



PLAN DE NEGOCIOS PARA EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN EL RELLENO SANITARIO REGIONAL TIPO “B” EN LOS MUNICIPIOS DE NOPALA, CHAPANTONGO, TEPETITLÁN Y ALFAJAYUCAN, HIDALGO

Junio de 2011

Este reporte fue producido y revisado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y preparado por Abt Associates, Inc.

PLAN DE NEGOCIOS PARA EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN EL RELLENO SANITARIO REGIONAL TIPO “B” EN LOS MUNICIPIOS DE NOPALA, CHAPANTONGO, TEPETITLÁN Y ALFAJAYUCAN, HIDALGO

Autores:

Odón de Buen

Maribel Muñoz

Pablo Cuevas

Sergio Segura

Abt Associates, Inc.

<http://www.abtassociates.com>

<http://www.procomex.org>

Contrato:

EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD

El punto de vista expresado en esta publicación por los autores, no necesariamente refleja el punto de vista de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional o del Gobierno de los Estados Unidos.

Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo	1
1 Presentación	2
2 Mercado del proyecto	4
2.1 Mercado objetivo	4
2.2 Usuarios del proyecto.....	4
2.3 Situación actual	4
2.4 Tendencias de comportamiento del mercado objetivo.....	4
2.5 Barreras.....	5
2.6 Otros proyectos de referencia en el mundo	6
2.6.1 Sao Paulo, Brasil [7].....	6
2.6.2 Municipalidad de eThekweni, Durban, Sudáfrica [8].....	6
2.6.3 Municipalidad de Ammán, Jordania [9].....	6
2.6.4 SIMEPRODE y Bioenergía de Nuevo León [10].....	7
3 Propuesta técnica y costos del proyecto	7
3.1 Costos y beneficios del proyecto	8
4 Análisis financiero del proyecto	8
4.1 Variables consideradas	8
4.2 Evaluación financiera	9
5 Arreglos para el financiamiento del proyecto	10
5.1 Las alternativas.....	10
5.1.1 Inversión directa.....	10
5.1.2 Sociedad de autoabastecimiento	10
5.2 Ventajas y desventajas de las alternativas	10
5.3 Alternativa propuesta	11
6 Arreglos legales y de gestión y operación para el proyecto	12
6.1 Sociedad de autoabastecimiento	12
6.1.1 La constitución de la sociedad	12
6.1.2 La generación de electricidad, operación y mantenimiento del proyecto	13

6.2	Contrato de interconexión	14
6.3	Estructura organizacional y esquema técnico operativo.....	14
6.4	Matriz de riesgos y mitigantes	16
ANEXO I. SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS (BIOMASA) PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA CON INTERCONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA		18
Índice de Referencias.....		21

Resumen Ejecutivo

El Programa de Competitividad México se deriva del buen entendimiento y amplia cooperación entre los gobiernos de Estados Unidos y México, teniendo como principal objetivo fortalecer la competitividad de México, así como robustecer la gestión ambiental para preservar la biodiversidad del país.

En este sentido y como parte de las actividades específicas sobre las que se enfoca el programa, se diseñó un esquema para apoyar el desarrollo de planes de negocios para proyectos de generación de electricidad a partir de energía renovable en municipios y gobiernos locales.

El presente plan de negocios analiza la viabilidad técnica, financiera y de gestión de un proyecto de generación de energía basada en energías renovables para obtener el apoyo necesario de las instancias y entidades para su realización.

1 Presentación

La presente propuesta de plan de negocios es resultado del interés que despertó en los municipios del estado de Hidalgo el ***Taller sobre la elaboración de planes de negocios para proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables***, llevado a cabo en la ciudad de Pachuca el día 31 de mayo de 2011.

El objetivo del taller fue el de presentar y explicar los diferentes aspectos que cubre un Plan de Negocios para el Desarrollo de Proyectos de Generación de Electricidad en Municipios a funcionarios municipales y/o estatales y estuvo dirigido a funcionarios de las administraciones municipales y/o estatales, de las áreas de medio ambiente, fortalecimiento y/o servicios municipales, relacionadas con la toma de decisiones en materia de promoción e implementación de proyectos que aprovechan fuentes de energía renovables.

Por otro lado, la motivación de desarrollar planes de negocios en este sector para el estado de Hidalgo está plasmada en los propósitos y objetivos de la Comisión Estatal de Fomento y Ahorro de Energía (CEFAEN) de impulsar el desarrollo de proyectos y la utilización práctica de fuentes alternas de energía eléctrica que fortalezcan el desarrollo económico sostenible y sustentable, a partir del abatimiento de costos y la preservación del entorno ecológico sustituyendo el uso de los hidrocarburos.

En particular, este proyecto se enmarca dentro de la iniciativa del gobierno federal, a través de la propia Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de poner en funcionamiento antes de que termine la presente administración, 14 rellenos sanitarios, de los cuales ocho serán de carácter regional y seis municipales, para lo cual se invertirán poco más de 79 millones de pesos de recursos federales autorizados por el Congreso de la Unión. [1]

Derivado del potencial e interés por desarrollar este proyecto, la CEFAEN Hidalgo solicitó el apoyo del Programa de Competitividad México para la elaboración del presente documento que, como ya se mencionó anteriormente, incluye el análisis técnico, financiero y de gestión sobre alternativas de aprovechamiento de energía renovable para la generación de electricidad a partir del relleno sanitario regional que estará ubicado en Chapantongo y que comprende cuatro municipios del estado de Hidalgo.

Como resultado, el equipo de consultores realizó las siguientes actividades:

- Reuniones de trabajo con la CEFAEN.
- Visitas técnicas a los municipios involucrados en el estado de Hidalgo.
- Revisión de información existente, incluyendo el documento denominado “Elaboración de Estudios Técnicos Previos a la Construcción del Relleno Sanitario Regional Tipo “B” Municipios de Nopala, Chapantongo, Tepetitlán y Alfajayucan”, elaborado por encargo de los cuatro municipios a la empresa TAAF Consultoría Integral, S.C.

Derivado de este proceso, se identificaron las siguientes áreas de oportunidad:

- El hecho de que la construcción y operación del relleno sanitario regional plantea la existencia de una cantidad importante de desechos orgánicos (8,000 toneladas anuales en promedio) que pueden ser aprovechados.
- Que la construcción del relleno sanitario contempla, en principio, la integración de un sistema de captación y extracción de biogás que puede ser utilizado para la generación de electricidad. [2]
- Que existe la voluntad y acuerdo de las administraciones municipales locales, junto con el gobierno del estado de Hidalgo, para llevar adelante un proyecto de este tipo.
- Existe un fuerte interés por aprovechar el enorme potencial dado por la generación de metano del relleno sanitario, por lo que los elementos planteados en el presente plan de negocios para generar electricidad se podrían contemplar en una segunda etapa de la operación del mismo, como un valor agregado al proyecto existente.

2 Mercado del proyecto

2.1 Mercado objetivo

El mercado objetivo del proyecto es el servicio de energía eléctrica que es utilizada en los municipios de Chapantongo, Tepetitlán, Alfajayucan y Nopala, Hidalgo. Este mercado tiene un consumo de energía anual de xxx millones de kWh con un costo de xxx millones de pesos al año.

Comentado [PCS1]: No tengo datos, se había quedado que ustedes los iban a conseguir.

2.2 Usuarios del proyecto

El presente plan de negocios está dirigido a los cuatro municipios del estado de Hidalgo mencionados anteriormente, a partir del aprovechamiento de biogás proveniente del relleno sanitario regional.

2.3 Situación actual

Estos cuatro municipios se encuentran en la región oeste del estado de Hidalgo (con una superficie de alrededor de 800 km²) y cuentan con una población de poco más de 56 mil habitantes. [3]

En general, la población se desenvuelve en un ambiente urbano rural. La industria es escasa, sólo existen algunos pequeños talleres de joyería, maquila de ropa y artesanías locales.

La mayoría de la población se dedica a actividades agrícolas (lluvia de temporal) y ganaderas. La tenencia de la tierra para estos usos es ejidal en su mayoría. [4]

Esta región cercana al Valle del Mezquital y a unos 100 kilómetros de la zona urbana de Tula presenta un clima templado-semifrío con una temperatura climatológica media anual de 16°C y una precipitación total anual de entre 510 y 540 milímetros.

Los servicios de alumbrado público de los cuatro municipios son facturados bajo la Tarifa 5A (Servicios públicos), por un monto de poco más de XXX millones de pesos al año a un precio promedio de \$2.26 pesos/kWh. [5]

Comentado [PCS2]: Esta tarifa es la de referencia. ¿Se tienen datos de la real?

2.4 Tendencias de comportamiento del mercado objetivo

Los municipios del estado de Hidalgo y en el país en general enfrentan un escenario de montos de facturación creciente por el servicio de energía eléctrica. Como referencia de esa tendencia, del año 2000 al año 2010 la Tarifa 5A (que es la aplicable para servicios municipales) se incrementó en 6.4% anual. [6]

2.5 Barreras

En el proceso de análisis de los distintos aspectos del proyecto se identificaron las siguientes barreras al desarrollo del proyecto en sus diversas alternativas de financiamiento:

- De administración municipal

Es difícil obtener la participación y el apoyo de los municipios mediante objetivos y metas a largo plazo, por sus tiempos políticos y la gestión en plazos cortos de tiempo.

- De información

En muchas ocasiones el personal encargado de tomar las decisiones sobre proyectos de este tipo desconoce las oportunidades, tecnología y beneficios de la generación eléctrica con biogás de rellenos sanitarios.

Del mismo modo, no se conoce el número y modalidad de trámites para el desarrollo y formalización de proyectos que involucren la generación de electricidad para autoabastecimiento.

- Restricciones presupuestales

Aun cuando el proyecto de construcción del relleno sanitario regional cuenta con un apoyo especial del gobierno federal para su realización, los municipios del estado de Hidalgo en particular enfrentan de manera recurrente serias restricciones presupuestales para proyectos de inversión de gran alcance¹.

Del mismo modo, los municipios cuentan con escaso financiamiento para efectuar estudios de prefactibilidad.

- De gestión y organización

Se tiene muy poca experiencia en la gestión (y por lo tanto en la administración) de proyectos de aprovechamiento de energía renovable para generación de electricidad en la gran mayoría de los municipios del país.

Asimismo, existe poca claridad y experiencia en los esquemas de asociación entre los municipios y los inversionistas privados para formar sociedades de autoabastecimiento y/o esquemas que pueden ser aprovechados para hacer factible el proyecto (como lo puede ser acuerdos entre diversos municipios).

¹ Opiniones vertidas por diversos funcionarios municipales del estado de Hidalgo en ocasión de las visitas técnicas realizadas por el equipo de consultores como parte del proceso posterior al taller.

2.6 Otros proyectos de referencia en el mundo

Este tipo de proyectos se han desarrollado de manera exitosa desde hace más de una década en diversas partes del mundo y de manera reciente en México, con los mismos resultados.

2.6.1 Sao Paulo, Brasil [7]

Las centrales termoeléctricas de los rellenos sanitarios de Bandeirantes y São João en el municipio de Sao Paulo producen energía a partir de biogás desde el año de 2004 (20 MW producidos por el relleno sanitario de Bandeirantes y 24 MW del relleno sanitario de São João).

Estas centrales abastecen de electricidad a aproximadamente 800 mil habitantes de la zona metropolitana de Sao Paulo (cerca del 20% de la electricidad del sector residencial) y fueron financiadas parcialmente con fondos del Mecanismo de Desarrollo Limpio de la CMNUCC y el financiamiento de una empresa privada, encargada de operar los rellenos sanitarios y la planta de generación de electricidad.

2.6.2 Municipalidad de eThekweni, Durban, Sudáfrica [8]

Esta localidad perteneciente a la zona metropolitana de la ciudad de Durban en Sudáfrica se encuentra en la etapa de construcción de una planta de generación de electricidad que aprovechará el metano de tres diferentes rellenos sanitarios ubicados en la misma zona metropolitana (La Mercy, Bisasar Road y Mariannhill) para una capacidad instalada de 10 MW. Este proyecto está proyectado para suministrar electricidad a los servicios públicos de la municipalidad de Durban, así como abastecer a la red de energía eléctrica excedente.

Este proyecto empezará su operación en 2013 y entre las fuentes de financiamiento con que se cuenta están la venta anticipada de certificados de reducción de emisiones al Banco Mundial por un monto de 700 mil dólares anuales.

2.6.3 Municipalidad de Ammán, Jordania [9]

La administración de la capital jordana se encuentra implementado, desde 2009 un proyecto que incluye la generación de electricidad del relleno sanitario de Ghabawi, ubicado a 40 km de Ammán. La electricidad generada en tres diferentes etapas (con una capacidad total de 18 MW) servirá para abastecer de energía eléctrica a la región del “Gran Ammán” que incluye una zona conurbada de cerca de 2 millones de personas.

Este proyecto, que incluyó también la recuperación de metano de una planta de tratamiento de agua fue financiado por el Banco Mundial como parte de su iniciativa “Carbon Finance”, contempla un valor de cerca de 8 millones de euros en términos de certificados de reducción de emisiones bajo los esquemas del mercado europeo de carbono.

2.6.4 SIMEPRODE y Bioenergía de Nuevo León [10]

Bioenergía de Nuevo León, S. A. de C. V. es el primer proyecto de energía en México y Latinoamérica utilizando como combustible el biogás que se forma en el relleno sanitario del Municipio de Salinas Victoria, Nuevo León.

Actualmente el Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos (SIMEPRODE), a través de Bioenergía de Nuevo León, opera desde el 19 de septiembre del 2003 la planta BENLESA para generar energía eléctrica a través de los desechos. Las instalaciones consisten en una central de generación de energía eléctrica integrada por 12 motores de combustión interna con capacidad cada uno de 1.06 MW y una capacidad actual de generación de electricidad de BENLESA es de 12.72 MW.

A la fecha, con la operación de este sistema se han generado más de 310,000 MWh de electricidad, los cuales se han aprovechado para el alumbrado público de la ciudad de Monterrey y otros municipios de la zona conurbada, así como en otras aplicaciones.

3 Propuesta técnica y costos del proyecto

El proyecto de aprovechamiento de energías renovables en el relleno sanitario regional plantea la instalación de un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos (biomasa) para generación eléctrica. Se considera que el sistema esté interconectado a la red eléctrica para abastecer de energía eléctrica a los diferentes usos finales de los municipios, desde el punto de generación.

El sistema de aprovechamiento de biogás para generación de electricidad con interconexión a la red eléctrica estará compuesto por tres generadores que serán instalados en diferentes etapas del proyecto. La tabla 1 muestra la potencia de los generadores a instalar:

Tabla 1. Potencia instalada

Potencia eléctrica (kW)	
Generador 1	30
Generador 2	40
Generador 3	30

Comentado [PCS3]: Los Diez años a los que se evalúa financieramente, la vida útil del proyecto puede ser mucho más (unos 25 a 30 años)
Ya cambien el tiempo de evaluación a 20 años

Este sistema será alimentado con los 1'451,990 m³ anuales de biogás [2] que se producirán en promedio durante la vida útil del proyecto (VER ANEXO I) y tendrá una capacidad instalada de 256.92 kW que producirán 1'759,958 kWh al año.

Comentado [SASC4]: Ing. de Buen: Sigo trabajando en el anexo y espero tenerlo listo en unas 24 horas. Pablo, necesito tu ayuda.

A continuación se presentan los elementos y explicación detallada de las alternativas planteadas para el presente plan de negocios.

3.1 Costos y beneficios del proyecto

La tabla 2 muestra un resumen de los costos-beneficios estimados para el proyecto de generación de electricidad a partir de biogás.

Tabla 2. Costos y beneficios del sistema de generación de electricidad

CONCEPTO	Cantidad	Unidades
Costo del sistema	4,915.549	millones de pesos
Generación eléctrica	2,396,485	kWh /año
Ahorros anuales ⁽¹⁾⁽²⁾	1,040,999	Millones de pesos/año
Costos de operación	1,355,485	Millones de pesos/año

(1) Se considera un costo unitario de xxx \$/kWh para la generación eléctrica.

(2) Promedio en 20 años

En total, el proyecto representa una inversión de casi 5 millones de pesos con ahorros anuales estimados en 1 millón de pesos y un costo de operación de 1.3 millones de pesos al año.

4 Análisis financiero del proyecto

4.1 Variables consideradas

Las variables consideradas para las evaluaciones técnica y financiera de las propuestas presentadas en el presente documento se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Variables consideradas en la evaluación financiera

Concepto	Cantidad	Unidad
Tipo de cambio ⁽¹⁾	11.73	Pesos / Dólar
Inflación ⁽²⁾	3.28	% anual
Incremento de las tarifas eléctricas ⁽³⁾	6.40	% anual
Tarifa de referencia (4)	\$2.26	Pesos / kWh
Tasa de descuento (5)	12.00	% anual

(1) Tipo de cambio al 1 de junio de 2011. Fuente: Banco de México [11]

(2) Inflación reportada al mes de junio. Fuente: Banco de México [12]

(5) ¿FUENTE O CRITERIOS PARA SU DETERMINACIÓN?

La inversión de cerca de 5 millones de pesos en el sistema de biogás se recupera en poco más de 11 años y tiene un valor presente neto de 4.4 millones de pesos (Tabla 3).

Año	So	Generación de Energía	Costo de Operación	Ahorros	Valor Presente	SAD
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						

5 Arreglos para el financiamiento del proyecto

5.1 Las alternativas

Se ubican dos alternativas para el financiamiento del proyecto de aprovechamiento de biogás en los cuatro municipios que participan en el relleno regional citado en el presente plan de negocios. Estas alternativas están planteadas de manera general a continuación:

5.1.1 Inversión directa

Bajo este arreglo el proyecto de inversión sería llevado a cabo considerando las aportaciones federales a municipios bajo el ramo 33 o una ampliación al monto autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para la construcción de los rellenos sanitarios regionales, lo que conlleva a la autorización de los congresos federal y estatal.

Asimismo, cada administración municipal tendrá que hacer la solicitud correspondiente y someterla a la consideración de sus respectivos cabildos, así como realizar los trámites y gestiones conducentes para la licitación, asignación y operación del proyecto por parte de una empresa privada o del propio ayuntamiento.

5.1.2 Sociedad de autoabastecimiento

Esta modalidad se realiza, generalmente, mediante una sociedad, en la que participan tanto los operadores de los proyectos como los consumidores de electricidad; los operadores de proyectos tienen una participación mayoritaria. La electricidad generada puede ser facilitada exclusivamente al consumidor o consumidores partícipes de la sociedad de autoabastecimiento. En México se requiere constituir una sociedad de autoabastecimiento para que una entidad diferente a la Comisión Federal de Electricidad genere electricidad a través de la red eléctrica nacional.[13]

5.2 Ventajas y desventajas de las alternativas

A partir de la descripción general de las alternativas mencionadas, y en relación directa con los elementos del planteamiento técnico y la evaluación financiera presentados en apartados anteriores, la siguiente Tabla muestra un análisis con las ventajas y desventajas de cada una de ellas.

Tabla 7. Ventajas y desventajas de las alternativas para la gestión, operación y financiamiento del proyecto

Alternativa	Ventajas	Desventajas
Inversión pública	• La inversión pública determina la aplicación efectiva y puntual de recursos públicos para el desarrollo del proyecto.	• Los recursos públicos que puedan destinarse a un proyecto de inversión de este tipo son limitados. • La inversión en el proyecto no sólo

	Las reglas y lineamientos de adquisiciones establecen claramente el proceso por el cual se desarrollará tanto el proyecto de inversión, así como la instalación, operación y mantenimiento del mismo.	implica la construcción del mismo, sino posiblemente el desarrollo de de capacidades locales para la gestión y operación del mismo. - El proceso de tramitación de las inversiones implica la realización de gestiones individuales por cada uno de los municipios. - Asimismo, el realizar una inversión conjunta por parte de varios municipios en México supone diversas dificultades (no hay muchos antecedentes exitosos al respecto) no sólo en la aprobación de los recursos, sino en la operación y gestión del proyecto desde la esfera exclusiva de las administraciones municipales.
Sociedad de autoabastecimiento	- Esta opción permite resolver el problema de falta de recursos públicos para inversiones en proyectos de este tipo. - Existe la certeza jurídica, operativa y de gestión de este tipo de proyectos, con base en reglas bien establecidas en el ámbito federal, así como por experiencias previas.	- El tamaño y costo del proyecto pueden no resultar atractivos para una empresa que esté interesada en invertir en un proyecto de aprovechamiento de energías renovables con estas dimensiones y periodos de recuperación. - Los arreglos al interior de los municipios (acuerdos con los cabildos) pueden encontrar dificultades derivadas de una percepción errónea del proyecto y/o los beneficios para cada ayuntamiento.

5.3 Alternativa propuesta

A partir de estos elementos, se recomienda, principalmente por el tipo de arreglo del proyecto que supone la participación de varios municipios, que el proyecto se lleva a cabo bajo el esquema de sociedad de autoabastecimiento.

6 Arreglos legales y de gestión y operación para el proyecto

El arreglo legal y de gestión que se propone para el proyecto de aprovechamiento de biogás en el relleno sanitario regional parte del análisis y propuestas presentadas en las secciones anteriores.

Es preciso resaltar que la propuesta de arreglo interno considera que la generación de electricidad aprovechando el biogás del relleno sanitario se llevará a cabo en una segunda etapa a la construcción del relleno sanitario.

Por lo tanto, se propone que el arreglo de gestión incluya, en su momento, el sistema de manejo de residuos urbanos de los municipios, la captura de metano y la operación del relleno sanitario mismo. Esto permitirá por un lado reducir los costos de operación asociados al relleno y la generación de electricidad, así como facilitar la gestión y operación del proyecto en su conjunto.

De tal forma, a continuación se muestran los detalles tanto de los arreglos legales como de gestión, partiendo del supuesto que el sistema de manejo de residuos, la captura de metano y la operación del relleno sanitario se llevará a cabo como un elemento integrado al arreglo para la generación de electricidad:

6.1 Sociedad de autoabastecimiento

A partir de los elementos expuestos en las secciones anteriores se recomienda, principalmente por el tipo de arreglo del proyecto que supone la participación de varios municipios, que el proyecto de generación de electricidad se lleve a cabo bajo el esquema de sociedad de autoabastecimiento.

De tal forma, a continuación se enumeran y describen brevemente los elementos y trámites del proceso que debe llevarse a cabo por parte de los cuatro municipios participantes en el proyecto:

6.1.1 La constitución de la sociedad

La sociedad de autoabastecimiento, la cual tendrá como objeto social la generación de energía eléctrica para la satisfacción del conjunto de necesidades de autoabastecimiento de energía eléctrica de sus socios, quedará integrada a través de un Acta Constitutiva por los municipios que fungirán como consumidores de energía, por un lado, y por la empresa encargada de generar la electricidad y operar el proyecto, por el otro. Los siguientes elementos deben ser considerados:

- Cada municipio, previo acuerdo con su cabildo formará parte junto con la empresa generadora de la Asamblea de la misma. Esta sociedad tendrá una vigencia indefinida, pero preferentemente establecida a partir del término de la vida útil del proyecto.

- El Acta Constitutiva de la sociedad de autoabastecimiento plantea el otorgamiento de un poder general para actos de administración a un representante de la misma, el cuál puede ser uno de los municipios integrantes o la propia empresa que sea designada para la instalación, operación y mantenimiento del proyecto de generación de electricidad.
- El Acta constitutiva incluirá, en su momento, las modificaciones y adenda al contrato de prestación de servicios de la empresa que sea responsable de la operación del sistema de manejo de residuos, el relleno sanitario y la captura de metano.
- El Acta Constitutiva y/o los acuerdos que resulten de ella establecerán las responsabilidades de cada municipio en la sociedad, así como los costos de operación en los cuales cada uno de ellos incurrirá por su participación en el proyecto y ser beneficiarios de la energía eléctrica generada en el mismo. Estos gastos de operación se entienden como los costos que de otra forma tendrían que cubrir a la CFE por concepto de la factura eléctrica.

6.1.2 La generación de electricidad, operación y mantenimiento del proyecto

En función del arreglo financiero recomendado en el apartado anterior, la sociedad de autoabastecimiento incluirá a la empresa operadora del sistema de manejo de residuos, el relleno sanitario y generadora de la energía eléctrica, la cual podrá actuar como representante legal de la sociedad, pero que será responsable de las inversiones para instalación, operación y mantenimiento del proyecto.

Esta empresa, previamente designada por acuerdo de los cabildos de los municipios o a través de una licitación pública, será responsable de:

- Operación (en su caso) del sistema de manejo de residuos y captura de metano que servirá como combustible para la generación de electricidad (directamente o a través de una empresa concesionaria)
- Trámites de registro público de sociedades tanto federales como locales.
- Trámites ambientales y para aprovechamiento del recurso natural, tanto a nivel federal como estatal, incluyendo la Manifestación de Impacto Ambiental
- Inversiones para la instalación local, operación y mantenimiento del proyecto durante su vida útil.

Es preciso resaltar que, debido a la capacidad total que se plantea para generación de electricidad en el proyecto (menor a 500 kW), no es necesario solicitar un permiso de generación de electricidad a la Comisión Reguladora de Energía.

Asimismo y considerando que el planteamiento para la construcción del relleno sanitario también considera el sistema de manejo de los residuos urbanos (transporte, disposición, confinamiento) y el propio relleno sanitario regional

Por su parte, la asamblea de municipios tendrán las siguientes responsabilidades:

- Gestión y vinculación ante autoridades estatales y federales
- Difusión y promoción del proyecto
- Reporte, rendición de cuentas y seguimiento de los beneficios.

6.2 Contrato de interconexión

Se plantea la instalación de un sistema de generación de electricidad que estará interconectados a la red de servicio público de energía eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad en la Ciudad de México, para lo cual será necesario tramitar y firmar un Contrato de Interconexión para Centrales de Generación de Energía Eléctrica con Energía Renovables o Cogeneración Eficiente a mediana escala [14]. Este contrato tendrá el objeto de realizar y mantener, durante la vigencia del mismo, la interconexión entre el Sistema y la Fuente de Energía de XXX kW, así como establecer las condiciones generales para los actos jurídicos que celebre la sociedad de autoabastecimiento de los municipios participantes relacionados con la generación y, en su caso, con la transmisión a los diferentes puntos de carga.

Comentado [SASC5]: Esto se define una vez que tengamos los datos acordados con Pablo

La solicitud de este contrato de interconexión se presenta ante la Comisión Federal de Electricidad, quien junto con la Comisión Reguladora de Energía y con base en las especificaciones y reglas establecidas para este tipo de instrumentos (incluyendo los estudios de factibilidad)[15], suscribe el contrato con la empresa que resulte el apoderado legal de la sociedad de autoabastecimiento.²

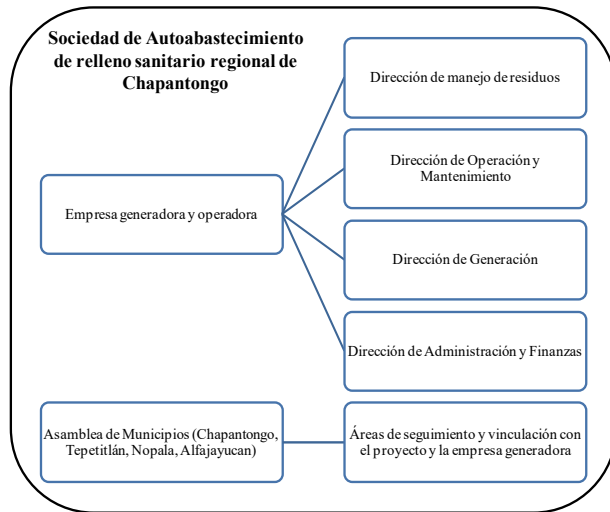
6.3 Estructura organizacional y esquema técnico operativo

La operación del proyecto se llevará a cabo considerando la estructura operativa para la sociedad de autoabastecimiento descrita en el apartado anterior, integrada por los 4 municipios y la empresa generadora.

De tal forma, las características de operación del modelo organizacional y el esquema operativo que establece las responsabilidades generales de cada actor en la sociedad de autoabastecimiento se presentan en las siguientes figuras:

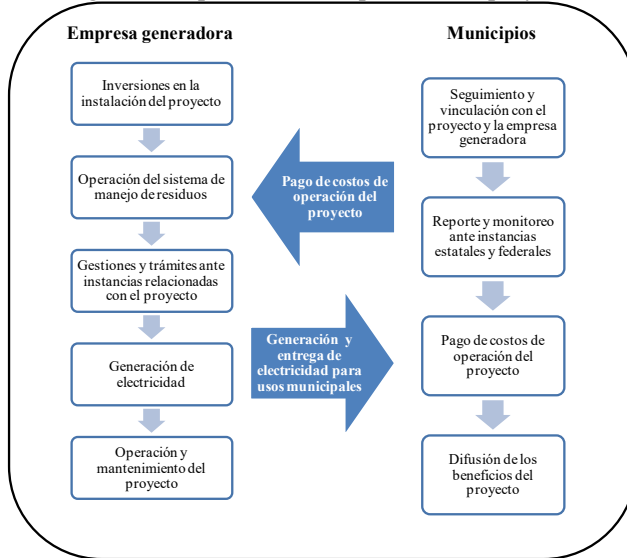
Figura 3. Modelo organizacional de la sociedad de autoabastecimiento

² Esta información fue proporcionada como resultado de una conversación con un funcionario de la Dirección General de Electricidad y Energías Renovables de la Comisión Reguladora de Energía.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Esquema técnico operativo del proyecto



Fuente: Elaboración propia

6.4 Matriz de riesgos y mitigantes

La siguiente matriz muestra los posibles riesgos de problemas que pueden ocurrir en la vida del proyecto, cuales son las acciones que pudieran considerarse para mitigar el problema y finalmente quién debe absorber el costo o la pérdida generada por estas.

Tabla 9. Matriz de riesgos y mitigantes

Riesgo	Mitigante
Falta de cobertura y de calidad del servicio comprometido	El acuerdo que crea la sociedad de autoabastecimiento establece claramente las responsabilidades que en este caso tendrá la empresa encargada de instalar y operar la planta de generación de electricidad.
Incremento de costos en construcción y operación	Los costos incrementales estarán considerados bajo contrato entre los municipios y la empresa generadora, particularmente en el Acta Constitutiva de la sociedad de autoabastecimiento.
Falta de aceptación por los operadores y/o usuarios del Zoológico	Los ayuntamientos participantes, con la posible participación del gobierno del estado a través de la CEFAEN y la propia Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales federal, establecerán una campaña de difusión y sensibilización comunicando de los beneficios del proyecto a la población civil de los municipios y/o aquellos interesados localmente.
Situaciones inesperadas en la etapa de construcción e inicio	Estos elementos serán responsabilidad de la empresa desarrolladora que obtendrá el contrato para instalar y desarrollar el proyecto. Estos elementos quedarán establecidos claramente en el Acta constitutiva de la sociedad de autoabastecimiento.
Problemas legales asociados con la construcción, operación y/o mantenimiento del proyecto	La entidad que fungirá como apoderado legal de la sociedad de autoabastecimiento actuará en nombre de la empresa generadora y los municipios en cualquier acto de este tipo.

ANEXOS

ANEXO I. SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS (BIOMASA) PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA CON INTERCONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA

Se propone instalar un sistema de generación eléctrica que utilice biogás como combustible.

El sistema propuesto se compone de diferentes equipos e instalaciones, siendo los más importantes la de generación de biogás y el equipo de generación eléctrica.

• Generación de biogás

De acuerdo con los datos del estudio realizado para el relleno sanitario regional, la siguiente tabla muestra los elementos del sistema de recolección y recuperación del biogás.

Relleno Sanitario Regional en el Municipio de Chapantongo, Hidalgo.										
Año	Índice de Disposición	Toneladas Acumuladas	Generación de Biogás			Eficiencia del sistema de recolección	Recuperación de Biogás del Sistema Existente/Planeado			MWh/yr
	(Ton/año)	(Ton)	(m³/min)	(m³/hr)	(G J/año)	(%)	(m³/min)	(m³/hr)	(G J/yr)	
2012	7,797	7,797	0	0	0	85%	0	0	0	-
2013	8,435	16,232	0.2	10	1,605	85%	0.1	8	1,260	350
2014	9,072	25,305	0.3	20	3,239	85%	0.3	17	2,544	707
2015	9,507	34,811	0.5	30	4,903	85%	0.4	25	3,860	1,072
2016	9,689	44,500	0.7	40	6,550	85%	0.6	34	5,204	1,446
2017	9,838	54,338	0.8	49	8,132	85%	0.7	42	6,539	1,816
2018	9,989	64,327	1	58	9,645	85%	0.8	50	7,823	2,173
2019	10,141	74,468	1.1	67	11,094	85%	1	57	9,051	2,514
2020	10,238	84,706	1.3	76	12,482	85%	1.1	64	10,229	2,841
2021	10,251	94,957	1.4	84	13,804	85%	1.2	71	11,359	3,155
2022	10,265	105,222	1.5	91	15,045	85%	1.3	77	12,435	3,454
2023	10,278	115,501	1.6	98	16,210	85%	1.4	83	13,446	3,735
2024	10,292	125,792	1.7	105	17,305	85%	1.5	89	14,395	3,999
2025	0	125,792	1.9	111	18,334	85%	1.6	94	15,287	4,246

Fuente: TAAF Consultoría Integral, S.C. [2]

- **Generación de energía**

El sistema captará el biogás del relleno sanitario, el cual se conducirá por medio de tuberías hasta el área destinada a los generadores. Se plantea instalar 3 generadores en diferentes etapas del proyecto. Esta potencia se añadirá de acuerdo al biogás disponible, en función de la siguiente tabla:

	Potencia eléctrica (kW)	Año de puesta en marcha
Generador 1	30	2015
Generador 2	40	2017
Generador 3	30	2019

La siguiente tabla muestra la generación eléctrica anual por cada uno de los generadores:

	Potencia el (kW)	Generación anual (kWh)
Generador 1	30	205,510
Generador 2	40	274,013
Generador 3	30	205,510

Para la tabla anterior se utiliza un factor de planta de 78.2%, fuente: evaluación propia a partir del análisis del proyecto de aprovechamiento de biogás de Bioenergía de Nuevo León y SIMEPRODE.[10]

- **Costo de la tecnología**

La inversión para cada uno de los equipos de generación se plantea en la siguiente tabla:

Tabla 4. Inversión para los equipos de generación	
CONCEPTO	Costo (millones de pesos)
Generador 1	-\$ 1,407,660
Generador 2	-\$ 1,876,880

Generador 3	-\$ 1,407,660
-------------	---------------

Comentario de PCS: Falta fuente, se considera un precio de 4,000 usd /kW instalado. Lo cual incluye aproximadamente un 60% para generadores y el 40% restante para tuberías y otros equipos

Voy a investigar mas sobre este tema. Dificilmente se encontrara una fuente, los generadores no los venden en las tiendas de la esquina y difícilmente se obtiene una cotización.

- Operación y mantenimiento

PENDIENTE

Índice de Referencias

1. Collazo, J., *Semarnat va por 14 rellenos sanitarios*, in *Milenio Diario*. 2011, Milenio: Pachuca, Hidalgo.
2. TAAF Consultoría Integral, S.C., *Elaboración de Estudios Técnicos Previos a la Construcción del Relleno Sanitario Regional Tipo "B" Municipios de Nopala, Chapantongo, Tepetitlán y Alfajayucan*. 2011: México, D.F.
3. INEGI. *Información nacional, por entidad federativa y municipios*. México en Cifras 2010 [cited 2011 Julio]; Available from: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/MexicoCifras.aspx?e=0&m=0&sec=M>.
4. INAFED. *Enciclopedia de los Municipios de México: ESTADO DE HIDALGO*. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México 2011 [cited 2011 Julio]; Available from: <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/hidalgo/municipios/13006a.htm>.
5. CFE. *Conoce tu tarifa*. 2011 [cited 2011 23 de julio]; Available from: <http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/QCFE/EstVtas/PorTarifa.aspx>.
6. CFE. *Estadísticas de ventas por tarifas*. 2011 [cited 2011 28 de julio]; Available from: <http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/QCFE/EstVtas/PorTarifa.aspx>.
7. ICLEI, *Turning pollution into profit: the Bandeirantes Landfill Gas to Energy Project*, in *ICLEI Case Studies*. 2009, ICLEI: Washington, D.C.
8. Municipality, e. *The Durban Landfill Gas to Energy project*. 2011 [cited 2011 Julio]; Available from: <http://www.durban.gov.za/durban/services/cleansing/gastoelec/landfill>.
9. Management, A.S.W., *Landfill Gas Recovery and Power Generation in Ghabawi Landfill*. 2010: Ammán, Jordania.
10. SIMEPRODE. *Bioenergía de Nuevo León*. 2011 [cited 2011 Julio]; Available from: http://www.nl.gob.mx/?P=simeprode_bioenergia.
11. México, B.d. *Portal de mercado cambiario*. 2011 [cited 2011 Junio]; Available from: <http://www.banxico.org.mx/portal-mercado-cambiario/index.html>.

12. México, B.d. *Índice de Inflación oficial al 2011*. 2011 [cited 2011 Junio]; Available from: <http://www.banxico.org.mx/portal-inflacion/index.html>.
13. de Buen, O., *Guía para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad con energía renovable en y para municipios*, P.d.C. México, Editor. 2010, USAID: México, D.F.
14. CRE. *Contrato de Interconexión para Centrales de Generación de Energía Eléctrica con Energía Renovable o Cogeneración Eficiente*. Modelos de contratos y convenios para fuentes de energía renovable o cogeneración eficiente 2011 [cited 2011 1 de agosto]; Available from: <http://www.cre.gob.mx/articulo.aspx?id=184>.
15. CFE, *Requisitos técnicos para la interconexión de fuentes distribuidas de generación en pequeña escala*. 2010, Comisión Reguladora de Energía: México, D.F.
16. Corporation, C.T. *Solutions - Resource Recovery: Biogas*. 2011 [cited 2011 Julio]; Available from: <http://www.capstoneturbine.com/prodsol/solutions/rrbiogas.asp>.