



2015 Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales

Docencia
Investigación
Extensión
Gestión
Comunicaciones
Científicas y Tecnológicas
Anuales
2015



Docencia
Investigación
Extensión
Gestión



Facultad de
Arquitectura y
Urbanismo

DIRECCIÓN GENERAL:

Decano Facultad de Arquitectura y Urbanismo

DIRECCIÓN EJECUTIVA:

Secretarías de Investigación, de Extensión y de Desarrollo Académico

COMITÉ ORGANIZADOR:

Evelyn ABILDGAARD

Herminia ALÍAS

Andrea BENÍTEZ

Anna LANCELLE

Patricia MARIÑO

COORDINACIÓN EDITORIAL Y COMPILACIÓN:

Secretaría de Investigación

COMITÉ ARBITRAL:

Teresa ALARCÓN / Jorge ALBERTO / María Teresa ALCALÁ / Abel AMBROSETTI / Guillermo ARCE / Julio ARROYO / Teresa Laura ARTIEDA/ Gladys Susana BLAZICH / Walter Fernando BRITES / César BRUSCHINI / René CANESE / Rubén Osvaldo CHIAPPERO / Enrique CHIAPPINI / Mauro CHIARELLA / Susana COLAZO / Mario E. DE BÓRTOLI / Patricia DELGADO / Claudia FINKELSTEIN / María del Socorro FOIO / Pablo Martín FUSCO / Graciela Cecilia GAYETZKY de KUNA/ Elcira Claudia GUILLÉN / Claudia Fernanda GÓMEZ LÓPEZ / Delia KLEES / Amalia LUCCA / Elena Silvia MAIDANA/ Sonia Itati MARIÑO / Fernando MARTÍNEZ NESPRAL / Aníbal Marcelo MIGNONE / María del Rosario MILLÁN/ Daniela Beatriz MORENO / Bruno NATALINI / Carlos NÚÑEZ / Patricia NÚÑEZ / Mariana OJEDA / María Mercedes ORAISON / Silvia ORMAECHEA / María Isabel ORTIZ / Jorge PINO / Nidia PIÑEYRO / Ana Rosa PRATESI / María Gabriela QUIÑONEZ / Liliana RAMIREZ / María Ester RESOAGLI/ Mario SABUGO / Lorena SANCHEZ / María del Mar SOLIS CARNICER/ Luciana SUDAR KLAPPENBACH / Luís VERA.

DISEÑO GRÁFICO E IMPRESIÓN:

VIANET | Avda. Las Heras 526 PB Dto."B" | Resistencia | Chaco | Argentina | vianetchaco@yahoo.com.ar

CORRECCIÓN DE TEXTO:

Cecilia VALENZUELA

COLABORADORAS:

Lucrecia SELUY

EDICIÓN

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Universidad Nacional del Nordeste

(H3500COI) Av. Las Heras 727 | Resistencia | Chaco | Argentina

Web site: <http://arq.unne.edu.ar>

ISSN 1666-4035

Reservados todos los derechos. Impreso en Argentina. Octubre de 2016.

La información contenida en este volumen es absoluta responsabilidad de cada uno de los autores. Quedan autorizadas las citas y la reproducción de la información contenida en el presente volumen con el expreso requerimiento de la mención de la fuente.

006.

**DISEÑO SUSTENTABLE DE LAS INSTALACIONES EDILICIAS
PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE A PARTIR DE BIOMASA,
EN EL FRIGORÍFICO DE PECES PIRA CUÁ, BELLA VISTA, CORRIENTES**

Giovana L. HAHN (1) / Virginia A. GALLIPOLITI (2) / Noemí C. SOGARI (3)

hahnleticia@gmail.com; angelinag2@arnet.com.ar; noemisogari@gmail.com

- (1) Autora principal, becaria de investigación de pregrado, estudiante de la carrera de Arquitectura, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- (2) Directora. Ingeniera electricista. Magíster y especialista en Energías Renovables. Acreditado por la Coneau. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNNE.
- (3) Codirectora. Licenciada en Ciencias Físicas. Magíster y especialista en Energías Renovables. Acreditado por la Coneau. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNNE.

RESUMEN

Este trabajo consiste en realizar un diseño óptimo de las instalaciones edilicias de una planta de biodigestión anaerobia para el frigorífico de peces Pira Cuá, que funciona en la localidad de Bella Vista, Corrientes. A partir de la digestión anaerobia de los efluentes y restos orgánicos se obtendrá un combustible natural no contaminante llamado biogás (utilizable para la generación de electricidad/calor de forma sustentable) y un fertilizante natural para el cultivo agrícola, que beneficiará al frigorífico mismo y a edificaciones aledañas. Asimismo, se minimizará la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, del suelo y del aire, en pos del mejoramiento ambiental del sitio.

Palabras clave: biogás; fertilizante; medio ambiente.

Dimensión del trabajo: investigación.

OBJETIVOS

- Plantear un diseño edilicio óptimo y sustentable de una planta de biodigestión de desechos del tratamiento de efluentes de un frigorífico de peces, para utilizar el biogás producido para uso de la comunidad de menores recursos de pequeños productores de la ciudad de Bella Vista, Corrientes.
- Dar respuesta a un problema socio-ambiental con la utilización de materia prima local, a través de una solución tecnológica sencilla, de baja complejidad y muy factible de ser llevada a la práctica, teniendo en cuenta que se trata de un sitio rural.

INTRODUCCIÓN O PLANTEO DEL PROBLEMA

Considerando la actual situación medioambiental en la que se encuentra el planeta, que comprende el cambio climático que se ha venido gestando debido en gran parte a las crecientes emisiones de dióxido de carbono y el inminente agotamiento de los recursos fósiles, principales fuentes de producción de la energía actual, se hace imprescindible empezar a tomar conciencia sobre la existencia de otras fuentes de energía y luego comenzar a implementarlas tanto en pequeña como a gran escala. La arquitectura tiene un rol muy importante en este sentido, ya que es la disciplina que reúne conocimientos técnicos para comprender las tecnologías de generación de energías renovables y además tiene a su cargo conseguir su difusión, aceptación y aplicación en las sociedades humanas.

Una de estas fuentes de energía renovables es la disponible en la biomasa, es decir, la procedente del aprovechamiento (generalmente combustión) de la materia orgánica. El aprovechamiento de esta aparece actualmente como una forma válida y factible para generar energía de forma sostenible. El sitio en el cual se pretende desarrollar el proyecto es el frigorífico de peces de la Cooperativa Acuícola "Pirá Cuá", y corresponde a la primera instalación de este tipo en la provincia de Corrientes. Allí se realizan tareas de faena de peces criados por los socios de la cooperativa, así como también de pequeños productores locales.

Como consecuencia de la actividad de este frigorífico, se arrojan al ambiente restos animales y otros tipos de desechos orgánicos, que constituyen un desperdicio industrial que deriva en la contaminación de arroyos y ríos de la zona. Estos desechos serán llevados a su biodegradación anaerobia y posterior obtención de combustible biogás y fertilizante/abono para el suelo, minimizando el impacto ambiental y disminuyendo gastos de consumo energético.

Este requerimiento fue impulsado por el grupo de trabajo "Grupo de Investigación de Energías Renovables y Laboratorio de Química Ambiental (FACENA-UNNE) para la ejecución del proyecto: "Tratamiento de efluentes y aprovechamiento integral de energía para el frigorífico de peces Pirá Cuá, una propuesta para dar solución a un problema socio-ambiental en Bella Vista, Corrientes", en el cual justamente se persigue el objetivo de estudiar la factibilidad de desarrollar una planta de biodigestión de desechos para el tratamiento específico de restos piscícolas, que propicie la utilización integral de los recursos de este establecimiento.

El biogás es un gas combustible que se obtiene mediante procesos de biodegradación de materia orgánica, gracias a microorganismos que trabajan en ausencia de oxígeno (acción anaerobia). Las materias primas comúnmente utilizadas para la producción de este combustible incluyen excrementos animales y humanos, desechos de frigoríficos y mataderos, aguas residuales orgánicas de industrias, restos de cosechas, desperdicios de comedores, mercados y basura orgánica en general. Su composición consta fundamentalmente de metano (CH_4), en un 60 % - 80%, y dióxido de carbono (CO_2) en un 20 % - 40 %. También aparecen otros gases en menores proporciones, como hidrógeno (H_2) (1 % - 3 %), nitrógeno (N_2) (0,5 % - 3 %), oxígeno (O_2) (0,1 % - 1 %) y sulfuro de hidrógeno (H_2S) (0,5 % - 1 %).

Su aplicación se puede dar tanto para la alimentación de calderas y otros sistemas de combustión a gas, como así también para producir electricidad mediante motores de grupos generadores. Este combustible tiene un poder calorífico promedio de 4500 a 5600 kilocalorías por m^3 (o 18,8 - 23,4 MJ/m^3), lo cual lo hace relativamente menos eficiente en comparación con el gas natural, cuyo poder calorífico está entre 8800 a 10.200 kilocalorías por m^3 . No obstante, ofrece las ventajas de que su producción es totalmente

natural y de que puede ser generado tanto a pequeña como gran escala, en instalaciones industriales como rurales-domésticas.

Los productos obtenidos a partir de este proceso biológico son el ya mencionado biogás y un efluente fertilizante o abono constituido por la fracción que no alcanza a fermentarse y por el material agotado. Su generación consta de cuatro etapas (hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis), en cada una de las cuales participan distintas bacterias, que transforman las proteínas, glúcidos, lípidos, etc., en el producto final, ya descrito.

Si bien el biogás puede ser obtenido a través de distintos tipos de biodigestores e instalaciones que varían en complejidad dependiendo de la escala y tecnología, hay una serie de etapas comunes a todo proceso de biodigestión y extracción del combustible natural. Por lo general, la materia orgánica, previamente diluida en agua en proporciones adecuadas y homogeneizada, ingresa en el biodigestor por la cámara de alimentación. Luego, el proceso propiamente dicho se desarrolla en la cámara de biodigestión y, finalmente, el biofertilizante que sale es recolectado en un depósito (explicaciones gráficas en figura N.º 1).

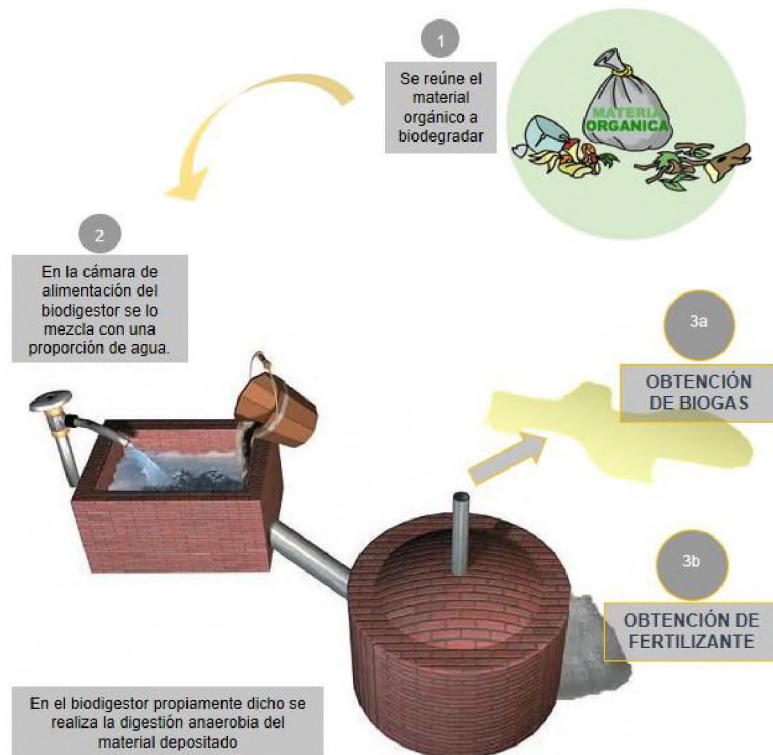


Figura 1. Gráfico conceptual de las etapas de obtención de biogás (escala doméstica)
Fuente: elaboración propia

Las primeras menciones sobre biogás datan del siglo XV, por científicos que comenzaban a estudiar el gas proveniente de la descomposición de la materia orgánica. Los primeros pasos concretos se dieron a finales del siglo XVII, cuando se construye el primer biodigestor en la India. Casi paralelamente, en Inglaterra, se instalan digestores que fermentaban los lodos cloacales de la ciudad y con el gas recolectado se alimentaba el alumbrado público urbano.

Tras la Primera Guerra Mundial comienzan a difundirse en Europa las fábricas productoras de biogás cuyo producto se empleaba en tractores y automóviles de la época, y los tanques Imhoff para tratar aguas cloacales colectivas que permitían producir un gas que se inyectó en la red de gas comunal. Durante la Segunda Guerra Mundial comienza la difusión de los biodigestores a nivel rural tanto en Europa como en China e India que se transforman en líderes en la materia.

Esta difusión se vio interrumpida por el fácil acceso a los combustibles fósiles, y recién en la crisis energética de los 70 se reinició la investigación en todo el mundo. Los últimos veinte años han sido fructíferos en cuanto al estudio de los microorganismos que actúan en condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno).

Los países generadores de tecnología más importantes en la actualidad son China, India, Holanda, Francia, Gran Bretaña, Suiza, Italia, EE. UU., Filipinas y Alemania (fuente: *Manual para la Producción de Biogás*. Ing. A. M. Sc. Jorge A. Hilbert. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA).

Antecedentes

Teniendo en cuenta que, según la ciencia, para mediados de este siglo deberíamos reducir en al menos un 60 % las emisiones de gases que producen el efecto invernadero para tratar de evitar el cambio climático, aparecen cada vez con mayor alcance formas alternativas de obtención de energía, todas ellas avocadas a minimizar o anular el impacto ambiental, lo que se conoce como Energías Renovables.

En este contexto tiene desde hace unos años creciente relevancia y propagación la obtención de la *energía de biomasa*, y así la instalación de plantas de extracción de biogás se ha difundido ampliamente tanto en países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo, pero principalmente en estos últimos, donde las condiciones económicas desfavorables obligan a los gobiernos y a las sociedades a buscar formas alternativas y económicas de obtener energía a través de mecanismos sencillos y de fácil construcción y mantenimiento.

Antecedentes en el mundo: actualmente, el número de digestores a escala industrial en Europa es de unos mil, sin incluir los digestores de escala doméstica o rural. En Estados Unidos, excepto los digestores contruidos en las plantas de aguas residuales urbanas, no existe realmente una fuerte demanda de plantas de biogás, comparable con la europea. Según un informe presentado por la EBA (*European Biogás Association*), Alemania es la primera potencia europea en este sector, ya que alcanza las 8700 plantas de producción de biogás. Destaca de igual manera el gran crecimiento de esta fuente renovable en países como Francia, Reino Unido o Italia. Este último consiguió hacer cambios en su legislación para poder introducir biogás en la red de gas natural y asegurar así su distribución (Fuente: EBA, *European Biogás Association* (2015) "Good Practices and Innovations in the Biogás Industry". Bruselas, Bélgica).

Cabe recordar que, debido a la Directiva Europea 99/31/CE que limita la entrada de residuos en vertedero, la producción de biogás es una alternativa sostenible, ya que, además de producir energía verde, se cumpliría con el principio básico de la gestión de residuos que hace referencia a la recuperación

energética. Los mercados que pueden despuntar en los próximos años serán Francia, Holanda, Italia, Polonia, Reino Unido y República Checa, gracias a los subsidios y las primas que funcionan en dichos países (Fuente: <http://twenergy.com>).

Antecedentes en nuestro país: en nuestro país, como en el resto del mundo, también se ha ido incrementando el uso de energías renovables y con ello la producción de biogás, durante los últimos años. Más precisamente en nuestra región, el Litoral argentino, es destacada la acción de la Fundación *Proteger* en el tema, ya que lleva adelante el Programa Tecnología Socialmente Apropriada, que impulsa el uso de energías limpias, la capacitación y el apoyo para la construcción de biodigestores en comunidades rurales y ribereñas, los principales focos de desarrollo de este tipo de tecnologías sustentables, caracterización geográfica y natural que también representa a la ciudad de Bella Vista, donde se pretende llevar a cabo el proyecto. Algunos de los ejemplos de instalaciones de biodigestores desarrollados en la Argentina y nuestra región son los construidos por la Fundación *Proteger*, Santa Fe. Fue creada en Santa Fe, Argentina, en octubre de 1991, y trabaja especialmente en el nordeste del país, en territorios fluviales y rurales de la Cuenca del Plata y el Gran Chaco. Estas plantas se construyen por lo general con materiales de uso corriente como mampostería de ladrillos huecos y losas de hormigón, con cúpulas en forma de campana de chapa metálica, y sus destinos son frecuentemente pequeños emprendimientos periurbanos o grupos humanos y poblaciones rurales de escasos recursos.



Figura 2. Foto de una instalación de biogás construida por la Fundación *Proteger*. Fuente: www.proteger.com.ar

DESARROLLO

Diseño de las instalaciones de la planta de biogás

Existen varios tipos de biodigestores, los que varían en diseño, materiales, funcionamiento, dimensiones, y disposiciones. Para el presente caso se optó por una planta de flujo continuo y de diseño de cúpula fija, más precisamente de tipo "chino". Las plantas de flujo continuo ofrecen la ventaja de que las bacterias metanogénicas reciben un suministro estable del material orgánico, por lo que producen biogás de manera más uniforme, lo cual sería posible al tratarse de un establecimiento cuya actividad genera material orgánico de desecho continuamente. El ser de cúpula fija también tiene ciertas ventajas:

- su construcción se realiza con paredes de bloques de hormigón y cúpula de ladrillos, y se emplean otros materiales conocidos, como cemento, arena, piedra y acero constructivo, que aseguran una alta resistencia y durabilidad de la obra;
- no presentan partes móviles propensas al desgaste, así como tampoco partes metálicas que faciliten la corrosión;
- su tiempo de vida útil se extiende a más de veinte años;
- brindan la posibilidad de hacer extracciones del lodo digerido, sistemáticamente, sin alterar su funcionamiento, lo que permite un mejor aprovechamiento del lodo y extiende los plazos de mantenimiento;
- presentan un mejor acceso al biodigestor, tanto durante la obra como para futuros trabajos de revisión;
- la simplificación del método de construcción permite disminuir el tiempo de ejecución (de diez a quince días).

Propuesta de diseño

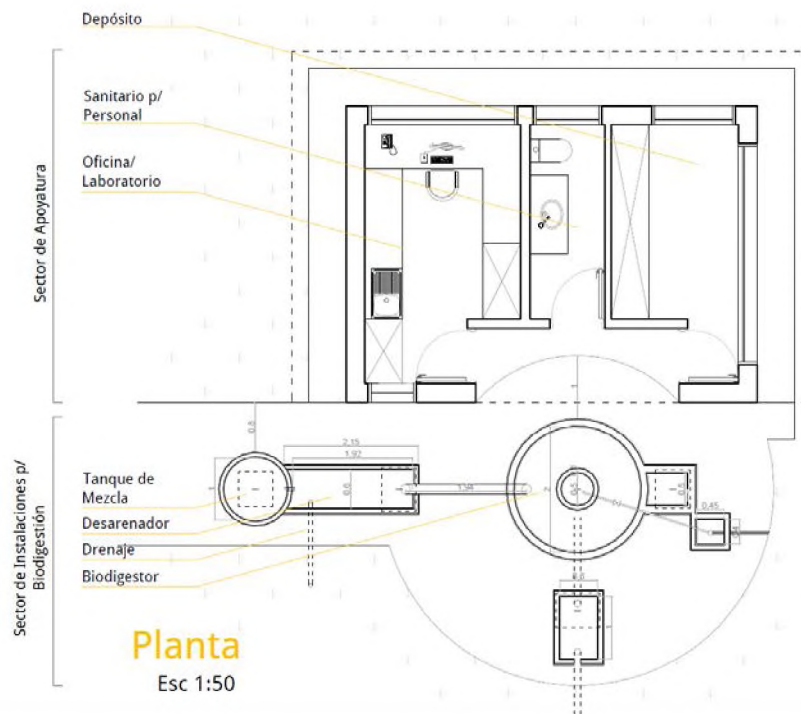


Figura 3. Planta del diseño propuesto. Fuente: elaboración propia mediante dibujo por ordenador

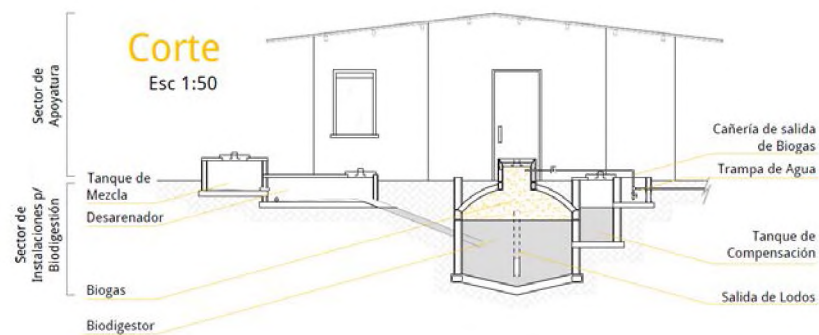
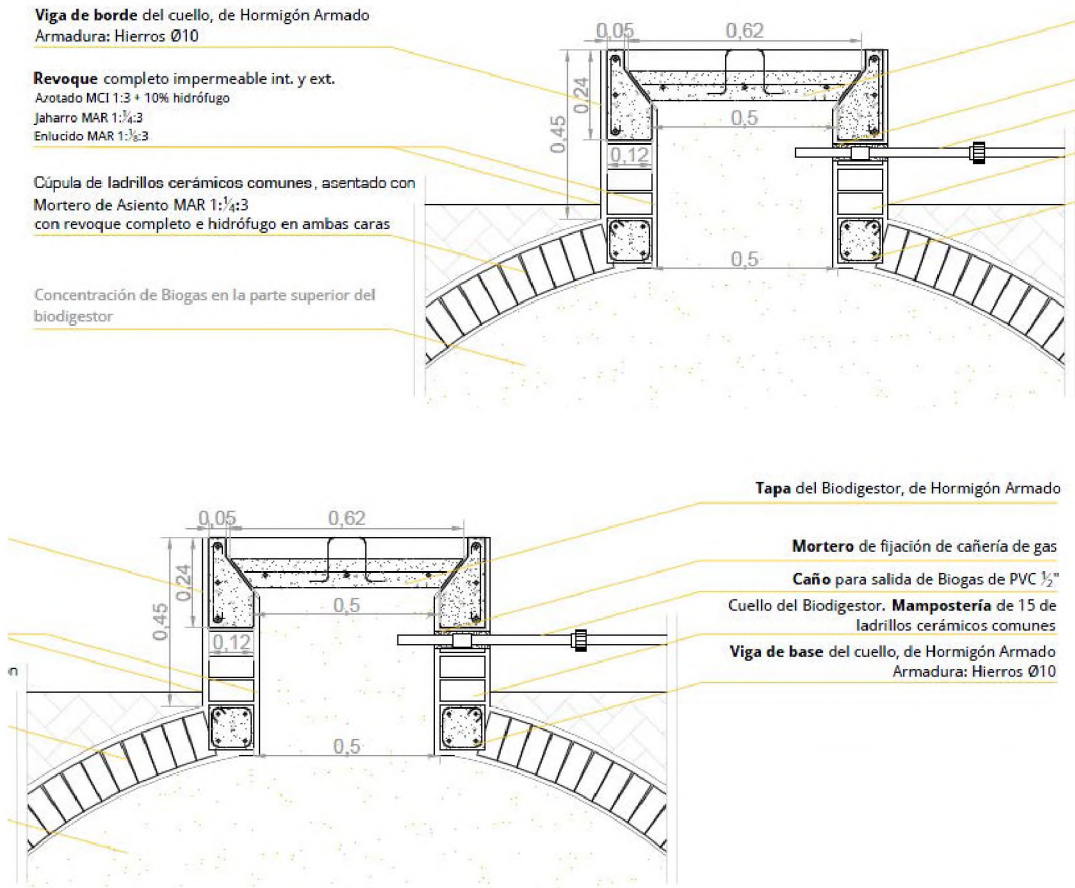


Figura 4. Corte del diseño propuesto. Fuente: elaboración propia mediante dibujo por ordenador



Figuras 5 y 6. Detalle y especificaciones técnicas de la cúpula del biodigestor, del diseño propuesto.
 Fuente: elaboración propia mediante dibujo por ordenador

Representación 3D

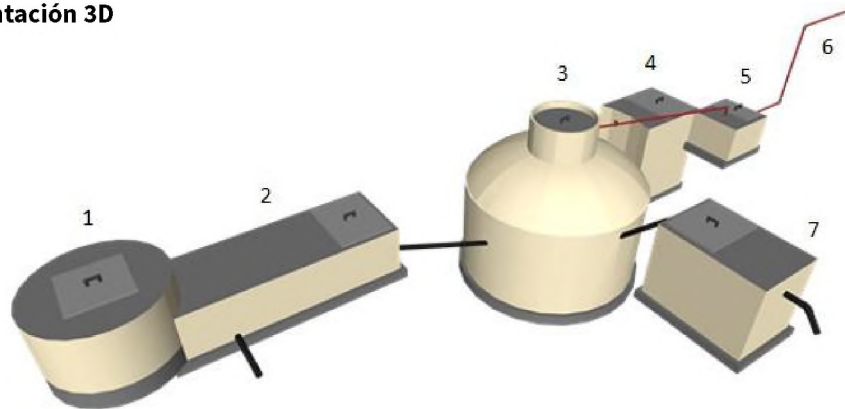


Figura 7. Representación de las instalaciones de la planta de biogás en tres dimensiones.
Fuente: elaboración propia mediante dibujo por ordenador

Partes constituyentes (se encuentran referenciadas con números en la Figura 7)

1. Tanque de mezcla y 2. desarenador: llegan a ella los desechos piscícolas para ser mezclados con el agua y permitir que los materiales inertes decanten y no ingresen en el biodigestor. Cuenta con una abertura lateral para permitir su evacuación. Material: mampostería de 0,15 m de espesor de ladrillos comunes revocada de ambos lados con mortero hidrófugo, con contrapiso de hormigón pobre con una carpeta de cemento alisada.
3. Biodigestor: es el corazón del sistema, el lugar donde se lleva a cabo el proceso de la biodigestión. Se lo ubica por debajo del nivel del terreno para atenuar las diferencias de temperatura que se dan sobre la superficie. En la parte inferior se ubica el material en estado de biodigestión y en la parte superior el biogás ya producido. Material: mampostería de 0,15 m de espesor de ladrillos comunes revocada de ambos lados con mortero hidrófugo; y vigas de hormigón armado. Contrapiso de hormigón pobre con una carpeta de cemento alisada.
4. Tanque de compensación: hacia este se desplaza el líquido albergado en el biodigestor cuando empieza a generarse el biogás y dicha presión desplaza su contenido. También construido en mampostería revocada hidrófugamente en ambas caras, ya que como todo el sistema requiere la máxima estanqueidad.
5. Trampa de agua: el gas proveniente de un biodigestor sale generalmente saturado con vapor de agua, parte del cual puede condensarse en la tubería, lo que causaría obstrucciones, por ello se instala una trampa de agua a la salida del biodigestor. Las cañerías utilizadas son de PVC de 1".
6. Cañerías de gas: parten hacia los tanques de reservorio de gas desde los que se hace la distribución hacia el frigorífico y otras edificaciones aledañas. Cuentan con los mismos accesorios que se disponen en una instalación de gas domiciliaria.
7. Salida de lodos: cámara a la que se desplaza el material digerido, el subproducto de la digestión, el biofertilizante. Como el resto de las cámaras, cuenta con una tapa para su control y extracción.

Aspecto constructivo

Puede existir cierta complejidad a la hora de construir el biodigestor debido a que cuenta con paredes curvas o abovedadas, lo cual no siempre es una práctica muy difundida entre los constructores locales en la actualidad. El método empleado para lograr esta curvatura se explica gráficamente en la *figura 8*, y consiste en emplear un tubo guía como eje central fijado a la parte central de la base ya construida y arriostrado correctamente hacia sus laterales, y montar en el punto geométrico que sirve de foco o centro de la cúpula una guía de una medida o longitud constante y moverla de forma radial para construir la cúpula, la cual se hará rotar progresivamente siendo tirada por un operario ubicado en la parte superior, probablemente a nivel del futuro piso terminado de la planta. Mediante el movimiento rotatorio circular desde el muro de apoyo hasta la boca o cuello final del extremo libre de la vara, se va determinando la posición y colocando los ladrillos hasta que queda conformada la cúpula.

En este sentido, es fundamental lograr una óptima construcción de la losa de cimentación, ya que determinará la precisión de las demás partes constructivas del digestor, su estabilidad, y la solidez de la obra en su conjunto. Mientras mayor rigidez posea esta losa, menor será la posibilidad de que ocurran asentamientos diferenciales, deformaciones indeseables que puedan originar fisuras y, en general, mayor uniformidad en la distribución de las cargas y en las condiciones de trabajo a que se somete el suelo sobre el cual se levanta la obra.

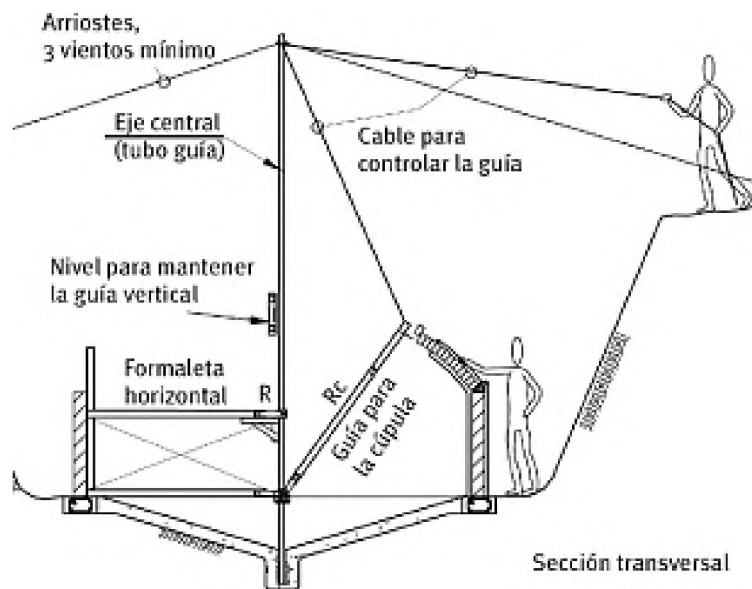


Figura 8. Esquema que ilustra el método constructivo de la bóveda. Fuente: GUARDADO CHACÓN (2007) Diseño y construcción de plantas de biogás sencillas, pág. 36

Para el presente caso se optó por emplear una losa de cimentación constituida de hormigón armado, ya que el lugar donde se emplazará la planta cuenta con un suelo arcilloso, es decir, blando e inestable, por lo que se requiere una losa que posea una rigidez mayor, capaz de repartir lo más uniformemente posible las cargas y que no se deforme ni se fisure por asentamientos del subsuelo. También por esta razón se eligió conformar la losa de forma cónica, con la que se alcanza mayor rigidez con menor espesor de losa, en comparación con los espesores necesarios que requerirían losas circulares planas.

Materiales empleados

Tabla 1. Materiales empleados

Partes y Elementos	Materiales
1. Cimentación y vigas de borde	
Losa de cimentación del biodigestor	Hormigón
Losa de cimentación del tanque de compensación	Cemento Portland Normal
Losa de cimentación del tanque de mezcla	Arena
Losa de cimentación del desarenador	Piedra
Tapas de las cámaras	Barras de Acero $\phi 10$ y $\phi 12$
2. Mampostería	
Ladrillos cerámicos comunes	Cemento Portland Normal
Mortero de cemento	Arena Fina
	Cal
3. Acabados	
Revoque de muros	Cemento
Revoque de cúpula	Arena fina
	Cal
	Pintura impermeabilizante
4. Tuberías y accesorios	
Tubería de suministro de efluentes a la planta	Tubos de PVC
Tubería de conducción y captación de biogás	Accesorios de PVC (uniones, codos 90°, etc)
	Pegamento para PVC
	Válvulas

Fuente: GUARDADO CHACÓN (2007) *Diseño y construcción de plantas de biogás sencillas y elaboración propia*

Puesta en marcha de la planta de biogás

La puesta en marcha de una planta de biogás requiere un grupo de operaciones que aseguren su explotación. Conjuntamente con los mantenimientos, en tiempo y forma, garantizan el éxito del funcionamiento en el período para el cual fue concebida. Los aspectos principales que tener en cuenta para el logro de este propósito se mencionan a continuación:

- Después de ser construido, el digestor debe ser curado, es decir, llenado de agua sin carga orgánica durante diez o doce días.

- Cargar el digester tan rápido como se pueda (durante la etapa de curado se puede acumular la mayor cantidad de excreta posible para disponer del volumen necesario).
- Una vez lleno el digester, no se debe adicionar más mezcla hasta pasados quince días, aproximadamente. Las bacterias metanogénicas no aparecerán hasta después de transcurridas las etapas de hidrólisis y acidificación (primeras dos de las cuatro etapas correspondientes a las necesarias para que se lleve a cabo el proceso de digestión anaerobia).
- El tiempo de puesta en marcha puede ser disminuido utilizando un inóculo proveniente de otro digester en operación donde ya existe la presencia de las bacterias metanogénicas.
- Dejar abierta la válvula de salida del gas durante el período de espera (para dejar escapar el aire).
- Una vez transcurrido el período de espera, se cierra la válvula y se observa el nivel de agua en el tanque de compensación; al generar el biogás este desplaza el líquido y eleva el nivel en el tanque hasta el reboso.
- Dejar escapar el gas inicial, ya que puede ser explosivo y peligroso, o también no ser combustible por exceso de dióxido de carbono (CO₂).

Mantenimiento

Es aconsejable la periodicidad de las labores de mantenimiento del biodigester. Estas comprenden:

- eliminación de la nata y el sobrenadante;
- eliminación de sólidos y lodos en el tanque de compensación;
- chequeo del estado de las tuberías;
- drenaje de las trampas de agua y puntos bajos de las tuberías;
- la planta de biogás debe ser un lugar agradable y acogedor, por ello pintar y mantener la limpieza es tan necesario como su funcionamiento satisfactorio.

Fuente: GUARDADO CHACÓN (2007) *Diseño y construcción de plantas de biogás sencillas*, pp. 52 y 53.

CONCLUSIONES Y/O REFLEXIONES FINALES

Actualmente el conocimiento sobre el daño progresivo que está sufriendo el medio ambiente y los modos, aunque sea básicos, de evitar que esto así ocurra forman parte de la conciencia de la gran mayoría de las sociedades. Lo que en la mayoría de la población escasea es la voluntad de actuar en pos de esa causa, ya sea por falta de motivación o por falta de recursos.

Desde el lugar en que se encuentra un estudiante de arquitectura, le concierne buscar las maneras de hacer que las tecnologías de aprovechamiento de energías renovables tengan más acercamiento al ciudadano común, investigándolas y tratando de dar respuesta a las problemáticas que se le presenten en este ámbito. Por ello es oportuno realizar este trabajo, aunando la preparación académica con otros tópicos hasta entonces desconocidos, pero fácilmente aprehensibles.

Esta experiencia como becaria en el ámbito de la investigación (aunque aún no concluida) demuestra que con recursos módicos se pueden lograr grandes cambios en materia de ambiente y economía, ya que, a diferencia de otras tecnologías de aprovechamiento de energías "limpias", no se requieren grandes

inversiones iniciales para su consecución, siempre y cuando la escala del emprendimiento sea moderada.

Si bien la temática implica conocer cuestiones químicas y físicas complejas, todo es posible mediante un correcto trabajo multi- o interdisciplinar, en el que se confundan los aportes de todas las profesiones: ingenieros químicos, civiles, arquitectos, ecologistas, etc.

Personalmente, por mi formación académica en Arquitectura, no me resultó muy complejo lograr el diseño, ya que los materiales que empleé son de uso corriente en mi ámbito académico y profesional, y conozco las formas de trabajarlos correctamente en edificaciones de cualquier tipo. Me resultó de gran ayuda la bibliografía proveniente de autores de países latinoamericanos en vías de desarrollo o de desarrollo intermedio, ya que su condición de escasez económica los alienta a buscar formas de lograr energía con mínimos recursos logrando así dominio de estos temas, con material de lectura y publicaciones de calidad, y fundamentalmente teniendo su campo de análisis y acción en áreas rurales e incluso periurbanas. Asimismo me valí de antecedentes, tanto mundiales como regionales, para tener una visión global de las posibilidades y escalas de intervención, evaluando ventajas y desventajas. Por último, me fue de gran utilidad el cursado de la materia optativa Energías Renovables, dictada en la FAU, que me amplió el panorama sobre la utilización y aprovechamiento de este tipo de energía.

De lo indagado en el tema rescato tres aspectos claves y determinantes:

- Esta instalación es efectivamente posible de ser llevada a cabo, es decir, la propuesta es viable: el biodigestor es una inversión de mediano costo, capaz de ser afrontada por un establecimiento industrial como lo es un frigorífico, los materiales son fácilmente adquiribles y existe disponibilidad de la mano de obra requerida. Además, aquí se concentra el sustrato o materia prima que utilizar, lo que evitará gastos de manipulación y transporte.
- Es duradera. Debido a los materiales empleados, si la construcción es correcta y prolija la instalación debería durar aproximadamente unos doce años sin problemas (según bibliografía consultada).
- La tecnología existe y también los profesionales capacitados para llevarla a la práctica, pero es fundamental contar con el apoyo de políticas gubernamentales nacionales o locales que apoyen estas iniciativas, por ejemplo, premiando a quienes las implementen. Actualmente, las subvenciones otorgadas al consumo de la energía en nuestro país desalientan a consumidores, productores y empresarios a invertir en formas de generación de energías renovables, ya que se dispone de esta a un precio bajo, por lo que la recuperación de la inversión inicial se figura a muy largo plazo, y termina por ser inconveniente. Resultaría óptimo entonces que existiera voluntad y decisión política en primera instancia, y luego la voluntad colectiva de la ciudadanía sería mucho más fácil de lograr.

Como reflexión final, creo oportuno citar al ex vicepresidente norteamericano y Premio Nobel de la Paz 2007, AL GORE, con un extracto de su documental "La Verdad Incómoda", invitándonos a un cambio de mentalidad: *"Cada uno de nosotros es una causa del calentamiento global, pero cada uno de nosotros puede tomar decisiones para cambiar eso con las cosas que compramos, la electricidad que usamos, los coches que conducimos, podemos tomar decisiones para llevar nuestras emisiones de carbono individuales a cero. Las soluciones están en nuestras manos, solo tenemos que tener la determinación para hacer que suceda. Tenemos todo lo que necesitamos, todo salvo la voluntad política. Pero, **la voluntad de actuar es un recurso renovable**".*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARDOZO, Francisco; GORNITZKY, Cora; PALIOFF NOSAL, Claudia y otros (2009) *Energías Renovables para el Desarrollo Rural*. Ediciones INTA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

EBA – European Biogas Association (2015). "Good Practices and Innovations in the Biogas Industry". Bruselas, Bélgica.

FILIPPÍN, C; FOLLARI J; VIGIL J. "Diseño de un biodigestor para obtener gas metano y fertilizantes a partir de la fermentación de excrementos de vacas lecheras en la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa". Universidad Nacional de La Pampa. La Pampa.

GONZÁLEZ SALCEDO, Luis Octavio; OLAYA ARBOLEDA, Yeison (2009). "Fundamentos para el Diseño de Biodigestores". Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Palmira, Colombia.

GUARDADO CHACÓN, José Antonio (2007) *Diseño y construcción de plantas de biogás sencillas*. Editorial Cuba Solar. Calle 20 no. 4113, esq. A 47, Miramar, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba.

HILBERT, Jorge A. "Manual para la Producción de Biogás". Instituto de Ingeniería Rural, INTA. Castelar.

IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) (2007) *Biomasa: Digestores anaerobios*. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio del Gobierno de España. Madrid, España.

NODAR BALSEIRO, Lorena (2012). "Planta de Biogás: Finca Mouriscade". Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

Cursada de la materia optativa "Energías Renovables" (junio 2015), dictada en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste. Clase sobre "Aprovechamiento de biogás", a cargo del ingeniero Walter Morales.