



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”
ZACATENCO**

**GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE BIOGÁS
PROCEDENTE DE DESECHOS VACUNOS**

S E M I N A R I O

Para obtener el título de:
Ingeniero Electricista

Presentan:

**CALIXTO RAMOS RACIEL
HERMOSILLO MARÍN GERÓNIMO
RIVERO CAMACHO HONORIO**

Asesores:

**ING. RAYMUNDO JAVIER VÁZQUEZ DELGADO
ING. JOSÉ LUIS DELGADO MENDOZA**



Ciudad de México, Febrero 2019.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”

REPORTE TÉCNICO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
 POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN

DEBERÁ (N) DESARROLLAR

INGENIERO ELECTRICISTA
 SEMINARIO DE TITULACIÓN DES/ESIME-ZAC/08.2016-
 08.2018/015/03/2018
 C. CALIXTO RAMOS RACIEL
 C. RIVERO CAMACHO HONORIO
 C. HERMOSILLO MARIN GERONIMO

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE BIOGÁS PROCEDENTE DE DESECHOS VACUNOS.

OBJETIVO GENERAL

Presentar una propuesta de un biodigestor que aproveche los residuos orgánicos producidos por el ganado vacuno y con los cuales generar energía eléctrica de calidad y confiable a través de la combustión de biogás.

CAPÍTULOS DE LA TESINA

- INTRODUCCIÓN
- CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO
- CAPÍTULO 2 ESTUDIO TÉCNICO
- CAPÍTULO 3 ESTUDIO ECONÓMICO
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CIUDAD DE MÉXICO A 21 DE FEBRERO DE 2019

ASESORES

ING. RAYMUNDO JAVIER VÁZQUEZ DELGADO

ING. JOSÉ LUIS DELGADO MENDOZA

ING. JUAN DE JESÚS NERI ESCUTIA
 JEFE DEL DEPARTAMENTO DE
 INGENIERÍA ELÉCTRICA



Autorización de uso de obra.

Instituto Politécnico Nacional
PRESENTE

Bajo protesta de decir verdad los que suscriben **Calixto Ramos Raciél, Rivero Camacho Honorio y Hermosillo Marín Gerónimo**, manifestamos ser autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada "**Generación de energía eléctrica a partir de biogás procedente de desechos vacunos**" en adelante "**La Tesis**" y de la cual se adjunta copia de 2 CD's por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal de Derecho de Autor, otorgamos al **Instituto Politécnico Nacional**, en adelante **EL IPN**, autorizamos no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales o en cualquier otro medio para apoyar a futuros trabajos relacionados con el tema de "**La Tesis**" por un periodo de un año contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a **EL IPN** de su terminación.

En virtud de lo anterior, **EL IPN** deberá reconocer en todo momento nuestra calidad como autores de "**La Tesis**".

Adicionalmente, y en nuestra calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de "**La Tesis**", manifestamos que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por los suscritos respecto de "**La Tesis**", por lo que deslindamos de toda responsabilidad a **EL IPN** en caso de que el contenido de "**La Tesis**" o la autorización concedida afecte o viole los derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumimos las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que pueda derivarse al caso.

Ciudad de México., a 20 de marzo de 2019

Atentamente


Calixto Ramos Raciél


Hermosillo Marín Gerónimo


Rivero Camacho Honorio



Dedicatorias

CALIXTO RAMOS RACIEL

A mis padres y hermano que han sido mis mayores fuentes de inspiración y motivos para seguir adelante durante mi carrera gracias por estar conmigo en todo momento. A mis compañeros de estudio, a mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma. Para todos ellos hago esta dedicatoria.

HERMOSILLO MARÍN GERÓNIMO

A mis padres y a la familia Trejo Suarez que han sido mis mayores ejemplos de vida con altas y bajas, a mi esposa Silvia que me dio la oportunidad de ser padre de tres hermosos hijos, Héctor, Nikola y Albert.

A Calixto y Honorio que juntos hicimos un buen equipo para este proyecto.

A mi segunda casa... ¡mi gran escuela CECyT 7 y ESIME!

Pero sobre todo le doy gracias a Dios por darme la oportunidad de vivir esta vida.

RIVERO CAMACHO HONORIO

A mis padres por todo el esfuerzo, la dedicación, el amor y el cariño de siempre, a toda mi familia por todo el apoyo incondicional que me brindaron, a mi esposa Martha Luna González por emprender este camino de alegría, a mi hijo Alfredo Josafat por ser mi luz y mi fuerza , a mis profesores por sus conocimientos y el impulso de lograr este proyecto ,a mis compañeros, amigos y ahora colegas que realizamos este trabajo juntos ,gracias a cada uno de ustedes estaré agradecido toda la vida.



Índice	Pág.	
Dedicatorias	IV	
Índice de Figuras	VIII	
Índice de Tablas	IX	
Planteamiento del problema	X	
Justificación	XI	
Objetivo general.	XII	
Introducción	XIII	
Capitulo 1	Biogás como energía alterna	pag
1.1 Bioenergía.....	2	
1.1.1 Características de la bioenergía	3	
1.1.2 Definición de biomasa.....	3	
1.1.3 Tipos de biomasa.....	4	
1.1.4 Origen y fuentes de la biomasa	7	
1.1.5 Composición general de la biomasa	7	
1.2 Producción de biogás.....	13	
1.2.1 Origen del Biogás.....	15	
1.2.2 Formas de Generación del Biogás.....	16	
1.2.3 Usos del Biogás	17	
1.2.4 Beneficios al utilizar Biogás	18	
1.3 Biodigestor	19	
1.3.1 Tipos de Biodigestores.....	20	
1.3.2 Selección del Biodigestor discontinuo o de carga intermitente	20	
1.3.3 Ventajas Generales de los Biodigestores	21	



1.4 Generador Eléctrico.....	22
1.4.1 Generación eléctrica por medio de Biogás.	22
1.5 Planta eléctrica.....	24
1.6 ecuaciones para el cálculo eléctrico.	31
Capítulo 2 Estudio técnico	32
2.1 Localización del biodigestor.	33
2.2 Selección de equipo:	37
2.3 Memoria de cálculo eléctrico.	39
2.3.1 Cálculo de alimentadores, protecciones y circuitos derivados.	40
2.3.2 Diagramas unifilares.....	53
2.3.3 Sistema pararrayos para el biodigestor.....	55
2.4 Cálculo del biodigestor.....	60
2.4.1 Ciclo de recarga del biodigestor.....	52
Capítulo 3 Estudio económico	62
<u>3.1 Costo del proyecto.....</u>	63
<u>3.2 Bio fertilizante y reducción de costos en producción de cosecha... </u>	64
3.3 Oportunidad de venta del bioabono.....	65
Conclusiones	67
Glosario	68
Fuentes consultadas	71
Anexo A. Contrato de un Medidor Bidireccional	74
Anexo B. Llenado del Contrato	76
Anexo C. Catálogo de conceptos	78



Anexo D. Evidencia fotográfica.	90
Anexo E. Material del proyecto	94
ANEXO F Lista de unidades	101
ANEXO G Tabla 310-15(b)(16) Ampacidades permisibles en conductores aislados	102
ANEXO H Tabla 310-15.- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 40 °C.	103
ANEXO I Apoyos de la SAGARPA en Energía Renovable	103
ANEXO J Diseño	104
ANEXO K Mantenimiento a biodigestor.	105



Índice de Figuras	pag.
Figura. 3 Aplicaciones generales de la biomasa	6
Figura. 4 Generacion de la biomasa	8
Figura. 5 Posibles aplicaciones en el uso del Biogás.....	17
Figura. 7 Planta eléctrica.....	24
Figura. 8 Motor sistema V.H.....	25
Figura. 9 Alternador Eléctrico	26
Figura. 10 Sistema de Combustible.....	28
Figura. 11 Regulador de Tensión	29
Figura. 12 Refrigeración y Escape	30
Fig. 14 Ubicación del biodigestor.....	34
Fig. 15 Imagen satelital de la ubicación del biodigestor.....	34
Figura. 17 Diagrama unifilar propuesta del proyecto.....	54
Figura. 19 Plano de vista aérea de las instalaciones del proyecto.	56



Planteamiento del problema

El precio de los combustóleos en México ha estado aumentando a lo largo de los años y esto genera un mayor gasto en el momento de producir la energía eléctrica, por lo tanto, las tarifas eléctricas que se tienen que pagar también van incrementando sus precios.

El aumento constante de la población en el país influye directamente en el incremento de la producción de alimentos del cual el 40% es de origen animal, por tanto, esta industria tiene gran responsabilidad en el calentamiento global por la generación de contaminantes vertidos al suelo, agua y atmósfera.

Los principales desechos de la industria ganadera son los residuos orgánicos, los cuales pocos son aprovechados para su uso como abono, pero la mayoría van directamente a tiraderos o ríos que pueden provocar problemas de salud como enfermedades gastrointestinales, respiratorias para las personas que viven cerca de estas áreas, así como la proliferación de moscas.



Justificación

Este proyecto está dirigido principalmente a ser amigable con el medio ambiente, el uso de energías renovables que reduce los gases de efecto invernadero, la exposición al medio ambiente de cualquier clase de desechos causa un gran daño al medio al ecosistema y el impacto es tal que genera una serie de perturbaciones en cadena cómo son daños al aire, suelo y agua.

El consumo de productos de origen animal alcanza hoy en día niveles altos, provocando grandes problemas que afectan directamente al medio-ambiente: ya que grandes poblaciones de ganado, que ocupan superficies extremadamente grandes de tierra, consumiendo grandes cantidades de agua, al mismo tiempo que contaminan la tierra, agua (anexo D) y aire con sus evacuaciones. Hoy en día es muy importante el cuidado del medio ambiente provocando que las empresas busquen mejores procedimientos en el manejo de sus residuos y así aprovecharlos lo más posible. Por lo cual, se han desarrollado varios sistemas como biodigestores, compostas en donde se puede usar estos desperdicios para la producción de biogás y así usarlo en el proceso de la misma empresa o para la generación de energía eléctrica.

El proyecto pretende que los residuos orgánicos de una granja son una gran fuente de energía renovable y que tienen la gran oportunidad de aprovecharse, ya sea por los incentivos fiscales, así como el auto abastecimiento de energía eléctrica que es generada por medio de una planta que utiliza biogás y reducir costos.

La finalidad de este proyecto es producir energía eléctrica para el criadero y así para poder tener una forma alternativa de energía y generar conciencia ya que esos desperdicios sólo se desechan sin tener alguna utilización.

Finalmente, la generación de fertilizantes orgánicos está a disposición para el aprovechamiento en la agricultura y puedan proporcionar ingresos adicionales.



Objetivo general.

Presentar una propuesta de un biodigestor que aproveche los residuos orgánicos producidos por el ganado vacuno y con los cuales generar energía eléctrica de manera amigable con el medio ambiente y confiable a través de la combustión de biogás.

Objetivos específicos.

- Analizar los sistemas de generación a través de la biomasa, analizando el sistema desde el punto económico y técnico.
- Investigar y llevar a cabo de forma teórica un sistema biodigestor para la obtención de biogás para la generación de energía eléctrica.
- Contribuir en el manejo de desperdicios de origen animal.
- Elaborar una propuesta de un sistema alimentado por excretas de ganado para la producción y promoción del biogás y Biofertilizante



Introducción

Las zonas rurales se identifican por concentrar el desarrollo de las actividades agrícola y ganadera. Estas actividades producen grandes cantidades de residuos orgánicos que no son aprovechados adecuadamente en estos lugares. El manejo de los residuos provenientes de la ganadería (excrementos) es una fuente significativa para la obtención de gas natural (biogás) a través de un sistema de biodigestores los cuales ayudan a reducir la demanda de energía.

Los altos precios de los combustibles, así como el aumento en las tarifas de energía eléctrica son las principales causas para buscar alternativas en la producción de ésta como son las plantas de biogás que produzcan energía, a partir del uso de los desechos de la ganadería.

Los beneficios provenientes de la generación a partir del biogás son más que sólo la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), se ubica en una fuente de energía para auto consumo con importantes ahorros económicos como la obtención de abonos amigables para el medio ambiente.

Hoy en día la humanidad para poder cumplir con sus necesidades se ha visto obligada a depender de los combustibles fósiles y de los recursos naturales en forma excesiva sin tomar conciencia de los grandes problemas que éste provoca para el medio ambiente, así como para el mismo humano.

Las actividades de la sociedad han provocado grandes problemas como el efecto invernadero, la deforestación de millones de hectáreas y la contaminación de los depósitos de agua, llegando al punto de provocar grandes pérdidas económicas y de vidas humanas.

El calentamiento global es el incremento de la temperatura en la media de los océanos, así como de la atmósfera del planeta provocada por las emisiones masivas de contaminantes que aumenta el efecto invernadero, que se origina a partir de las actividades humanas, principalmente la quema de combustibles fósiles y los cambios del uso de suelo, tales como la deforestación, así como diversas actividades.

Estas causas son el resultado de la explosión demográfica, así como el crecimiento económico que provoca el uso desmedido de fuentes de energía contaminantes y un estilo de vida insostenible en donde la naturaleza es vista como una fuente de materia prima que se explota sin control alguno.

.Los principales gases de efecto invernadero emitidos por los seres humanos son el dióxido de carbono (o gas carbónico, CO_2) y el metano (CH_4). Estos y otros gases



actúan por bloqueo de la disipación de calor terrestre para el espacio provocando un aumento en la temperatura y los cambios en los patrones de clima.

El protocolo de Kioto sobre el cambio climático es hasta ahora el esfuerzo global más significativo para buscar un marco de unión que permita luchar contra el cambio climático. Por lo cual de esta manera se establecen los límites cuantificados y obligatorios de la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI) para los países que lo ratifican.

Presenta como principal objetivo global la reducción de un 5% en las emisiones con respecto de 1997, mediante un compromiso de 38 países industrializados inicialmente.

Fue en la COP 18 (La Conferencia de las Partes) sobre cambio climático donde ratificó el segundo periodo de vigencia del Protocolo de Kioto desde el 1 de enero de 2013 hasta el 31 de diciembre de 2020.

El resultado del protocolo de Kioto ha permitido una reducción del 22,6% en las emisiones de *gases de efecto invernadero* con respecto a los niveles de 1990 en 37 países industrializados y la Unión Europea, cuando el compromiso inicial era de una disminución del 5%.

Se le conoce como ingeniería verde el diseño y uso de procesos, así como productos económicamente viables, al mismo tiempo de reducir la contaminación y el riesgo para el medio ambiente y la salud por lo que se expresan 12 principios para formar un buen criterio que funciona como una guía para prácticas confiables.

- Los diseñadores deben esforzarse por asegurar que todas las entradas y salidas de materia y energía sean tan inherentemente inocuas como sea posible.
- Es mejor prevenir la contaminación que tratar o limpiar el residuo ya producido.
- Las operaciones de separación y purificación deberán diseñarse para minimizar el consumo de energía y el uso de materiales.
- Los productos, procesos y sistemas deberán diseñarse para la maximización de la eficiencia en el uso de materia, energía y espacio.



- Los productos, procesos y sistemas deberán estar orientados hacia la “producción bajo demanda” (“output pulled”) más que hacia el “agotamiento de la alimentación” (“input pushed”).
- La entropía y la complejidad inherentes deben ser consideradas como una inversión al elegir entre reutilizar, reciclar o rechazar como residuo final.
- Diseñar para la durabilidad, no para la inmortalidad.
- Satisfacer la necesidad, minimizar el exceso.
- Minimizar la diversidad de materiales.
- Cerrar los ciclos de materia y energía del proceso tanto como sea posible.
- Diseñar para la reutilización de componentes tras el final de la vida útil del producto.
- Las entradas de materia y energía deberán ser renovables.

Para que el diseñador pueda lograr su cometido él debe profundizar en los aspectos más técnicos como la valoración del gasto energético, el origen de los materiales así como su entropía en el proceso. El aumento de los conocimientos más firmes en este tema, no sólo se pueden realizar procesos y productos amigables con el ambiente, sino que se podría provocar un cambio verdadero en la realización de métodos.

Capítulo 1 presenta de forma genérica la información teórica de las características del proyecto, como son el manejo de la materia prima, las partes fundamentales del proyecto que son el biodigestor y el generador y los productos finales del proceso.

Capítulo 2 presenta los datos iniciales del proyecto como el levantamiento del lugar, así reflejando las necesidades de éste, posteriormente se presenta la metodología para los cálculos y la selección de los elementos a utilizar, junto con las condiciones a operar.

Capítulo 3 presenta los resultados de los beneficios de la realización del proyecto tomando en cuenta el costo de éste con las ganancias como son el ahorro por consumo de energía, gastos en la cosecha y la oportunidad de generar ingresos con la venta de bio abono.



Antecedentes

Fue en el siglo XVIII cuando se detectó la presencia de gas metano en la descomposición del biogás, y posteriormente en el siglo XIX experimentos aislados dirigidos por L. Pasteur demostraron la factibilidad de aprovechar la capacidad de combustión del metano con fines energéticos.

A fines del siglo XIX y durante las primeras décadas de nuestro siglo en varias ciudades de Europa, India y Estados Unidos se instalaron plantas para el tratamiento de aguas negras, en donde los sedimentos de alcantarillado eran sometidos a digestión anaeróbica. El gas producido se utilizó para el alumbrado público o como parte del combustible necesario para operar la planta.

Durante e inmediatamente después de la segunda guerra mundial, la crisis de combustibles hizo que las investigaciones en esta área aumentaran, forzando el desarrollo a pequeña y gran escala, entonces en varios países europeos se desarrollaron y difundieron plantas para la obtención del biogás en el medio rural, con el fin de hacer funcionar tractores y automóviles, debido a la escasez de combustibles fósiles como el petróleo.

Durante la década de 1950, en Asia y particularmente en la India, se desarrollan modelos simples de cámaras de fermentación más conocidos como biodigestores, para la producción de Biogás y Bioabono apropiados para hogares aldeanos y alimentados con estiércol y desechos vegetales.

En China, India y Sudáfrica, debido a la escasez de recursos económicos estos métodos fueron difundiéndose y desarrollándose de tal manera que hoy en la actualidad estos países cuentan con más de 30 millones de Biodigestores funcionando, además desarrollaron técnicas de generación gaseosa a pequeña y gran escala.



Capítulo 1

Biogás como energía alterna



1.1 Bioenergía

Es un tipo de energía renovable que proviene del aprovechamiento de la materia orgánica como la biomasa. La biomasa es la materia que constituyen a los seres vivos o sus restos y residuos. Los biocombustibles son los obtenidos a partir de la biomasa y pueden ser o no transformados o procesados. Se distingue a los:

- Biocombustibles sólidos (leña, carbón vegetal, residuos agrícolas, residuos forestales, pellets, briquetas) que pueden quemarse directamente o previa gasificación o pirolisis, para producir calor y electricidad.
- Biocombustibles líquidos (bioetanol y biodiesel) obtenidos de cultivos energéticos como caña de azúcar y oleaginosas o aceite vegetal usado.
- Biocombustibles gaseosos (biogás, biometano) obtenidos de los residuos municipales y estiércol.

Los bioenergéticos (o biocombustibles) también pueden ser clasificados de acuerdo a las tecnologías empleadas en su obtención (ver tabla 1):

Tabla 1 Clasificación de los Bioenergéticos con base en sus diferentes generaciones tecnológicas.

Bioenergéticos	Sólidos	Líquidos	Gaseosos
<i>1ª generación</i>	Leña, carbón vegetal, bagazo, pellets	Bioetanol, biodiesel, licor negro.	Biogás, gas de síntesis
<i>2ª generación</i>	Biochar, torrefactos, torpellets	Etanol celulósico, syndiésel, aceite de pirolisis.	-----
<i>3ª generación</i>	-----	Diésel de algas, etanol de algas	Biohidrógeno

Fuente: Masera Cerutti, 2011, pag 7,8



1.1.1 Características de la bioenergía

La bioenergía manifiesta un gran número de ventajas a comparación con otras fuentes de energía:

Como la energía de la biomasa está presente en la materia orgánica ésta se puede almacenar sin problemas hasta el momento de su utilización y no presenta intermitencia como la solar y eólica por lo cual le da gran ventaja para la generación de calor o electricidad.

Permite satisfacer la mayor parte de los usos finales: Es la única opción de energía renovable que permite sustituir a los combustibles fósiles en todas sus aplicaciones y finalidades, ya que permite producir calor, electricidad, biocarburantes líquidos.

Es ubicua: la biomasa se puede encontrar o cultivar en casi todas partes, y está disponible en forma concentrada como subproducto de procesos agroindustriales, residuos de actividades humanas y como estiércol de animales. ...

Es escalable: hay sistemas de aprovechamiento de biomasa y producción de bioenergía desde muy bajas (< 1 kW) hasta grandes potencias (> 300,000 kW); esto permite una amplia versatilidad para el desarrollo de sistemas de suministro energético a escalas locales y mayores. ...

Es comercialmente madura: muchas de las tecnologías para el uso energético de biomasa son rentables y están ampliamente desarrolladas a nivel comercial. (Omar Masera Cerutti, 2011, pag 8)

1.1.2 Definición de biomasa

La energía que contiene la biomasa es energía solar almacenada a través de la fotosíntesis, proceso por el cual algunos organismos vivos, como las plantas, utilizan la energía solar para convertir los compuestos inorgánicos que asimilan (como el CO_2) en compuestos orgánicos. ...

La combustión de biomasa no contribuye al aumento del efecto invernadero por que el carbono que se libera forma parte de la atmósfera actual (es el que absorben y liberan continuamente las plantas durante su crecimiento) y no del subsuelo, capturado en épocas remotas, precisamente como el gas o petróleo. ...



La producción primaria de la biosfera comprende la transformación de la energía lumínica del sol en energía química, por acción de organismos fotosintéticos. Estos organismos poseen la capacidad única de captar la radiación solar y, mediante procesos bioquímicos, utilizarla para sintetizar estructuras carbonadas que sirven de sustento para la vida. El proceso permite la acumulación de dichos compuestos en las estructuras celulares de estos organismos, consiguiendo el crecimiento de complejas formas de vida que representa la base de todas las demás cadenas tróficas que existen en el planeta. Los organismos fotosintéticos poseen esta cualidad, que no es compartida por otros organismos vivientes, y por lo tanto la producción primaria se transforma en la pieza clave de la existencia de otras formas de vida en el planeta...

La biomasa que se genera se aprovecha luego por otros organismos que la consumen y la transforman en una biomasa de carácter secundario, generando nuevas estructuras celulares, que son el resultado de transformaciones posteriores a la producción primaria de la biosfera. ...

El ciclo de CO_2 comienza con la fotosíntesis, un proceso complejo que tiene lugar en los organismos vegetales que poseen orgánulos, localizados en el interior de las células, llamados cloroplastos. El proceso permite reducir la molécula de CO_2 y la transforma en azúcares, para lo cual la radiación solar eleva el potencial de los electrones, entregando la energía necesaria para la formación de las moléculas de azúcares y la liberación de O_2 presente en el H_2O . (Xavier Elias Castells, 2012 pag 745)

1.1.3 Tipos de biomasa

Si bien la biomasa representa solo una pequeña parte de la masa total de la tierra, su importancia es vital, ya que es el gran reservorio de energía para que la vida se sustente en el planeta, a pesar de que sólo aprovecha una fracción de la energía que es entregada por el sol, y fijada por los organismos fotosintetizadores. La alteración de dicho ciclo influye directamente en la existencia de vida sobre la tierra, ya que permite el suministro de oxígeno a la atmósfera y a todos sus organismos que requieren de él para su existencia.

...

Los diferentes tipos de biomasa pueden clasificarse en:

- **Natural:** producida en ecosistemas naturales
- **Residual:** de la que forman parte:



- Residuos forestales: comprende los residuos de tratamientos silvícolas y de cortes de pies maderables
- Residuos agrícolas: incluye los restos de podas, rastrojos de cultivos, etc.
- Residuos de industrias forestales: representa los aserraderos, fábricas de pasta y papel, etc.
- Residuos de industrias agrícolas: comprende los bagazos, orujos, cascara, vinazas, huesos, etc.
- Residuos biodegradables: se refiere a los purines, estiércoles, fangos de depuradoras, domiciliarios, mataderos, harinas cárnicas, sebos, etc.
- ...

-Cultivos energéticos:

- Especies leñosas en turnos de 3-4 años y con 280 m³/ha. *Pópulos*, etc.
- Especies herbáceas. *Miscanthus*, *Cynara*, etc.
- Cultivos para producir etanol (trigo, maíz, patata, sorgo azucarero, etc.).
- Cultivos para producir biodiesel (colza, girasol, lino oleaginoso, etc.) ...

-Excedentes agrícolas:

Sirven para completar los cultivos no alimentarios y sustituir parcialmente los biocarburantes y los combustibles fósiles (aceite de algodón, aceite de soja, aceite de cártamo, etc.) en su caso.

La utilización de la biomasa como vector energético implica un análisis detallado de la disponibilidad y distribución de los recursos. El abastecimiento de una biomasa (renovable) disponible con fines energéticos posee dos soluciones principales: la biomasa de origen residual y los cultivos energéticos.

La biomasa posee una serie de aplicaciones desde el punto de vista energético y de su utilización como materias primas para el sector industrial, especialmente en las industrias químicas en términos generales esto se puede observar en la figura 1.

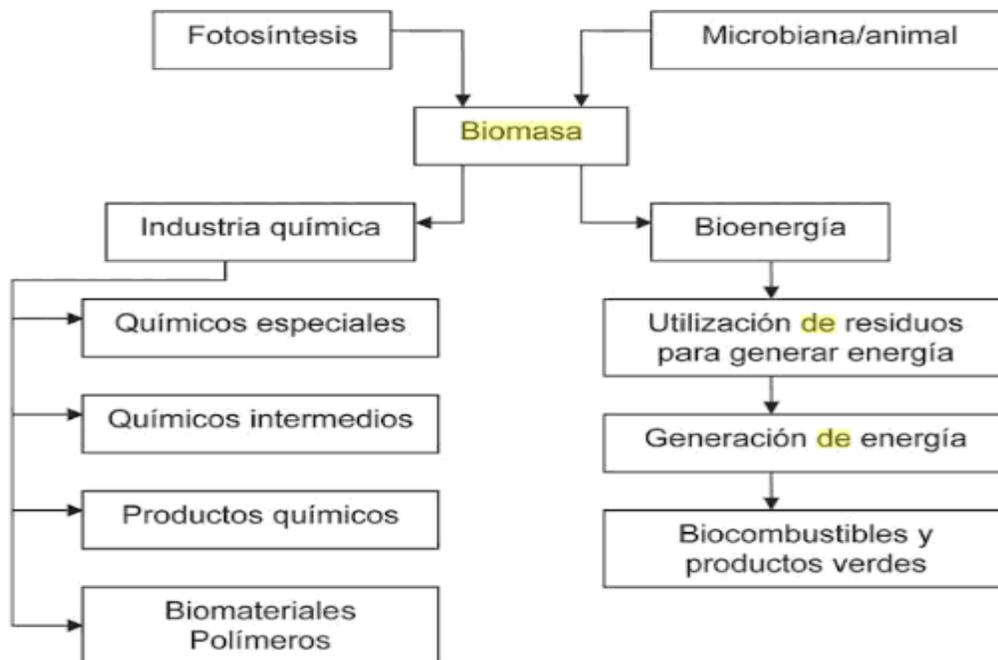


Figura. 1 Aplicaciones generales de la biomasa

Fuente: Xavier Elias Castells, biomasa y bioenergía 2012, pag. 748



1.1.4 Origen y fuentes de la biomasa

Las fuentes de la biomasa se pueden clasificar en dos grupos principales: las de origen animal y las de origen vegetal y en cada una se pueden clasificar en subgrupos, en términos globales permite agrupar los residuos en las siguientes cuatro categorías:

- Residuos agrícolas de cultivos e industrias agroindustriales.
- Residuos de explotaciones ganaderas.
- Residuos de biomasa presentes en los residuos sólidos urbanos (RSU) y asimilables.
- Residuos forestales, provenientes de actividades silvícolas e industrias transformadoras de madera.

La suma de estos residuos equivale a la oportunidad de aprovechamiento total de la biomasa para la generación de energía, a lo cual es necesario sumar todos los cultivos con fines exclusivos para su aprovechamiento a través de su transformación energética

La diversidad de los recursos renovables es una característica esencial de los sistemas de producción de energía que implementan la biomasa por lo cual aumenta su complejidad ya que cada una de ellas necesita un análisis específico de la fuente donde se muestre la disponibilidad de ésta, así como su extracción, distribución y transporte.

1.1.5 Composición general de la biomasa

Biomasa posee una composición típica desde el punto de vista cualitativo, pero no cuantitativo ya que sus componentes varía dependiendo de los múltiples factores que intervienen con el origen, así como cada especie vegetal o animal y de los procesos por los cuales a sido generada. Ver siguiente Figura 2

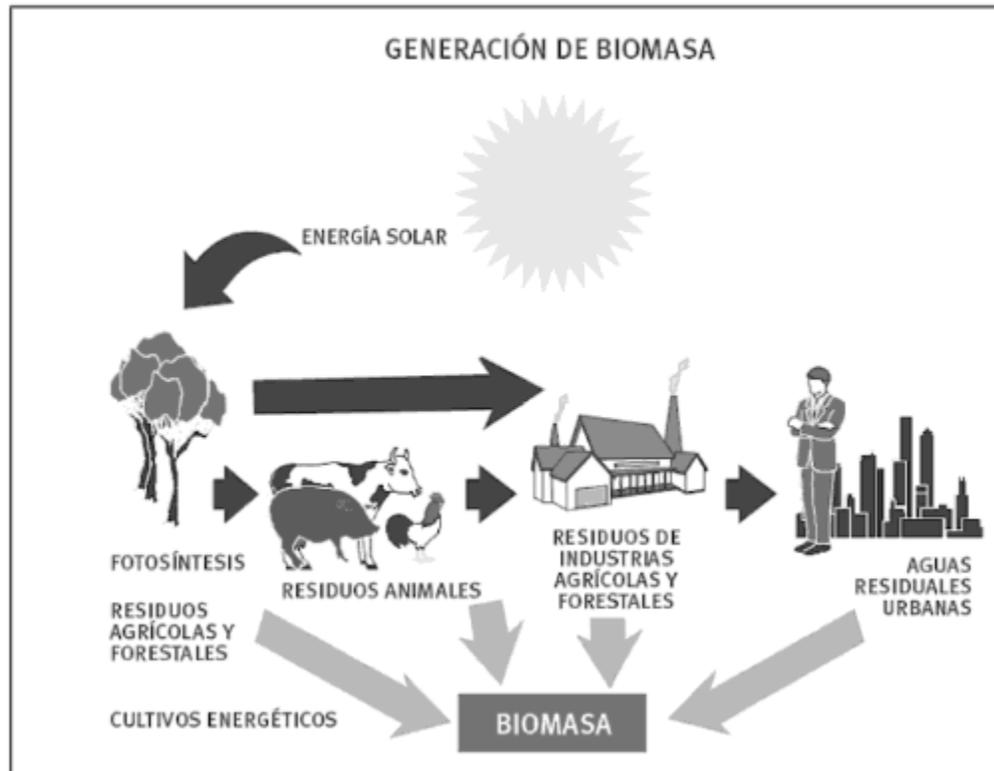


Figura. 2 Generacion de la biomasa

Fuente: <http://es.viva-read.com/article/las-diferencias-entre-la-biomasa-y-los-biocombustibles>

La biomasa es un gran depósito de energía. Fue el primer combustible utilizado intensamente hasta el inicio de la revolución industrial y continúa siendo además el principal recurso energético para millones de personas en el mundo. Surge así el concepto de biocombustibles, que se refiere a la fracción de biomasa susceptible de ser utilizada energéticamente, que pueden provenir tanto de residuos de procesos industriales de la recogida selectiva de residuos municipales, de restos de actividades agrícolas, forestales o ganaderas como también de cultivos especialmente pensados con fines energéticos. (Xavier Elias Castells, 2012, pag 751)



1.1.6 Diferencia entre biomasa y biocombustibles

La biomasa y los biocombustibles actualmente se muestran como el futuro de la energía en el planeta, ya que los recursos de origen fósil como el petróleo han comenzado a agotarse. El Statistical Review of World Energy de BP, ha publicado en el 2007 en donde manifiesta si las tasas actuales en el consumo se mantienen o aumentan las reservas de petróleo conocidas en el mundo se agotarán en el 2050, a pesar de que los dos términos de biomasa y biocombustibles se usan indistintamente para describir las fuentes renovables de energía no lo son por definición

Definición de biomasa.

El término biomasa se ha utilizado en el pasado en el campo de la ecología para describir la masa total de los organismos vivos en un ecosistema, o la totalidad de la Tierra en general. En cuanto a las fuentes de energía se refiere, la biomasa se refiere a material biológico derivado de organismos como las plantas y los animales vivos o por organismos que han muerto recientemente. La biomasa se compone de sustancias tales como nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, alcalinos y de metales pesados. El hecho de que la biomasa se pueda encontrar en todos los seres vivos o recientemente organismos vivos, significa que esta fuente de energía puede durar en el futuro previsible, si se gestiona de forma sostenible

...

Biocombustibles

Biocombustibles, también conocida como agro combustibles, es una fuente de energía sostenible a partir de biomasa o residuos. Incluye una amplia gama de combustibles que pueden sustituir al petróleo en el transporte, o para calefacción. Etanol combustible y biodiesel son los biocombustibles más utilizados en el mundo. Incluso si el biocombustible es una fuente de energía renovable garantizada, su uso es aún limitado, ya que los científicos aún tienen que llegar a un método fiable para convertir la energía de la biomasa en combustible líquido.

1.1.7 Uso potencial de la biomasa

En México existe un gran potencial de recursos biomásicos para producir biocombustibles líquidos, biocombustibles sólidos y biogás como se puede observar en la siguiente tabla (tabla 2). En un estudio detallado sobre la disminución de emisiones de carbono en México financiado por el Banco Mundial, donde participaron miembros de la REMBIO, se estudió el potencial energético de las principales fuentes de bioenergía disponibles en el país (Johnson et al., 2009).

Se estima que el potencial técnico de la bioenergía equivale a 3,569 PJ/a, o el 42% del consumo de energía primaria en 2008. (Omar Maserá Cerutti, 2011, pag 13)

Tabla 2 *Potenciales de producción sostenible de biomasa para energía.*

Tipo y origen	Unidades	Cantidad	PJ/a	%
Madera de manejo de bosques nativos	MtMS/a	101	1,515	42%
Madera de plantaciones de <i>Eucalyptus</i>	MtMS/a	26	345	10%
Residuos industriales de cultivos dedicados² (bagazo y otros)	MtMS/a	29	431	12%
Residuos agrícolas de cosechas (RAC)	Mt/a	13	227	6%
Residuos de cultivos alimenticios y forrajeros	MtMS/a	15	114	3%
Residuos agrícolas de cosechas de cultivos dedicados	MtMS/a	8	86	2%
Residuos industriales de la industria forestal	MtMS/a	3	63	2%
Caña de azúcar para etanol	Mt/a	206	338	9%
Sorgo grano para etanol	Mt/a	—	202	6%
Aceite de palma aceitera para	Mt/a	13	121	3%

biodiesel				
<i>Jatropha curcas</i> para biodiesel	Mt/a	4	57	2%
Residuos del ganado para biogás	Mt/a	35	35	1%
Residuos sólidos municipales para biogás	—	—	35	1%
Total			3,569	100%

Fuente: **La Bioenergía En México**, Situación actual y perspectivas, agosto 2011

Biogás

El biogás es una mezcla conformada principalmente por CH_4 (50%-70%) y CO_2 (25%-40%), (ver tabla 3) que se genera por el proceso biológico de biodigestión anaerobia, que consta de una serie de reacciones bioquímicas en la que residuos orgánicos son degradados o consumidos por un conjunto de microorganismos. La acción de los microorganismos produce calor, mismo que se usa para mantener el proceso en su temperatura ideal (35 C). En el proceso también se generan efluentes líquidos y sólidos que pueden ser utilizados como fertilizante orgánico. (Maser Cerutti, 2011, pag. 21)

Tabla 3 Gases presentes en el biogás.

Componente	Concentración
Metano (CH_4)	50-75 %(vol.)
Dióxido de carbono (CO_2)	25-45 %(vol.)
Vapor de agua (H_2O)	2-7 %(vol.)
Ácido sulfhídrico (H_2S)	20-20.000 ppm
Nitrógeno (N_2)	< 2 %(vol.)
Oxígeno (O_2)	< 2 %(vol.)
Hidrógeno (H_2)	< 1 %(vol.)

Fuente: la bioenergía en México, Situación actual y perspectivas, agosto 2011



Situación en México

La Secretaría de Energía (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 Fideicomiso de Riesgo Compartido (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 porcícolas cuentan con biodigestores, de los cuales el 20% dispone de moto generadores con 70% en funcionamiento.

La potencia total instalada es de 5.7 MWel. Para el aprovechamiento de biogás obtenido a partir de rellenos sanitarios, una de las experiencias más importantes en México es la de Bioenergía de Nuevo León, la primera a nivel nacional. El sistema está compuesto de 7 moto generadores de 1 MW cada uno. La planta fue diseñada de manera modular para permitir futuras adiciones de capacidad. Cualquier biomasa húmeda y desmenuzada se puede degradar anaeróbicamente con facilidad. Las fuentes más comunes de biogás son substratos agropecuarios y rellenos sanitarios.

Biodigestores para sustratos agropecuarios: son depósitos donde se lleva a cabo la biodigestión de biomasa en ausencia de oxígeno. Las materias primas son: excrementos (purín y estiércol) de cerdo y de res, residuos de las cosechas, lodos de estaciones depuradoras de agua, entre otros. Los digestores varían su tamaño en un rango desde 1 a 10 m³ para pequeñas granjas hasta más de 1,000 m³ para grandes instalaciones (Boyle et al., 2004). También existen biodigestores lagunares, que se utilizan ampliamente en granjas.

En un digestor bien manejado se pueden producir de 200 a 400 m³ de biogás por tonelada de materia fresca (tMF), aunque este valor varía mucho de acuerdo con la naturaleza de la materia prima digerida. En Europa se ha probado con múltiples desechos en el mismo digestor (codigestión). La unidad que se utiliza comúnmente es la “unidad ganadera”, que equivale a 500 kg de peso vivo del animal y permite comparar los rendimientos de biogás de distintos tipos de animales. Una unidad ganadera produce entre 400 y 500 m³ de biogás al año. El biogás puede ser mejorado a biometano, un gas con calidad equivalente a la del

gas natural, que puede ser mezclado con este último y ser usado en vehículos. (Omar Masera Cerutti, 2011, pag 22, 23).

1.2 Producción de biogás

El biogás es producido por bacterias en el proceso de biodegradación de material orgánico en condiciones anaeróbicas, es decir, sin oxígeno. Es una mezcla de gases en donde predomina el metano y el dióxido de carbono. El metano, que es el último eslabón de este proceso, es un gas inflamable, que es el producto útil de este proceso y que mediante una sencilla adaptación puede ser utilizado en cualquier cocina o calefactor.

La producción de biogás a través de la digestión anaeróbica depende de las características y tipo de la materia orgánica, así como de la cantidad de la misma. En términos generales, el biogás puede ser obtenido de las aguas residuales orgánicas y de residuos sólidos, como, por ejemplo, el estiércol, desechos de pastos o desechos urbanos (ver tabla 4).

Tabla 4 Productividad de biogás para diferentes materias primas

Materias primas	Purín de cerdo	Purín de vacuno	Estiércol de cerdo	Estiércol vacuno	Ensilado de maíz
Generación de biogás (m ³ /tMF)	19	22	94	81	240
Energía térmica (kWh/tMF)	94	132	564	486	1,440
Electricidad (kWh/tMF)	38	53	226	194	576

Fuente: la bioenergía en México, Situación actual y perspectivas, agosto 2011

Los procesos de biodegradación se realizan dentro del digestor, que es la tecnología utilizada para realizar la fermentación anaeróbica y la producción de biogás.

Existen diversos factores que afectan la producción de biogás, tales como el tipo de sustrato o nutrientes disponibles, la temperatura del sustrato, la carga volumétrica, el tiempo de retención, el grado de mezclado y la presencia de inhibidores del proceso.



Para controlar este proceso se han desarrollado diversos modelos de digestores que responden a las características de la materia prima a utilizar, la aplicación que se le da al biogás, las exigencias de los niveles de descontaminación, entre otros.

En la actualidad se ha presentado una demanda por el aprovechamiento de biogás en diversos usos y aplicaciones, además de la necesidad de resolver problemas ambientales, relacionados con la reducción de olores y vectores de transmisión de enfermedades, que conlleva este aprovechamiento.

Dentro de las principales motivaciones para el consumo de biogás destacan:

- Su aprovechamiento directo para iluminación y uso directo para la cocción de alimentos.
- Su uso para la quema directa, mediante convenios con empresas dedicadas a la comercialización de los denominados “bonos de carbono”, mediante el desarrollo de proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) a partir del estiércol.
- Su aprovechamiento para la generación de energía eléctrica y calórica en unidades productivas, tales como granjas porcinas, establos lecheros y rastros.

Los desechos orgánicos representan una amenaza contra el medio ambiente ya que al descomponerse liberan a la atmósfera grandes cantidades de biogás. El metano tiene un potencial 21 veces mayor de calentamiento que el dióxido de carbono, el gas de referencia para medir los daños del efecto invernadero.

Algunos inconvenientes de esta forma de generación es que se necesita una gran cantidad de terreno para poder almacenar toda la basura y así poderla tener almacenada y así poder obtener los gases que son los que se ocupan, este proceso puede tardar entre seis meses a 1 año para poder tener el material a ocupar, pero este material puede servir durante 20 años y así obtener de una forma constante el gas. (Tapia, 2013)

1.2.1 Origen del Biogás

El gas natural, que en su mayor composición es metano, fue utilizado por los pueblos chinos y persas hace miles de años como fuente de temperatura. Pero pasaron muchos años hasta que se dieran cuenta que el metano no sólo se encontraba en el gas natural fósil, sino que se producía constantemente.



En el año 1776 el científico italiano Volta descubre que el principal compuesto del gas natural era metano. Solo 100 años después se observa el origen microbiológico de la formación de metano.

En el año 1887 el científico Hoppe-Seyler pudo comprobar la formación de metano a partir de acetato. La misma observación hizo Omelianski en 1886 con guano de vacas.

En 1888 Gayón obtuvo gas al mezclar guano y agua, a una temperatura de 35°C. Soehngen descubrió en 1906 la formación de metano a partir de hidrógeno y dióxido de carbono. A su vez, describieron los primeros dos organismos que participaban en la formación de metano.

En 1920 Karl Imhoff puso en práctica el primer biodigestor en Alemania.
Fundamentos Bioquímicos

Si se esparce guano¹ en el campo, en sólo dos a tres semanas no quedará nada visible. Para que esto suceda, el guano debe descomponerse en ese tiempo a gas o transformarse en otros compuestos que tanto el suelo como las plantas puedan aprovechar fácilmente.

Estas transformaciones las realizan microorganismos que se encuentran en el guano y también en el suelo.

Ya que estas transformaciones y descomposiciones ocurren al aire libre, se les denomina procesos aeróbicos.

Si en vez de esparcir el guano en el campo se vierte en un biodigestor, del "Sistema de Reciclaje de Excretas" el cual es hermético y carece de oxígeno, el proceso microbiológico ocurre igual, sólo que en este caso es un proceso anaeróbico.

El biogás está compuesto en un 50 a 70% de metano y un 30 a 50% de dióxido de carbono, además de contener hidrógeno sulfurado y otros gases de menor importancia.

El contenido de energía bruta es de 21,5 MJ/ m³ de biogás (con 60% de metano). Esto significa una producción aproximada de 6,35 kWh de corriente eléctrica por metro cúbico.



Así, se puede obtener una producción de biogás de 350 m³ al día, con un plantel de 60 novillos, cuando se incorpora un 10% de grasa.

Otros co-fermentadores utilizados incluyen paja de trigo, paja de maíz, pradera, desecho de destilería, hoja de remolacha, basura orgánica, cortes de pasto, aceites y grasas.

Durante el manejo anaeróbico del guano, junto con la producción de gas se realizan cambios importantes al mismo guano. Por la descomposición de sustancias orgánicas se mejora la homogeneidad de los compuestos, y con esto las plantas pueden utilizar con mayor facilidad los nutrientes.

La producción de calor se obtiene al medir el flujo de entrada y salida de agua del sistema de refrigeración del motor a combustión y al medir la calórica. A su vez, el material residual del biodigestor puede ser utilizado como abono, en forma de nutrientes minerales.

1.2.2 Formas de Generación del Biogás

El biogás se genera cuando ciertas bacterias degradan el material biológico en la ausencia de oxígeno, en un proceso conocido como la digestión anaerobia (DA). La digestión anaerobia es básicamente un proceso simple llevado a cabo en varios pasos capaces de usar casi cualquier material orgánico como sustrato - ocurre en los sistemas digestivos, los pantanos, la basura depositada, los tanques sépticos y la Tundra del Ártico.

El biogás se genera solamente a través de la actividad de bacterias, a diferencia del compostado en donde los hongos y otras especies también están involucrados en el proceso de degradación del material biológico.

El biogás es una mezcla constituida por metano en una proporción que oscila entre 40% a un 70% y dióxido de carbono entre un 30% a un 60% contenido en pequeñas porciones de otros gases como hidrógeno, nitrógeno y sulfuro de hidrógeno

Los elementos que se pueden ocupar son:

Residuos de cartón, madera, sobras de alimentos de diferentes lugares (comedores, casas, restaurantes, desechos orgánicos animales etc). La digestión anaeróbica es básicamente un proceso simple llevado a cabo por varios pasos capaces de usar casi cualquier material de origen orgánico esto se puede generar por medio de enzimas o por medio de ciertas bacterias que hacen un mayor aumento en la velocidad de descomposición del material biológico y así poder

obtener el tan mencionado gas que es el que nos va a permitir hacer todos nuestros planes.

1.2.3 Usos del Biogás

El Biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas, calefacción o iluminación, y en grandes instalaciones se puede utilizar para alimentar un motor que genere electricidad. El fertilizante, llamado biol, inicialmente se ha considerado un producto secundario, pero actualmente se está tratando con la misma importancia, o mayor, que el biogás, ya que provee a las familias de un fertilizante natural que mejora fuertemente el rendimiento de las cosechas. En la figura 3 se observa las aplicaciones del uso del Biogás.

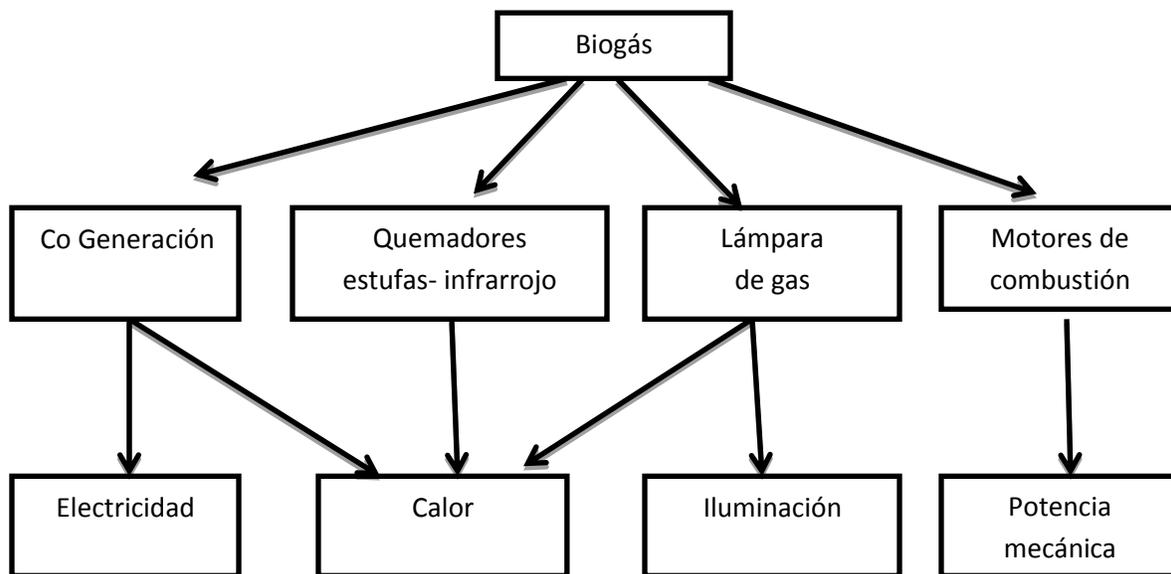


Figura. 3 Posibles aplicaciones en el uso del Biogás.

Fuente: Textos Científicos (2005). Usos del Biogás. Recuperado de <http://www.textoscientificos.com/imagenes/solar/usuarios-biogas.gif>

Para hacer mención de las diferentes aplicaciones en el uso del Biogás, se puede observar en la tabla 5 un listado de los principales artefactos que utilizan biogás juntamente a su consumo medio y su eficiencia.

Tabla 5 Listado de las diferentes aplicaciones que se le pueden dar al Biogás.

ARTEFACTO	CONSUMO	RENDIMIENTO
Quemador de cocina	300- 600 l/h	50-60
Lámpara a mantilla (60 W)	120- 170 l/h	30-50
Heladera de 100L	-30-75 l/h	20-30
Motor a gas	0.5 m ³ /kwh 0 Hph	25-30
Quemador de 10 KW	2m ³ /h	80-90
Infrarrojo de 200 w	30l/h	95-99
Co generador	1 kw 0.5 m/kWh 2kw térmica	Hasta 90

Fuente: Textos Científicos (2005). Usos del Biogás. Recuperado de <http://www.textoscientificos.com/imagenes/solar/usos-biogas.gif>

1.2.4 Beneficios al utilizar Biogás

La tecnología que se requiere para poder producir biogás se llama biodigestor y es bastante simple ya que consta de una cámara donde se incorporan los residuos orgánicos como restos de comida, cosechas, estiércol, etc. y se agregan bacterias anaeróbicas que son las que degradan la materia que luego de un tiempo se transforma en metano.

Este gas puede ser utilizado para calefacciones, cocinar y demás actividades como el gas natural.

La ventaja es que permite reducir la cantidad de residuos sólidos urbanos, no genera gases de efecto invernadero y son renovables.

Esta tecnología es económica y muy útil para escuelas, comedores comunitarios, emprendimientos industriales y agrícolas especialmente para zonas donde no llega el gas natural de red.

Es una gran solución para abastecer de servicios de electricidad y gas a pequeñas ciudades y pueblos alejados.

Lo que se requiere para que esta energía alternativa sea exitosa es concientizar a la población de lo importante de no desechar su basura orgánica sino aportarla en los biodigestores para que funcionen.

La colaboración de la comunidad es fundamental para que funcione ya que una familia o grupo pequeño de personas no alcanza para generar tantos residuos como para alimentar al biodigestor. (Adriana, 2010)

Tomar conciencia de que gran parte de los materiales que consideran como basura son en realidad materia prima que se pueden proporcionar abono, gas o electricidad.

Algún beneficio de ocupar este proceso es:

Beneficios económicos: Más rentable que otras opciones desde una perspectiva del ciclo de vida.

Beneficios del tratamiento: Requiere menos área que el compostaje aerobio o el relleno sanitario - Reduce el volumen y el peso del desecho a eliminar en el basurero

Beneficios ambientales: Reduce significativamente las emisiones de anhídrido carbónico y metano - Elimina olores - Produce un abono sano y rico en nutrientes.

1.3 Biodigestor

A este sistema también se le conoce como: Digestor anaeróbico, reactor anaeróbico, reactor biológico o simplemente digestor.

En su forma simple es un contenedor (llamado reactor) el cual está herméticamente cerrado y dentro del cual se deposita material orgánico como excremento y desechos vegetales (exceptuando los cítricos ya que éstos acidifican). Los materiales orgánicos se ponen a fermentar con cierta cantidad de agua, produciendo gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en fósforo, potasio y nitrógeno. Este sistema también puede incluir una cámara de carga y nivelación del agua residual antes del reactor, un dispositivo para captar y almacenar el biogás y cámaras de hidropresión y pos tratamiento (filtro y piedras, de algas, secado, entre otros) a la salida del reactor.

El proceso de biodigestión se da porque existe un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos en los excrementos que al actuar en el material orgánico produce una mezcla de gases (con alto contenido de metano) al cuál se le llama biogás. El biogás es un excelente combustible y el resultado de este proceso genera ciertos residuos con un alto grado de concentración de nutrientes el cuál puede ser utilizado como fertilizante y puede utilizarse fresco, ya que por el tratamiento anaeróbico los malos olores son eliminados.

- *La operación.*

Es de alimentación periódica, diaria y además de mezclar y alimentar, virtualmente no necesita ninguna atención.

- *Captación del biogás.*

La captación del biogás es efectuado en un gasómetro flotante, que es el techo del propio digestor.

La altura del gasómetro muestra el volumen del biogás.

- *Presión del biogás.*

La presión del biogás es de 70 a 150 mm³, de columna de agua y es estable, debido a la fluctuación del gasómetro. Esta presión es suficiente para alimentar a la mayoría de los aparatos de consumo del biogás.

1.3.1 Tipos de Biodigestores

Existen varios tipos de sistemas de biodigestores que pueden ser los siguientes.

- Biodigestor tipo Chino de estructura solida fija (cúpula fija).
- Biodigestor tipo Hindu (campana/cúpula/domo flotante).
- Biodigestor segunda generación.
- Biodigestor tercera generación.
- Biodigestor tipo continuo.
- Biodigestor tipo discontinuo o de carga intermitente.
- Biodigestor de tipo estructura flexible (tubular tipo salchicha).
- Biodigestor tipo alta velocidad o flujo inducido.
- Biodigestor tipo industrial.

1.3.2 Selección del Biodigestor discontinuo o de carga intermitente

Este biodigestor tiene solamente un acceso por donde se carga y se descarga. Se carga una sola vez para ser llenado y posteriormente usado; la fermentación demora entre 2 y 4 meses (dependiendo del clima) y se descarga cuando concluye la fermentación. Aunque es completamente posible emplear este diseño a una escala chica, es más común en las operaciones municipales o industriales. En este grupo el biodigestor es llenado por única ocasión (se cambia toda la biomasa hasta que se termine el biogás) con la biomasa por lo que no hay cambio de materia orgánica que lo haga sostenible en la producción de biogás. Un metro



El cubo de biomasa produce aproximadamente medio metro de biogás y como no se le hace recargas de biomasa no hay manera de que genere más cantidad.

Ventajas del biodigestor discontinuo

- Puede procesar gran cantidad de materiales y puede recogerse en campos abiertos sin importar si tiene materia seca pues esto no entorpece la operación del biodigestor. Puede llenarse con materiales secos que no absorben humedad (que floten en el agua) así como pasto, cascara de frutas y desechos de alimentos.
- Se pueden manejar las variables relacionadas con la fermentación como la de la temperatura, tiempo de retención, carga depositada y los periodos de carga y descarga.
- No requiere atención diaria.

Desventajas del biodigestor discontinuo

- Cargar el biodigestor requiere de mucho trabajo y paciencia.
- La descarga del biodigestor también es un trabajo muy tedioso.

1.3.3 Ventajas Generales de los Biodigestores

En las grandes urbes, los residuos sólidos orgánicos son un gran problema ya que éstos son dispuestos en rellenos sanitarios los cuáles rompen el ciclo natural de descomposición porque contaminan las fuentes de agua subterránea debido al lavado del suelo por la filtración de agua (lixiviación) y también porque favorece la generación de patógenos.

Los residuos orgánicos al ser introducidos en el biodigestor son descompuestos de modo que el ciclo natural se completa y las basuras orgánicas se convierten en fertilizante y biogás el cual evita que el gas metano esté expuesto ya que es considerado uno de los principales componentes del efecto invernadero.

La utilización de biogás puede sustituir a la electricidad, al gas propano y al diésel como fuente energética en la producción de electricidad, calor o refrigeración. En el sector rural el biogás puede ser utilizado como combustible en motores de generación eléctrica para autoconsumo de la finca o para vender a otras. Puede también usarse como combustible para hornos de aire forzado, calentadores y refrigeradores de adsorción. La conversión de aparatos al funcionamiento con gas es sencilla.



La producción de biogás es permanente, aunque no siempre constante debido a fenómenos climáticos.

1.4 Generador Eléctrico.

Un generador eléctrico es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes. Los generadores eléctricos son máquinas destinadas a transformar la energía mecánica en eléctrica. Esta transformación se consigue por la acción de un campo magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura (denominada también estator). Si mecánicamente se produce un movimiento relativo entre los conductores y el campo, al generar una fuerza electromotriz (F.E.M.).

Los generadores eléctricos se clasifican fundamentalmente en:

- *Primarios*: Convierten en energía eléctrica la energía de otra naturaleza que reciben o de la que disponen inicialmente.
- *Secundarios*: Entregan una parte de la energía eléctrica que han recibido previamente. (Anibal777, 2012)

1.4.1 Generación eléctrica por medio de Biogás.

El biogás es el resultado de la biodigestión anaeróbica de residuos biomásicos como boñiga del ganado, residuos de fruta, palma aceitera y residuos lácteos, entre otros.

Mezcla de metano, dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno, es el combustible del grupo motor-generador para la producción de electricidad 100 por ciento limpia, mientras que los sólidos y el efluente (líquidos) resultante del proceso son usados como abono orgánico.

El biodigestor acumula la materia orgánica que se degrada a una temperatura promedio de 26 grados centígrados, en un período mínimo de 25 días. En este proceso anaeróbico de biodegradación se produce el biogás, usado para la generación de electricidad (ver figura 4).

PLANTA DE BIOGÁS

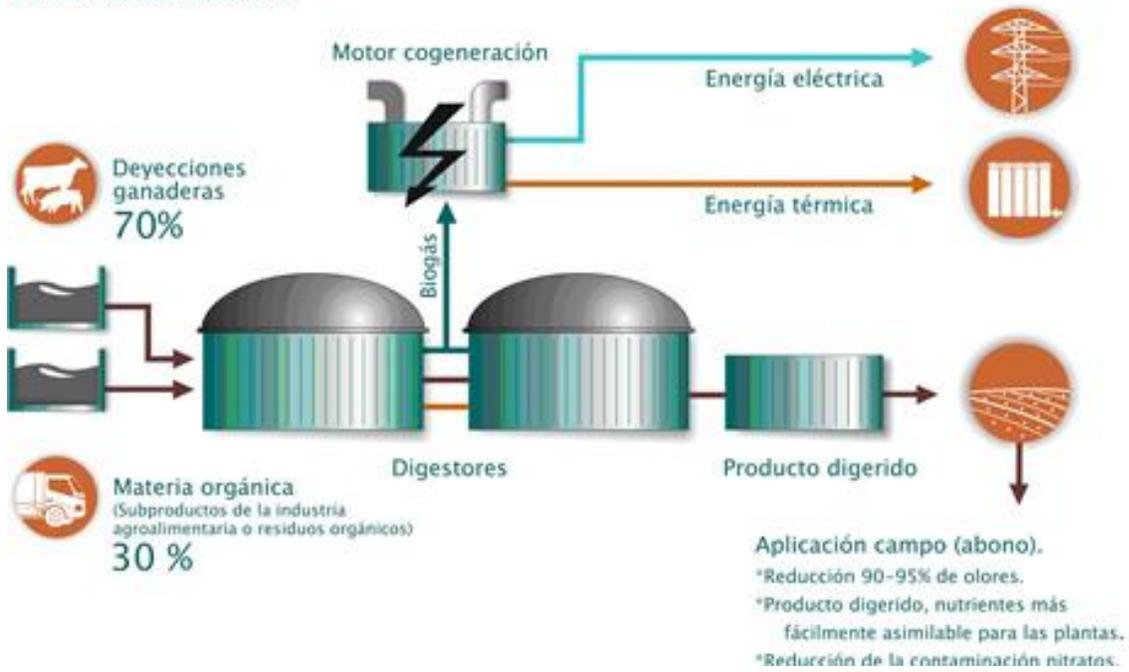


Figura. 4 Generación por Medio de Biogás

Fuente: Jorge Sancho (2015). Producción de Biogás.

1.5 Planta eléctrica

Una planta eléctrica está constituida fundamentalmente por seis elementos básicos que son los siguientes (ver figura 5):

1. Motor
2. Alternador
3. Cuadro eléctrico de mando y control
4. Una bancada de apoyo
5. Sistema de combustible
6. Un sistema de gases de escape

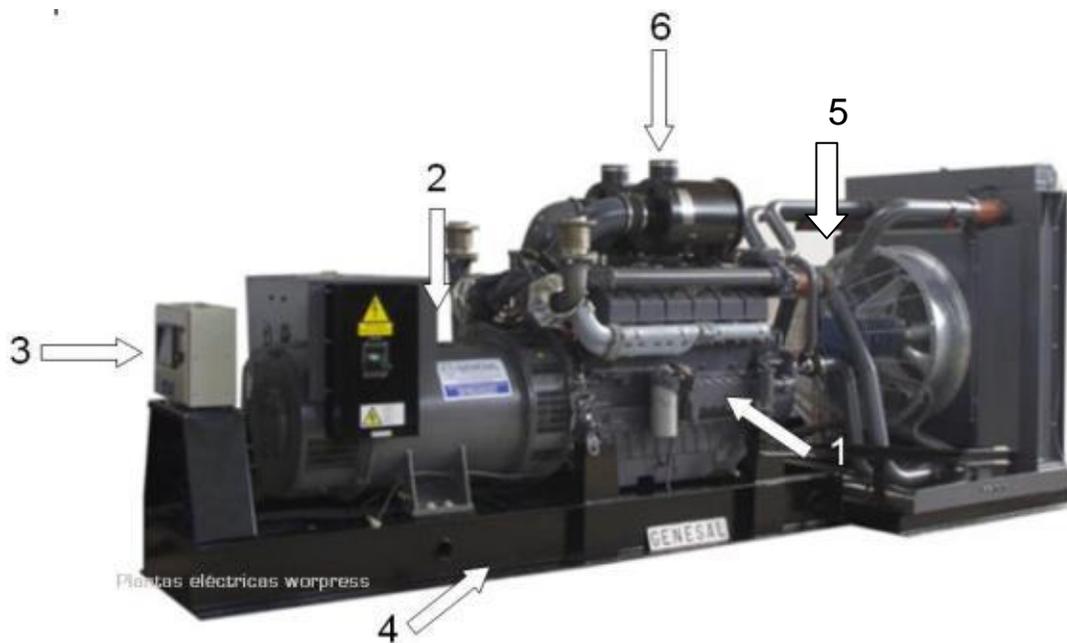


Figura. 5 Planta eléctrica.

Fuente: <https://plantaselectricas.wordpress.com/planta-electrica/>

Los cuales describimos de una mejor manera a continuación.

Motor

El motor es la fuente de la entrada de energía mecánica al generador. El tamaño del motor es directamente proporcional a la máxima potencia de salida que el generador puede proporcionar. Hay varios factores que debe tener en cuenta al evaluar el motor de un generador. El fabricante del motor debe ser consultado

para obtener completa información del motor, así como especificaciones y los horarios de operación y mantenimiento.

a) El tipo de combustible utilizado

Los motores de los generadores operan en una variedad de combustibles como diésel, gasolina, gas propano (líquidos o forma gaseosa), o de gas natural. Los motores más pequeños suelen operar con gasolina mientras que los motores más grandes, diésel, líquidos propano, propano o gas natural.

b) Motores de temporización

También llamados Overhead Valve (OHV). Los motores OHV difieren de otros en que la contribución y las válvulas de escape del motor están situadas en la culata de cilindro del motor, en lugar de ser montadas en el bloque del motor. Los motores OHV tienen varias ventajas sobre otros motores tales como (ver figura 6):

- Diseño compacto
- Mecanismo sencillo de operación
- Durabilidad
- Bajo nivel de ruido durante el funcionamiento
- Bajos niveles de emisiones

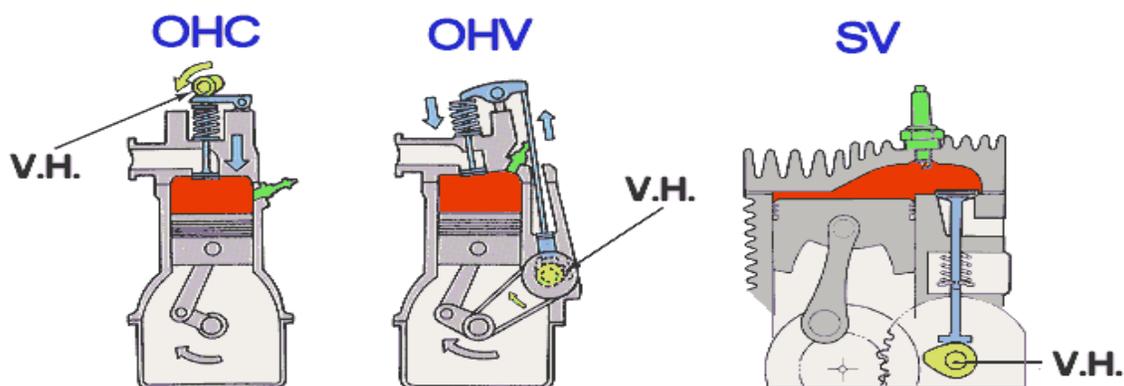


Figura. 6 Motor sistema V.H

Fuente: Toni G. (2015). Los motores TDI. Recuperado de <http://es.slideshare.net/ToniGim/223-tdi-de-12-y-14-ltr>

Alternador

El alternador, también conocido como es parte del generador que produce la señal de salida eléctrica a partir de la entrada mecánica suministrada por la mecánica del motor. Contiene un conjunto de partes fijas y móviles insertadas en una carcasa (ver figura 7).

- a) El estator. - Esta es la parte fija. Contiene un conjunto de conductores eléctricos enrollados en espiral sobre un núcleo de hierro.
- b) El rotor (Armadura). - Este es el elemento en movimiento que produce un campo magnético giratorio en cualquiera de las siguientes dos maneras:
 - (I) Por inducción – Se les conoce como los alternadores sin escobillas y por lo general se utilizan en grandes generadores.
 - (II) Por imanes permanentes – Esto es común en pequeñas unidades del alternador.

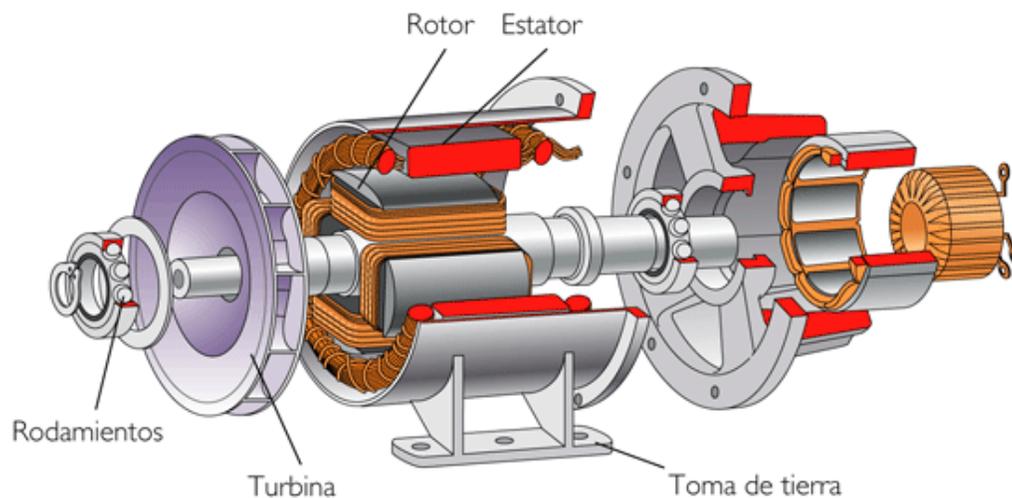


Figura. 7 Alternador Eléctrico

Fuente: *SOLUCIONES IMPORT 3000, S.L (1999). Venta generadores eléctricos.*
Recuperado de: <http://www.ventageneradoreselectricos.es/Generador-Electrico-Tipos-de-alternadores>



Sistema de Combustible

El depósito de combustible tiene generalmente una capacidad suficiente para mantener el generador operacional de 6 a 8 horas en promedio. En el caso de las pequeñas unidades de producción, el depósito de combustible es parte de la base de patines o está montado en la parte superior del marco del generador (ver figura 8).

Las características comunes del sistema de combustible son:

- (a) Las tuberías de conexión de los carburantes – La línea de los cables de alimentación del tanque de combustible al motor y el regreso. Dirige la línea de combustible del motor al tanque.
- (b) Tubo de ventilación del depósito – Tiene un tubo de ventilación para la prevención de la acumulación de presión durante el llenado y vaciado del tanque.
- (c) Conexión de vaciado del depósito – Esto es necesario para que cualquier desbordamiento durante el llenado tanque no cause desbordamiento de líquido en todo el generador.
- (d) Bomba de combustible – La transferencia de combustible desde el almacenamiento principal en el tanque de día. La bomba de combustible opera comúnmente con un sistema eléctrico.
- (e) Inyector de combustible – Este atomiza las salpicaduras de combustible líquido, dando la cantidad requerida de combustible en la cámara de combustión del motor.

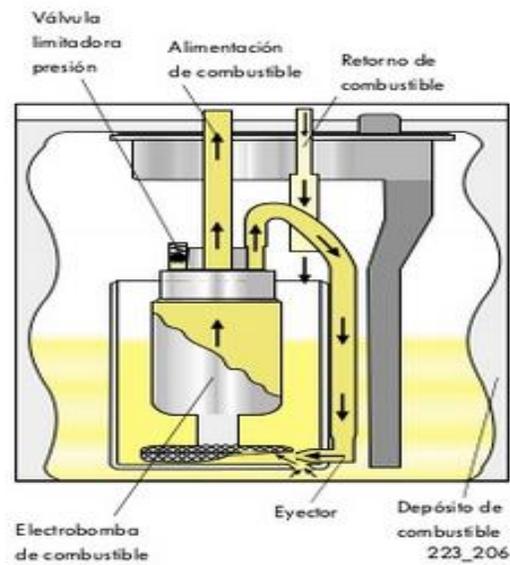


Figura. 8 Sistema de Combustible

Fuente: Toni G. (2015). Los motores TDI. Recuperado de <http://es.slideshare.net/ToniGim/223-tdi-de-12-y-14-ltr>

Un Regulador de Tensión

Como su nombre indica, este componente se regula la tensión de salida del generador. El mecanismo se describe a continuación para cada parte, que está implicado en el proceso de regulación de la tensión cíclica.

El regulador de tensión toma una pequeña parte de la tensión de salida del generador de Corriente Alterna (CA) y la convierte en corriente directa (CD) (ver

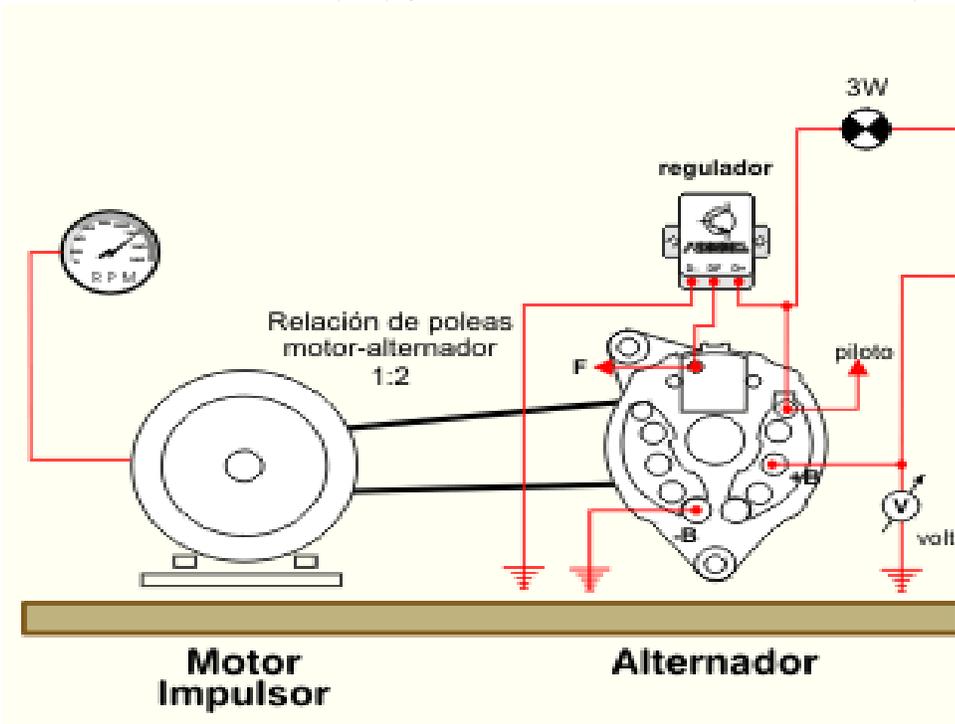


figura 9).

Figura. 9 Regulador de Tensión

Fuente: Toni G. (2015). *Los motores TDI*. Recuperado de <http://es.slideshare.net/ToniGim/223-tdi-de-12-y-14-ltr>

Refrigeración y Escape

Al utilizar una planta de luz por tiempos largos, es muy probable que algunos de sus componentes se calienten. Es esencial contar con un eficiente sistema de enfriamiento. (ver figura 10)

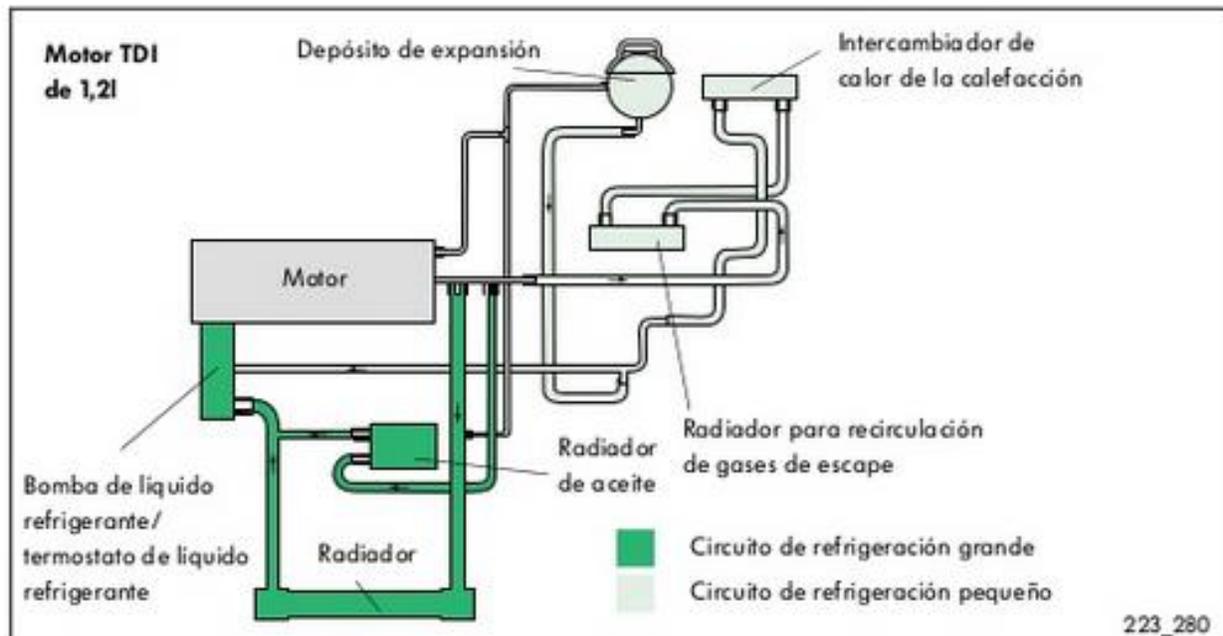


Figura. 10 Refrigeración y Escape

Fuente: Toni G. (2015). Los motores TDI. Recuperado de <http://es.slideshare.net/ToniGim/223-tdi-de-12-y-14-ltr>



1.6 ecuaciones para el cálculo eléctrico.

El cálculo de la corriente se expresa mediante la ecuación 1.

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \times E_f \times FP} \dots \dots \dots (\text{para sistemas } 3F - 4h) \quad (1)$$

El dimensionamiento por caída de tensión para sistema de cable, se calcula por medio de la ecuación 2 para obtener la caída de tensión a través del circuito..

$$e = \frac{\sqrt{3} * Inom * L * (R \cos \emptyset + X \sin \emptyset)}{1000} \dots \dots \dots (\text{para sistemas } 3F - 4h) \quad (2)$$

La corriente corregida aplicando los factores de decremento en la ecuación 3

$$F = FT \times FCT \quad (3)$$

Por medio de la ecuación 4 se obtiene la corriente corregida (Ic) aplicando los factores de corrección de temperatura (ecuación 1)

$$IC = I_{\text{tabla (310-15(b)(16) de la nom)}} \times F \quad (4)$$

aplicando el valor de caída de tensión "e" en la ecuación 5 obtenemos %e

$$e\% = \frac{e}{Vn} \times 100 \quad (5)$$

El consumo de gas del generador por día se saca mediante la ecuación 6.

$$\text{hrs} \times m^3 = \text{consumo de gas diario.} \quad (6)$$



Capítulo 2

Estudio técnico

2.1 Localización del biodigestor.

Cerro Clarín municipio de San José Independencia (ver figura 11). Se localiza en la Región del Papaloapam al norte del Estado de Oaxaca.

La ubicación del biodigestor esta en las coordenadas -96.680772 longitud oeste y 18.265645 latitud norte, a una altura de 134 msnm (metros sobre el nivel del mar). (ver figura satelital 12 y 13)

Limita al norte con el municipio de Acatlán de Pérez Figueroa, al sur con San Pedro Ixcatlán, al poniente con los municipios de San José Tenango y Santa María Chilchotla, al oriente con el municipio de Nuevo Soyaltepec.



Figura. 11 Municipio de San José Independencia.

Imagen extraída de google maps.



Fig. 12 Ubicación del biodigester.

Imagen extraída de google maps.

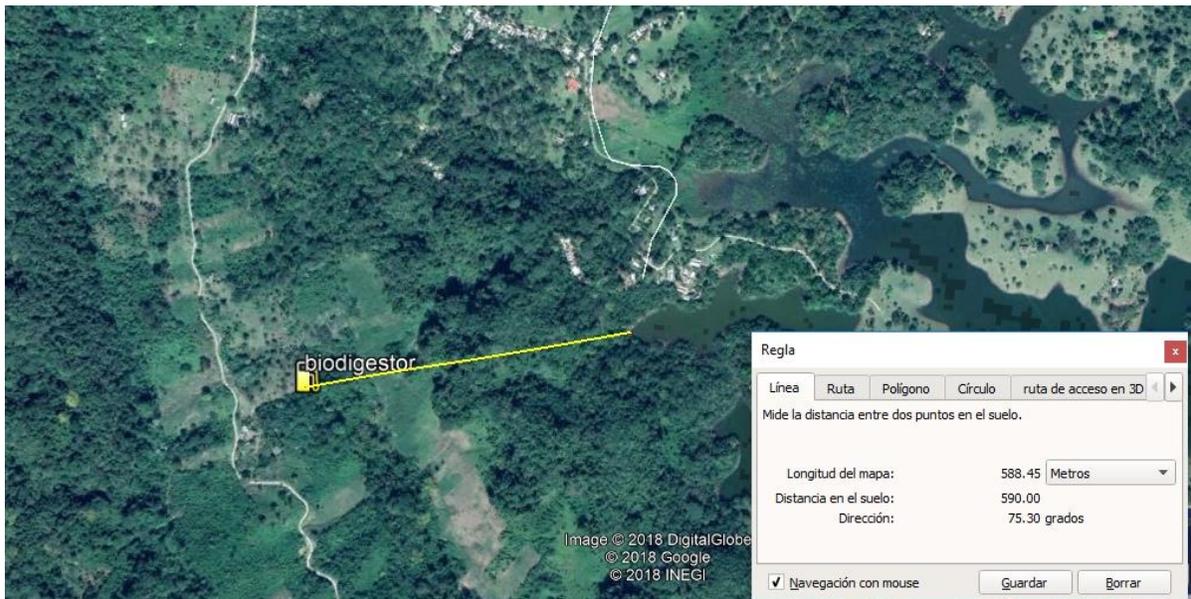


Fig. 13 Imagen satelital de la ubicación del biodigester

Imagen extraída de google maps.



La ubicación del biodigestor se encuentra con una distancia de 588.45 metros al cuerpo de agua más cercano por lo cual cumple con todas las especificaciones de protección al medio ambiente dadas por la Ley General para el Equilibrio y Protección al Ambiente (LGEEPA) y sus reglamentos; Asimismo los lineamientos que emitidos por Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) publicados en su libro de Especificaciones Técnicas para el diseño y construcción de biodigestores en México.

Levantamiento del proyecto

Actualmente el área cuenta con una pequeña nave de procesamiento de maíz y café con los equipos eléctricos mostrados en la tabla 6.

Tabla 6 equipo de máquinas eléctricas a energizar.

Equipo	Potencia (KW)
Despulpadora de café	.75
Desgranadora de maíz	1.5
Molino de nixtamal	3.75
Amasadora	1.5
Tablero de circuitos	5
Total	12.5

El tablero de circuitos es donde se concentra la iluminación, así como equipo de cómputo y electrodomésticos.

Cuenta con la tarifa “Pequeña demanda baja tensión hasta 25 kW-mes” (PDBT)

Aplicación

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados

En la tabla 7 se observa el historial de consumo eléctrico del 4 de diciembre del 2015 al 12 de abril del 2018.

Un factor importante es que se planea en el futuro aumentar la carga a 22 KW por lo cual se busca una planta que nos de todas las facilidades con la carga actual al



que se proyecta a unos años, sin la necesidad de posteriormente buscar otra y así no hacer gastos innecesarios.

Tabla 7 Historial de pago 2016 -2018

Periodo de facturación	Importe (\$)
04 DIC 15 al 05 FEB 16	18,578
05 FEB 16 al 06 ABR 16	18,735
06 ABR 16 al 07 JUN 16	18,856
07 JUN 16 al 09 AGO 16	18,989
09 AGO 16 al 10 OCT 16	18,978
10 OCT 16 al 09 DIC 16	18,757
09 DIC 16 al 9 FEB 17	19,168
09 FEB 17 al 10 ABR 17	19,234
10 ABR 17 al 12 JUN 17	19,245
12 junio 17 al 11 AGO 17	19,423
11 AGO 17 al 10 OCT 17	19,233
10 OCT 17 al 08 DIC 17	19,239
08 DIC 17 al 09 FEB 18	19,405
09 de FEB 18 al 12 ABR 18	19,659

En la tabla 7 se muestra claramente el aumento de los gastos por el suministro de energía en un periodo de un poco más de 2 años por lo cual es importante para el cliente reducir gastos en su producción.

Así como un suministro constante de energía ya que por periodos de lluvias llegan haber cortes en el suministro de 2 a 6 días por lo cual se ve afectado en su producción ya que tiene que detener sus equipos.

2.2 Selección de equipo:

La selección del generador se decide con base en su precio, por su accesibilidad y sus especificaciones técnicas que aportan al proyecto, en la tabla 8 se observan las características del generador.

Tabla 8 Selección del Generador eléctrico

Marca	Características
Mopesa	Lugar de origen: México Frecuencia: 60Hz Consumo Combustible a plena carga (100%): 22m ³ /hrs. Garantía: un año o 3000 hrs. Certificado: ISO, CE, ANCE, FIRCO Diseñado para trabajar hasta con 4500 ppm de ácido sulfhídrico
Supermaly	Lugar de origen: China Frecuencia: 50/60Hz Consumo Combustible a plena carga (100%): 25m ³ /hrs. Garantía: un año o 1500hrs. Certificado:----- Diseñado para trabajar hasta con 1500 ppm de ácido sulfhídrico
Alta Tecnología	Lugar de origen; Shandong, China Frecuencia: 50/60Hz Consumo Combustible a plena carga (100%) : 27m ³ /hr. Garantía: un año o 1800hrs. Certificado: ISO, CE Diseñado para trabajar hasta con 1800 ppm de ácido sulfhídrico

Se decide por la planta generadora de Mopesa ya que presenta mas cobertura en la garantia al doble de horas al comparación de las otras dos marcas, asi como un

mayor margen en el nivel de ácido sulfhídrico, sin contar que al ser de un empresa mexicana se tiene mejor tiempo de respuesta en caso de una falla del equipo ya que la empresa es recomendado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en su libro de Especificaciones Técnicas para el diseño y construcción de biodigestores en México.

La producción de biogás requiere de un filtro que capta el sulfuro de hidrogeno que es producido por el biodigestor, para cuidar el medio ambiente se selecciona uno de la marca Mogemex, las características de este filtro se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Selección del filtro de ácido sulfhídrico (H₂S)

Marca	Características
Mogemex	Lugar de origen: México Eficiencia promedio de remoción de sulfuro de hidrógeno del 97% con un valor mínimo de remoción de 90% y un valor máximo de remoción de 99.6%. Al realizar la compra de nuevos cartuchos la empresa recolecta los cartuchos usados
Emison	Lugar de origen: España Eficiencia promedio de remoción de sulfuro de hidrógeno del 95% con un valor mínimo de remoción de 89% y un valor máximo de remoción de 97.5%.
ECO-TEC	Lugar de origen: Canadá Eficiencia promedio de remoción de sulfuro de hidrógeno del 95% con un valor mínimo de remoción de 90% y un valor máximo de remoción de 99.6%.

Para la selección del filtro de sulfuro de hidrógeno al no haber mucha diferencia entre las marcas Mogemex y Eco-Tec se decide por Mogemex ya que es la única empresa que facilita el manejo del desperdicio final.



2.3 Memoria de cálculo eléctrico.

Descripción general del proyecto.

Nombre del desarrollo: Generación de energía eléctrica a partir de biogás procedente de desechos vacunos.

Localización: Cerro Clarín se localiza en el Municipio San José Independencia del Estado de Oaxaca México y se encuentra en las coordenadas GPS: Longitud (dec): -96.675278 Latitud (dec): 18.276111

Tipo de desarrollo: Particular.

Objetivo: elaborar proyecto ejecutivo de baja tensión con los criterios de diseño eléctrico con forme a la NOM-001-SEDE-2012, NMX-J-549-ANCE-2005, NOM-001-STPS-2008, NOM-022-STPS-2015.

Alcance: La presente memoria de cálculo comprende los criterios utilizados para el cálculo y selección de los conductores en baja tensión para las distintas cargas como son motores, robots y equipos varios, considerando para ello los lineamientos de capacidad de conducción de corriente y caída de tensión establecidos y aceptables en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

Se presenta el desarrollo matemático para el cálculo de alimentadores, y al final se presentan las tablas resumen de los circuitos calculados.

Datos generales de instalación.

Tensión de suministro: 25 kw

Tensión de trabajo: 220 VCA

Frecuencia: 60 Hz.

Número de fases e hilos: 3F-4H

Disposiciones generales.

Los conductores se calculan por ampacidad, verificándose que cumplan también con la caída de tensión permisible y que resistan los esfuerzos generados por corto circuito, seleccionándose el calibre adecuado obtenido por ampacidad y caída de tensión. Así como consideración de áreas peligrosas (clasificadas),



clases i, ii y iii, divisiones 1 y 2. Ver zona de clasificación apéndice A de la NOM-001-SEDE-2012.

Definiciones.

Circuito derivado: Conductor o conductores de un circuito desde el dispositivo final de sobrecorriente que protege a ese circuito hasta la o las salidas finales de utilización.

Alimentador: Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado separadamente u otra fuente de alimentación y el dispositivo final de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

Carga (eléctrica): Es la potencia instalada o demandada en un circuito eléctrico.

Carga continua: Aquella cuya corriente eléctrica nominal circule durante tres horas o más.

2.3.1 Cálculo de alimentadores, protecciones y circuitos derivados.

2.3.1.1 Cálculo por ampacidad.

El cálculo de la corriente se expresa mediante la ecuación 1 mostrada en la pag. 31.

Para la selección del tamaño nominal de los conductores para tensiones nominales de 0 a 2000 V nominales se debe considerar como máximo los valores especificados en las tablas 310-15(b)(16), 310-15(b)(17) y 310-15(b)(20) de la NOM-001-SEDE-2012, dependiendo el tipo de la canalización a utilizar.

En el cálculo por ampacidad se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Tipo de canalización

1. Alimentadores en tubería conduit (Factor por agrupamiento). Deberá corregirse de acuerdo con el artículo 310-15 de la NOM-001-SEDE-2012, inciso 3) que se aplica cuando el número de conductores portadores de corriente en una canalización sea mayor que tres, la capacidad de conducción de corriente se debe reducir con los factores que se indican en la tabla 310-15 (b)(3)(a).



2. Alimentadores en charola. Debe tomarse en cuenta el factor de corrección de acuerdo con las condiciones de agrupamiento y el tipo de conductor (Ver artículo 392-22 de la NOM-001- SEDE-2012).

Temperatura de operación del conductor

1- Para temperaturas ambientes distintas de 30°C, aplicar los factores de corrección de ampacidad de las tablas 310-15(b)(16), 310-15(b)(17) y 310-15(b)(20) de la NOM-001- SEDE-2012: factor de corrección por temperatura.

2- La corriente a plena carga de los motores se obtiene de la tabla 430-250 Corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de C.A. de la NOM-001-SEDE-2012.

2.3.1.2 Cálculo por caída de tensión

El dimensionamiento por caída de tensión para sistema de cable, se calcula por medio de la ecuación 2 mostrada en la pág. 31.

De acuerdo con los artículos 210-19 Nota 4 y 215-2 Nota 2, de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, la caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta la salida más lejana de la instalación, considerando alimentadores y circuitos derivados, no debe exceder del 5%, dicha caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador, procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión, no sea mayor de 3%.

2.3.1.3 Calibre del conductor de puesta a tierra.

En el artículo 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 referente al tamaño nominal mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipo, se describe el lineamiento para obtener el calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra, considerando el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

De acuerdo a lo dispuesto en dicho artículo, cuando el tamaño nominal del conductor se ajuste para compensar caídas de tensión eléctrica, los conductores de puesta a tierra de equipo se deben ajustar proporcionalmente según el área en mm² de su sección transversal.



2.3.1.4 Desarrollo del cálculo.

Método de cálculo.

En el diseño de circuitos derivados, se debe seleccionar un tamaño de conductor de modo que soporte la carga requerida, dentro de los límites especificados de la caída de voltaje, y que tenga un valor optimizado del costo de instalación y del costo de las pérdidas.

Un tamaño de conductor que satisfaga estos requerimientos da buen servicio, dentro de los límites seguros de la temperatura de operación.

En este capítulo se da un ejemplo de cálculo para los alimentadores del tablero general de distribución.

Cálculo de un circuito alimentador del tablero general de distribución

Como datos del tablero, se tiene:

Carga total conectada.....	98.41 A Máxima Capacidad
Tipo de carga.....	Inductiva
Máxima caída de tensión permitida.....	3%
Temperatura.....	36.9
Tensión.....	220 Volts
Fases.....	3F
Frecuencia.....	60 Hz
Nivel y tipo de aislamiento del conductor.....	600 VCA, THW-LS
Sistema de canalización.....	enterrado
Longitud del circuito alimentador.....	69 metros
Factor de utilización (F.U.).....	100 %

Cálculo por Ampacidad

Considerando el artículo, 220-40 de la NOM-001-SEDE-2012 generalidades. La carga calculada de un alimentador o de una acometida no debe ser menor a la suma de las cargas en los circuitos derivados alimentados, como se determina en la parte B de este artículo, después de aplicar cualquier factor de demanda aplicable y permitido por las partes C o D o exigidos por la parte E.



Se considera el 100% de la corriente nominal del interruptor principal:

$$I_{\text{nominal}} = 72.9 \text{ A}$$

$$I_{\text{nominal}} \times 1.25 = 91.12$$

Considerando la tabla 310-15(b) (16) de la NOM-001-SEDE-2012 (anexo) Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C*.

De lo anterior, por ampacidad se selecciona el conductor del calibre 2 AWG, 3 conductores por fase, 600 V, 75°C. la capacidad del conductor seleccionado es de 95 A.

Cálculo de factores de decremento

Los factores de decremento que se aplican son para el tramo de trayectoria que más afecta la capacidad de los conductores del circuito en cuestión, disminuyendo la ampacidad de los conductores. Se considera para este caso, que el tramo más crítico es la de los alimentadores puesto que tiene una longitud de 69 metros.

Se determina el factor de corrección por temperatura de la tabla 310-15(b)(2)(b) de la NOM-001-SEDE-2012(checar anexo H). Esto es, para una temperatura ambiente de 31°C-35°C, le corresponde: $F_t = 1$

La corriente corregida aplicando los factores para un conductor de calibre 2 AWG, resulta:

La corriente corregida aplicando los factores de decremento en la ecuación 3 mostrada en la pág. 31 para un conductor del calibre 2 AWG resulta:

$$F = 1 \times 1 = 1 \quad (3)$$

Por medio de la ecuación 4 mostrada en la pág. 31 se obtiene la corriente corregida (I_c) aplicando los factores de corrección de temperatura.

$$I_c = 95A \quad (4)$$



Se observa que el conductor calibre 2 AWG es suficiente y tiene la capacidad de conducción de corriente obtenida de este último cálculo.

Conclusión: que el conductor calibre 2 AWG cumple con la capacidad de conducción de corriente para los 91.12 A. que se tienen pero por caída de tensión se selecciona el conductor de 1/0 AWG. Para caga fase como se muestra en los siguientes cálculos.

Cálculo de la caída de tensión el alimentador.

Se verifica que la selección de conductores por ampacidad cumpla con los requerimientos de caída de tensión.

Se aplica la ecuación 2 mostrada en la pág. 31 para obtener la caída de tensión a través del circuito.

De acuerdo a los datos, se tienen:

I nominal "I_{nom}" = 72.9 A

Longitud "L" = 69m,

Impedancia "Z" = $R \cos \phi + X \sin \phi = 0.4004 \text{ ohms} + 0.0988 \text{ ohms} = 0.4992 \text{ ohms}$

Resultado; La caída de tensión en volts equivale a 3.52 volts

Por lo tanto $e = 3.52 \text{ volts}$

aplicando el valor de caída de tensión "e (ecuación 2)" en la ecuación 5 obtenemos $\%e = 1.6\%$

Del resultado obtenido, se observa que la caída de voltaje está por abajo del 3%, que es permitido en los artículos 210-19 Nota 4 y 215-2 Nota 2, de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Por tanto, el conductor a instalar para el circuito alimentador del tablero general de distribución es de aislamiento THW-LS 600V a 75°C, calibre 1/0 AWG, con tres cables para cada fase.

Selección del tamaño nominal del conductor de puesta a tierra

De acuerdo al artículo 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, se observa que el tamaño nominal mínimo considerando la capacidad del dispositivo de protección (3X100), le corresponde un conductor de cobre calibre 8 AWG.



Cálculo de la caída de tensión al circuito derivado mas lejano y con mas carga.

Se verifica que la selección de conductores por ampacidad cumpla con los requerimientos de caída de tensión.

Se aplica la ecuación 2 mostrada en la pag. 31 para obtener la caída de tensión a través del circuito.

De acuerdo a los datos, se tienen:

$$I \text{ nominal} = 14.58 \text{ A}$$

$$L = 17\text{m,}$$

$$Z = R \cos \phi + X \text{sen } \phi = 4.0643 \text{ ohms} + 0.1065 \text{ ohms} = 4.1708 \text{ ohms}$$

Resultado; la caída de tensión en volts equivale a 1.68 volts.

$$\text{Por lo tanto } e = 1.68 \text{ volts}$$

aplicando el valor de caída de tensión "e" en la ecuación 8 mostrada en la pag. 55 obtenemos porciento de caída de tensión $\%e = 0.77\%$

La sumatoria de caídas de tensión es:

$$\text{alimentador } \%e + \text{circuito derivado } \%e = 1.6\% + 0.77\%$$

$$\text{caída de tensión total } e\% = 2.37\%$$

$$\text{alimentador } e + \text{circuito derivado } e = 3.52 \text{ volts} + 1.68 \text{ volts}$$

La caída de tensión total en volts del generador al ultimo punto de conexión es:

$$e = 5.2 \text{ volts}$$

Del resultado obtenido, se observa que la caída de voltaje total está por abajo del 3%, que es permitido en los artículos 210-19 Nota 4 y 215-2 Nota 2, de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Por tanto, el conductor a instalar para los circuitos derivados del tablero general de distribución es de aislamiento THW-LS 600V a 75°C, calibre 10 AWG.

Selección del tamaño nominal del conductor de puesta a tierra para los circuitos derivados

De acuerdo al artículo 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, se observa que el tamaño nominal mínimo considerando la capacidad del dispositivo de mayor protección de los circuitos derivados es de 3X30 A, le corresponde un conductor



de cobre calibre 10 AWG, por lo tanto se considera este conductor de puesta a tierra para todos los circuitos derivados.

Selección de la canalización eléctrica

El diámetro aproximado de un cable de cobre de acuerdo a la tabla 5 “Dimensiones de los conductores aislados y cables de artefactos” de la NOM-001-SEDE-2012.

THW-LS, 600V, cal. 1/0 AWG es de 196.1 mm²

THW-LS, 600V, cal. 8 AWG es de 53.87 mm²

THW-LS, 600V, cal. 10 AWG es de 28.19 mm²

Para obtener el área total de ocupación de los conductores se suma el área del conductor de las fases, neutro y del cable de puesta a tierra

Ancho conductor de fases 1/0 = $(196.1 \text{ mm}^2 \times 3) = 588.3 \text{ mm}^2$

Ancho conductor de neutro 1/0 = 196.1 mm²

Ancho conductor puesta a tierra 8 AWG = 53.87 mm²

Ancho total= 838.27 mm²

Dado lo anterior y de acuerdo a la tabla 4 de la NOM-001-SEDE-2012 se selecciona tubería conduit de 53 mm (2”) tipo PVC pesado para el alojamiento de los alimentadores, pero se opta por la tubería de 89 mm (2 ½”) PVC pesado, esto para facilitar la maniobra de cableado.

Para la canalización de los circuitos derivados se alojara, 4 conductores del calibre 10 con una sección transversal de 53.87 mm².

$28.19 \text{ mm}^2 \times 4 = 112.76 \text{ mm}^2$

Dado lo anterior y de acuerdo a la tabla 4 de la NOM-001-SEDE-2012 se selecciona tubería conduit de 21 mm (3/4”) tipo conduit semi pesado para el alojamiento de los conductores de cada circuito derivado.

A continuación, se muestran las tablas 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 de preconcentrados de todos los cálculos, la tabla 20 muestra el cuadro de cargas y al final en la tabla 21 se observa el resumen de los preconcentrados.

Tabla 10 Condición climática

Tabla 11 Condición climática			CABLE			CANALIZACION		
Temperatura ambiente máx.	36.9	° C	Material	Cobre	X	Tubo Conduit	NO	
Altura sobre el nivel del mar	100	m		Aluminio		Material	PVC	
DATOS ELECTRICOS DEL SISTEMA			Tipo de aislamiento	THW		No. de conductores	5	
Tensión (Vn)	220	V.	Temperatura de operac.	75 ° C		Charola	-	
Fases / Hilos	3 / 4		Construcción	monopolar	X	Material	-	
Frecuencia (Hz)	60	Hz.		multiconductor		Arreglo de Cables	-	
Corriente de falla (Icc)		A.	INSTALACION					
Tiempo de duración (t)	0.1	Seg.	Aerea			Ducto cuadrado	-	
			Enterrada			Material	-	
				X		No. de conductores	-	
(ver tabla 310-15(b)(2)(b) FACTORES DE CORRECCION POR:								
Agrupamiento (FCA)	1							
Temperatura (FCT)	1							
Total.	1							

Tabla 11 Cálculo de la potencia

Tabla 12 cálculo de la potencia activa, aparente y reactiva							
CARGA INSTALADA= 12500 watts							
FP = COS Ø =0.9							
Q= valor de la carga reactiva o inductiva en volt amper reactivo (VAR)							
S= valor de la potencia aparente en volt amper (VA)							
P= valor de la potencia activa ó resistiva (W)							
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Q = VAR'S =</td> <td>12108</td> </tr> <tr> <td>S =</td> <td>27778</td> </tr> <tr> <td>P =</td> <td>25000</td> </tr> </table>	Q = VAR'S =	12108	S =	27778	P =	25000	$S = \frac{25000 W}{0.9} = 27778 VA$ $Q = \sqrt{S^2 - P^2} = 12108 VAR'S$
Q = VAR'S =	12108						
S =	27778						
P =	25000						
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>POTENCIA APARENTE S (kVA)</p> <p>POTENCIA REACTIVA Q (kVAR)</p> <p>POTENCIA ACTIVA P (kW)</p> </div> <div style="font-size: 2em;"> $\cos \varphi = \frac{P}{S}$ </div> </div>							



Tabla 12 Cálculo de la corriente nominal

Tabla 13 cálculo de la corriente nominal			
DATOS:		$I_n = \text{CORRIENTE NOMINAL}$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $I_n = \frac{WT}{\sqrt{3} \times EF \times \cos \alpha}$ </div> $I_n = 72.90 \quad A.$	
VOLTAJE ENTRE FASES (EF)	220 V		
COSENO DE α (FP)	0.9		
WHATS TOTALES (WT)	25000 W		

Tabla 13 Cálculo factor de demanda

Tabla 14 cálculo del factor de demanda			
Datos		$\text{FACTOR DE DEMANDA (FD)}$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $FD = \frac{\text{DEMANDA}}{\text{CARGA INSTALADA}}$ </div> $FD = 1.00 \quad \% \text{ DE USO DE LA CARGA}$	
Carga instalada	25000 W		
Demanda	25000 W		
			ART. 220-3 430-26 430-24

Tabla 14 Cálculo por capacidad de conducción

Tabla 15 cálculo por capacidad de conducción (Amper corregido)									
Datos del tablero general de distribución		$1.25 \times I_{nom}$ $91.12 \quad A.$ $\text{CORRIENTE CORREGIDA (} I_c \text{)}$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $I_c = \frac{F.D. \times I_{nom}}{FCT \times FCA}$ </div> $I_c = 91.12 \quad A.$ <table border="1" style="margin-top: 10px; width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Cal. Del conductor</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>AWG</td> </tr> <tr> <td>Cantidad por fase</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>AWG</td> </tr> </table>		Cal. Del conductor	2	AWG	Cantidad por fase	1	AWG
Cal. Del conductor	2			AWG					
Cantidad por fase	1			AWG					
Identificación	TAB. T.G.D.								
Nombre	CTO.-1								
Potencia (POT)	25			KW					
tipo									
Voltaje (V)	220			V.					
Fases / Hilos	3/4								
Factor de potencia (FP)	0.90								
Corriente nominal	72.90	A.							
Factor de demanda	1.00								
			ART. 310-15 tabla 310-15(b)(16) 430-24						



Tabla 15 Cálculo por caída de tensión caja moldeada

Tabla 16. cálculo por caída de tensión del alimentador al interruptor principal de caja moldeada																																							
<p>Caída de tensión en volts (e)</p> <p>en el caso de que la tensión monofasica $e = 2 * I_{nom} * L * (R \cos \phi + X \sin \phi) / 1000$</p> <p>en caso de que la tensión sea trifasica $e = \sqrt{3} * I_{nom} * L * (R \cos \phi + X \sin \phi) / 1000$</p>	<p>ART. 430-24 CAIDA DE TENSIÓN EN % (%e)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $\%e = \frac{e}{V_n} \times 100$ </div> <p style="text-align: center;">%e = 0.19</p>																																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 35%; text-align: center;">e =</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">0.41</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">VOLTS</td> </tr> <tr> <td>Dónde:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Voltaje (V) =</td> <td></td> <td style="text-align: center;">220</td> <td style="text-align: center;">V.</td> </tr> <tr> <td>Longitud del circuito (L) =</td> <td></td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">m</td> </tr> <tr> <td>Resistencia del conductor (R) =</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.4004</td> <td style="text-align: center;">Ω/Km</td> </tr> <tr> <td>Reactancia del conductor (XL) =</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.0988</td> <td style="text-align: center;">Ω/Km</td> </tr> <tr> <td>Sen φ =</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.44</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cos φ = Factor de potencia (FP) =</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.90</td> <td></td> </tr> </table>		e =	0.41	VOLTS	Dónde:				Voltaje (V) =		220	V.	Longitud del circuito (L) =		8	m	Resistencia del conductor (R) =		0.4004	Ω/Km	Reactancia del conductor (XL) =		0.0988	Ω/Km	Sen φ =		0.44		Cos φ = Factor de potencia (FP) =		0.90		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Cal. Del conductor</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">AWG</td> </tr> <tr> <td>Por caída de tensión</td> <td style="text-align: center;">1/0</td> <td style="text-align: center;">AWG</td> </tr> </table>	Cal. Del conductor	2	AWG	Por caída de tensión	1/0	AWG
	e =	0.41	VOLTS																																				
Dónde:																																							
Voltaje (V) =		220	V.																																				
Longitud del circuito (L) =		8	m																																				
Resistencia del conductor (R) =		0.4004	Ω/Km																																				
Reactancia del conductor (XL) =		0.0988	Ω/Km																																				
Sen φ =		0.44																																					
Cos φ = Factor de potencia (FP) =		0.90																																					
Cal. Del conductor	2	AWG																																					
Por caída de tensión	1/0	AWG																																					

Tabla 16 Cálculo por caída de tensión tablero general

Tabla 17 cálculo por caída de tensión del interruptor principal al tablero general de distribución																																							
<p>Caída de tensión en Volts (e)</p> <p>en el caso de que la tensión sea 127 v $e = 2 * I_{nom} * L * (R \cos \phi + X \sin \phi) / 1000$</p> <p>en caso de que la tensión sea de 220 v $e = \sqrt{3} * I_{nom} * L * (R \cos \phi + X \sin \phi) / 1000$</p>	<p>ART. 430-24 Caída de tensión en % (%e)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $\%e = \frac{e}{V_n} \times 100$ </div> <p style="text-align: center;">%e = 1.41</p>																																						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 35%; text-align: center;">e =</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">3.11</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">VOLTS</td> </tr> <tr> <td>Dónde:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Voltaje (V) =</td> <td></td> <td style="text-align: center;">220</td> <td style="text-align: center;">V.</td> </tr> <tr> <td>Longitud del circuito (L) =</td> <td></td> <td style="text-align: center;">61</td> <td style="text-align: center;">m</td> </tr> <tr> <td>Resistencia del conductor (R) =</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.4004</td> <td style="text-align: center;">Ω/Km</td> </tr> <tr> <td>Reactancia del conductor (XL) =</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.0988</td> <td style="text-align: center;">Ω/Km</td> </tr> <tr> <td>Sen φ =</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.44</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cos φ = Factor de potencia (FP) =</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.90</td> <td></td> </tr> </table>		e =	3.11	VOLTS	Dónde:				Voltaje (V) =		220	V.	Longitud del circuito (L) =		61	m	Resistencia del conductor (R) =		0.4004	Ω/Km	Reactancia del conductor (XL) =		0.0988	Ω/Km	Sen φ =		0.44		Cos φ = Factor de potencia (FP) =		0.90		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Cal. Del conductor</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">AWG</td> </tr> <tr> <td>Por caída de tensión</td> <td style="text-align: center;">1/0</td> <td style="text-align: center;">AWG</td> </tr> </table>	Cal. Del conductor	2	AWG	Por caída de tensión	1/0	AWG
	e =	3.11	VOLTS																																				
Dónde:																																							
Voltaje (V) =		220	V.																																				
Longitud del circuito (L) =		61	m																																				
Resistencia del conductor (R) =		0.4004	Ω/Km																																				
Reactancia del conductor (XL) =		0.0988	Ω/Km																																				
Sen φ =		0.44																																					
Cos φ = Factor de potencia (FP) =		0.90																																					
Cal. Del conductor	2	AWG																																					
Por caída de tensión	1/0	AWG																																					



Tabla 17 Cálculo por caída del circuito derivado

Tabla 18 cálculo por caída de tensión del circuito derivado con mas carga																																													
<p>Caida de tensión en Volts (e)</p> <p>en el caso de que la tensión sea 127 v $e = 2 * I_{nom} * L * (R \cos \phi + X \sin \phi) / 1000$</p> <p>en caso de que la tensión sea de 220 v $e = \sqrt{3} * I_{nom} * L * (R \cos \phi + X \sin \phi) / 1000$</p>	<p>ART. 430-24 Caida de tensión en % (%e)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%; text-align: center;"> $\%e = \frac{e}{V_n} \times 100$ </div> <p style="text-align: center;">%e = 0.77 Σ %e = 2.36</p>																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">e =</td> <td style="width: 25%;">1.68</td> <td style="width: 15%;">VOLTS</td> <td style="width: 45%;"></td> </tr> <tr> <td>Dónde:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Voltaje (V) =</td> <td>220.00</td> <td>V.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Corriente nominal del circuito derivado</td> <td>14.58</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Longitud del circuito (L) =</td> <td>18</td> <td>m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Resistencia del conductor (R) =</td> <td>4.0643</td> <td>Ω/Km</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Reactancia del conductor (XL) =</td> <td>0.1065</td> <td>Ω/Km</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sen φ =</td> <td>0.44</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cos φ = Factor de potencia (FP) =</td> <td>0.90</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	e =	1.68	VOLTS		Dónde:				Voltaje (V) =	220.00	V.		Corriente nominal del circuito derivado	14.58			Longitud del circuito (L) =	18	m		Resistencia del conductor (R) =	4.0643	Ω/Km		Reactancia del conductor (XL) =	0.1065	Ω/Km		Sen φ =	0.44			Cos φ = Factor de potencia (FP) =	0.90			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Cal. Del conductor</td> <td style="width: 20%;">14</td> <td style="width: 20%;">AWG</td> </tr> <tr> <td>Por caída de tensión</td> <td>10</td> <td>AWG</td> </tr> </table>			Cal. Del conductor	14	AWG	Por caída de tensión	10	AWG
e =	1.68	VOLTS																																											
Dónde:																																													
Voltaje (V) =	220.00	V.																																											
Corriente nominal del circuito derivado	14.58																																												
Longitud del circuito (L) =	18	m																																											
Resistencia del conductor (R) =	4.0643	Ω/Km																																											
Reactancia del conductor (XL) =	0.1065	Ω/Km																																											
Sen φ =	0.44																																												
Cos φ = Factor de potencia (FP) =	0.90																																												
Cal. Del conductor	14	AWG																																											
Por caída de tensión	10	AWG																																											

Tabla 18 Cálculo de protecciones

Tabla 19 cálculo de protecciones de sobrecarga y selección de fusibles ó interruptor						
<p>TABLA 430-250 corriente a plena carga de motores trifasicos de corriente alterna PSC (Protección de sobrecarga)</p>						
		CORRIENTE A PLENA CARGA (IPC) TABLA 430-250	PROTECCION SOBRE CARGA ARTICULO 430-32	FUSIBLE Ó INTERRUPTOR		INTERRUPTOR PRINCIPAL PARA EL TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN SEGÚN ARTICULO 240, 430-52, 430-24, 430-61 DE LA NOM.
	KW	AMP (I)	AMP X 1.15	IPC AMP X 1.25	SEGÚN 240-6	3 X 60 A.
MOTOR 1HP	0.75	4.6	5.29	6.61	3X15 AMP	
MOTOR 2 HP	1.5	7.5	8.63	10.78	3X15 AMP	
MOTOR 2 HP	1.5	7.5	8.63	10.78	3X15 AMP	
MOTOR 5 HP	3.75	16.7	19.21	24.01	3X30 AMP	
TABLERO 5 KW	5	14.58 I nominal		18.23	3X20 AMP	

CALIBRE FINAL SELECCIONADO, 1/0 AWG PARA ALIMENTADORES Y 10 AWG PARA CIRCUITOS DERIVADOS			
CAÍDA DE TENSIÓN TOTAL EN VOLTS	5.20 VOLTS		
%e INTERRUPTOR GENERAL		0.19	<p>NOTA LA CAÍDA DE TENSIÓN TOTAL DEBE SER MENOR AL %5 DE LA TENSIÓN DE SUMINISTRO. ART. 210-19 Y 215-2 DE LA NOM-001-SEDE-2012</p>
%e TAB. GENERAL ALUMBRADO		1.41	
%e CIRCUITO DERIVADO		0.77	
TOTAL Σ %e=		2.36	



Cuadro de cargas.

Tabla 19 Cuadro de cargas

CUADRO DE CARGAS TABLERO 1										DOCUMENTO No.			
PROYECTO DE SEMINARIO ENERGIAS ALTERNATIVAS										S/N			
AREA : TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION										ALIMENTADO DE:			
DEPARTAMENTO: AREA DE MOLIENDA										INTERRUPTOR GRAL.			
CLAVE		1	2	3	4	FASES			INT.	WATTS TOTALES	LOCALIZACION		
WATTS		750	1500	3750	5000	A	B	C					
ESPACIO	CIRCUITO	FASES	1 HP. 3F.	2 HP. 3F.	5 HP. 3F.	TAB 1							
1	1	A	0.33				250			100	750	DESPULPADORA DE CAFÉ	
3		B	0.33					250					
5		C	0.33						250				
7	2	A		0.33			500			100	1500	DESGRANADORA DE MAÍZ	
9		B		0.33				500					
11		C			0.33				500				
13	3	A			0.33		1250			100	3750	MOLINO DE NIXTAMAL	
15		B			0.33			1250					
17		C				0.33			1250				
19												RESERVA	
2	4	A		0.33			500			70	1500	AMASADORA PARA MASA	
4		B		0.33				500					
6		C			0.33				500				
8	5	A				0.33	1666.7			70	5000	TABLERO OPCIONAL PARA CARGA DE 5 KW	
10		B				0.33		1666.7					
12		C					0.33		1666.7				
14	6	A					0				0	RESERVA	
16		B						0				RESERVA	
18		C							0			RESERVA	
20												RESERVA	
TOTAL			1	2	1	1	4166.7	4166.7	4166.7		12500		
DESBALANCE = $\frac{\text{Fase mayor} - \text{Fase menor}}{\text{Fase mayor}} \times 100 = 0.00 \%$													
INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X50 AMP.							220/127 VOLTS.		TAB-1		REFERENCIAS		
ESPACIOS EN EL TABLERO				42 DE 1 POLO									
CATALOGO				QOC342MQS									
FABRICANTE				SQUARE D									
CAPACIDAD INTERRUPTIVA				22000 A		INT. TIPO		QO- ENCHUFABLE					



Tabla No. 20 Concentrado de cálculos de alimentadores, protecciones y circuitos derivados

Alimentador del generador al interruptor principal

No. CTO	TIPO CARGA	VOLTS	WATTS TOT potencia activa	FP	VA's potencia aparente	φ SEN	VAR's potencia reactiva	Inom (A)	1.25 x Inom	AMP. INT.	F.D	FCT	FCA	I(Amp) Correg.	CAL. P/AMP.	LONG (m)	R Ω/Km	X Ω/Km	CAIDA (V)	%e	CAL. Final		Σ %e	cable ø mm.	seccion del cable	Conduit ø mm.
																					P/CAIDA	TIERRA				
1	MIXTA	220	25000	0.90	27778	0.44	12108	72.90	91.12	100	1.0	1.0	1.0	91.12	2	8	0.4004	0.0988	0.41	0.19	1/0 AWG	2 AWG	0.19	13.6	145.19	64

Alimentador del interruptor principal al tablero general de distribución

No. CTO	TIPO CARGA	VOLTS	WATTS TOT	FP	VA's	φ SEN	VAR's	Inom (A)	1.25 x Inom	AMP. INT.	F.D	FCT	FCA	I(Amp) Correg.	CAL. P/AMP.	LONG (m)	R Ω/Km	X Ω/Km	CAIDA (V)	%e	CAL. Final		Σ %e	cable ø mm.	seccion del cable	Conduit ø mm.
																					P/CAIDA	TIERRA				
1	MIXTA	220	25000	0.90	27778	0.4359	12108	72.90	91.12	100	1.0	1.0	1.0	91.12	2	61	0.4004	0.0988	3.11	1.41	1/0 AWG	2 AWG	1.60	13.6	145.19	64

TABLA
430-250
Y 240-6

Tablero general de distribución

No. CTO	TIPO CARGA	VOLTS	WATTS TOT	FP	VA's	φ SEN	VAR's	Inom (A)	1.25 x Inom	AMP. INT.	F.D	FCT	FCA	I(Amp) Correg.	CAL. P/AMP.	LONG (m)	R Ω/Km	X Ω/Km	CAIDA (V)	%e	CAL. Final		Σ %e	cable ø mm.	seccion del cable	Conduit ø mm.
																					P/CAIDA	TIERRA				
1	MOTOR 1 hp	220	750	0.90	833	0.44	363	2.19	2.73	15	1.00	1.0	1.0	2.73	14	30	4.0643	0.1065	0.42	0.19	10 AWG	10 AWG	1.79	4.60	16.61	19
2	MOTOR 2 hp	220	1500	0.90	1667	0.44	726	4.37	5.47	15	1.00	1.0	1.0	5.47	14	14	4.0643	0.1065	0.39	0.18	10 AWG	10 AWG	1.78	4.60	16.61	19
3	MOTOR 5 hp	220	3750	0.90	4167	0.44	1816	10.93	13.67	30	1.00	1.0	1.0	13.67	14	17	4.0643	0.1065	1.19	0.54	10 AWG	10 AWG	2.14	4.60	16.61	19
4	MOTOR 2 hp	220	1500	0.90	1667	0.44	726	4.37	5.47	15	1.00	1.0	1.0	5.47	14	17	4.0643	0.1065	0.48	0.22	10 AWG	10 AWG	1.81	4.60	16.61	19
5	TABLERO 5 KW	220	5000	0.90	5556	0.44	2422	14.58	18.22	20	1.00	1.0	1.0	18.22	14	18	4.0643	0.1065	1.68	0.77	10 AWG	10 AWG	2.36	4.60	16.61	19

2.3.2 Diagramas unifilares

TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN TIPO QO330L200G-S 3F-4H 220/127 V MARCA: SQUARE D

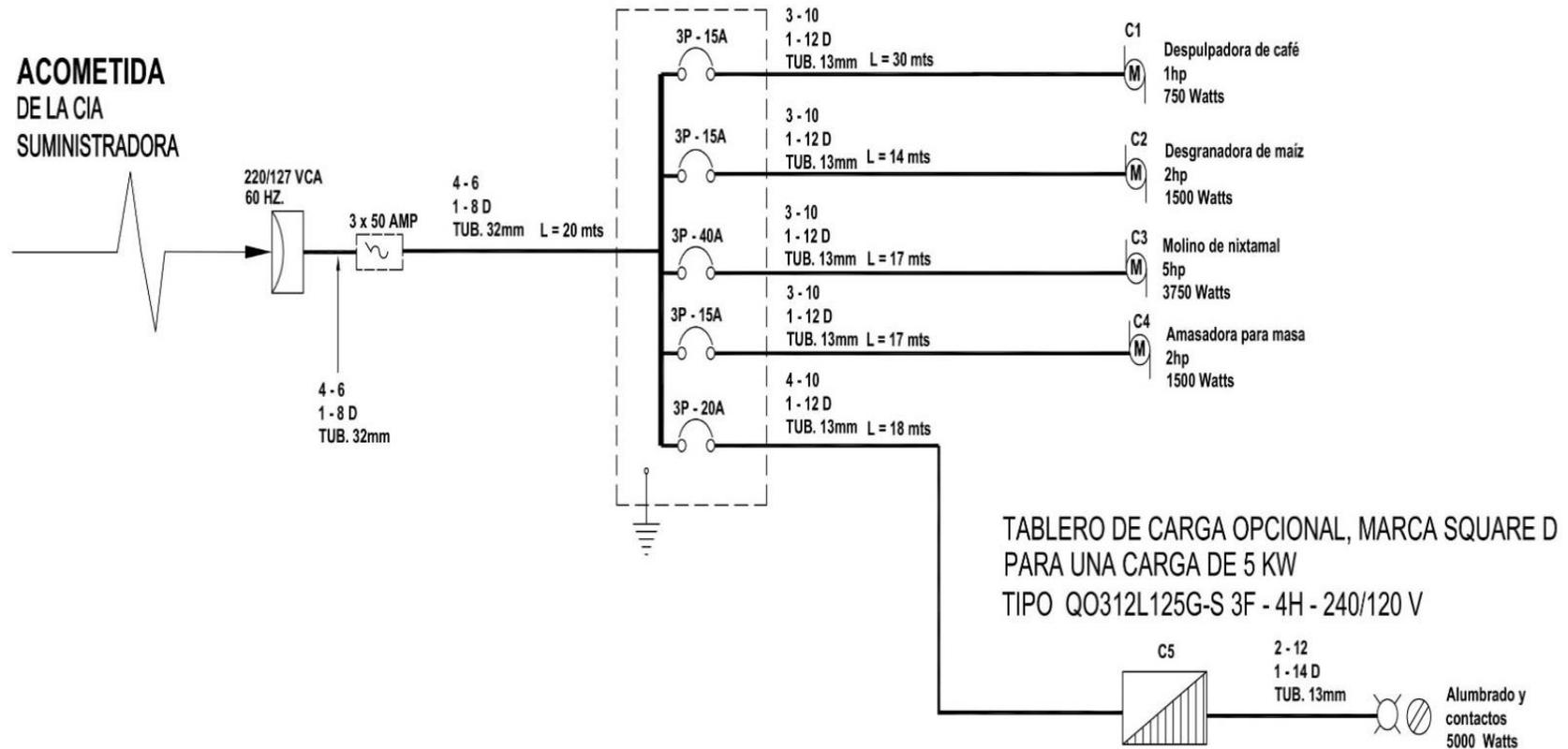


Figura. 14 Diagrama unifilar de la instalación actual

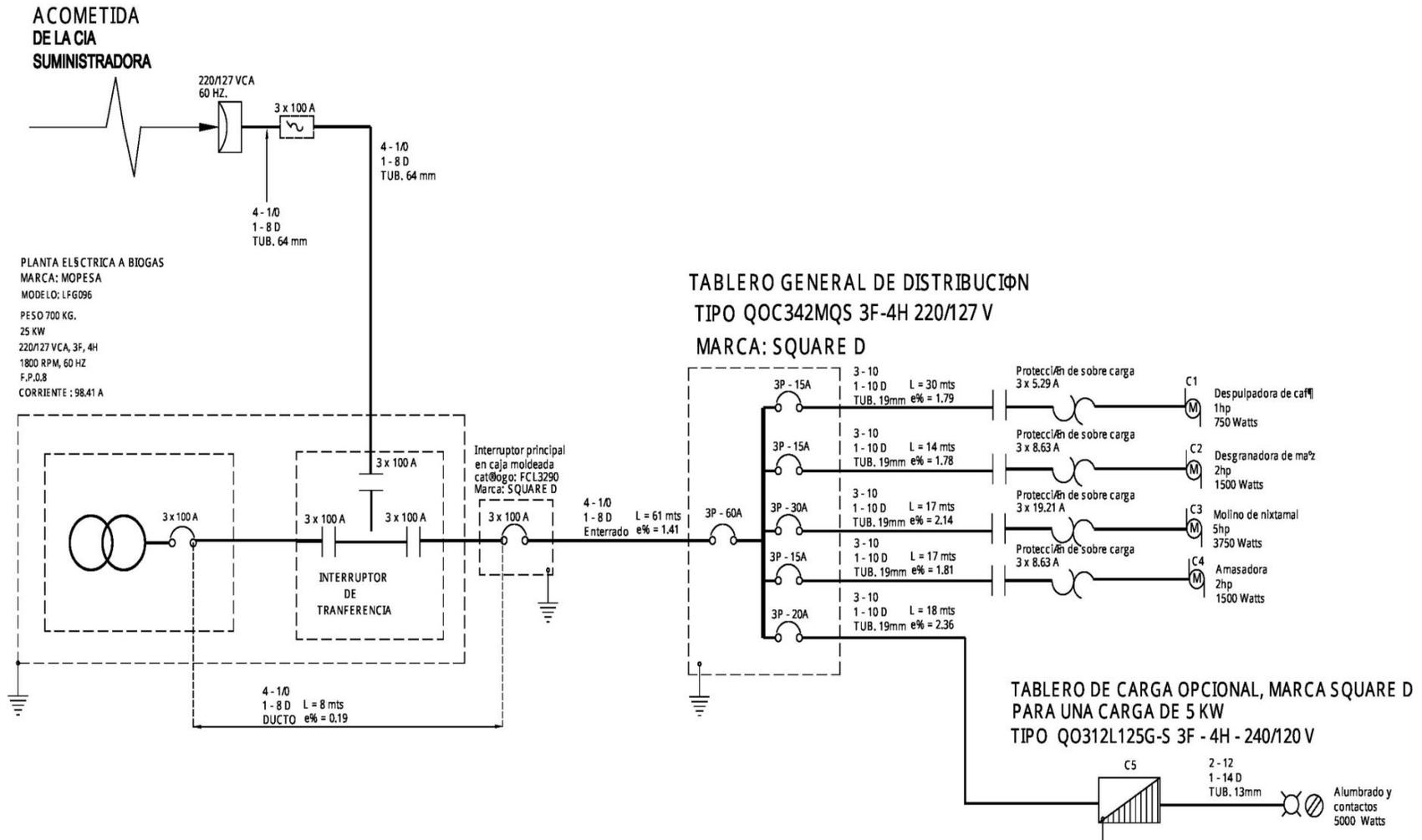
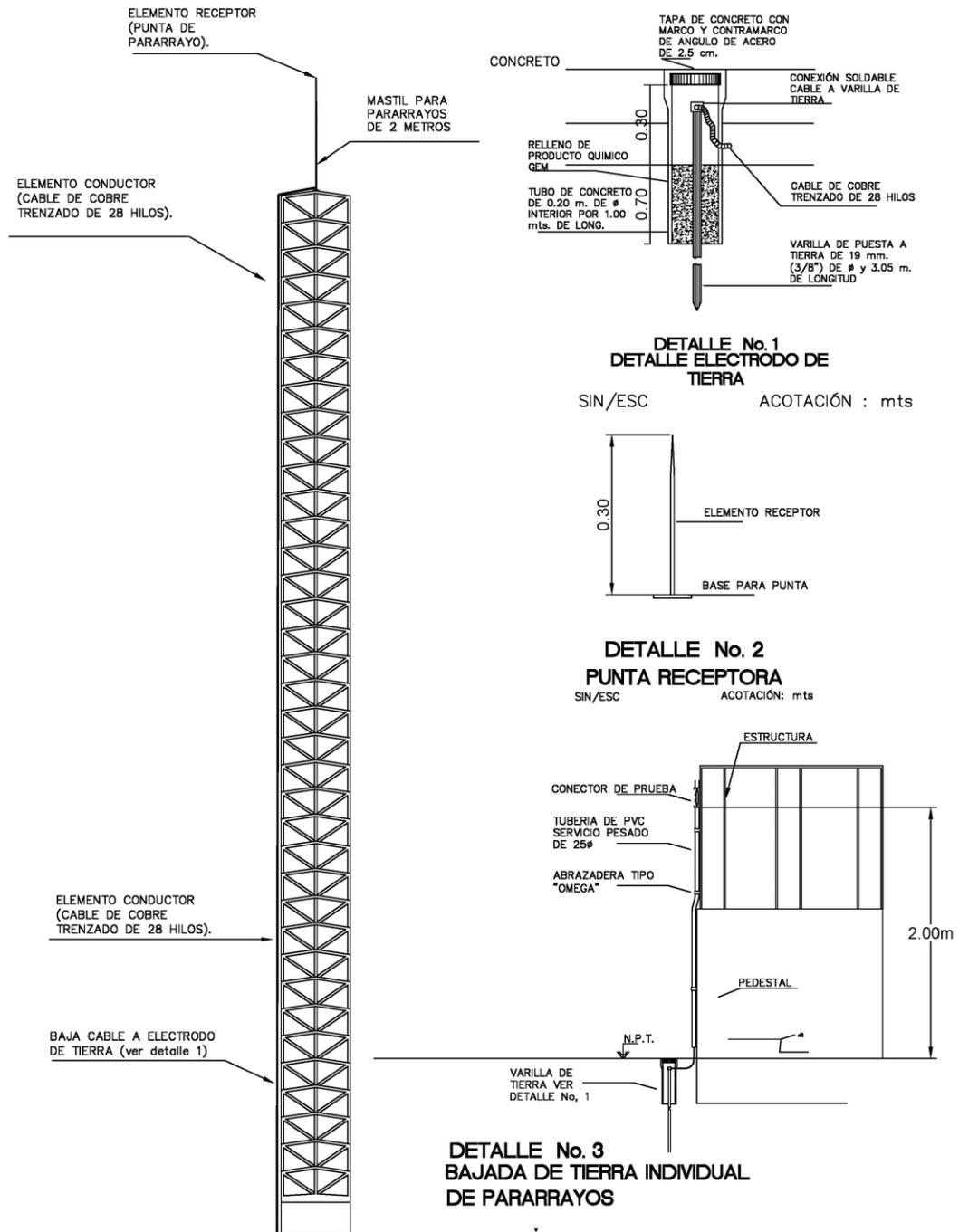


Figura. 15 Diagrama unifilar propuesta del proyecto

2.3.3 Sistema pararrayos para el biodigestor.



TORRE PARARRAYOS CON ALTURA DE 30 METROS

Figura. 16 Se muestra el diseño del sistema pararrayos del proyecto

Las áreas a las cuales se le instala el sistema de protección contra tormentas eléctricas son el cuarto de generación eléctrica, bodegas, área de molienda y el propio biodigestor conforme la norma NOM-022-STPS-2015 Y NMX-J-549-ANCE-2005, estas áreas se pueden ver en el siguiente plano (figura 17).

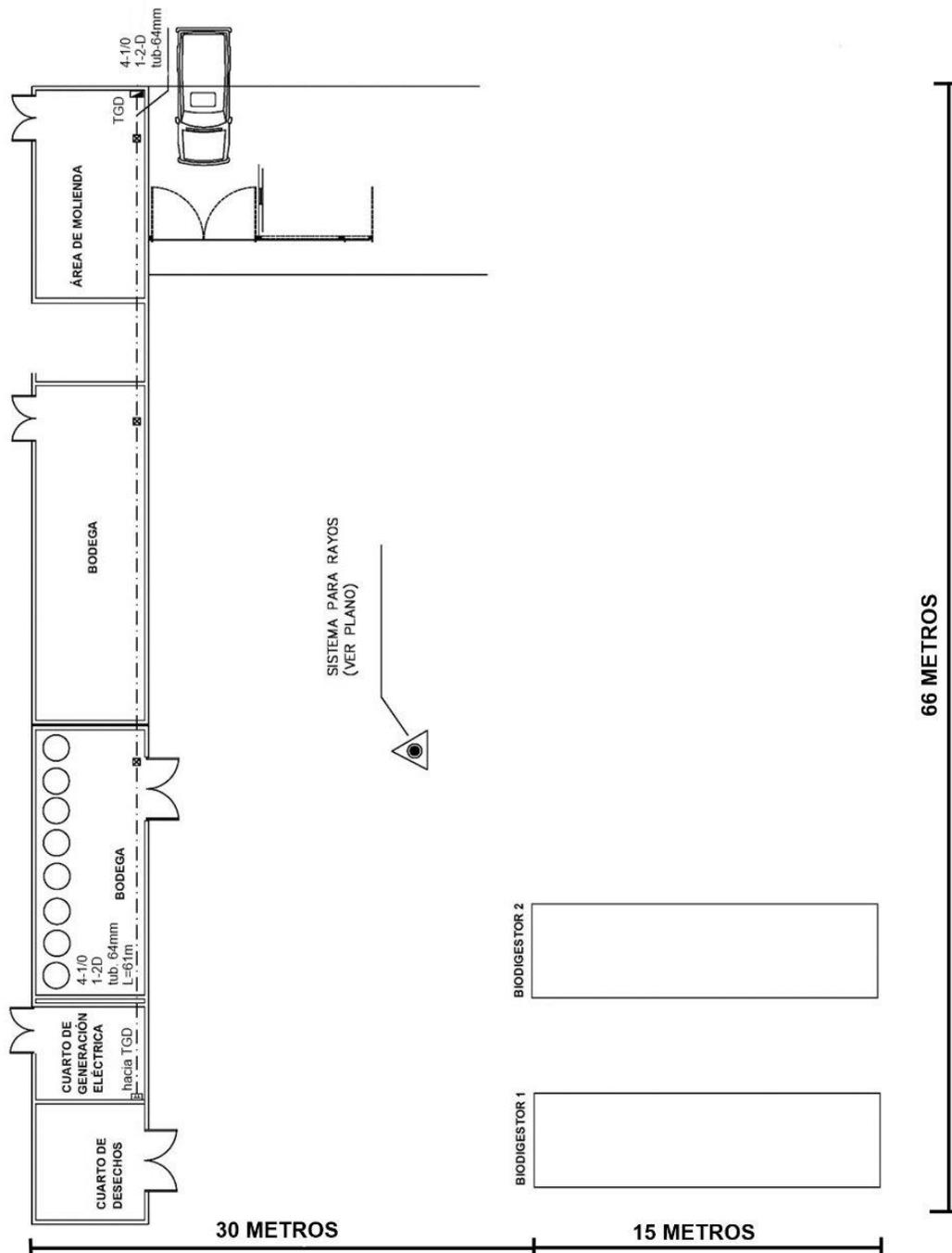


Figura. 17 Plano de vista aérea de las instalaciones del proyecto.

Se estima que el área equivalente a proteger es de $2400m^2$ (60 ancho x 40 de fondo) con una altura máxima de 3 metros por lo tanto se elige una torre de 30 metros de altura con protección para rayos nivel II con una eficiencia del 95%, esto de acuerdo a la tabla E1 que se puede consultar en la NMX-J-549-ANCE-2005, dicha torre nos protege un área aproximada de $2827 m^2$ lo cual es perfecto para este proyecto.

La ubicación del biodigestor esta en las coordenadas -96.680772 longitud oeste y 18.265645 latitud norte, a una altura de 134 msnm (metros sobre el nivel del mar), en el estado de Oaxaca.

La densidad de rayos a tierra anual (N_g) corresponde a 2.9 rayos/ km^2 /año ver la figura 18.

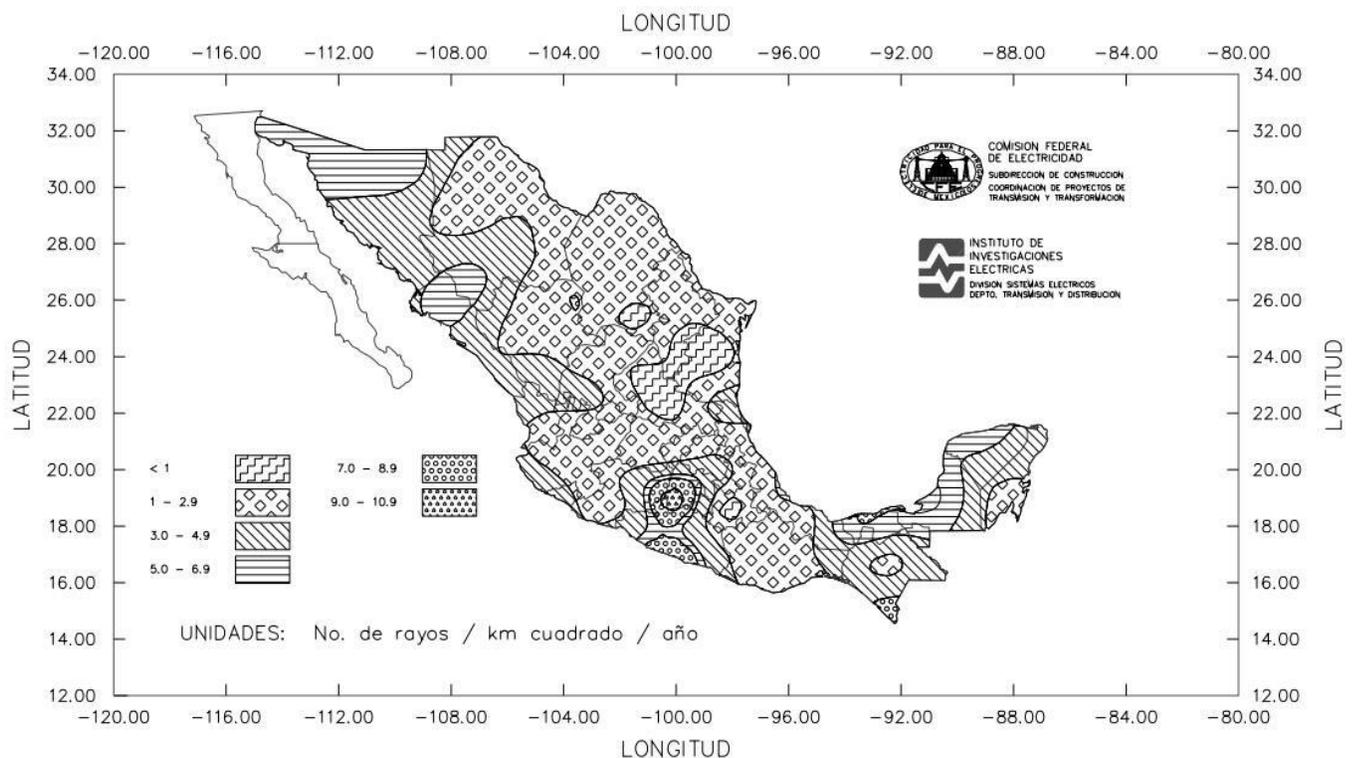


Fig. 18 Mapa promedio anual de densidad de rayos a tierra por estados

Fuente: NMX-J-549-ANCE-2005

Para más exactitud en la figura 19 se muestra en un círculo rojo el área aproximada del biodigestor y que la densidad de rayos a tierra anual (N_g) corresponde a 2 a 3 rayos/ km^2 /año.

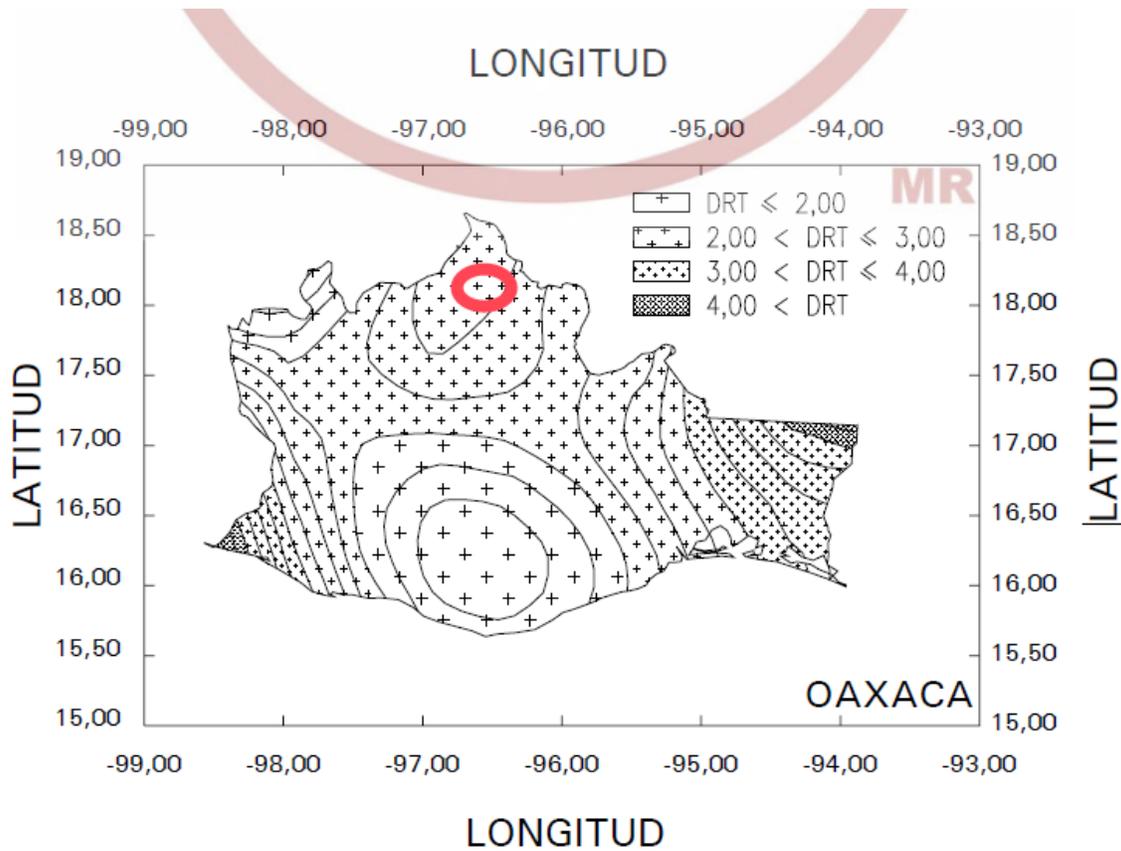


Figura. 19 Mapa promedio anual de densidad de rayos a tierra del estado de Oaxaca

Fuente: NMS-J-549-ANCE-2005

Con la información anterior y de acuerdo a la tabla 1.- frecuencia anual permitida de rayos directos sobre estructuras comunes de la NMX-J-549-ANCE-2005 dice que para estructuras en zonas con densidad de rayos a tierra mayor a 2 y si el techo de la construcción es de material inflamable (madera o paja) debe instalarse un sistema externo de protección (SEPTE) Al ser un biodigestor, por efectos de las tormentas eléctricas se consideran futuros daños a las instalaciones eléctricas, falla de dispositivos de medición, e inclusive una explosión del mismo biodigestor, por lo tanto el nivel de protección que se recomienda con respecto a la NOM-001-SEDE-2012 art. 500 (ambientes especiales) es de ÁREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS) CLASE I, DIVISION 2. En el cual se manipulan, procesan o utilizan gases volátiles inflamables.



Por tales motivos se procede a proteger las instalaciones con un SEPTÉ.

2.4 Cálculo del biodigestor

Generador seleccionado marca Mopesa presenta un consumo de $22 m^3$ por hora por lo cual se calcula el volumen del biodigestor de acuerdo a la cantidad de biogás a que necesita el generador, se cuenta que para producir $1m^3$ de biogás es necesario 12.34Kg de estiércol, con un funcionamiento continuo por 10 horas, teniendo en cuenta que el cliente menciona que por motivos de producción llegan a tener jornadas de trabajo hasta de 12 horas.

Gasto de biogás por jornada se calcula mediante la ecuación 6 dando un resultado de $=264m^3$ de gas por día

La semana laboral consta de 6 días por lo cual genera un gasto mensual de:

$$264m^3 \text{ de biogás} \times 6 = 1584m^3 \text{ semanales}$$
$$1584m^3 \times 4 = 6336 m^3 \text{ de biogás al mes}$$

Una vez teniendo el volumen de gas a usar mensualmente se procede a sacar la cantidad de excremento a usar:

$$12.34\text{Kg} = 1m^3 \text{ de gas}$$

$$6336 \times 12.34 = 78186.24 \text{ Kg de estiércol a usar.}$$

La densidad del estiércol es $993 \text{ kg}/m^3$ se calcula el volumen que usa el estiércol ocuparan

$$\frac{78186.24\text{Kg}}{993 \text{ kg}/m^3} = 78.74 m^3$$

Para sacar el volumen de la mezcla a usar se considera $3/4$ partes de agua por una de estiércol por lo cual se calcula el volumen de agua a usar

$$78.74 m^3 \times 3 = 236.22 m^3 \text{ de agua a usar}$$

Volumen final de la mezcla es:

$$236.22 m^3 + 78.74 m^3 = 314.96 m^3 \text{ totales}$$

Para la construcción del biodigestor se debe considerar que la mezcla utilice el 75% del volumen del biodigestor por lo cual el 25% es para la acumulación de gas



Lo que le corresponde un espacio de 105 m^3 por lo cuál tiene un volumen final de:

$$314.96 \text{ m}^3 + 105 \text{ m}^3 = 419.96 \text{ m}^3$$

420.105 m^3 de volumen mínimo en el biodigestor, en la tabla 20 se muestran las dimensiones de cada biodigestor.

Tabla 20 Medidas del biodigestor

Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Volumen (m^3)
15	7	4	420

El Biodigestor calculado será de uso discontinuo ya que se utilizara para almacenar por 30 días hábiles la carga, el proyecto considera 2 biodigestores de la misma capacidad para satisfacer la demanda de producción de biogás como se describe en la figura 20.

Se realizara mantenimiento a los biodigestores en periodos de cada 12 meses para mantenerlos en optimas condiciones, el cual en la sección de anexos se puede consultar el manual de mantenimiento de biodigestores .

2.4.1 Ciclo de recarga del biodigestor

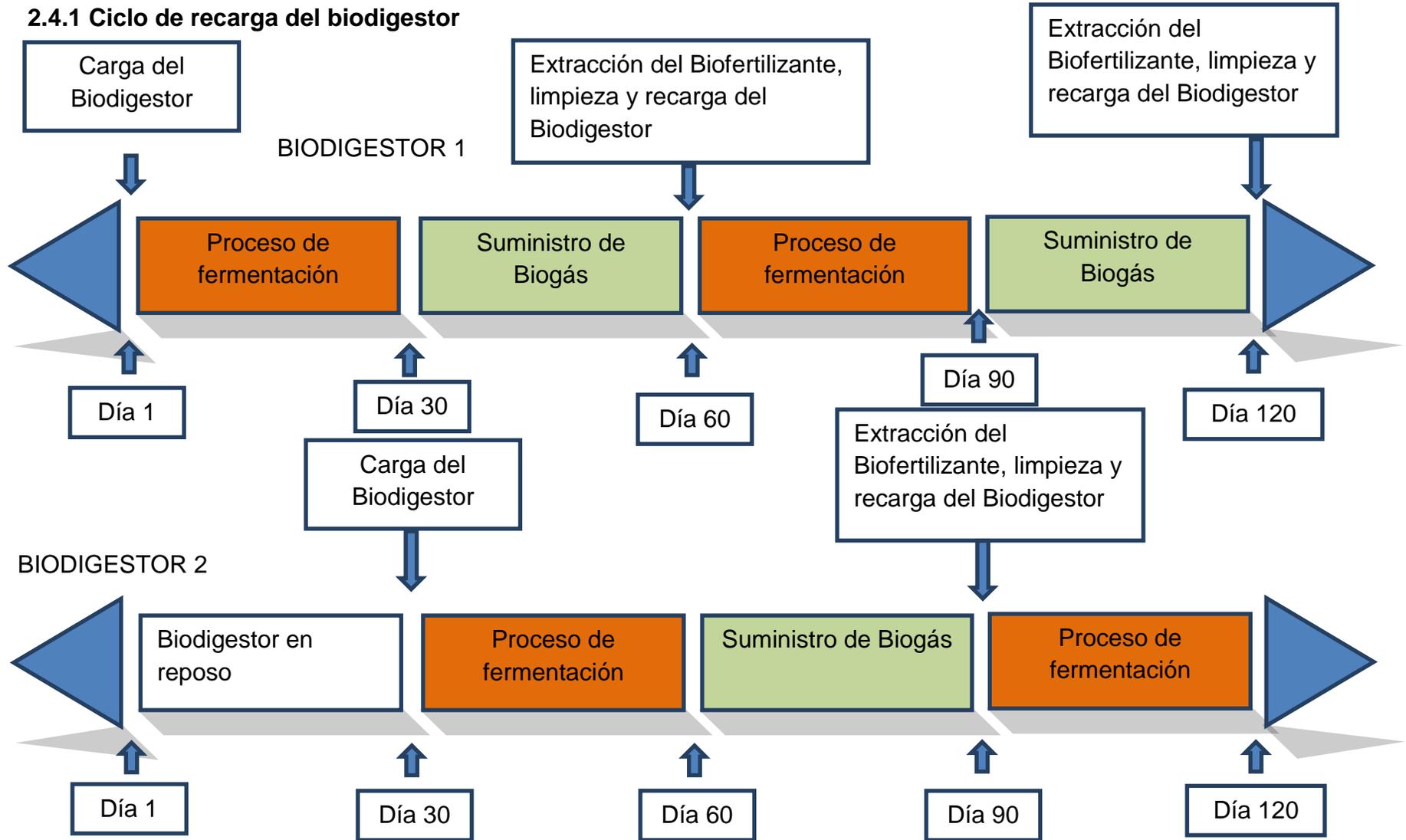


Fig. 20 Ciclo de recarga del biodigestor



Capítulo 3

Estudio económico

3.1 Costo del proyecto

En la tabla 22 se muestra el resumen de costos, el presupuesto desglosado se muestra en la parte de anexos, sección anexo C.

Tabla 22 Resumen de costos

RESUMEN		Julio 15, 2018
No.	Descripcion	Total
	I.- OBRA CIVIL BIODIGESTOR 1 Y 2.	\$437,039.28
	II.- BIODIGESTOR Y EQUIPO DE SEGURIDAD	\$309,389.49
	III.- INSTALACIONES ELECTRICAS.	\$859,223.35
	IV.- SISTEMA DE TIERRAS DE PROTECCIÓN.	\$12,984.73
	V.- SISTEMA DE PARARRAYOS.	\$218,244.55
	VI.- CONTRATO CFE	\$10,000.00
SUB TOTAL		\$1,846,881.40
IVA 16%		\$295,501.02
TOTAL		\$2,142,382.42
(DOS MILLONES CIENTO CUARENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS 42/100 M.N.)		

Una vez establecido el costo de nuestro proyecto se manifiesta en la tabla 23 un cronograma de actividades para la ejecución del proyecto que a continuación se describe:

Tabla 23 Cronograma de actividades

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Cronograma											
						18/12	01 enero		01 febrero		01 marzo		01 abril				
							01/01	15/01	29/01	12/02	26/02	12/03	26/03	09/04	23/04		
1	Ingeniería	10 días	mar 02/01/18	lun 15/01/18													
2	Contrato	2 días	mar 02/01/18	mié 03/01/18													
3	Anticipo	2 días	mar 02/01/18	mié 03/01/18													
4	Aprobación de planos para construcción	4 días	mar 02/01/18	vie 05/01/18													
5	Contratación de proveedores(material)	5 días	mar 02/01/18	lun 08/01/18													
6	Instalación civil	21 días	mié 03/01/18	mié 31/01/18													
7	Instalación mecánica	13 días	jue 01/02/18	lun 19/02/18													
8	Instalación eléctrica	18 días	jue 15/02/18	lun 12/03/18													
9	Pruebas	30 días	mar 13/03/18	lun 23/04/18													
10	Entrega	5 días	lun 23/04/18	vie 27/04/18													

En la figura 21 se muestra un estimado del beneficio de usar un biodigestor como fuente de generación eléctrica, que a su vez nos provee de bioabono, el cual se puede vender a empresas dedicadas a la comercialización de fertilizantes. El ahorro se interpreta como la suma del gasto de fertilizantes, más el ahorro de energía eléctrica al ser consumida por la generación propia.

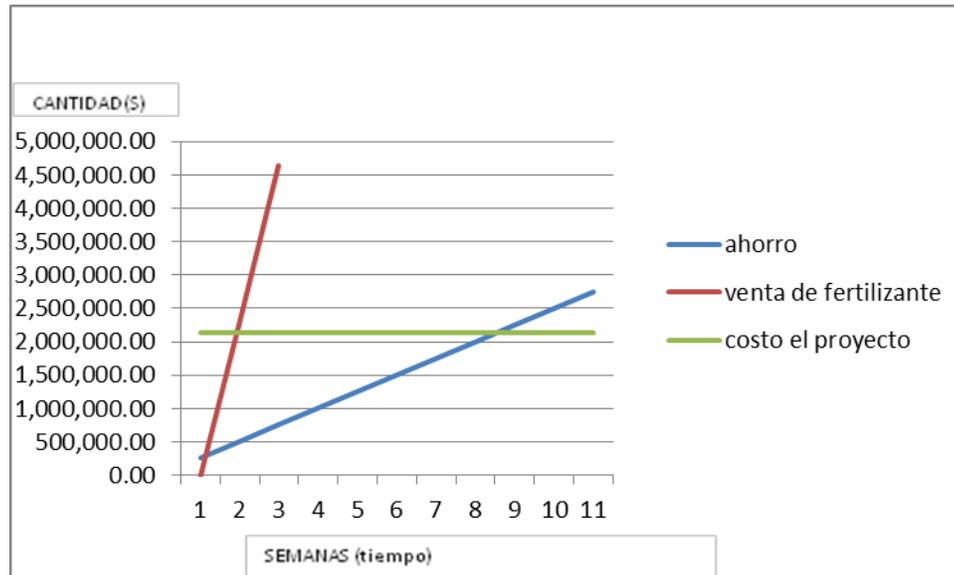


Figura. 21 Costo-Beneficio

3.2 Bio fertilizante y reducción de costos en producción de cosecha

El cliente cuenta con varios cultivos que se pueden ver beneficiados con los residuos del biodigestor ya que estos por sus características cumplen con la función de abono siendo estos que por su origen no afectan a los cuerpos de agua, así como al suelo.

Los cultivos con los que se cuenta son:

- Maíz
- Chile
- Mango
- Mamey
- Café

Teniendo en cuenta que el productor tiene un gasto total al año: \$ 14,759 promedio en abonos para éstos, esto es un gasto que se reduce por medio de los bioabonos provenientes del sistema por lo cual hace más atractivo la



implementación del sistema teniendo en cuenta que la producción del fertilizante será mayor a la cantidad que consumirá el cliente.

Hoy en día el mercado de los biofertilizantes es muy amplio y crece significativamente, el productor tiene una gran oportunidad para la comercialización teniendo un precio en el mercado de \$145 pesos el kilo de este y su amplio uso en diversos cultivos.

3.3 Oportunidad de venta del bioabono

El mayor atractivo del proyecto se encuentra en la venta del bioabono el cual es sin duda se encuentre la mayor fuente de recuperación de inversión, además de un gran aporte de recursos adicionales.

En la actualidad se tiene un precio en el mercado del biol (bio fertilizante) de \$85 a \$150 pesos (precios sacados de mercado libre) por lo cual podía venderlo a 80 pesos por litro para tener un lugar ante la competencia.

Otro punto a considerar es que para lograr la venta de bioabono se necesita un envase por lo cual es necesario comprarlos para ser distribuida, hoy en día se cuentan con gran facilidad la adquisición de envases de pet (Tereftalato de polietileno), para esto se cotizaron precios de mayoreo encontrando precios desde \$300 pesos por paquete que incluyen 112 piezas pero para acceder este precio la compra mínima es de \$1500 pesos. Tomando en cuenta esto se llega a la conclusión:

$$\$300 / 112 \text{ piezas} = \$2.6785 \text{ pesos por pieza}$$

Teniendo en cuenta que la capacidad del biodigestor de mezcla de 314.96 m^3

Entre agua y estiércol se obtendrían mensualmente una cantidad aproximada de 300 m^3 de bioabono por lo que se podría obtener:

$$\frac{300 \text{ m}^3}{.001} = 300,000 \text{ Litros de bioabono}$$

Teniendo disponibles 300,000 al mes se tendría un gasto por envases de: $300,000 \text{ botellas} \times \$2.6785 = \$803,550$

Venta de bioabono mensual:

$$300,000 \text{ botellas} \times \$80 = \$24,000,000 \text{ por venta mensual}$$

Ganancia total por venta:



\$ por la venta – gasto de envases = ganancias netas

\$24, 000,000 - \$803,550 = \$ 23, 196,450 ganancias netas

La siguiente tabla muestra las ganancias mensuales que tendría por la venta de bioabono.

En la tabla 24 se muestra que en el primer mes no se tiene ni una ganancia debido a que en ese momento el biodigestor comienza el proceso y unas veces terminado se obtiene el biofertilizante. Se debe considerar que estas ganancias son una estimación ya que dependerá del cliente, su venta, como precio final a vender.

Tabla 24 Ganancias por venta de biofertilizante proyectadas a un año

Periodo	Gastos por botella (\$)	Ganancia por venta (\$)	Ganancias netas(\$)	Suma (\$)
Mes 01	0	0	0	0
Mes 02	803,550	24, 000,000	23,196,450	23,196,450
Mes 03	803,550	24, 000,000	23,196,450	46,392,900
Mes 04	803,550	24, 000,000	23,196,450	69,589,350
Mes 05	803,550	24, 000,000	23,196,450	92,785,800
Mes 06	803,550	24, 000,000	23,196,450	115,982,250
Mes 07	803,550	24, 000,000	23,196,450	1,391,787,00
Mes 08	803,550	24, 000,000	23,196,450	162,375,150
Mes 09	803,550	24, 000,000	23,196,450	208,768,050
Mes 10	803,550	24, 000,000	23,196,450	231,964,500
Mes 11	803,550	24, 000,000	23,196,450	255,160,950
Mes 12	803,550	24, 000,000	23,196,450	278,357,400

APOYOS ECONOMICOS PARA EL CLIENTE

La SAGARPA y el FIRCO cuentan con cuando menos 8 instrumentos para promover la utilización de energías renovables, entre ellas la generación y aprovechamiento de biogás. En el anexo F podemos encontrar los un resumen detallado en el cual el cliente puede apoyarse para tener una primera inversión sin necesidad de gastar una cantidad considerable.

Conclusiones

La capacidad de cada biodigestor es de 419.96 m^3 que es igual a 15 m de largo por 7 m de ancho por 4 m de alto, el cual alberga 78,18 toneladas de materia orgánica (esta materia será recolectada durante 24 días y es producida al equivalente de el excremento diario de 93 vacas adultas) que una vez pasado el proceso de biodigestión se producirá 6336 m^3 de biogás cada 30 días, estos 6336 m^3 de biogás mantendrá en marcha al generador eléctrico durante 288 horas que equivale a la demanda de energía de 24 días de 12 horas la jornada. La energía producida en un mes es de 7200 KW/h

En términos anuales:

- Se requiere de 938.16 toneladas de materia orgánica misma que será producida por un promedio de 93 vacas adultas.
- Estas 938.16 toneladas de materia orgánica producirá mediante el proceso de biodigestión 76032 m^3 de biogás.
- El generador eléctrico mediante el proceso de combustión interna consumirá estos 76032 m^3 de biogás y los convertirá en 86400 KW/h de energía eléctrica
- Estos 86400 KW/h producidos por el generador equivale a un suministro de CFE de \$ 248,832.00 pesos.
- Mensualmente se obtiene 300,000 litros de bioabono, al año son 3,600,000 litros. Actualmente el precio por litro de bioabono es de \$ 80 pesos por litro, es decir que el costo de los 3,600,000 litros es de \$ 288,000,000.00 pesos (Doscientos ochenta y ocho millones de pesos 00/100 MN), cabe mencionar que a esta cifra hay que descontar los gastos de promoción, logística, embalaje, permisos para poder distribuir y vender el producto y todo lo que conlleva su distribución.
- El costo total del proyecto es de \$ 2,142,382.42 pesos (Dos millones ciento cuarenta y dos mil trescientos ochenta y dos pesos 42/100 MN)

El desarrollo de un sistema de biogás para la producción de energía es viable, ya que hoy en día el uso de estas tecnologías renovables o limpias es impulsado por las nuevas políticas en todo el mundo.



La energía generada a partir del biogás es una opción que favorece a satisfacer el aumento de la demanda de ésta, además evita la contaminación del suelo, aire y cuerpos de agua con residuos peligrosos, al mismo tiempo que reduce el consumo de combustibles fósiles.

Al realizar el análisis para la implementación del sistema en el cerro el Clarín de acuerdo a la figura 21 se puede encontrar que el proyecto tiene un tiempo de recuperación de inversión es de 3 años.

En términos de sustentabilidad el proyecto cumple con los lineamientos ya que las necesidades se cumplen satisfactoriamente sin afectar el entorno natural, teniendo impacto en varios aspectos que se muestran a continuación.

Económico: Los gastos en la producción se reducen ampliamente por el ahorro en el consumo de energía, así como en la compra de abonos para los cultivos. Teniendo una gran oportunidad en el mercado para la venta de bioabonos.

Social: La población cercana está más segura en el aspecto de higiene al reducir la contaminación del río como la seguridad que su actividad económica como la pesca no se ve afectada.

Ambiental: Al utilizar los excrementos del ganado vacuno se evita la contaminación del entorno al mismo tiempo evita la proliferación de fauna nociva que puede afectar a la población cercana al rancho



Glosario

Aeróbico: Aerobio o aeróbico aquel organismo que necesita oxígeno para poder vivir o desarrollarse. Se aplica también a los procesos implicados y a los ambientes donde se realizan.

Anaeróbico: Término técnico que significa “vida sin aire”, opuesto al término aeróbico. La digestión anaeróbica es la simplificación de la materia orgánica por bacterias, sin oxígeno. El proceso anaeróbico es el resultado de la falta de oxígeno en el medio de vivencia de algún tipo de bacteria o microorganismo viviente.

Biodigestor: Contenedor cerrado, hermético e impermeable, dentro del cual se deposita material orgánico para su descomposición en gas metano y fertilizantes orgánicos mediante diferentes procesos químicos.

Biogás: gas combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos (bacterias metano génicas, etc.) y otros factores, en ausencia de oxígeno (esto es, en un ambiente anaeróbico). Este gas se ha venido llamando gas de los pantanos, puesto que en ellos se produce una biodegradación de residuos vegetales semejante a la descrita.

Biomasa: Masa de materia orgánica no fósil de origen biológico. Una parte de este recurso puede ser explotada eventualmente con fines energéticos o de producción eléctrica. Aunque las distintas formas de energía de la biomasa se consideran siempre como renovables, debe señalarse que su índice de renovación es variable, ya que está condicionado por los ciclos estacionales y diarios de flujo solar, los azares climáticos y el ciclo de crecimiento de las plantas.

Cambio Climático: Cambio del clima que se atribuye directa o indirectamente a la actividad del hombre, que altera la composición de la atmósfera planetaria y que se suma a la variabilidad climática natural observada en períodos de tiempo comparables.

Combustible: Material oxidable capaz de producir combustión en condiciones apropiadas; tal como el carbón, petróleo y sus derivados, gas natural, madera, etc. Sustancia capaz de producir energía por



procesos distintos al de la oxidación, incluyéndose como tales los materiales fisionables y fusionables.

Cromatografía: La cromatografía gaseosa es una técnica de separación y análisis de mezclas de sustancias volátiles basado en la distribución de los componentes de una mezcla entre dos fases inmiscibles, una fija y otra móvil. En cromatografía gaseosa, la fase móvil es un gas que fluye a través de una columna que contiene a la fase fija.

Densidad: Propiedad intensiva de la materia que relaciona la masa de una sustancia y su volumen a través del cociente entre estas dos cantidades. Se expresa en gramos por centímetro cúbico, o en libras por galón.

DQO: Demanda Química de Oxígeno, parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida.

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno, parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión.

Electricidad: Parte de la física que estudia los fenómenos que proceden de la interacción de cargas eléctricas. Calidad de los electrones y núcleos atómicos responsable de los átomos y de las moléculas. Hay dos clases de electricidad, que se denominan positiva y negativa.

Energía Eléctrica: Energía que se transmite por un circuito eléctrico. Viene dada por la integral respecto al tiempo de la potencia instantánea que existe en un circuito.

Fauna Nociva: Conjunto de especies animales potencialmente dañinas para la salud y la economía, que nacen, crece, se reproducen y se alimentan de los residuos orgánicos que son depositados en tiraderos, basurales y rellenos.

Fermentación: Proceso anaeróbico de oxidación incompleta que da como resultado la producción de un compuesto orgánico. El compuesto que se obtiene es un derivado del sustrato que se ha oxidado anteriormente. La fermentación artificial es cuando el hombre la propicia



en las condiciones necesarias.

Gasificador: Contenedor que transforma los desechos orgánicos, generalmente agrícolas, en biogás que se emplea en motores de combustión interna o calderas. La transformación de energía se lleva a cabo a través de varios procesos físicos y químicos.

Hidrocarburos: Compuestos químicos constituidos completamente de hidrógeno y carbono.

Metano: (del griego methy vino, y el sufijo -ano¹) es el hidrocarburo alcano más sencillo, cuya fórmula química es CH₄.

Metanogénesis: Formación de metano por microbios, generalmente organismos muy antiguos. Es además el paso final de la descomposición de la biomasa para generar biocombustible.

pH: Medida de la acidez o la alcalinidad de una solución, de acuerdo a la concentración de iones hidronio (H₃O⁺) presentes en dicha sustancia. pH es la abreviatura de “potencial de hidrógeno”.

Sustentabilidad: El término sustentabilidad refiere al equilibrio existente entre una especie con los recursos del entorno al cual pertenece. Básicamente, la sustentabilidad, lo que propone es satisfacer las necesidades de la actual generación pero sin que por esto se vean sacrificadas las capacidades futuras de las siguientes generaciones de satisfacer sus propias necesidades, es decir, algo así como la búsqueda del equilibrio justo entre estas dos cuestiones.



Fuentes consultadas

Cantú Martínez, P. C. (2014). *Cambio climático Sus repercusiones para la sustentabilidad*. Ciencia UANL, 17(67), 31-36.p.p.

Enríquez Harper, G. (2009). *Tecnologías de generación de energía eléctrica*. México: Limusa, 1 edición.

Domínguez González, H. (2012). *Diseño de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el COBAEV 35 Xalapa* (tesis de maestría). Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

Munguía, M. y Pérez J. (2003). *La contaminación atmosférica en el sur de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, volumen 16 (1), 48-53

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (Utilización).(2012) México.

Norma Oficial Mexicana NOM-007-ASEA-2016, Transporte de gas natural, etano y gas asociado al carbón mineral por medio de ductos.(materiales).(2016).México.

Masera Cerutti,O. (2010). Red mexicana de bioenergía, A.C. - *La bioenergía en México*. Printed in Mexico

Pardos,J,A. (2010).Los-ecosistemas-forestales-y-el-secuestro-de-carbono-ante-el-calentamiento-global-Vol.-20.-INIA.

Renewables Academy AG RENAC (2011). *Energía solar fotovoltaica como fuente de energía renovable global*.

Elías Castells. X. (2014) *Biomasa y Bioenergía*. 2012roMexico. Sector de Energías Renovables. Ediciones Díaz de Santos México.

Anibal777. Generadores Eléctricos. México, 28 de noviembre de 2012.Disponible en:<https://labandadelosmamuelouskys.wordpress.com/2012/11/28/tipos-de-generadores-electricos/>

Bioenergy Crops. Biomasa para Energía Renovable. España, 2012. Disponible en: <http://bioenergycrops.com/es/2014/11/19/biomasa-para-energia-renovable-que-es-y-como-funciona/>



Comisión Federal de Electricidad. Medidores Multifunción para Sistemas Eléctricos. México, mayo de 2010. Disponible en:
<http://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/o/G0000-48.pdf>

Comisión Federal de Electricidad. Wathhorímetros Monofásicos y Polifásicos Electrónicos, Clase de Exactitud 0,5. México, enero de 2006. Disponible en:
<http://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/o/GWH00-78.pdf>

Fondo Europeo de Desarrollo Regional. Informe Complementario Sobre el estudio de Soluciones Viables para el Aprovechamiento del Biogás en extremadura, en el Marco del Proyecto de Cooperación Transfronteriza España-Portugal Altercexa, para el Apoyo al Cambio Climático a través del Fomento de las Energías Renovables en Extremadura, Alentejo y Centro. [En línea]. Frontera entre España y Portugal. Diciembre de 2010. Disponible en:
<http://www.altercexa.eu/images/archivos/Areas%20Tematicas/Biogas/Estudio%20BIOGAS.pdf>

Gasquet L. Héctor. (2004). Conversión de la Luz Solar en Energía Eléctrica. Manual Teórico y Práctico sobre los Sistemas Fotovoltaicos. Recuperado en abril del 2017, de Solartronic Sitio web:
<https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/7097/7098/7099/7103/82474.pdf>

José Buenrostro. Experiencias y Uso de Biogás en México. Guadalajara, Jalisco; México, mayo de 2011 Disponible en: http://amena.mx/memorias/EUBM_JBR.pdf

México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Especificaciones Técnicas Para El Diseño Y Construcción De Biodigestores En Mexico, 2010 Disponible en:
<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CD001057.pdf>

Pedro Yribarren. Interconexión CFE: Requisitos y Costo del Contrato. México, 14 de enero de 2014 Disponible en: <http://www.webosolar.com/foro/interconexion-solar-mexico-requisitos-cfe>

Xavier Elías Castells. Biomasa y Bioenergía Ediciones Díaz de Santos 2012 ProMexico. Sector de Energías Renovables [en línea]. México: 2014 Disponible en: http://mim.promexico.gob.mx/wb/mim/energias_perfil_del_sector

Zaragoza, Gabriel. Impulsa la SAGARPA Proyectos de Biodigestión. México. P. 39. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2010/01/26/index.php?section=sociedad&article=039n2soc>



Referencias de Siglas y Abreviaturas

CA	Corriente alterna.
CFE	Comisión Federal de Electricidad.
CO₂	Dióxido de carbono.
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
DA	Digestión Anaerobia.
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica.
Kg	Kilogramo.
kW	Kilowatt.
kWh	Kilowatt hora.
m³	Metros Cúbicos.
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio.
mm	Milímetros cúbicos.
OHV	OVerhead Valve.
MJ/m³	Mega Joule sobre metro cubico.
MW	Mega watts.
MXN	Peso Mexicano.
Nm³	Metro cúbico normal.
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
ST	Sólidos Totales
W	Watts.



Anexo A. Contrato de un Medidor Bidireccional

Una vez que se instala el sistema de Biogás en casa o negocio es necesario realizar un contrato de interconexión con CFE. La finalidad del contrato de interconexión es que CFE reconozca el sistema de Biogás y acredite los kWh generados y enviados a la red eléctrica. CFE no pagará de forma directa por la energía generada por el sistema de generación por medio de Biogás. En su lugar, dará un medidor bidireccional que registra tanto la energía consumida en casa habitación como la energía generada por el sistema de biodigestión.

Realizar un contrato de interconexión en el cual CFE te autoriza utilizar la red eléctrica y dar crédito por los kWh generados por el sistema de biodigestión, suena complicado y hasta improbable. Sin embargo, CFE ha realizado una serie de cambios administrativos y realizar el contrato de interconexión resulta muy sencillo.



FORMATO 1
SOLICITUD PARA A CONEXIÓN DE UN CLIENTE CON GENERACIÓN RENOVABLE O SISTEMA DE COGENERACIÓN EN PEQUEÑA O MEDIANA ESCALA.

Datos comerciales:

Nombre del Cliente: _____
 Dirección: _____ Población: _____
 Estado: _____ R.P.U. _____ Tarifa: _____

Datos de la Instalación Actual

Voltaje que CFE suministra: _____
 KVA totales instalados: _____ Kw instalados _____ Kw contratados _____

Instalación Propuesta

1. Indicar el tipo de Fuente de Energía para usar: Solar Eólica BioGas
 Cogeneración Otro _____
 2. Indicar el Número de unidades generadoras (paneles solares, hélices etc): _____ unidades
 3. Indicar la capacidad total en Watt de la Planta de Generación: _____ Watt
 4. Indicar la producción diaria promedio estimada de la planta de Generación: _____ Wh
 5. Indicar el modelo y marca del dispositivo CD/CA : _____
 6. Indicar las protecciones que se proveen:

<input type="checkbox"/> Sobre Voltaje	<input type="checkbox"/> Sincronismo	<input type="checkbox"/> Anti-Isla
<input type="checkbox"/> Sub Voltaje	<input type="checkbox"/> Frecuencia	<input type="checkbox"/> Sobrecorriente
- 6b. En caso de Media Tensión, indicar la marca y modelo de las protecciones incluidas:

7. Indicar los documentos entregados a CFE:

<input type="checkbox"/> Convenio completamente llenado	<input type="checkbox"/> Copia del manual del fabricante del generador
<input type="checkbox"/> Copia del manual del fabricante del dispositivo CD/CA	<input type="checkbox"/> Croquis de ubicación Geografica.

Observaciones

Lugar y Fecha: _____

Recibe: _____



Anexo B. Llenado del Contrato

Como primer paso es llenar la solicitud de interconexión la cual se descarga de la página oficial de la CFE. El nombre completo del formato de solicitud es “SOLICITUD PARA A CONEXIÓN DE UN CLIENTE CON GENERACIÓN RENOVABLE O SISTEMA DE COGENERACIÓN EN PEQUEÑA O MEDIANA ESCALA” y consiste en sólo una página.

La información solicitada incluye la dirección donde se instala el sistema de biodigestión, la tarifa de consumo de energía eléctrica actual y el RPU que es el número de cliente del contrato actual. También piden información más técnica en referencia al sistema de Biogás tales como tamaño del sistema, las marcas y capacidades de los equipos, etc. Pide el apoyo de tu técnico instalador para responder estas preguntas.

Acude a las oficinas de CFE locales con el formato completado y con un recibo eléctrico en el caso de que ya cuentes con el servicio. En el caso de edificios nuevos sin servicio existente sólo es necesario el formato previamente llenado.

Adicionalmente las personas físicas deben presentar una identificación como credencial IFE y una copia de su RFC personal. Las personas morales deberán presentar el acta constitutiva de la organización, así mismo, el apoderado legal debe presentar un poder notarial y una identificación vigente.

El contrato de interconexión tiene un costo de \$850 (verificado en enero 2014). Esto incluye el cambio de tu medidor actual a un medidor bidireccional. Es importante destacar que este no es el costo del medidor, ni tampoco está usted comprando el medidor. Este le pertenece siempre a CFE y el monto a pagar sólo incluye la programación e instalación del mismo.

Unos de los requisitos más importantes de la instalación que cabe mencionar aquí es que la conexión del sistema de biodigestión debe hacerse a baja tensión. Además, en el caso de instalaciones residenciales, el sistema de Biogás no puede exceder los 10kW de potencia pico. Para servicio de uso general o sistemas comerciales, el sistema solar puede ser de hasta 30kW de potencia.

Bajo la nueva ley, tanto personas físicas como personas morales podrán conectar un sistema de Biogás a la red de electrificación en México. En realidad, la ley no es tan nueva, sin embargo, no fue hasta hace algunos años que se comenzó a adoptar de forma más regular. También cabe reconocer que Comisión Federal de



Electricidad (CFE) ha hecho buena labor estableciendo los lineamientos de interconexión y facilitando un proceso sencillo y de bajo costo para los usuarios.

El fin de dicha interconexión es poder generar energía eléctrica en tu domicilio utilizando biodigestores y “vender” el excedente a la red eléctrica. Por lo tanto se vende entre comillas ya que en realidad CFE no pagará en moneda el excedente generado. La forma en la que CFE pagará la energía eléctrica generada es dando un kWh de crédito por cada kWh entregado a la red eléctrica.

El contrato también te permite seguir consumiendo energía eléctrica de la red, de tal forma que tu sistema solar no debe de generar la totalidad de tu consumo eléctrico. Si necesitas consumir más energía eléctrica que la que tu sistema de biodigestión produce, simplemente la toma de la red y la pagas como lo has hecho hasta el momento.



Anexo C. Catálogo de conceptos

BIODIGESTOR					
Dependencia: CRIADERO					
Concurso No.:					
Obra: BIODIGESTOR					
Lugar: México D.F., Distrito Federal.					
AREA: I OBRA CIVIL BIODIGESTOR 1 Y 2. 15-jul-18					
PRESUPUESTO DE OBRA					
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
BIODIGESTOR 1					
BIO1-1	Suministro e instalación de ladrillo; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia , trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	4000.00	\$ 5.08	\$ 20,316.38
BIO1-2	suministro e instalación de cemento el p.u. ; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia , trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	KG	45000.00	\$ 4.06	\$ 182,847.46
BIO1-3	Suministro E Instalación De Arena, El P.U; Incluye Sujeción Y Fijación, Según Proyecto O Especificaciones O Lo Que Indique La Dependencia , Trazo, Cortes, Desperdicios, Acarreos, Fletes, Maniobras, Materiales, Mano De Obra, Herramienta, Equipo, Limpieza Del Área De Trabajo, Y Todo Lo Necesario Para Su Correcta Ejecución	M3	8.00	\$ 711.07	\$ 5,688.59
BIO1-4	suministro e instalación de tubo de PVC tipo pesado 25mm, el p.u. incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	120.00	\$ 6.48	\$ 778.12
BIO1-5	suministro e instalación de cople macho roscado de PVC de 38mm; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	10.00	\$ 3.22	\$ 32.17
BIO1-6	suministro e instalación de cople hembra roscado de PVC de 38 mm., el p.a.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	10.00	\$ 3.22	\$ 32.17
BIO1-7	Suministro E Instalación De Arandelas de aluminio de 15 cm de diámetro y agujero central de 38 mm., El P.U; Incluye Sujeción Y Fijación, Según Proyecto O Especificaciones O Lo Que Indique La Dependencia, Trazo, Cortes, Desperdicios, Acarreos, Fletes, Maniobras, Materiales, Mano De Obra, Herramienta, Equipo, Limpieza Del Área De Trabajo, Y Todo Lo Necesario Para Su Correcta Ejecución	PZA	20.00	\$ 42.33	\$ 846.52



BIO1-8	suministro e instalación de tubería PVC tipo pesado de 38 mm., el p.u. incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	72.00	\$ 27.94	\$ 2,011.32
BIO1-9	suministro e instalación de reducción tipo bushing de PVC tipo pesado de 38 mm a 19 mm, el p.u. incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	20.00	\$ 6.60	\$ 132.06
BIO1-10	suministro e instalación de tapa final de ajuste o roscada PVC tipo pesado de 38 mm., el p.u. incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	12.00	\$ 6.77	\$ 81.27
BIO1-11	suministro e instalación de tubería de PVC tipo pesado de 19 mm., el p.u. incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	240.00	\$ 23.97	\$ 5,753.60
BIODIGESTOR 2					
BIO2-1	Suministro e instalación de ladrillo; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	4000.00	\$ 5.08	\$ 20,316.38
BIO2-2	suministro e instalación de cemento el p.u. ; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	KG	45000.00	\$ 4.06	\$ 182,847.46
BIO2-3	Suministro E Instalación De Arena, El P.U; Incluye Sujeción Y Fijación, Según Proyecto O Especificaciones O Lo Que Indique La Dependencia, Trazo, Cortes, Desperdicios, Acarreo, Fletes, Maniobras, Materiales, Mano De Obra, Herramienta, Equipo, Limpieza Del Área De Trabajo, Y Todo Lo Necesario Para Su Correcta Ejecución	M3	8.00	\$ 711.07	\$ 5,688.59



BIO2-4	suministro e instalación de tubo de PVC tipo pesado 25 mm, el p.u. incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	120.00	\$ 6.48	\$ 778.12
BIO2-5	suministro e instalación de cople macho roscado de PVC de 38 mm.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	10.00	\$ 3.22	\$ 32.17
BIO2-6	suministro e instalación de cople hembra roscado de PVC de 38 mm., el p.a.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	10.00	\$ 3.22	\$ 32.17
BIO2-7	Suministro E Instalación De Arandelas de aluminio de 15 cm de diámetro y agujero central de 38mm., El P.U; Incluye Sujeción Y Fijación, Según Proyecto O Especificaciones O Lo Que Indique La Dependencia, Trazo, Cortes, Desperdicios, Acarreo, Fletes, Maniobras, Materiales, Mano De Obra, Herramienta, Equipo, Limpieza Del Área De Trabajo, Y Todo Lo Necesario Para Su Correcta Ejecución	PZA	20.00	\$ 42.33	\$ 846.52
BIO2-8	suministro e instalación de tubería PVC tipo pesado de 38 mm., el p.u. incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	72.00	\$ 27.94	\$ 2,011.32
BIO2-9	suministro e instalación de reducción tipo bushing de PVC tipo pesado de 38 mm a 19 mm, el p.u. incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	20.00	\$ 6.60	\$ 132.06
BIO2-10	suministro e instalación de tapa final de ajuste o roscada PVC tipo pesado de 38 mm., el p.u. incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	12.00	\$ 6.77	\$ 81.27
BIO2-11	suministro e instalación de tubería de PVC tipo pesado de 19 mm., el p.u. incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	240.00	\$ 23.97	\$ 5,753.60
SUB-TOTAL					\$437,039.28



BIODIGESTOR

Dependencia: CRIADERO

Concurso No.

Obra: BIODIGESTOR

Lugar: México D.F., Distrito Federal.

AREA: II BIODIGESTOR Y EQUIPO DE SEGURIDAD

15-jul-18

PRESUPUESTO DE OBRA

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
BIO-01	suministro e instalación de geo membrana de poliuretano, para biodigestor 1 y 2, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	m ²	532.00	\$ 503.74	\$ 267,991.11
BIO-02	suministro e instalación de adaptador de salida de gas del biodigestor, el p.u. incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	2.00	\$ 7,128.43	\$ 14,256.87
BIO-03	suministro e instalación de tubería de PVC de 4' del biodigestor al generador, el p.u. incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	62.50	\$ 49.90	\$ 3,118.69
BIO-04	suministro e instalación de adaptadores, coples, etc. para tubería de PVC de 4' del biodigestor al generador, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	LOTE	1.00	\$ 475.23	\$ 475.23
BIO-05	suministro e instalación de medidor de flujo, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	1.00	\$ 950.46	\$ 950.46



BIO-06	suministro e instalación de analizador de multigases, el p.u.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	1.00	\$ 4,752.29	\$ 4,752.29
BIO-07	suministro e instalación de manómetro, el p.u.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	1.00	\$ 142.57	\$ 142.57
BIO-08	suministro e instalación de medidor de presión gas, el p.u.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	1.00	\$ 5,940.36	\$ 5,940.36
BIO-09	suministro e instalación de medidor PH, el p.u.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	1.00	\$ 10,692.65	\$ 10,692.65
BIO-10	suministro e instalación de trampa de condensado, el p.u.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	1.00	\$ 1,069.27	\$ 1,069.27
SUB-TOTAL					\$309,389.49



BIODIGESTOR

Dependencia: CRIADERO

Concurso No.

Obra: BIODIGESTOR

Lugar: México D.F., Distrito Federal.

AREA: III **INSTALACIONES ELECTRICAS.**

15-jul-18

PRESUPUESTO DE OBRA

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
IE-01	suministro e instalación de tablero distribución eléctrica de 12 espacios mica, suaré d, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta	PZA	1.00	\$ 5,940.36	\$ 5,940.36
IE-02	suministro e instalación de cable multiconductor, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta,	LOTE	1.00	\$ 14,256.87	\$ 14,256.87
IE-03	suministro e instalación de accesorios para el correcto montaje y funcionamiento de los equipos eléctricos, el p.u. incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia , trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta	LOTE	1.00	\$ 4,752.29	\$ 4,752.29
IE-04	suministro e instalación de planta eléctrica a biogás modo. Ifg096 mica. mopesa, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales (nota: en caso de surgir algún costo adicional por variación del dólar u otra situación este mismo se dará aviso al cliente y será cubierto por el mismo)	PZA	1.00	\$ 700,000.00	\$ 700,000.00
IE-05	suministro e instalación de sistema de iluminación en la planta de generación eléctrica, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra	LOTE	1.00	\$ 9,504.58	\$ 9,504.58
IE-06	suministro e instalación de cable awg thw no 10 marca iusa el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	303.00	\$ 10.93	\$ 3,310.82
IE-07	suministro e instalación de cable de cobre desnudo awg no 10 marca iusa el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	101.00	\$ 10.93	\$ 1,103.61
IE-08	suministro e instalación de cable de cobre desnudo awg no 8 marca iusa, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	85.00	\$ 17.03	\$ 1,447.33



IE-09	suministro e instalación de cable thw awg no 1/0 marca iusa, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	340.00	\$ 215.06	\$ 73,122.05
IE-10	suministro e instalación de tubería conduit pared gruesa de 19mm marca rymco, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	105.00	\$ 41.72	\$ 4,381.10
IE-11	suministro e instalación de conector para tubería conduit pared gruesa de 19mm marca rymco, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	10.00	\$ 12.36	\$ 123.56
IE-12	suministro e instalación de cople para tubería conduit pared gruesa de 19 mm marca rymco, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	5.00	\$ 10.22	\$ 51.09
IE-13	suministro e instalación de condulet tipo I, de 19 mm con tapa y empaque, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	5.00	\$ 189.01	\$ 945.06
IE-14	suministro e instalación tablero marca square'd con interruptor principal de 60 A., tipo QOC342MQs, tensión 220/127 va, 60 Hz, 3f, 4h., p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	1.00	\$ 15,357.00	\$ 15,357.00
IE-15	suministro e instalación interruptor termo magnético marca square'd 3 polos 15 amp., tipo no, tensión 220/127 vca, 60 hz, 3f., p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	3.00	\$ 450.00	\$ 1,350.00
IE-16	suministro e instalación interruptor termo magnético marca square'd 3 polos 20 amp., tipo qo, tensión 220/127 vca, 60 hz, 3f., p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	1.00	\$ 520.00	\$ 520.00



IE-17	suministro e instalación interruptor termo magnético marca square'd 3 polos 30 amp., tipo qo, tensión 220/127 vca, 60 hz, 3f., p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	1.00	\$ 900.00	\$ 900.00
IE-18	suministro e instalación interruptor principal en caja moldeada marca square'd con interruptor principal de 100 amp., cat FCL3290, tensión 220/127 vca, 60 hz, 3f, 4h. el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	1.00	\$ 6,145.19	\$ 6,145.19
IE-19	suministro e instalación interruptor de seguridad marca square'd 3 polos 100 amp. tensión 220/127 vca, 60 hz, 3f., p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	1.00	\$ 3,973.00	\$ 3,973.00
IE-20	suministro e instalación contactar con relé térmico de sobrecarga hasta 5hp. marca square'd tensión 220 vca, 60 hz, 3f., el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	4.00	\$ 2,000.00	\$ 8,000.00
IE-21	miscelaneos	LOTE	1.00	\$ 4,039.45	\$ 4,039.45
SUB-TOTAL					\$859,223.35



BIODIGESTOR

Dependencia: CRIADERO

Concurso No.

Obra: BIODIGESTOR

Lugar: México D.F., Distrito Federal.

AREA: IV SISTEMA DE TIERRAS DE PROTECCIÓN.

15-jul-18

PRESUPUESTO DE OBRA

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
1-TIE-P	fabricación en campo de conexión isotérmica de cable a varilla de tierra y emparrillado, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	7.00	\$ 368.92	\$ 2,582.44
2-TIE-P	suministro de varilla coperweld de 19mm (3/8), de longitud de 3.05 cm, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	MTS	7.00	\$ 522.75	\$ 3,659.26
3-TIE-P	instalación de varilla coperweld según esquema proporcionado, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	7.00	\$ 522.75	\$ 3,659.26
4-TIE-P	suministro y colocación de puntas de conductor de 50 mm ² provenientes de cada una de las varillas. la punta saliente de cable de cobre será de 50 cm. y la punta es de 3.0 m, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	7.00	\$ 440.54	\$ 3,083.76
SUB-TOTAL					\$12,984.73



BIODIGESTOR

Dependencia: CRIADERO

Concurso No.

Obra: BIODIGESTOR

Lugar: México D.F., Distrito Federal.

AREA: V SISTEMA DE PARARRAYOS.

15/718

PRESUPUESTO DE OBRA

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
1-SIS-PAR	suministro e instalación de punta provecto cu-chrome incluye lo necesario para su instalación	PZA	1.00	\$ 78,901.43	\$ 78,901.43
2-SIS-PAR	suministro e instalación de mástil inox. de 2 metros incluye lo necesario para su instalación	PZA	1.00	\$ 2,851.37	\$ 2,851.37
3-SIS-PAR	suministro e instalación de pase para mástil de acero. inox. incluye lo necesario para su instalación	PZA	1.00	\$ 5,328.69	\$ 5,328.69
4-SIS-PAR	suministro e instalación de cable de cobre de 28 hilos de 13mm especial para pararrayos incluye lo necesario para su instalación	ML	35.00	\$ 475.23	\$ 16,633.01
5-SIS-PAR	suministro e instalación de abrazadera para cable incluye todo lo necesario para su instalación	PZA	25.00	\$ 7.91	\$ 197.81
6-SIS-PAR	suministro e instalación de tornillo de acero inox. incluye lo necesario para su instalación	PZA	25.00	\$ 7.37	\$ 184.15
8-SIS-PAR	suministro e instalación de conector de tubería de 25 a 31mm incluye todo lo necesario para su instalación	PZA	2.00	\$ 201.26	\$ 402.52
9-SIS-PAR	suministro e instalación de conector de tubería de 38 a 51mm incluye todo lo necesario para su instalación	PZA	1.00	\$ 559.11	\$ 559.11
10-SIS-PAR	suministro e instalación de conector "t" mecánico incluye todo lo necesario para su instalación	PZA	3.00	\$ 200.19	\$ 600.57
11-SIS-PAR	suministro e instalación de conector recto mecánico incluye todo lo necesario para su instalación	PZA	1.00	\$ 165.95	\$ 165.95
12-SIS-PAR	suministro e instalación de abrazadera para tierra incluye lo necesario para su instalación	PZA	3.00	\$ 142.24	\$ 426.71
13-SIS-PAR	suministro e instalación de bayoneta para tierra incluye lo necesario para su instalación	PZA	3.00	\$ 304.29	\$ 912.87
14-SIS-PAR	suministro e instalación de desconectado para tierra incluye lo necesario para su instalación	PZA	1.00	\$ 213.38	\$ 213.38
15-SIS-PAR	suministro e instalación de tubo protector para bajada incluye lo necesario para su instalación	PZA	1.00	\$ 683.90	\$ 683.90
16-SIS-PAR	suministro e instalación de abrazadera de uña de 19 mm incluye lo necesario para su instalación	PZA	3.00	\$ 3.09	\$ 9.27
18-SIS-PAR	canalizaciones de los sistemas de pararrayos de los cuartos de subestación y biodigestor	LOTE	1.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
19-SIS-PAR	suministro de tubo flexible con interior liso de 4" de diámetro, el p.u; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreos, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	MTS	12.00	\$ 211.74	\$ 2,540.86



20-SIS-PAR	suministro e instalación de tubo de 6 más flexible de 4" de diámetro según esquema entregado, el p.u.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	TRAMO	2.00	\$ 846.95	\$ 1,693.91
21-SIS-PAR	suministro e instalación de tubo de 4" de diámetro pared gruesa, el p.u.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	9.00	\$ 815.45	\$ 7,339.01
22-SIS-PAR	suministro e instalación de tubo de 2" de diámetro pared gruesa, el p.u.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	ML	2.00	\$ 218.61	\$ 437.21
23-SIS-PAR	suministro e instalación de conector reductor de 4" a 2" de diámetro pared gruesa, el p.u.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	2.00	\$ 1,083.64	\$ 2,167.28
24-SIS-PAR	suministro e instalación de codo de 90° pared gruesa, el p.u.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	1.00	\$ 1,968.33	\$ 1,968.33
25-SIS-PAR	suministro e instalación de monitor de 2" de diámetro, el p.u.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	1.00	\$ 27.21	\$ 27.21
26-SIS-PAR	suministro e instalación de kit torre arriestrada para pararrayos de 30 metros de altura el p.u.; incluye sujeción y fijación, según proyecto o especificaciones o lo que indique la dependencia, trazo, cortes, desperdicios, acarreo, fletes, maniobras, materiales, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza del área de trabajo, y todo lo necesario para su correcta ejecución	PZA	1.00	\$ 84,000.00	\$ 84,000.00
SUB-TOTAL					\$218,244.55



BIODIGESTOR

Dependencia: CRIADERO

Concurso No.

Obra: BIODIGESTOR

Lugar: México D.F., Distrito Federal.

AREA: VI CONTRATO CFE

15-jul-18

PRESUPUESTO DE OBRA

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
GESTORIA	tramite de contrato de CFE para suministro de energía eléctrica, incluye pagos	LOTE	2.00	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00
SUB-TOTAL					\$10,000.00

RESUMEN

BIODIGESTOR

Julio 15, 2018

No.	Descripcion	Total
I.-	OBRA CIVIL BIODIGESTOR 1 Y 2.	\$437,039.28
II.-	BIODIGESTOR Y EQUIPO DE SEGURIDAD	\$309,389.49
III.-	INSTALACIONES ELECTRICAS.	\$859,223.35
IV.-	SISTEMA DE TIERRAS DE PROTECCIÓN.	\$12,984.73
V.-	SISTEMA DE PARARRAYOS.	\$218,244.55
VI.-	CONTRATO CFE	\$10,000.00

	SUB TOTAL	\$1,846,881.40
	IVA 16%	\$295,501.02
	TOTAL	\$2,142,382.42
(DOS MILLONES CIENTO CUARENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS 42/100 M.N.)		

Anexo D. Evidencia fotográfica.



Figura A-1 Granja Edmundo (Fuente propia)



Figura A-2 Contaminación en pasto (Fuente propia)



Figura A-3 Contaminación en pasto(Fuente propia)

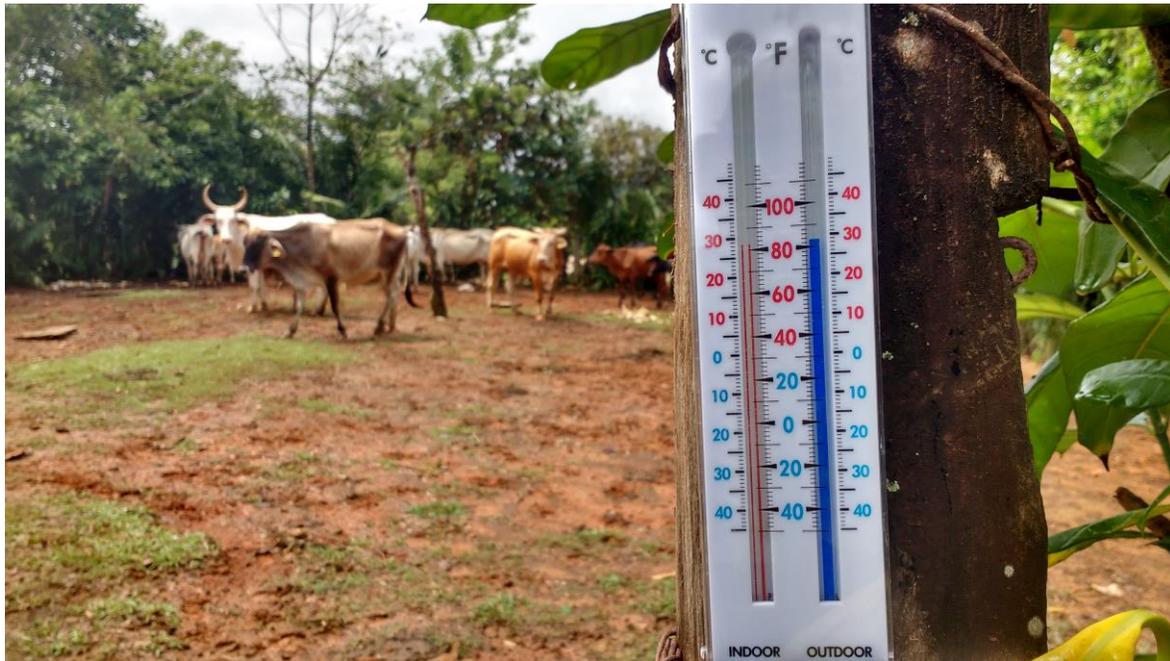


Figura A-3 Temperatura ideal para la producción de biogás en los 365 días del año. (Fuente propia)



Figura A-4 Concentración de Ganado (Fuente propia)

Anexo E. Material del proyecto

No.	Nombre del elemento	imagen	Características técnicas																				
1	Grava		tamaño comprendido entre 2 y 64 mm																				
2	Arena		Componente principal sílice o dióxido de silicio (SiO ₂) partículas entre los 4.75 y 0.075 mm																				
3	Cemento		Especificación NMX-C-414-ONNCCE 2014																				
4	Cal		Características Químicas: Ca(OH)₂ 82% <table border="1" style="margin-top: 5px;"> <tr> <td>Al₂O₃</td> <td>(%)</td> <td>≤</td> <td>0.40</td> </tr> <tr> <td>Fe₂O₃</td> <td>(%)</td> <td>≤</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>MgO</td> <td>(%)</td> <td>≤</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>SO₃</td> <td>(%)</td> <td>≤</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>SiO₂</td> <td>(%)</td> <td>≤</td> <td>1.20</td> </tr> </table>	Al ₂ O ₃	(%)	≤	0.40	Fe ₂ O ₃	(%)	≤	0.15	MgO	(%)	≤	1.00	SO ₃	(%)	≤	1.00	SiO ₂	(%)	≤	1.20
Al ₂ O ₃	(%)	≤	0.40																				
Fe ₂ O ₃	(%)	≤	0.15																				
MgO	(%)	≤	1.00																				
SO ₃	(%)	≤	1.00																				
SiO ₂	(%)	≤	1.20																				

<p style="text-align: center;">5</p>	<p style="text-align: center;">Varilla</p>		<p>Resistencia a la tensión 63 kg/mm^2</p> <p>Resistencia a la fluencia 42 kg/mm^2</p>
<p style="text-align: center;">6</p>	<p style="text-align: center;">Geomembrana HDPE GM13 2.00 mm</p>		<p>Resistencia al punzonado 717N</p> <p>Resistencia al agrietamiento >500h</p> <p>Resistencia al UV (% mínimo retenido de OIT Alta Presión después de 1600 horas) > 80%</p>
<p style="text-align: center;">7</p>	<p style="text-align: center;">Tabique</p>		<p>Dimensiones 24 x 12 x 6 cm</p> <p>Resistencia a la compresión simple mínima: 30 Kg/cm^2</p> <p>absorción de agua máxima (24 hrs) : 13 – 21%</p>
<p style="text-align: center;">8</p>	<p style="text-align: center;">Medidores de flujo para gas</p>		<p>Marca American Meter</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tamaños de 10 "a 36" • Clasificaciones de presión clase ANSI 150 a 900 • Sensor de temperatura interno • • Detección de diagnóstico de acumulación de líquido y suciedad <p>Sin parte móvil</p>

9	ANALIZADOR MULTIGASES		<p>Marca: Modelo: Transdox-5100A Amperis Características Sensor CH4 : Infrarrojo 0-5% (LEL) ó 0-100%; ± 1% FS precisión; Resolución 0.1%</p> <p>Sensor CO2 : Infrarrojo 0-5000ppm, 0.5%, 0-10%, 0-20%, 0-30% ó 0-100%; ± 1% FS precisión; Resolución 0.1%</p> <p>Sensor O2 : Célula electroquímica 0-100%; ± 1% FS precisión; Resolución 0.01%</p> <p>Sensor H2S : Célula electroquímica 0 - 2000ppm ó 0-1%; ± 2% FS precisión; Resolución 1ppm</p> <p>Esperanza de vida: >5 años para CH4y CO2; 3-5 años para O2 y H2S</p>
---	------------------------------	---	---

<p>10</p>	<p>Medidor de h_2S – sustrato</p>		<p>Marca: index modelo: 165-H2S</p> <p>Características técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rango sensor H_2S: 0 - 100 ppm. • Rango alarma bajo: 10 ppm • Rango alarma alta: 15 ppm • Medición celda electroquímica • Método de muestreo: Diffusion • Medición celda electroquímica • Tiempo de respuesta < 30 sec / 90% del rango • Seguridad $\pm 2\%$ / rango completo • Alarma visual, sonido y vibracion • Display LCD (6 digitos 8 seg) • Temperatura de operación $-20^{\circ}C \sim +50^{\circ}C$
<p>11</p>	<p>Medidor de gas h_2S</p>		<p>Marca: Honeywell Modelo: BW Clip Configuración de los puntos de ajuste de las alarmas de nivel alto y bajo, junto con otros parámetros, antes de activar el dispositivo Configuración de los puntos de ajuste de las</p>

			alarmas y otros parámetros según sea necesario a lo largo de la vida útil del producto. Registra automáticamente los 35 eventos de gas más recientes para mantener un registro fácil y exacto.
12	Medidor de O_2 y CO_2		<ul style="list-style-type: none">• Marca: status scientific Modelo: SENSAIR CMB Para gases, CO, CO2, O3, O2, Con aprobación de seguridad SIL 2 <ul style="list-style-type: none">• Diversos sistemas de muestreo• Salidas 4-20 m A y relevadores• Con alarma visual y sonora integrada, no requiere instalación especial, listo para montaje
13	medidor de presión de biogás		Marca: SICK Modelo: FLOWSIC600 Medición bidireccional <ul style="list-style-type: none">• Consumo de energía bajo: < 1 W Rango de medición Precisión de repetición < 0,1 % del valor medido Para gases con porcentaje alto de H2S, como los biogases o los

14	Medidor de PH, temperatura y humedad		gases ácidos Marca: TPMEQUIPOS Modelo: XH300 Rango de temperatura interior: -10 ° C ~ +60 ° C, Con una resolución de 0,1 Rango de temperatura remoto: -20 ° C ~ +65 ° C, con resolución de grados completo Temperatura Precisión: + / -1,0 ° C Recibir hasta tres sensores remotos
15	Conductores Condumex		Temperatura Normal 90°C Sobrecarga 105°C Cortocircuito 150°C Resistencia a la intemperie 720 horas (NMX-J-553). Grabado "SR" Mínima emisión de gas ácido halogenado NMX-J-472). Grabado "LS" Emisión reducida de humos NMX-J-474-ANCE. Grabado "LS". Resistencia a la propagación de incendio NMX-J-093-ANCE, 30 min. Grabado "LS"

<p>16</p>	<p>Planta Eléctrica a Biogás de 25Kw</p>		<p>Marca: Mopesa</p> <p>Potencia Nominal: 25 KW Modelo: LFG096 Frecuencia: 60 Hz Tensión: 220 V a 440 V Consumo Combustible a plena carga: 22 m³/hr. Combustible: Biogás R.P.M.: 1800 RPM</p> <p>Dimensiones Largo:1624mm Alto:1527mm Ancho: 803mm</p>
<p>17</p>	<p>Filtro de sulfuro de hidrógeno (H₂S)</p>		<p>Marca: Mogemex</p> <p>Eficiencia promedio de remoción de sulfuro de hidrógeno del 97% con un valor mínimo de remoción de 90% y un valor máximo de remoción de 99.6%.</p>



Anexo F Lista de unidades

a	año	Mm ³	millón de metros cúbicos
d	día	mm	milímetro = 10 ⁻³ metros
EJ	exajulio = 10 ¹⁸ julios	Mt	megatonelada = 10 ¹² gramos
GJ	gigajulio = 10 ⁹ julios	MtMS	megatonelada de materia seca = 10 ¹² gramos
GW _{th}	gigavatio térmico	MUSD	millón de dólares estadounidenses
h	hora	MW	megavatio = 10 ⁶ vatios
ha	hectárea	MW _{el}	megavatio eléctrico
kg	kilogramo = 10 ³ gramos	MWh	megavatio hora
km	kilómetro = 10 ³ metros	MXN	pesos mexicanos
kW	kilovatio = 10 ³ vatios	PJ	petajulio = 10 ¹⁵ julios
kWh	kilovatio hora	ppm	partes por millón
l	litro	t	tonelada = 10 ⁶ gramos
m	metro	tMF	tonelada de materia fresca
m ³	metro cúbico	tMS	tonelada de materia seca
Mdp	millones de pesos	TWh	teravatio hora = 10 ¹² vatios hora
Mha	millón de hectáreas = 10 ⁶ hectáreas	USD	dólar estadounidense
MI	millón de litros = 10 ⁶ litros	USDcts	centavos de dólar estadounidense

I = Corriente nominal.

A = AMPER

W = Carga en watts.

Ef = tensión en operación (volts)

FP = Factor de potencia.

I nom = Corriente nominal en Amperes [A]

%e = Caída de tensión en por ciento.

L = Longitud total del circuito en metros. [m]

Z = Impedancia del conductor (ohm / kilometro)

[Ω] = unidad de resistencia

FT = Factor de decremento por temperatura ambiente

FCT = Factor de corrección por temperatura

F= Factor resultante de temperatura "F"

e = caída de tensión

Vn = Tensión entre fase y neutro

%e = por ciento de caída de tensión



Lista de siglas y acronimos

B10	mezcla de diésel de petróleo con 10% de biodiesel	INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
B100	biodiesel puro, al 100%	IPCC	Panel Intergubernamental para el Cambio Climático
B20	mezcla de diésel de petróleo con 20% de biodiesel	ISO	International Organization for Standardization
B5	mezcla de diésel de petróleo con 5% de biodiesel	MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
BNE	Balance Nacional de Energía	MEDEC	México: Estudio sobre la Disminución de Emisiones de Carbono
CD	cultivos dedicados	MOPESA	Motores Perkins de México, S.A.
CFE	Comisión Federal de Electricidad	MTBE	methyl tertiary butyl ether
CH ₄	metano	N ₂ O	óxido nitroso
CIEco	Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la UNAM	NaOH	hidróxido de sodio
CIFOR	Center for International Forestry Research	O ₂	oxígeno
CO	monóxido de carbono	PECC	Programa especial de cambio climático
CO ₂	dióxido de carbono	PEMEX	Petróleos Mexicanos
CO ₂ e	dióxido de carbono equivalente	pH	medida de la acidez o alcalinidad de una solución
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal	PM _{2.5}	Particulate Matter 2.5
DBO	demanda biológica de oxígeno	RAC	residuos agrícolas de cosechas
E10	mezcla de gasolina con 10% de etanol	RFA	Renewable Fuels Association
E5	mezcla de gasolina con 5% de etanol	RSU	residuos sólidos urbanos
EE.UU.	Estados Unidos	SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	SAYERCEN	Servicios Ambientales y de Energías Renovables del Centro S.A. de C.V.
FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido	SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
FT	Fischer Tropsch	SEISA	Sistemas de Energía Internacional S.A. de C.V
GEI	gases de efecto invernadero	SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
GIRA	Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Aplicada A.C.	SENER	Secretaría de Energía
GLP	gas licuado de petróleo	TAME	ter amil metil eter
H	Hidrogeno	UNC	Unión Nacional de Cañeros
HRSG	heat recovery steam generator	WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
IMA	incremento medio anual		



Anexo G Tabla 310-15(b)(16) Ampacidades permisibles en conductores aislados

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW- LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW- 2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18 ^{''}	—	—	14	—	—	—
1.31	16 ^{''}	—	—	18	—	—	—
2.08	14 ^{''}	15	20	25	—	—	—
3.31	12 ^{''}	20	25	30	—	—	—
5.26	10 ^{''}	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615



1013	2000	555	665	750	470	560	630
------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.

** Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

ANEXO H Tabla 310-15.- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 40 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:						
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura de los conductores					
	60 °C	75 °C	90 °C	150 °C	200 °C	250 °C
10 o menos	1.58	1.36	1.26	1.13	1.09	1.07
11-15	1.50	1.31	1.22	1.11	1.08	1.06
16-20	1.41	1.25	1.18	1.09	1.06	1.05
21-25	1.32	1.20	1.14	1.07	1.05	1.04
26-30	1.22	1.13	1.10	1.04	1.03	1.02
31-35	1.12	1.07	1.05	1.02	1.02	1.01
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41-45	0.87	0.93	0.95	0.98	0.98	0.99
46-50	0.71	0.85	0.89	0.95	0.97	0.98
51-55	0.50	0.76	0.84	0.93	0.95	0.96
56-60	-	0.65	0.77	0.90	0.94	0.95
61-65	-	0.53	0.71	0.88	0.92	0.94
66-70	-	0.38	0.63	0.85	0.90	0.93
91-75	-	-	0.55	0.83	0.88	0.91
76-80	-	-	0.45	0.80	0.87	0.90
81-90	-	-	-	0.74	0.83	0.87
91-100	-	-	-	0.67	0.79	0.85
101-110	-	-	-	0.60	0.75	0.82
111-120	-	-	-	0.52	0.71	0.79
121-130	-	-	-	0.43	0.66	0.76
131-140	-	-	-	0.30	0.61	0.72
141-160	-	-	-	-	0.50	0.65
161-180	-	-	-	-	0.35	0.58
181-200	-	-	-	-	-	0.49
201-225	-	-	-	-	-	0.35



ANEXO I Apoyos de la SAGARPA en Energía Renovable

La SAGARPA, a través del FIRCO esta apoyando la promoción y difusión de la energía renovable, a través del “Programa del Fondo de Riesgo Compartido para el Fomento a Agronegocios (FOMAGRO)”, “Subprograma de Agronegocios”, el cual es uno de los diversos programas de atención al sector agropecuario.

El FOMAGRO es el instrumento del Gobierno Federal, en donde el FIRCO actúa como prestador y promotor de servicios financieros y de inversión pública, al identificar, promover y financiar proyectos productivos con alto impacto socioeconómico.

Los apoyos del FOMAGRO están orientados a incrementar la productividad, rentabilidad y competitividad de los productores con enfoque de cadena productiva y proyecto integral de inversión, así como para fortalecer su organización con fines económicos, impulsar su desarrollo empresarial, facilitar su acceso a los diferentes mercados y factores que inciden en su actividad y propiciar su capitalización tanto en activos productivos como de carácter financiero, todo ello con respeto al medio ambiente, a su mejora y por **Consultas**

Los detalles específicos de las Reglas de Operación podrán ser consultados en la página WEB <http://www.firco.gob.mx/>, en donde se encuentran disponibles los siguientes documentos:

“REGLAS de Operación del Programa de Riesgo Compartido para el Fomento de Agronegocios (FOMAGRO)”. Publicadas en el DOF del 2 de marzo del 2005.

“MODIFICACIONES a las Reglas de Operación del Programa del Fondo de Riesgo Compartido para el Fomento de Agronegocios (FOMAGRO), publicadas el 2 de marzo de 2005 y de sus modificaciones publicadas el 7 de marzo de 2006”. Publicadas en el DOF del 15 de marzo del 2007.

Dudas y aclaraciones:

Dirección Ejecutiva de Apoyo a los Agronegocios. Av. Municipio Libre 377, piso 9 ala A, Col. Santa Cruz Atoyac, Del. Benito Juárez, México, D.F., C.P. 03310.

Tel. +52 (55) 50621200 ext. 1036 <http://www.firco.gob.mx/>

FIRCO cuenta con Gerencias Estatales en todo la república, donde también se puede acudir para dudas y consultas <http://www.firco.gob.mx/>

Anexo J Diseño

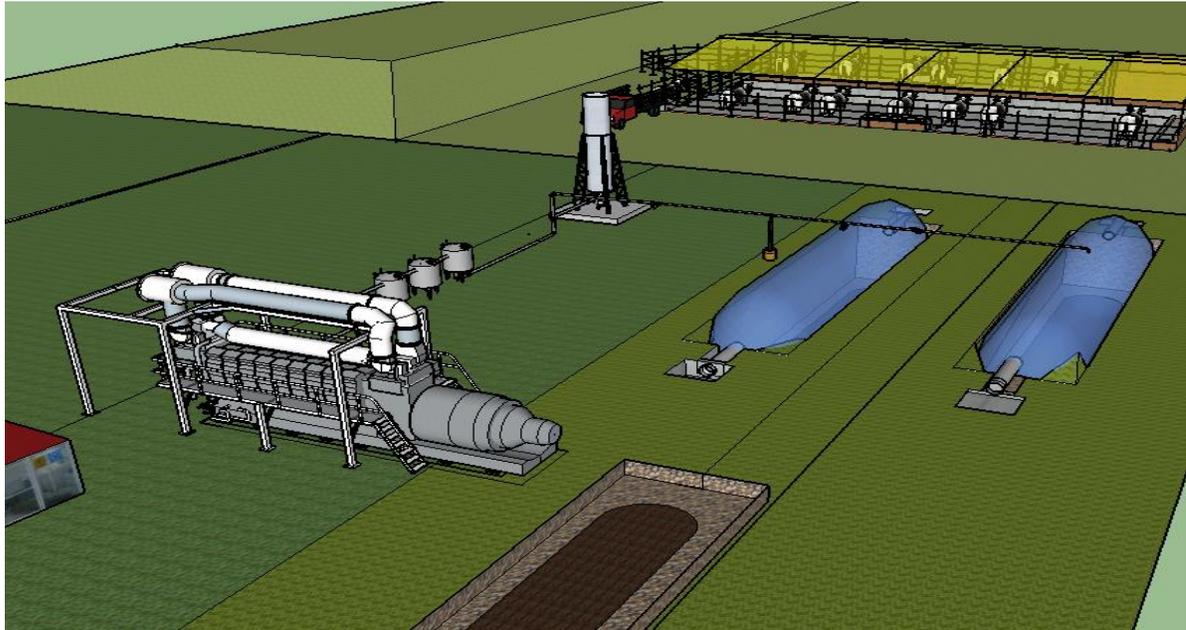


Figura B-1 Diseño de proyecto

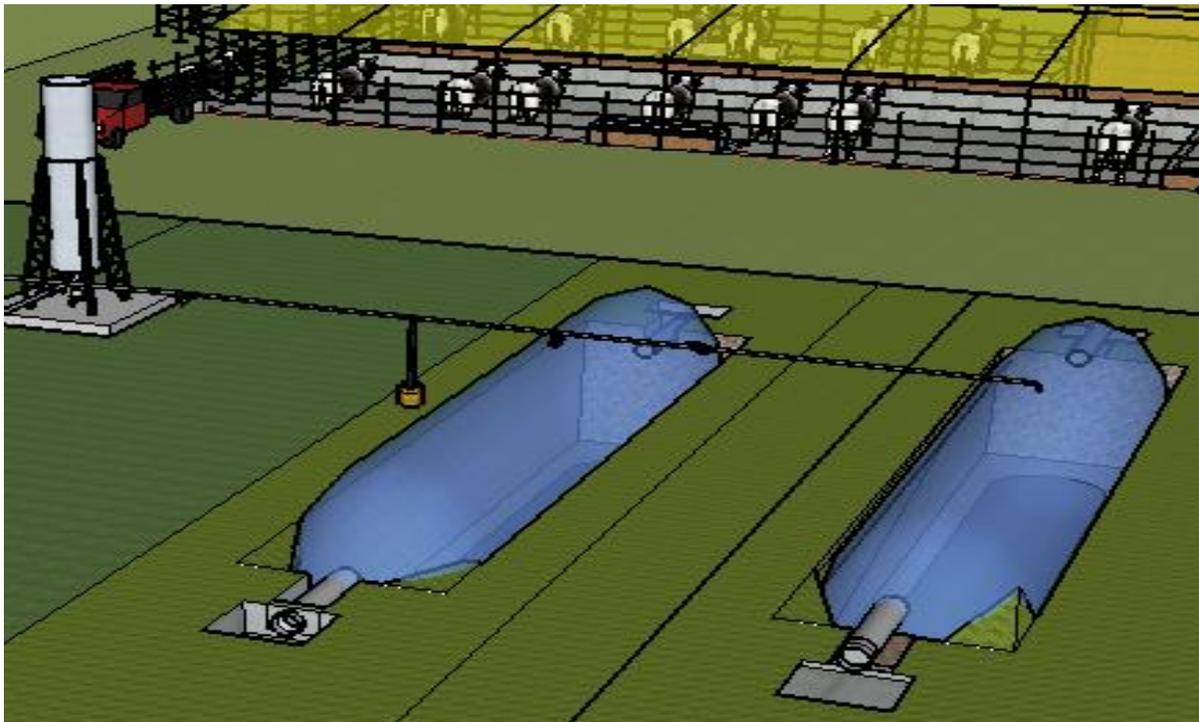
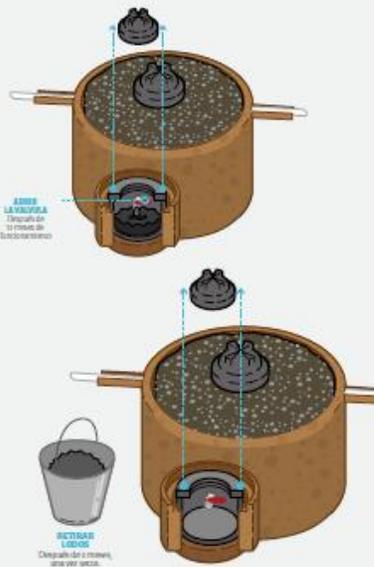


Figura B-2 Diseño de Interconexión de Biodigestores

Anexo K Mantenimiento a biodigestor

CITIJAL



Mantenimiento del Biodigestor

Trascurridos 12 meses de iniciado el funcionamiento de su Biodigestor Limpia-Fácil, deberá realizar lo siguientes pasos:

- Quite la tapa del registro de lodos.
- Proceda a abrir la válvula de descarga.
- Desazolve el Biodigestor hasta que el lodo cambie a un color amarillento.
- Cierre la válvula de descarga.
- Coloque la tapa del registro de lodos.
- Deje secar los lodos durante dos meses.
- Una vez secos, retire nuevamente la tapa del registro y proceda a extraerlos.
- Utilice protección personal para su extracción como guantes, botas y cubrebocas.
- Puede usar el residuo como composta o agregarle un poco de cal y deshecharlos.

Recomendaciones

Para que el Biodigestor cumpla eficientemente su función, deberá tomar en cuenta:

- Para limpiar el WC use sólo jabones biodegradables.
- Puede desinfectar el WC humedeciendo un trapo o jerga con cloro; nunca vierta el cloro directo al WC.
- Evite descargas de sustancias desinfectantes, tóxicas o limpiadores no biodegradables, estas sustancias reducen la función bacteriológica dentro del Biodigestor.
- Evite tirar basura en el WC ya que esta puede obstruir alguno de los conductos.
- No es recomendable la descarga de aguas grises hacia el Biodigestor, ya que disminuyen la eficiencia del mismo.
- Mantenga bien tapado el Biodigestor.
- No reutilice el agua tratada.

ACTIVAS LÍQUIDAS
Después de 2 meses, otra vez secos.