 2010). En 2010 existían en México, 721 biodigestores, de los cuales 367 en operación y 354 en construcción (FIRCO, 2011).

De éstos, 563 biodigestores son financiados bajo el esquema del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), 154 con apoyo del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) y 4 biodigestores a través de la Iniciativa Metano a Mercados. El 8% de las granjas porcícola cuentan con biodigestores, de los cuales el 20% dispone de moto-generadores con 70% en funcionamiento. La potencia total instalada es de 5.7 MW

#### 4.9.1 Canvas: modelo de negocio.

A continuación se muestra el lienzo con el modelo de negocio propuesto:



#### **4.9.2 Identidad gráfica.**

La primera presentación de la marca del producto se basaba en un estilo muy básico sin alguna forma gráfica e historial de colores definida, a continuación se muestra:



La nueva identidad se basa en un diseño sencillo con algunos elementos que contrastan la limpieza del producto (por la finalidad del sistema) con los elementos que llamen la atención al cliente.



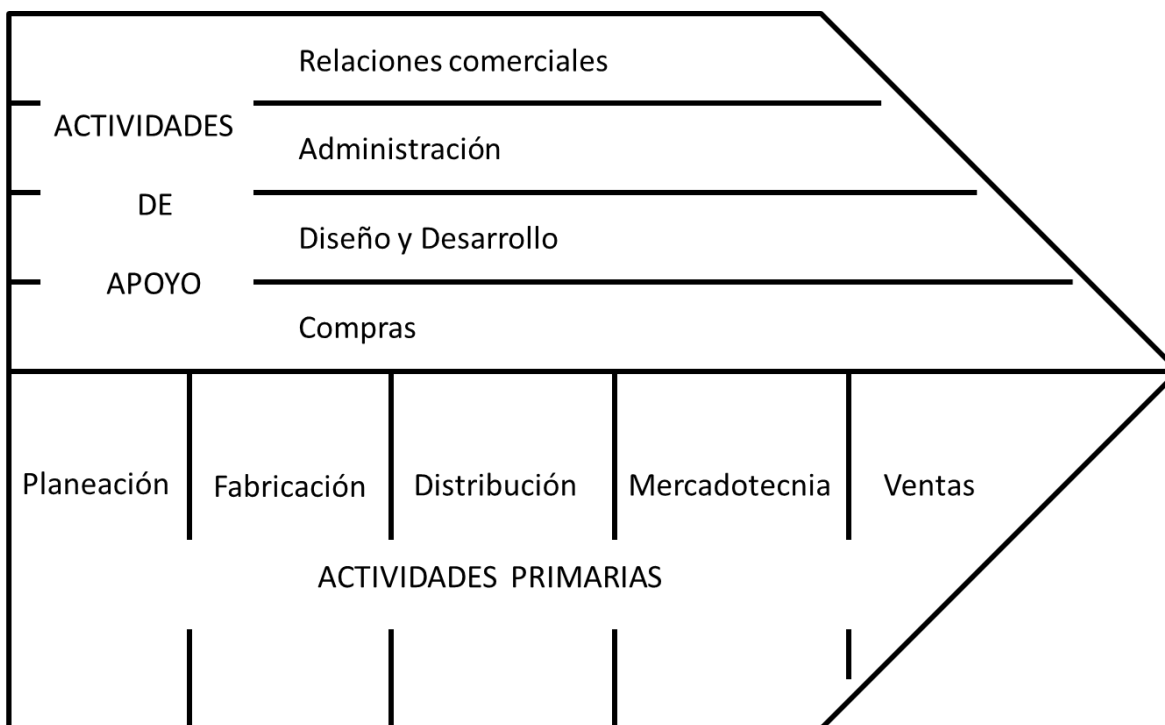
Finalmente se presenta la imagen gráfica definitiva de la marca donde el acomodo de la marca en forma de escudo con las esquinas suavizadas busca generar un contraste contra el material de la lona azul, y que los colores, azul oscuro buscan

un acento de orden y limpieza contrastado contra el color naranja que es color complementario del azul.



#### **4.9.3 Cadena de valor.**

A continuación se muestran las actividades principales en la cadena de valor:



Las actividades clave para enfoque son:

- Planeación de actividades. La planeación tiene el mayor peso en las actividades clave, ya que por este medio se organizarán todos los procesos, volúmenes de materia prima y producción necesaria que se dispondrá a salir a la venta.
- Compra de materiales. Los precios de compra de los materiales significan la existencia de nuestro mercado, ya que en volúmenes grandes de producción, se deben de conseguir los mejores costos para seguir siendo los líderes en la fabricación de biodigestores económicos.
- Mercadotecnia. Al ser un producto innovador por las características estandarizadas, se debe de dar a conocer en todos los mercados referentes al hogar.

#### **4.9.4 Benchmarking.**

La siguiente tabla muestra la comparativa entre algunas empresas que fabrican biodigestores a nivel nacional; se muestra la calificación que se otorgó en base a la importancia de los atributos a los cuales se consideró. La calificación se da del 1 al 5, siendo el 5 el mejor puntaje.

<b>CATEGORIA</b>	<b>Atributo: Tipo</b>	<b>Atributo: Material</b>	<b>Atributo: Capacidades</b>	<b>Atributo: Precio</b>
<b>Rotoplas</b>	4	4	5	\$51,880.75 \$26,772.00 \$ 7,918.10 \$ 5,634.05
<b>Biogemex</b>	3	3	3	Varía de acuerdo a las necesidades del cliente.
<b>Fermethane</b>	4	4	4	\$ 1,780.00 \$ 1,420.00 \$ 970.00
<b>Green beat</b>	4	3	2	No disponible
<b>Sistema Biobolsa</b>	3	3	3	Varía desde los \$20,000.00 hasta los \$260,000.00.

El atributo de tipo se refiere a la forma y modo de empleo para el usuario, el atributo de material se refiere a las características de cada uno de los materiales con que está fabricado cada producto, el atributo de las capacidades se refiere a la diversidad de tamaños que maneja cada marca (dependiendo del sector) y el atributo de los precios se refiere a la comparación de cada uno de los productos para cada marca. A continuación se muestran los biodigestores indicados en la tabla de arriba.



Biodigestor tipo capsulafija; Rotoplas propone un sistema completo de fermentación y limpieza de aguas residuales, utilizado como fosa séptica; su grado de instalación, manejo y mantenimiento proponen principalmente un producto casero de muy altos costos. Utiliza materiales de fabricación durables y resistentes para las funciones que realiza, fabricado en un envase plástico sólido. Se presenta en diferentes capacidades para satisfacer a las diversas necesidades que el cliente requiera.



Biodigestor tipo laguna, Biogemex propone un sistema de biodigestión a gran escala, derivado de los desechos generados en colonias o granjas con necesidades de grandes volúmenes de energía; consta de

una membrana plástica que cubre la construcción de una plataforma tipo aljibe, sin embargo la infraestructura que requiere es complicada y cara, por lo tanto el costo del producto final varía de acuerdo a la capacidad que pueda cubrir.



Biodigestor tipo capsula flexible, Fermethane propone un sistema de fermentación casera, derivado de pequeñas cantidades de desechos orgánicos fecales producidas en las viviendas rurales; se generan únicamente cantidades de energía para el abasto de la propia vivienda. Su diseño es compacto, su precio es muy económico (ya que consta de una membrana plástica flexible y está protegida con una estructura tubular) y se presenta en diferentes capacidades según el aprovechamiento y las necesidades del usuario.



Biodigestor tipo capsula fija, Green Beat propone un sistema de tanques plásticos sólidos para el filtrado y la fermentación de aguas residuales caseras; está formado por envases plásticos sólidos de baja densidad. Únicamente se presenta para una sola capacidad, el cual está diseñado para alimentar las necesidades básicas en una vivienda.



Biodigestor tipo laguna, Sistema Bio-bolsa propone un complejo producto derivado de una membrana plástica (de baja densidad y poca resistencia - durabilidad) y la construcción de una plataforma tipo aljibe. Está enfocado al abastecimiento de colonias o granjas que requieren generar grandes cantidades de energía y que producen cantidades considerables de desechos. Generalmente se diseña en base a las necesidades productivas y al espacio requerido por el usuario, debido a esto su precio varía considerablemente.

#### **4.10 Apoyos gubernamentales.**

Entre las principales secretarías gubernamentales e instituciones privadas para el apoyo social con programas que benefician a los ciudadanos en estado de pobreza, tenemos:

##### **SEDESOL.**

La "Secretaría de Desarrollo Social" de México, es un órgano centralizado de la administración pública federal encargado de ofrecer programas y apoyos al pueblo, a través de la administración de recursos para el mismo propósito; además de crear programas para combatir la pobreza.

Proporciona bienes y productos de interés social a personas necesitadas, incluyendo apoyos, servicios especiales, despensa básica, entre otros. Trabaja en coordinación con institutos para jóvenes, adultos mayores y personas con capacidades especiales. Al igual que la SAGARPA, fomenta la artesanía rural.

##### **FONHAPO.**

Es el Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares. A través del programa Apoyo a la Vivienda, el FONHAPO otorga subsidios a hogares en situación de pobreza para que adquieran, construyan, amplíen y mejoren sus viviendas. Los subsidios que otorga el FONHAPO son exclusivamente para adquirir, construir, ampliar o mejorar vivienda. Un hogar mexicano con ingresos por debajo de la línea de bienestar y con carencia de calidad y espacios en la vivienda, es aquel cuyos integrantes no pueden adquirir la totalidad de los productos de consumo de la canasta alimentaria y canasta no alimentaria, ya sea en el ámbito rural o en el ámbito urbano. Además, en la vivienda habitan más de 3 personas por cuarto, y los materiales con los que están contruidos los pisos, techos y muros no son resistentes o adecuados.

“Las inversiones federales efectivamente deben traducirse en proyectos y acciones de vivienda que garanticen el combate a la extrema pobreza, que abonen y fortalezcan a la cohesión social”. (Angel Islava, Director General FONHAPO. 2016)

## **SEDATU**

La Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano es la entidad del Gobierno de México encargada de los temas de desarrollo agrario, urbano y de vivienda. Con su creación, se extinguió la Secretaría de la Reforma Agraria.

## **CONAVI**

La Comisión Nacional de Vivienda es la instancia federal encargada de coordinar la función de promoción habitacional, así como de aplicar y cuidar que se cumplan los objetivos y metas del gobierno federal en materia de vivienda.

Tiene la función de promover y concertar con los sectores público, social y privado programas y acciones relacionados con la vivienda y suelo, así como desarrollar, ejecutar y promover esquemas, mecanismos y programas de financiamiento, subsidio y ahorro previo para la vivienda. Se agrupa a la nueva Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano, siendo el brazo técnico

especializado en materia de vivienda, encargado de la elaboración del Programa Nacional de Vivienda y de la operación de subsidios.

La CONAVI tiene entre sus atribuciones supervisar que las acciones de vivienda se realicen con pleno cuidado del desarrollo urbano, el ordenamiento territorial y el desarrollo sustentable.

### **Secretaría de Desarrollo Económico.**

La Secretaría de Desarrollo Económico, se encarga de promover el desarrollo económico sostenido, generando un contexto propicio para la competitividad e innovación en los sectores productivos, mediante el impulso de la inversión e infraestructura, así como una nueva cultura empresarial, potenciando la diversidad y vocación de cada región en condiciones de sustentabilidad para beneficio de las familias.

# CONCLUSIONES.

Durante los últimos años, la población del mundo ha ido creciendo desmedidamente, los diferentes tipos de combustibles se han convertido en una necesidad básica para el hombre ya que es parte fundamental del desarrollo de las sociedades actuales, pero al mismo tiempo aumenta la tasa de contaminación que genera el uso desmedido de dichos combustibles que son usados para las diversas actividades cotidianas. Además, el precio de los combustibles va aumentando constantemente a gran velocidad y la distribución de los mismos aun es ineficiente. Todos estos problemas han llevado al hombre a desarrollar métodos que hagan de su vida cotidiana más cómoda, más sana y que ayude al medio ambiente; por lo tanto, el uso de dispositivos que ayuden a simplificar y a aumentar la calidad de vida del hombre, participarán en la auto-sustentabilidad del lugar donde habita.

El presente proyecto tuvo como objetivo, el diseño y desarrollo de un biodigestor económico y enfocado a la vivienda rural de escasos recursos; se encontró la manera de generar combustible a partir de desperdicios orgánicos, generalmente materia fecal de origen animal, la cual es foco de muchos problemas de salud. Sin duda, el aporte principal que se desarrolló propone un modelo innovador en el mercado que, debido a las características económicas que conforman los materiales de elaboración, integran un producto de bajo costo. El mayor de los beneficios que se obtiene al utilizar el biodigestor “Fermethane” es que aumenta la calidad de vida de las personas generando energía calorífica; con esto los usuarios pueden obtener combustible de manera económica y sencilla.

El diseño del biodigestor propone un producto basado en una capsula flexible, con una estructura tubular que le brinda protección a la cámara, facilidad en su manipulación, estabilidad y cuerpo. Los colores atribuyen el cuidado del ambiente, dando una sensación de limpieza y orden al entorno, buscando siempre la sostenibilidad para la vivienda.

El principal mercado para este producto está enfocado en todos aquellos habitantes de las zonas rurales, de escasos recursos (como ya se había mencionado anteriormente), además de todos aquellos órganos gubernamentales que buscan ayudar a mejorar las condiciones de vida de los más necesitados.

Muchos de los factores que componen la identificación de los problemas, desarrollados en el contenido protocolario del proyecto, fueron abarcados en su mayoría; sin embargo uno de los problemas principales fueron los altos índices de enfermedades y muertes causadas por la aspiración de los humos, derivados de la quema de leña en los “fogones” de las viviendas rurales en espacios cerrados.

El desarrollo de la investigación se basó en la experimentación con diferentes factores, al ser un producto existente en el mercado, que contribuyeron al mejoramiento del biodigestor convencional; además, el trabajo de campo fue una de las labores más significativas en el transcurso de este proyecto. Para posteriores investigaciones, el presente proyecto se abre a la búsqueda de diferentes factores de escalabilidad que aumenten la eficiencia de los biodigestores.

Gran parte de la población mundial ha comenzado a tomar consciencia de todos los cambios climáticos y factores que involucran la transformación del medio ambiente; sin embargo, es necesario fomentar hábitos ecológicos desde casa y promoviendo campañas que ayuden a valorar las posibles tecnologías disponibles que existen para ayudar al medio. ¡Es momento de comenzar el cambio!

Por último, se puede concluir que es factible el lanzamiento de un producto que genere energía alternativa, como lo es el biodigestor orgánico, puesto que mejora la calidad de vida de los consumidores y propicia la sostenibilidad del hogar.

**“La tecnología verde podría ser la más grande  
oportunidad económica del siglo XX.”**      **- Jonh Doerr.**

# FUENTES.

- Berrueta, V y AB Magallanes. “Leña para uso domestico en comunidades Purépechas de Michoacán; acceso, utilización e implementaciones sociales”. 2012. En: Argueta A, M Gómez Salazar M y J Navia (Coords). Conocimiento tradicional, innovación y reapropiación social. Editorial Siglo XXI, México.
- DELÉAGE, Jean Paul. La energía: tema interdisciplinar para la educación ambiental. Madrid: MOPT, 1990. 209 p. ISBN 84-7433-679-1
- González, C. (2001). Vivienda rural en México. Vivienda rural y calidad de vida en los asentamientos rurales. Santiago de Cuba: Cytod-Habyted.
- Guzzone, B; Muller, D. “Manual de Usuario Modelo Mexicano de Biogás”. Versión 1.0. Noviembre del 2003.
- Heidegger, M. (1992). Hölderlin y la esencia de la poesía. Traducción de Samuel Ramos, publicada en M Heidegger: Arte y Poesía, Buenos Aires, F.C.E.
- II Seminario y taller iberoamericano sobre Vivienda rural y calidad de vida en los asentamientos rurales. (Vol. I, pp. 133- 142)
- II Seminario y taller iberoamericano sobre vivienda rural y calidad de vida en los asentamientos rurales. (Vol. I, pp. 49-66): Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- INEGI. (2011). Resultados Definitivos del Censo de Población y Vivienda 2010. <http://www.censo2010.org.mx>
- Landázuri, A. M., Terán, A., Mercado, S. y Sánchez, C. (2003). Habitabilidad interna de la vivienda y calidad de vida. En J. Guevara, (Coord.), Los cambios físicos y sociales de la vivienda popular en Latinoamérica. Cap 1 p. 3-33, Puebla: UPAEP
- MENÉNDEZ PÉREZ, Emilio. Energía y sostenibilidad: incidencia en el medio marino. A Coruña: Netbiblo, 2003. 155 p. ISBN 84-9745-054-X
- Muhajarine, N., Labonte, R., Williams, A. y Randall, J. (2008). Person, perception, and place: What Matters to Health and Quality of Life. Social Indicators Research, 85 (1), 53-80.
- N.J. Themelis. “Anaerobic Digestion of Biodegradable Organics in Municipal Solid Wastes”. Department of Earth & Environmental Engineering. May 2002.
- Pérez-Padilla JR. La más vieja de las contaminaciones del aire. Neumol Cir Tóra. 1993;52(1):4.

- Rojas Rodríguez, Sebastián. Energía y desarrollo. Cáceres: Universidad de Extremadura, 2001. 202 p. ISBN 84-772-3465-5
- Rotondaro, R., & Mellace, R. F. (2000). Tecnología en la vivienda rural en Iberoamérica. En J. González & M. Villar (Eds.),
- Sánchez Quintanar, C. (2006). Cambios operativos y funcionales en la vivienda rural en zona de expansión demográfica.
- Sánchez Quintanar, C., & Jiménez Rosas, E. O. (2010). La vivienda rural. Su complejidad y estudio desde diversas disciplinas.
- Taylhardat, L. Biodigestores: su utilización como estructura alterna de saneamiento y como fuente alterna de energía accesoria. Revista porcicen. (1985).
- Unikel, S. L., Ruiz, C. C., & Garza, V. (1976).
- Vargas, L. (2000). El desarrollo urbano de México: diagnóstico e implicaciones futuras. México, DF: Centro de Estudios Económicos y Demográficos de México. Vivienda rural y calidad de vida en México. In J. González & M. Villar (Eds.),
- Vargas, L. (2000). Vivienda rural y calidad de vida en México. En J. González y M. Villar, (Eds.), II Seminario y taller iberoamericano sobre Vivienda rural y calidad de vida en los asentamientos rurales. (Vol. I, pp. 49-66). México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Veenhoven. (2005). Apparent quality of live in nations: How long and happy people lives. Social Indicators Research, 71, 61-86.
- Ward A. et al. "Optimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources". Bioresource Technology, volumen 99, 2008.

# GLOSARIO.

**Biodigestor.** Es un contenedor hermético que permite la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas y facilita la extracción del gas resultante para su uso como energía.

**Biogás.** Gas generado artificialmente, en dispositivos específicos, mediante la acción de unos seres vivos (bacterias metanogénicas), en ausencia de aire (ambiente anaeróbico). Cuando la materia orgánica se descompone en ausencia de aire, actúa este tipo de bacterias, generando biogás.

**Biocombustible.** Es el término con el cual se denomina a cualquier tipo de combustible que derive de la biomasa - organismos recientemente vivos o sus desechos metabólicos, tales como el estiércol de una vaca. Es una fuente de energía renovable, a diferencia de otros recursos naturales como el petróleo, carbón y combustibles nucleares.

**Biodegradable.** Sustancia que puede ser descompuesta con cierta rapidez por organismos vivos, los más importantes son las bacterias aerobias.

**Biomasa.** Conjunto de la materia biológicamente renovable (madera, celulosa, lignina, almidón y quitina); por extensión, la energía que proviene de la fermentación o la combustión de la masa orgánica. En la combustión se usa leña y carbón. En la fermentación, un buen ejemplo son los biodigestores del bagazo de la caña de azúcar, donde se produce un gas que se utiliza para la producción de energía eléctrica.

**Combustible.** Es cualquier sustancia que reacciona con el oxígeno de forma violenta, con producción de calor, llamas y gases. Supone la liberación de una energía de su forma potencial a una forma utilizable (por ser una reacción química, se conoce como energía química). En general, se trata de algo susceptible de quemarse, pero hay excepciones que se explican a continuación.

**Combustión.** Reacción química en la que un material (combustible) se combina con el oxígeno, con una consecuente emisión de energía en forma de calor y formación de subproductos.

**Degradabilidad.** Es la capacidad de descomposición química o biológica de los compuestos orgánicos por acción del metabolismo de microorganismos.

**Fertilizantes.** Son productos químicos naturales o industrializados que se administran a las plantas con la intención de optimizar su crecimiento y desarrollo de su perfil o potencial genético; se aplican generalmente al suelo para que se diluya en la solución y puedan ser ingresados al sistema vegetal vía raíces; pero también pueden aplicarse de forma líquida vía foliar para ser absorbidos a través de los estomas.

**Hidrocarburos.** Compuestos orgánicos formados por carbono e hidrogeno. Los átomos del carbono pueden formar largas cadenas; así por ejemplo, el hidrocarburo más sencillo es el metano (CH<sub>4</sub>).

**Metano.** Es el hidrocarburo más simple, producto de la descomposición anaeróbica. Componente, entre otros, del gas natural y del biogás. Es junto con el dióxido de carbono y los óxidos de nitrógeno el principal causante del efecto invernadero. Formula CH<sub>4</sub>.

**Reservorio.** Cavidad que sirve como almacén.

**Simbiosis.** Dos organismos que no pueden vivir el uno sin el otro, se hacen organismos dependientes. Esta simbiosis hace que cada uno no pueda desarrollarse de manera autónoma.

**Sustrato.** Es la parte del biotopo donde determinados seres vivos realizan sus funciones vitales (nutrición, reproducción, relación).

# ANEXOS.

## Cuestionario

- I. Introducción: Queremos entender las necesidades de las personas en cuanto a la utilización de un combustible alternativo que nos ayude a la sustentabilidad de la casa.
- II. ¿Cree que el gas comercial es de primera necesidad en la vida cotidiana? ¿Por qué?
- III. ¿Qué tipo y marca de gas utiliza? ¿Por qué?
- IV. ¿Cuántos litros consumes al mes (y cuanto \$ es lo que gastas en promedio) y cuanto tiempo te dura (promedio)?
- V. ¿Piensas que el precio por dicho combustible es caro?
- VI. ¿Cómo haces para que te rinda el gas?
- VII. Además del precio, ¿Qué otros problemas le ves al gas?
- VIII. Además de usarlo para la cocina y el calentador, ¿Qué otro uso le das?
- IX. ¿Haz escuchado del gas metano?
- X. ¿Te gustaría obtener mas beneficios de un combustible con una inversión mínima?
- XI. ¿Te gustaría obtener gas a cambio de tus desperdicios y desechos organicos?

ANEXO 1. Cuestionario para documentación de atributos del entrevistado.