



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**“APLICACION DE ENERGIAS RENOVABLES  
EN AREAS RURALES DISPERSAS”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO MECANICO**

P R E S E N T A N :

**ENRIQUE SERRANO PASCASIO**

**MARIO GABRIEL NAVA LOPEZ**

DIRECTOR DE TESIS: ING. ADRIAN VALERA NEGRETE



MEXICO, D. F.

2804910

2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**COMISION NACIONAL  
DEL AGUA**

**EL PRESENTE TRABAJO SE IMPRIMIÓ CON EL APOYO DE  
LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA**

## **ENRIQUE DEDICA ESTA TESIS:**

*Al hombre más valioso en mi vida, mi padre.*

*A mi mami por habernos sacado adelante en momentos tan difíciles.*

*A la Rufis y a la Dody por soportarme y quererme mucho.*

*A Lolita, Blanquita y Lencho que siempre han sido una parte muy importante de mi corazón.*

*A todos mis tíos y primos por su apoyo y cariño*

*A los que crecieron conmigo compartiendo sueños e ilusiones, mis amigos.*

*A mis compañeros de la universidad gracias por darme su amistad, en particular a María Nava que más que un compañero de tesis es un gran amigo.*

*A todos los amigos de mis padres que han formado parte de mi vida.*

## **MARIO DEDICA ESTA TESIS:**

*A ti Ma, por el infinito apoyo que me has dado  
y tus valiosos consejos que ayudan a mantenerme  
en la lucha por la vida.*

*A la Meesi, por tu inagotable cariño y apoyo.*

*A Sabine, por tu gran comprensión y  
paciencia.*

*A mis abuelos, tíos y primos, por haberme  
brindado siempre su cariño y en especial a Lalo  
por su colaboración en la presente tesis.*

*A mis amigos:*

*Aly, Aníx, Bimbo, Carlugas, Charly,  
Cheque, Chucho, Chungis, Claus, Fer, Gus,  
Lebo, Meesi, Omar, Pono, Pepe, Pilon,  
Quiquirin, Rafa.....y una interminable lista:  
Gracias por su sincera amistad.*

*A mis profesores Macario De Félix,  
Asdrúbal Almazán y José Sámara, por su  
valiosa enseñanza y amistad.*

*A Quique Serrano, por la ardua labor que  
representó para ambos el presente trabajo, y que  
ayudó a fortalecer aún más nuestra amistad.  
Gracias.*

## **AGRADECEMOS:**

*A la E. N. A. por el gran apoyo recibido en la realización de esta tesis, y en especial al Ing. Luis López Cortiz.*

*A los organismos del gobierno de San Luis Potosí por las facilidades otorgadas en la obtención de información.*

*A la CONAE y FJNCO por la orientación tan valiosa que nos otorgó.*

*A los organismos de financiamiento mencionados en la presente tesis, por la información facilitada.*

*A los ingenieros Adrián Valera Negrete y Luis E. Noriega Giral, por el conocimiento y tiempo otorgado en la realización de este proyecto.*

*A nuestros maestros y compañeros de la facultad por su valiosa amistad y enseñanza.*

*GRACIAS.*

# INDICE

<i>CAPÍTULO</i>		<i>pág.</i>
	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.0</b>	<b>FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE</b> .....	<b>3</b>
1.1	ENERGÍA SOLAR .....	3
1.2	ENERGÍA EÓLICA .....	4
1.3	ENERGÍA DE LA BIOMASA .....	6
1.4	ENERGÍA HIDRÁULICA .....	8
1.5	ENERGÍA OCEÁNICA .....	8
1.6	ENERGÍA GEOTÉRMICA .....	9
1.7	REACCIÓN ELECTROQUÍMICA .....	9
<b>2.0</b>	<b>TECNOLOGÍAS APLICABLES AL SECTOR RURAL</b> .....	<b>11</b>
2.1	ENERGÍA SOLAR TÉRMICA .....	12
2.1.1	SECADO DE GRANOS Y ALIMENTOS .....	12
2.1.2	COCINAS SOLARES .....	13
2.1.3	DESTILADORES .....	15
2.1.4	COLECTORES PLANOS .....	16
2.1.5	ESTANQUES SOLARES .....	18
2.2	SISTEMA FOTOVOLTAICO (FV) .....	19
2.3	SISTEMA EÓLICO (PEQUEÑOS) .....	21
2.4	BIOMASA .....	23
2.4.1	COMBUSTIÓN DIRECTA (COCINAS DE LEÑA) .....	23
2.4.2	BIOMETANACIÓN .....	24
2.5	MINIHIDROELECTRICA .....	28
2.6	COSTOS DE LAS PRINCIPALES FUENTES ENERGÉTICAS .....	29
<b>3.0</b>	<b>FUENTES FINANCIERAS</b> .....	<b>30</b>
3.1	PARTICIPACIÓN DE LOS ESTADOS Y MUNICIPIOS .....	30
3.2	PARTICIPACIÓN DEL GOBIERNO FEDERAL .....	31
3.3	BANOBRAS .....	34
3.4	FIDEICOMISO PARA EL RIESGO COMPARTIDO (FIRCO) .....	36
3.5	BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID) .....	38
3.6	AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (USAID) .....	39
3.7	ORGANISMOS QUE FOMENTAN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO .....	40
3.7.1	CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT) .....	40
3.7.2	NACIONAL FINANCIERA .....	41

4.0	ANTEPROYECTO	43
4.1	GEOGRAFÍA	44
4.2	INFRAESTRUCTURA Y CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS	44
4.3	PROBLEMÁTICA	50
4.4	POTENCIAL PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO	51
4.5	APLICACIÓN DE LAS ENERGÍAS ALTERNAS PARA LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS	52
4.4.1	PROPUESTA DEL BOMBEO DE AGUA PARA USO DE ABREVEDERO	53
4.4.2	PROPUESTA DEL CORRAL ELÉCTRICO	61
4.6	ELECTRIFICACIÓN DOMÉSTICA	65
4.6.1	HERRAMIENTA PARA EL CÁLCULO DEL EQUIPO FOTOVOLTAICO	66
4.6.2	SELECCIÓN DEL EQUIPO FOTOVOLTAICO	68
4.6.3	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA ELECTRIFICACIÓN	71
4.7	PLAN DE DESARROLLO	75

	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
--	--------------------------------	----

	APÉNDICES	80
--	-----------	----

1.-	DATOS RELACIONADOS CON LA BIOMASA	81
2.-	PROPIEDADES DEL AGUA Y DATOS PARA CALCULAR PÉRDIDAS EN TUBERÍAS	83
3.-	VERIFICACIÓN DE LOS CÁLCULOS REALIZADOS POR EL PROGRAMA CONAE FV2.0	87
4.-	PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA COCINA EFICIENTE	89
5.-	DIRECTORIO DE INSTITUCIONES RELACIONADAS CON LAS ENERGÍAS RENOVABLES	91

	BIBLIOGRAFÍA	97
--	--------------	----

# INTRODUCCIÓN

Un país en desarrollo debe hacer gran énfasis en tres aspectos: la educación, la infraestructura y el desarrollo tecnológico. El impulsar estos tres aspectos ayudaría a tener una *población con una mejora* en su calidad de vida, además de tener la posibilidad de hacer frente a los problemas que la atañen

Es triste ver como un país con tanta riqueza energética no explota adecuadamente sus recursos naturales, satisfaciendo sus necesidades energéticas (en su mayoría) por fuentes convencionales como combustibles fósiles y recursos hidráulicos. Los de mayor uso son los primeros, sin embargo éstos conllevan a un deterioro del ecosistema, además de ser un recurso irrenovable y limitado. Por lo anterior se ha llegado al punto de buscar nuevas alternativas que generen energías que no contaminen al medio ambiente y que contribuyan a satisfacer las necesidades humanas, por lo que será necesario modificar los esquemas del aprovechamiento energético dentro del país. No obstante, las tecnologías renovables que actualmente se tienen resultan ser muy costosas -a comparación de las energías convencionales-, siendo sólo viables en regiones muy alejadas y dispersas sobre las que una inversión del tipo convencional resultaría mayor.

En el México actual, más del 90% de la población del país recibe los beneficios de la electricidad generada de forma convencional. El resto es una población rural que habita en aproximadamente 79,000 pequeñas localidades marginadas de menos de 500 habitantes, que en su mayoría están formadas por unas cuantas familias y a menudo se trata de grupos étnicos que no hablan el idioma español. La falta de energía eléctrica en estas comunidades se debe a que se encuentran muy retiradas de las redes eléctricas, lo que ocasiona problemas de orden práctico y económico que han impedido la extensión de las líneas eléctricas hasta las localidades. Es por estas razones que se presenta la necesidad de opciones alternativas para la generación de energía eléctrica.

Como es evidente, el sector rural mexicano ha resultado ser uno de los más afectados económica, social y culturalmente, debido al deficiente impulso que ha recibido y al abandono al que se le ha relegado. Creemos que este sector es un punto estratégico que necesita ser estimulado, ya que podría traer los siguientes beneficios:

- Mayor productividad agropecuaria y/o agroindustrial.
- Menor inmigración a grandes ciudades u otros países.
- Mejor uso de los recursos con que se cuenta en la actualidad.
- Una elevación en los estándares de vida de los habitantes.

La presente tesis está enfocada a la población rural, teniendo como objetivo, el desarrollo del área energética mediante el uso de las energías renovables para así impulsar el nivel de vida de los habitantes de este sector.

Las energías renovables pueden ser aprovechadas por las comunidades rurales de la siguiente forma: electrificación, bombeo, calefacción, destilación de agua, secado de alimentos, refrigeración, y suministro energético a equipo agropecuario entre otros.

En el presente trabajo, se plantea dar una visión del uso de las energías alternas aplicándolas al sector rural considerando los problemas de carácter financiero, técnico y socio culturales. Para este fin, la tesis se encuentra dividida en los siguientes capítulos, cuyo contenido general es:

### Capítulo 1

En esta parte se indicará lo que se considera como energía alternativa y sus distintos tipos.

### Capítulo 2

En este capítulo se mencionarán las tecnologías basadas en el uso de energías renovables aplicadas al sector rural, para las áreas de electrificación y aplicaciones agropecuarias.

### Capítulo 3

Se mostrará quienes tienen la capacidad y los programas para dar ayuda financiera a proyectos de electrificación y desarrollo agropecuario aplicando energías renovables.

### Capítulo 4

Se presentará un ejemplo de la aplicación de las energías renovables para el desarrollo de una comunidad en específico, tomando en cuenta los potenciales tanto energéticos como agropecuarios de la zona con el fin de aplicar las tecnologías más convenientes. El anteproyecto se realizará en la comunidad del Puerto de la Descubridora en el estado de San Luis Potosí, dicha comunidad cumple con las características necesarias de marginación y pobreza extrema.

Para el anteproyecto de la comunidad se propondrá lo siguiente: bombeo de agua para uso de abrevadero y doméstico, cerco eléctrico y un sistema de electrificación doméstica utilizando paneles fotovoltaicos en todos los casos, con el fin de impulsar el desarrollo de la comunidad. Asimismo, se propone el uso de cocinas eficientes de leña, con el fin de disminuir la deforestación en la zona. Es importante mencionar que además se efectuará una comparación económica contra las formas convencionales de producción energética, con el fin de demostrar que las energías alternas resultan ser más viables en este tipo de proyectos.

Por último, se llegará a las distintas conclusiones y comentarios derivados del análisis, anexando los apéndices, que contienen información relacionada con el tema, y la bibliografía consultada para el texto.

# 1.0 FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

Se llama energía renovable a la que administrada en forma adecuada, puede explotarse ilimitadamente ya que su cantidad disponible (en la Tierra) no disminuye a medida en que ésta se aprovecha. Resulta entonces importante, promover un esquema de desarrollo sustentable, en el que se aprovechen la mayoría de los recursos energéticos del tipo renovable.

La principal fuente de energía de este tipo es el Sol, que envía a la Tierra únicamente energía radiante, es decir, luz visible, radiación infrarroja y algo de ultravioleta. Sin embargo, dentro de la atmósfera, ésta se transforma en una variedad de efectos, que pueden ser explotados como recurso energético, tal es el caso de la energía eólica, la energía de la biomasa, la diferencia de temperaturas oceánicas y la energía de las olas. Los tipos de fuentes de energía renovable que existen y que pueden ser utilizados son: Solar, Eólica, Biomasa, Hidráulica, Oceánica, Geotérmica y Procesos Electroquímicos (Celdas de combustión).

## 1.1 ENERGÍA SOLAR

Durante siglos, tanto el hombre como los demás seres vivos han aprovechado la energía solar, no sólo como una opción energética sino como fuente de vida, pues sin ésta la vida no sería posible en la Tierra. En las últimas décadas, la energía solar ha cobrado importancia como fuente energética, puesto que una vez que se ha visto que las reservas de combustibles fósiles no son eternas, los sistemas basados en el uso de la energía solar comienzan a tener cada vez mayor factibilidad, con la gran ventaja de que la luz del sol es generalmente de fácil disponibilidad (dependiendo de la situación geográfica del lugar), no costando su uso, transportación ni otros factores que los combustibles convencionales implican.

Para saber la cantidad de energía que podemos aprovechar, es necesario hacer un balance energético de la radiación solar (Figura No. 1), el cual nos da como resultado que:

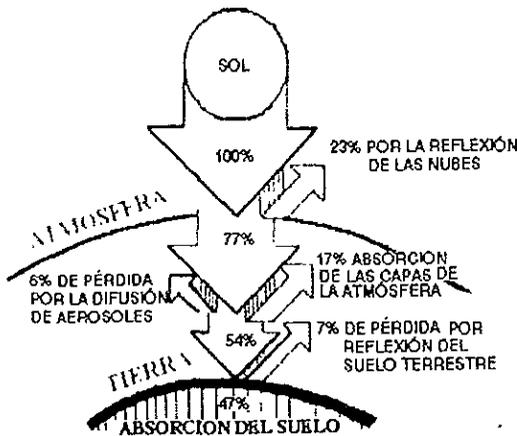


Figura No 1 | BALANCE ENERGÉTICO PARA ONDA LARGA

- 23%, se va al espacio exterior por reflexión en la capa superior de la atmósfera
- 17%, lo absorben las distintas capas de la atmósfera.
- 7%, se refleja en el suelo terrestre.
- 6%, se pierde por difusión de aerosoles.

Al sumar estas pérdidas se llega a un total de 53%, por lo tanto, sólo el 47% de la radiación que absorbe nuestra atmósfera llega a la superficie terrestre. A su vez, la tierra emite radiación de onda larga (mayor a 4 micrómetros) que sale de la atmósfera y es de aproximadamente el 18%, esto implica que sólo el 29% del total de radiación se absorbe netamente en la Tierra

Los movimientos de rotación y translación de la Tierra hacen que varíe la cantidad de *radiación* que recibe el planeta. Así , para conocer la radiación por unidad de tiempo y por unidad de superficie que recibe un lugar determinado de la Tierra, se deben conocer varios parámetros como la latitud y longitud geográfica, la altura sobre el nivel del mar, la concentración del vapor de agua y la concentración de bióxido de carbono.

La radiación total promedio anual sobre la superficie de la Tierra varía entre 2,000 y 2,500 kWh/m<sup>2</sup> en zonas de alta insolación (zonas áridas) y entre 1,000 y 1,500 kWh/m<sup>2</sup> en lugares localizados en latitudes altas. En México el Potencial solar se considera alto, como se puede observar en el Mapa 1.1.

La energía solar se puede dividir en dos:

a) *TÉRMICA*

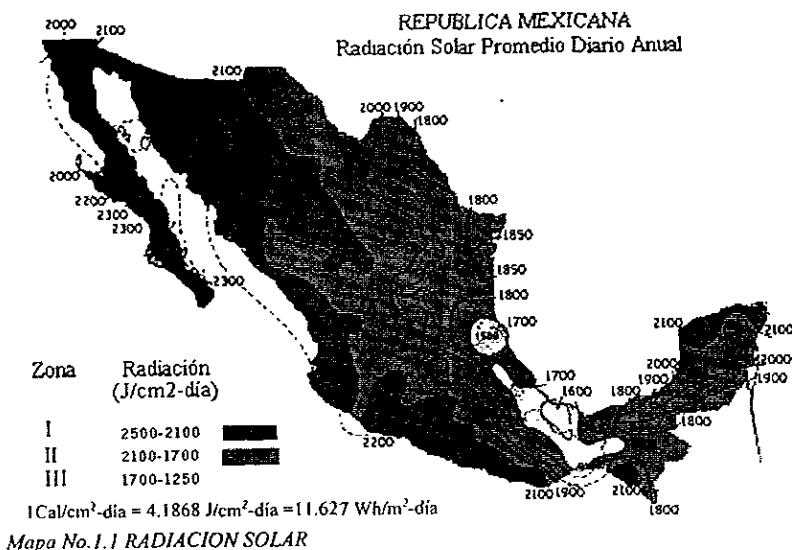
Es la energía solar cuyo aprovechamiento se logra por medio del calentamiento de algún medio. Como ejemplos se pueden citar la climatización de viviendas, calefacción, refrigeración, secado de alimento, cocinas solares, *colectores planos*, *colectores concentradores* y *estanques solares*.

b) *FOTOVOLTAICA*

Es la energía solar aprovechada por medio de celdas fotoeléctricas, las cuales son capaces de convertir la luz en un potencial eléctrico, sin pasar por un efecto térmico.

*MAPA DE RADIACIÓN SOLAR EN MÉXICO*

México está en una zona geográfica que resulta atractiva desde el punto de vista de disponibilidad del recurso solar, a continuación se vera el mapa de la Radiación Solar Promedio Diaria Anual:



## 1.2 ENERGÍA EÓLICA

La energía eólica se refiere, al aprovechamiento directo de la fuerza cinética del viento, convirtiendo ésta de energía mecánica a energía eléctrica. Los vientos ocurren por diferencias de presión generadas por un calentamiento no uniforme de la atmósfera terrestre, desplazándose grandes masas de aire de las zonas de alta presión a las de baja.

Aproximadamente el 2% del calor del sol que llega a la Tierra se convierte de manera natural en energía cinética  $3.5 \times 10^{12}$  KW, pero sólo una pequeñísima fracción de esta energía puede captarse con provecho, ya que buena parte de los vientos de alta velocidad ocurren en zonas montañosas altas con bajísima densidad de población o sobre los océanos (mar adentro); en México el potencial eólico es bueno, tal y como se puede ver en el Mapa 1.2. Las velocidades del viento van de 0.25m/s en algunas zonas, hasta cerca de 9m/s en regiones montañosas y costeras

La energía eólica ha sido aprovechada como fuerza motriz en la navegación a la vela, para generar energía mecánica en molinos de grano y bombas de agua desde tiempos muy remotos. Sólo desde fines del siglo pasado se ha empleado para generar energía eléctrica.

La potencia eólica  $P(W)$ , es proporcional a la velocidad del viento  $v(m/s)$  elevada al cubo, donde  $\rho(kg/m^3)$  es la densidad de masa del aire y  $A(m^2)$  el área de la sección considerada. Por lo tanto, el potencial está dado por la siguiente fórmula:

$$P = 0.5 \rho A v^3$$

Dependiendo el tipo de tipo de potencia que manejen se pueden clasificar en:

- De pequeña potencia, hasta 50 kW
- De mediana potencia, desde 50 a 250 kW
- De Gran potencia, superiores a 250 kW

Dependiendo de la disposición del eje:

- De eje horizontal.
- De eje vertical.

De los anteriores, los aerogeneradores pequeños y horizontales son los que se utilizan en comunidades aisladas, ya que tiene la potencia que requieren los usuarios.

Para cada lugar la velocidad del viento puede considerarse como una variable aleatoria que corresponde a una serie en el tiempo que implica variaciones estacionales, variaciones cíclicas diarias e importantes y variaciones aleatorias debidas a turbulencias atmosféricas. Así bien, el contenido energético del viento durante un periodo dado puede pronosticarse con una precisión de  $\pm 10\%$ , predecir los valores instantáneos de la velocidad del viento resulta imposible.

## MAPA DEL POTENCIAL EÓLICO EN MÉXICO

El presente mapa, representa la distribución del potencial eólico en México. Es pertinente recordar que en las zonas en que está dividido el mapa no garantizan de manera puntual el potencial que se señala



Mapa No. 1.2 POTENCIA EOLICO

### 1.3 ENERGÍA DE LA BIOMASA

Biomasa es un término genérico referido a cualquier producto biológico (madera, vegetales, animales y todo tipo de residuos orgánicos) que puede convertirse en energía útil. La mayor parte de la biomasa consumida con propósitos energéticos y domésticos, corresponde a la quema de leña y carbón vegetal, lo que generalmente ocurre en las comunidades rurales de países en desarrollo

Existen dos principales formas de aprovechar este tipo de energía y son:

#### a) LA CONVERSIÓN TERMOQUÍMICA

Los productos que se obtiene con esta forma de transformación, incluyen combustibles sólidos, aceites y gases de bajo o mediano contenido calorífico. Los principales procesos son:

- **COMBUSTIÓN DIRECTA:** La utilización de vegetales y desechos orgánicos para producir calor mediante la combustión, se emplea en gran parte de la población rural mundial para calentamiento, cocción de alimentos y en algunas instalaciones industriales para generar calor y vapor. Los procesos de combustión directa acarrear serios problemas ecológicos debido a las grandes cantidades de cenizas producidas y contenidas en los gases resultantes de la combustión. Se han desarrollado estufas con alta eficiencia para usar menos materia prima y aprovechar al máximo la energía de la madera contaminando menos.
- **PIRÓLISIS:** Se refiere a la descomposición térmica de materiales que contienen carbono, cuando no hay oxígeno, es decir, se hace en vacío. La destilación destructiva de madera y

otros productos agrícolas para la producción de metanol, carbón vegetal y gas de bajo contenido calorífico se realiza a través de un proceso de pirólisis

- LICUEFACCIÓN. La licuefacción es un proceso en que los materiales con alto contenido de carbono pierden oxígeno a través de una reacción con monóxido de carbono. Al perder oxígeno y ganar hidrógeno, ya sea puro o a partir de agua, el material se convierte en un aceite.
- GASIFICACIÓN: Este tipo de biomasa, se convierte en una mezcla de gases que contienen monóxido de carbono e hidrógeno como principales combustibles. La gasificación se basa en la oxidación incompleta de la biomasa empleada como materia prima, produciendo gases de un bajo hasta un alto contenido calorífico, según se utilicen aire u oxígeno puro, y de acuerdo a las temperaturas y presiones de la reacción.

## b) *LA CONVERSIÓN BIOLÓGICA*

Este tipo de conversión lo constituyen los procesos de fermentación tanto aerobios como anaerobios.

- La FERMENTACIÓN AERÓBICA, es aquella que aprovecha el calor obtenido de la descomposición producida por bacterias aerobias, es decir, aquellas que requieren oxígeno. Un ejemplo de este proceso es el tratamiento de aguas negras y la obtención de fertilizantes.
- Por otro lado, la FERMENTACIÓN ANAEROBIA, es aquella que utiliza bacterias en cuya reproducción y funcionamiento no requieren de oxígeno. Este proceso se divide a su vez en dos. 1) Fermentación Alcohólica y 2) Biometanación.

La diferencia entre ellos reside en el tipo de microorganismos, sus actividades de digestión y los productos obtenidos.

- 1) FERMENTACIÓN ALCOHOLICA: Los procesos de fermentación de alcohol y su destilación son conocidos y empleados por las sociedades humanas desde la antigüedad para la producción de vinos y aguardientes.  
El etanol que se puede usar de combustible se obtiene a partir de la fermentación de biomasa rica en azúcares o almidones, tal como la remolacha, la mandioca, el sorgo, el maíz, el trigo y la caña de azúcar.
- 2) BIOMETANACIÓN: Como sabemos, la materia orgánica enterrada se descompone, convirtiendo los desechos forestales, animales, agrícolas, industriales y humanos en productos que no causan problemas, tal es el caso de un gas biológico combustible (Biogás), formado por un alto contenido de metano ( $\text{CH}_4$ ) y en un residuo líquido o sólido (biofertilizante o abono digerido) con buen contenido de nitrógeno, fósforo y potasio.

Este proceso se presenta en la naturaleza de formas diversas. El material orgánico que se encuentra sumergido en charcos de agua estancada, como sucede frecuentemente en los pantanos, sufre transformaciones en su descomposición y produce burbujas de biogás que tienden a elevarse a la superficie. Algo similar ocurre en el estómago de los animales, particularmente en los rumiantes, por lo que al proceso también se le denomina digestión

## ***1.4 ENERGÍA HIDRÁULICA***

La energía hidráulica es la que se obtiene a partir de caídas de agua, artificiales o naturales. Típicamente se construyen presas en los lugares con una combinación de gasto anual de agua y condiciones orográficas adecuadas. En el sentido estricto, la energía hidráulica es una forma derivada de la energía solar, ya que es el Sol quien provee la fuerza impulsora en el ciclo hidrológico aunque, tradicionalmente, se considera como una forma de energía aparte

Las plantas hidroeléctricas se clasifican según su potencia en:

- Minihidroeléctricas de 10 kW a 4999 kW
- Centrales Medianas de 5000 kW a 9999 kW
- Centrales de Gran Potencia más de 10000 kW

México tiene condiciones orográficas muy adecuadas, pero a excepción de la región sureste del país (Chiapas, Veracruz, Tabasco, Oaxaca, etc.), la precipitación pluvial no es abundante. Los sistemas minihidráulicos pueden abastecer de energía a pequeños poblados. Los caudales que forman riachuelos y cascadas en las montañas pueden aprovecharse para impulsar turbinas y generar energía eléctrica. Un problema serio que enfrenta esta tecnología, es que muchos de estos riachuelos o caudales de pequeña magnitud, resultan ser temporales, es decir, sólo por una temporada del año existen, mientras que los meses restantes desaparecen.

Actualmente se patrocina un proyecto para realizar la evaluación del potencial minihidroeléctrico a nivel nacional en los estados de Veracruz y Puebla, para centrales con capacidades menores a 5 MW. Los resultados preliminares del proyecto arrojan un potencial del orden de 400 MW.

## ***1.5 ENERGÍA OCEÁNICA***

El mar tiene un gran potencial energético para su explotación, pero todavía no se cuenta con un gran desarrollo que permita su aplicación fuera de los ámbitos de la investigación, además de que los costos son todavía muy elevados. A continuación, se mencionaran algunas formas para la explotación energética del mar.

### ***a) DIFERENCIA DE TEMPERATURA OCEÁNICA***

Se ha propuesto utilizar la diferencia de la temperatura que existe entre la superficie del océano (unos 20°C o más en zonas tropicales) y la correspondiente a unas decenas de metros abajo de la superficie (cerca a 4°C), para proporcionar los flujos de calor para impulsar un ciclo termodinámico y producir otras formas de energía.

### ***b) ENERGÍA DE LAS OLAS***

También se ha propuesto aprovechar, en ciertos lugares privilegiados, el vaivén de las olas del mar para generar energía eléctrica. Las olas son, a su vez, producidas por el efecto del viento sobre el agua, por tanto, también es una forma derivada de la energía solar.

### ***c) ENERGÍA DE LAS MAREAS***

En algunas regiones costeras se dan unas mareas especialmente altas y bajas. En estos lugares ya se han construido represas costeras que permiten generar energía eléctrica con grandes volúmenes de

agua aunque con pequeñas diferencias de altura, como ejemplo se puede mencionar la presa de RANCE en Francia. El funcionamiento de estas tecnologías es similar a la energía hidráulica, pero su origen es la atracción gravitacional del Sol y principalmente de la Luna, en vez del ciclo hidrológico. En México, este recurso sólo existe en la región norte del Golfo de California, en donde se encuentran mareas hasta de 6 metros de diferencia de altura

## **1.6 ENERGÍA GEOTÉRMICA**

Desde la antigüedad, el ser humano ha usado las aguas termales con diversos fines, son conocidos el baño turco, el baño sauna y las termas romanas. Las aguas termales, los géysers, los volcanes de todo las fumarolas y las erupciones volcánicas son manifestaciones de un mismo fenómeno, el calor terrestre.

El agua al haberse infiltrado por las fisuras de la corteza a lo largo de años, se depositó cerca de cámaras magmáticas, que al transferir su calor a través de rocas impermeables conductoras, provocaron que el agua, que había quedado atrapada en una formación sellada por capas de sales (haciendo las veces de olla express), se calentara, aumentando su temperatura y presión a volumen relativamente constante. Al disolverse los sellos de sal, esta agua convertida en vapor sale a la superficie, resultando ser de gran utilidad, ya que puede ser directamente transferida su energía hacia una turbina de vapor. El problema de este tipo de energía, radica en los costos de los equipos de generación, pero también y con mayor fuerza en los equipos de tratamiento de la salmuera que acompañan al vapor. Los métodos que hasta ahora se conocen para el tratamiento de la salmuera, implican su acumulación en "lagunas", y la reinyección de las sales a las capas inferiores de la corteza terrestre

El funcionamiento de una central geotérmica como la de Cerro Prieto, en Baja California Norte, que utiliza un ciclo binario se realiza por la explotación de varios pozos geotérmicos, de los que se obtiene agua caliente y vapor, que posteriormente llegan a un separador centrífugo. El vapor de alta presión obtenido se envía a una turbina diseñada para trabajar con vapor geotérmico. Una vez que se ha utilizado el vapor, éste pasa a un condensador y se extraen los gases que no se pueden condensados para ser eliminados en la atmósfera. El agua obtenida del condensador se bombea para su utilización posterior.

## **1.7 REACCIÓN ELECTROQUÍMICA (CELDA DE COMBUSTIÓN)**

La celda de combustible, a pesar de ser estudiada desde el siglo pasado, es a fines de este siglo cuando empieza un real auge por su mejoramiento tecnológico.

El principio de la electrólisis es la reacción que tiene lugar cuando una corriente eléctrica pasa a través de agua cargada de impurezas, liberándose hidrógeno en el ánodo y oxígeno en el cátodo. En las celdas de combustión el procedimiento es a la inversa, el polo negativo se alimenta con hidrógeno y el positivo con oxígeno, que se combinan formando agua y producen una corriente eléctrica. El combustible y el oxidante se introducen a cada lado de los electrodos, en forma gaseosa, absorbiéndose por el electrolito.

A diferencia de las máquinas de combustión interna, donde la energía química se convierte en calor, el calor en movimiento mecánico y éste en energía eléctrica, las celdas de combustible transforman la energía química en eléctrica de manera directa. Esto ocasiona que las máquinas de combustión

interna tengan un rendimiento menor (alrededor del 40 por ciento) a diferencia de las celdas de combustión (arriba del 90 por ciento) Además, como ya se mencionó, el producto de la reacción es agua y no un gas contaminante, como ocurre en las máquinas de combustión.

El combustible que se utiliza con mayor frecuencia es el hidrógeno, que se puede obtener inyectándolo, o de la forma que más comúnmente se hace, que es a partir del gas natural, de donde se separa el hidrógeno Debido a la existencia de proyectos piloto actuales, se sabe que el consumo promedio que se puede obtener de una celda es de 200 kWh, además de que el calor producido puede ser usado para calentamiento.

Como un hecho paralelo, las celdas están teniendo un importante desarrollo dentro de la industria automotriz, teniendo logros significativos tanto en lo funcional como en el ámbito de seguridad para los pasajeros. Sin embargo, creemos que para el sector rural no existe todavía una forma viable, tanto económica como tecnológicamente, que compita contra la generación convencional e incluso contra la generación a partir de energías alternas. Con el fin de lograr en el futuro un mejor aprovechamiento de las energías solar y eólica, las celdas de combustión pueden remplazar a las baterías convencionales. Esto se logra debido a que la electricidad generada a partir de los paneles solares o turbinas eólicas, se utilizaría en el proceso de electrólisis del agua obteniendo oxígeno e hidrógeno que serían almacenados con el fin de utilizarlos posteriormente en la generación de electricidad por medio de las celdas de combustión

## 2.0 TECNOLOGÍAS APLICABLES AL SECTOR RURAL

En el presente capítulo, se mencionarán las tecnologías renovables que pueden aplicarse tanto en la electrificación como en el desarrollo agropecuario. La tabla 2.1 presenta una selección de las tecnologías que pueden ser aplicadas para nuestro fin.

**TABLA 2.1 SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS ENERGETICAS**

ENERGÍA	DIVISIÓN	USO EN ÁREAS RURALES	JUSTIFICACIÓN
SOLAR	TÉRMICA	• SECADO DE GRANOS Y ALIMENTOS	SÍ TECNOLÓGICA Y ECONÓMICAMENTE VIABLE
		• COCINAS SOLARES	SÍ ECONÓMICAMENTE VIABLE
		• DESTILADORES	SÍ TECNOLÓGICA Y ECONÓMICAMENTE VIABLE
		• COLECTORES PLANOS	SÍ TECNOLÓGICA Y ECONÓMICAMENTE VIABLE
		• COLECTORES CONCENTRADORES	NO LA CANTIDAD DE ELECTRICIDAD REQUERIDA, NO JUSTIFICA SU USO (NO ES ECONÓMICAMENTE VIABLE)
		• ESTANQUES SOLARES	SÍ TECNOLÓGICA Y ECONÓMICAMENTE VIABLE PARA EL CALENTAMIENTO O COCCIÓN DE ALIMENTOS
	FOTOVOLTAICA	SÍ TECNOLÓGICA Y ECONÓMICAMENTE VIABLE	
EÓLICA	AEROGENERADORES (PEQUEÑOS)	SÍ	TECNOLÓGICA Y ECONÓMICAMENTE VIABLE
BIOMASA	TERMOQUÍMICA	• COMBUSTION DIRECTA (COCINAS DE LEÑA)	SÍ DE GRAN USO, DEBIDO A SU ALTA VIABILIDAD ECONÓMICA NO ECOLÓGICO
		• PIRÓLISIS	NO NO ES AMBIENTALMENTE VIABLE
		• LICUEFACCIÓN	NO NO ES TECNOLÓGICAMENTE VIABLE
		• GASIFICACIÓN	NO NO ES TECNOLÓGICAMENTE VIABLE
	BIOLOGICA	• FERMENTACION ALCOHÓLICA	NO DIFÍCIL LLEVARLA A CABO, YA QUE POCAS VECES SE CUENTA CON SUFICIENTES ALIMENTOS PARA ESTE PROCESO
		• BIOMETACIÓN	SÍ TECNOLÓGICA Y ECONÓMICAMENTE VIABLE
HIDRAULICA	MINIHIDRAULICA	SÍ	TECNOLÓGICA Y ECONÓMICAMENTE VIABLE (LIMITADA A CONDICIONES HIDROLÓGICAS)
OCEÁNICA		NO	NI TECNOLÓGICA, NI ECONÓMICAMENTE VIABLE
GEO TéRMICA		NO	ECONÓMICAMENTE NO VIABLE, LIMITADO POR LAS CONDICIONES GEOLOGICAS PRIVILEGIADAS
REACCIÓN ELECTROQUÍMICA	CÉLULAS DE COMBUSTIÓN	NO	NI TECNOLÓGICA, NI ECONÓMICAMENTE VIABLE

La Justificación se basa en comunidades pequeñas (de 1 a 500 habitantes) con factores como lejanía y alta marginación, además de otros como geográficos, climatológicos y de otra índole

De la selección realizada, se tiene un panorama más claro sobre las tecnologías aplicables al sector rural. A continuación, se explicarán cada una de las tecnologías seleccionadas, describiendo tanto su funcionamiento como sus componentes, profundizando en las tecnologías más desarrolladas y con mayor viabilidad para su aplicación en el sector rural.

## **2.1 ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

### **2.1.1 SECADO DE GRANOS Y ALIMENTOS**

El secado de los productos agrícolas es uno de los procesos que consumen más cantidad de energía. La tecnología del secado solar no es más que la utilización del aire calentado por el sol en colectores especiales, el cual es pasado a través del material a secar. Se utiliza para secar granos, hierbas, frutas, verduras y otros productos agrícolas. Un grano húmedo puede provocar hasta un 10% de la pérdida de la cosecha, por lo que resulta importante este proceso.

#### **a) FUNCIONAMIENTO**

La función de un secador solar es la de extraer la humedad existente en los alimentos, realizando un intercambio de calor entre el aire seco que entra y la humedad contenida en los alimentos. Las características de los secadores solares se basan en los siguientes tres aspectos

- **FORMA DE CALENTAMIENTO DE AIRE**

Los elementos básicos de un secador solar resultan ser el colector (que es en donde la radiación calienta al aire) y la cámara de secado (que es en donde el producto es deshidratado al contacto con el aire). Estos elementos pueden diseñarse de diferentes formas para integrar los distintos equipos de secado:

*Secado Solar Directo:* En este tipo de sistemas el material a secar es colocado en una cámara cerrada y cubierta por una tapa transparente en la parte superior (colector), que permite que los rayos solares incidieran directamente sobre el material a secar y las paredes interiores. De esta forma se suministra el calor necesario para expandir el aire de secado encerrado, provocando la remoción de la humedad por la recirculación del aire.

*Sistemas de Secado Solar Indirecto:* La radiación en este tipo de sistemas no incide directamente sobre el material a secar, sino que ésta es aprovechada para calentar el aire de secado en un colector solar de aire, siendo conducido este último hasta la cámara de secado para deshidratar el material.

*Sistema de Secado Mixto:* Este es un sistema que usa la acción combinada de los dos anteriores, de tal manera que aprovecha tanto la radiación que incide directamente sobre el material a secar y el aire precalentado.

- **CIRCULACIÓN DEL AIRE**

El aire circula dentro del secador con el fin de eliminar la humedad del producto evaporándola. Esta dinámica puede lograrse con una *Circulación Forzada*, en la que el aire es movido por un ventilador eléctrico, o por medio de la *Circulación Por Convección Natural*, provocada por las diferencias de temperatura entre las distintas partes del equipo, que promueven la convección térmica del aire.

## • FORMA DE OPERACIÓN

El sistema mediante el cual se realice el secado será dependiente del tipo de producto, forma de producción y almacenamiento que se requieran. Los más comunes son el *Secado en Tandas*, en el que el producto es cargado en una sola tanda y la misma no se retira hasta que esté completamente seca. Y el *Secado Continuo*, en donde el producto se va cargando y descargando en tandas parciales.

## b) COMPONENTES

Los sistemas de *Secado Solar* (Figura No.2.1) para alimentos antes descritos se componen de la siguiente forma:

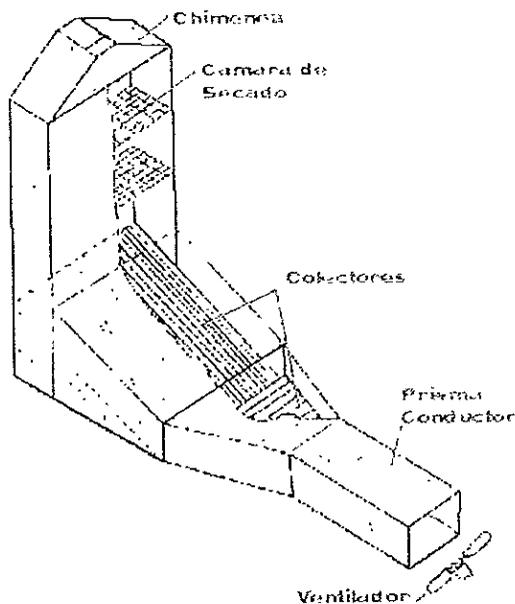


Figura No.2.1 SECADOR SOLAR

Un *Colector Solar*, que nos permite recibir la radiación solar y transformarla en calor para utilizarla en el secado. Generalmente, se usan láminas o tubos de cobre con aletas pintadas de color negro y aisladas con poliestireno por debajo y a los lados, con el fin de aislar térmicamente al colector.

La *Cámara de Secado*, tiene la función de mantener aislado el alimento a secar, mientras se realiza el secado del mismo.

Una *Chimenea*, que sirve para la extracción del aire, una vez que éste se cargó de humedad.

Asimismo, existen partes como el *Prisma del Conductor*, cuya finalidad es precalentar el aire de entrada y regular las posibles turbulencias del flujo, para que éste sea laminar y lo más uniformemente posible.

El *Ventilador* es un equipo de carácter opcional ya que su utilización depende de la existencia de corriente eléctrica. La ventaja de tener ventilación es el aumento del flujo de aire en el interior del secador provocando una mayor convección.

## 2.1.2 COCINAS SOLARES

Una cocina solar es un dispositivo que capta energía solar y la entrega de tal manera que es fácil aprovecharla en forma de calor. Por tanto, su función es captar la suficiente energía a fin de obtener una temperatura alta que pueda utilizarse para cocinar. El uso que se les da principalmente es el de cocer comida y purificar agua, aunque continuamente se desarrollan usos adicionales.

### a) FUNCIONAMIENTO

Los dos tipos de cocinas más conocidos son la de caja y la de reflector parabólico.

- **COCINA DE CAJA**

La cocina solar de caja cuece los alimentos, ya que en su interior se calienta por medio de energía solar. La luz solar, tanto directa como reflejada, entra en la caja solar a través de la parte superior de cristal o de plástico ocasionando un efecto invernadero. El interior de la caja se encuentra recubierto por una placa de color negro que absorbe la radiación. Cuando la placa se calienta el calor se transfiere por conducción a las ollas. Aunque este tipo de cocinas son las más baratas, los hornos de caja no pueden producir temperaturas por encima de los 150°C, mismos que las parabólicas sí pueden alcanzar.

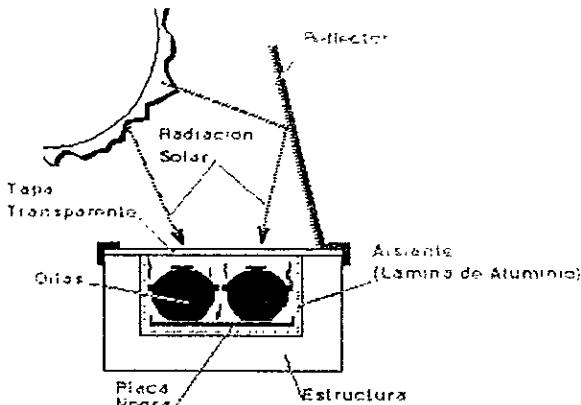
- **COCINA PARABÓLICA**

La cocina solar parabólica consiste en un espejo cóncavo que teóricamente concentra en un punto toda la radiación solar directa que incide en dirección paralela al eje del espejo, concentrándola en el foco de la parábola, aunque en la práctica dicha radiación se concentra en una pequeña área, de ahí la razón de que se haya elegido una parábola. La desventaja de este tipo de cocinas es que hay que alinearla correctamente con el sol varias veces cada hora.

Es importante tener en consideración que estos dispositivos cuentan con una gran desventaja, ya que si el cielo no se encuentra despejado, no funcionan. Al considerarse "el cocinar" como algo que no es eventual, sino que rigurosamente sucede día a día, estos equipos resultan poco prácticos, y aplicables sólo en ciertos casos, dependiendo de las condiciones específicas de cada lugar.

b) **COMPONENTES**

- La *Cocina Solar de Caja* (Figura No.2.2) está conformada de la siguiente manera:



Una *Estructura* que conserve su configuración, como puede ser madera, piedra, ladrillo, etc.

Es importante que los muros en su parte interior cuenten con un buen *Aislamiento* para poder tener temperaturas suficientemente altas, generalmente se usan hojas de aluminio, plumas, lana, etc.

La parte superior debe estar provista de una *Tapa Transparente*, cuyo material bien puede ser vidrio o plástico.

Figura No 2.2 **COCINA SOLAR DE CAJA**

La parte que absorbe la radiación solar será una *Placa Negra* que se encuentre en el fondo de la caja; es importante que los *Accesorios* (ollas, cacerolas, etc.) para cocinar sean negros, para así evitar que se refleje la radiación y aprovechar al máximo la cocina.

El *Reflector* de la cocina es una parte opcional, pero muchas veces es indispensable ya que incrementa la eficiencia, es decir, sirve para aumentar el nivel de radiación.

- La *Cocina Solar Parabólica* (Figura No.2.3) es en realidad un dispositivo sencillo, ya que consta:

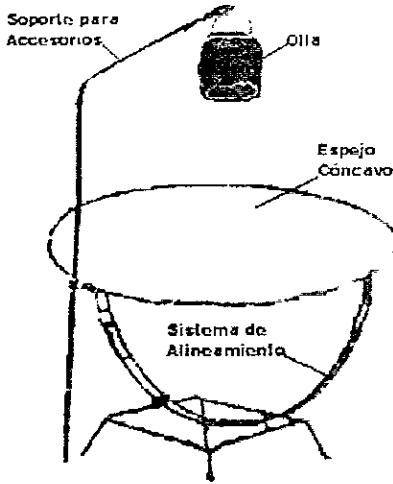


Figura No.2.3 *COCINA SOLAR PARABÓLICA*

De un *Espejo Cóncavo* que sirve para concentrar en un punto toda la radiación solar directa que incide en dirección paralela al eje del espejo.

Es importante para este tipo de cocinas un *Sistema de Alineamiento* al sol, ya que para su funcionamiento debe usarse la radiación solar directa que incide en dirección paralela al eje del espejo.

Otra pieza importante es el *Soporte* para la olla, que debe estar en el foco de la parábola.

Los *Accesorios*, como se menciono anteriormente, deben ser negros.

### 2.1.3 DESTILADORES

En México existen lugares alejados de las ciudades que carecen de agua potable pero que, por lo regular, cuentan con aguas saladas, las cuales deben ser sometidas a un proceso de potabilización.

En el caso de la desalación mediante la evaporación, la utilización de la energía solar resulta idónea en algunas zonas debido a que su costo es muy bajo. Para las comunidades alejadas, la transportación de agua potable desde los centros de abastecimiento, y/o la construcción de equipos de potabilización, resultan casi siempre incosteables. Además de que en la evaporación solar, el sol representa prácticamente el único requerimiento energético del sistema.

#### a) FUNCIONAMIENTO

La obtención de agua dulce a partir de agua salada o salobre, se obtiene cuando se hace pasar la radiación solar a través de una cubierta transparente inclinada y ésta incide en el agua salada que está en la charola. El agua al absorber la radiación incidente en ella se calienta a una temperatura mayor que la de la cubierta transparente, sin que ésta llegue a su punto de ebullición. En la parte inferior del estanque (sobre el agua salada), la mezcla aire-vapor se encuentra a mayor temperatura y menor densidad que en la parte superior (cercana a la superficie transparente).

Lo anterior provoca que se produzca una convección natural entre dichas mezclas de aire-vapor, moviéndose la mezcla aire-vapor saturada con agua cercana a la superficie del agua salada hacia arriba, donde es enfriada por contacto con la cubierta, saturándose y condensándose parcialmente, fluyendo una parte de ésta por las paredes de la cubierta hacia los canales de recolección, mientras la otra regresa al líquido. Entre mayor diferencia de temperaturas exista entre la cubierta y la superficie del agua salobre la circulación será mayor.

## b) COMPONENTES

Un *Destilador Solar* (Figura No.2.4) consiste en un recipiente cerrado con una *Cubierta Transparente*, preferentemente de Vidrio, con los siguientes requisitos mínimos:

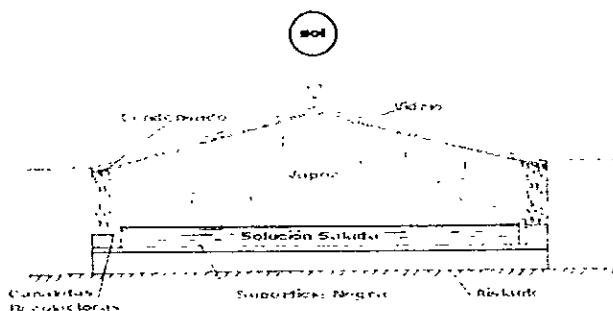


Figura No.2.4 DESTILADOR SOLAR

para que la radiación incidente en esos lugares sea reflejada hacia el fondo y el aprovechamiento de la radiación solar se incremente.

Contiene unas *Canaletas Colectoras* laterales, hechas a base de concreto o cualquier otro material resistente como piedra o ladrillo, en las que se recolecta el agua condensada sobre las paredes de la cubierta.

El recipiente debe tener un *Aislante* para disminuir las pérdidas de calor.

## 2.1.4 COLECTORES PLANOS

El colector solar plano es el aparato más representativo de la tecnología solar fototérmica. Su principal aplicación se da en el calentamiento de agua para baño y albercas, aunque también se utiliza para secar productos agropecuarios mediante el calentamiento del aire y para destilar agua en comunidades rurales, principalmente.

### a) FUNCIONAMIENTO

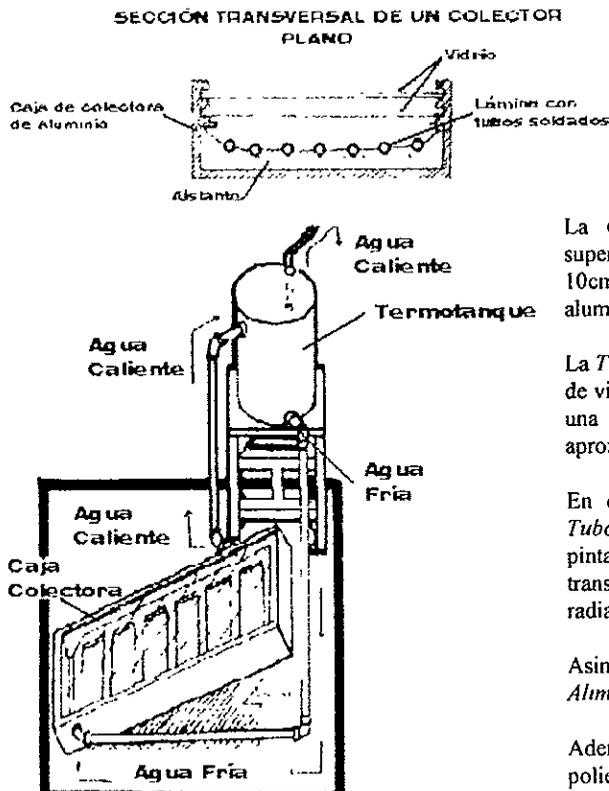
En la Figura No.2.5, se puede observar que la energía solar incidente tiene que atravesar una o varias capas de vidrio o algún otro material transparente adecuado, antes de alcanzar la placa de absorción negra que es el elemento más importante del colector solar, el cual está unido a un tubo o ducto. En esta placa es en donde la energía radiante se convierte en calor. Posteriormente, este calor es transferido, por conducción, hacia el fluido de trabajo (que puede ser agua o aire), que es el que finalmente remueve la energía térmica del colector y la transfiere al tanque de almacenamiento térmico o al espacio o producto que va a ser calentado, según la aplicación que se le esté dando. El vidrio o su equivalente, además de permitir la entrada de la radiación solar hasta la placa de absorción, sirve también para minimizar las pérdidas de calor por radiación y convección hacia el medio ambiente por la parte superior del colector. El aislante térmico (espuma de poliuretano, poliestireno, lana de fibra de vidrio o algún otro) colocado en la parte posterior y lados del colector, disminuye también las pérdidas de calor hacia el medio ambiente en estas regiones. Todas las partes mencionadas se encuentran dentro de una caja que sirve como parte estructural del colector y que puede ser hecha de diversos materiales como lámina metálica, madera o plástico.

Se usan termo tanques de alrededor de 200 litros para su almacenamiento y uso continuo. El tanque tiene dos tubos en la parte superior, por uno entra el agua fría, que va hasta el fondo del mismo, y por el otro sale el agua caliente. Como el agua fría es más densa que la caliente, al llegar a la parte inferior del colector, que es donde se calienta, ésta tenderá a subir para salir y almacenarse en el tanque. Este ciclo se realiza sin necesidad de bombear agua, debido al efecto Termosifón, el cual se genera al existir una diferencia de densidades entre las aguas fría y caliente, creando una fuerza que induce una corriente, la cual hace que el agua circule continuamente.

El diseño de cada colector depende fundamentalmente de la aplicación específica a la cual vaya a destinarse, es decir, puede que el colector se use para calentar el agua de una alberca (22 - 30°C), agua de uso doméstico (40 - 60 °C) o alguna otra aplicación. Cabe señalar que la máxima captación de un colector plano se logra cuando el ángulo del colector es igual a la *Latitud Geográfica* del lugar y se encuentra dirigido hacia el sur geográfico. La ventaja de los colectores planos respecto a otros equipos es que funcionan también con la radiación difusa, esto es, operan incluso cuando el cielo está nublado, aunque obviamente su potencial disminuye.

### b) COMPONENTES

Los colectores (Figura No.2.5) se encuentran formados principalmente por los siguientes elementos :



La *Caja Colectora* debe tener una superficie de aproximadamente 1.5 m<sup>2</sup> y 10cm de espesor, preferentemente de aluminio anodizado.

La *Tapa Superior* del colector puede ser de vidrio o fibra de vidrio y puede tener una segunda capa de vidrio, colocada aproximadamente a 7.5 cm de la base.

En el interior lleva una *Lámina con Tubos Soldados* de cobre generalmente, pintados de negro, para que absorba y transmita la mayor cantidad de radiación

Asimismo, se tienen dos *Cabezales de Alimentación y Descarga* de agua.

Además de *Aislantes*, usualmente de poliestireno (unicel), tiene también un *Termotanque* para almacenar el agua.

Figura No.2.5 COLECTOR PLANO PARA CALENTADOR

## 2.1.5 ESTANQUES SOLARES

Este tipo de tecnologías se pueden usar en pequeñas comunidades, en aplicaciones tales como: cocción de alimentos, calentadores de agua para baño, industrias rudimentarias, proceso de desalación, secado de granos, calentamiento de aire y generación de electricidad (que no resulta ser rentable, debido a que implica el uso de una turbina de vapor, que incrementa los costos tanto de inversión como de instalación y mantenimiento).

### a) FUNCIONAMIENTO

Los estanques solares son otra de las formas de aprovechamiento de la energía solar. Esto se realiza por medio de un estanque que se encuentra lleno con una solución de agua y sal (cloruro de sodio).

Dentro del tanque, existe un incremento en la cantidad de sal conforme aumenta su profundidad (Gradiente de Salinidad). Esto provoca que se genere un gradiente de densidades, cuya función es limitar o impedir que se presente el fenómeno de la convección, para lograr así una conservación del calor en las partes más bajas del estanque, sin que este calor se transfiera a las capas superiores. En otras palabras, si solo se usara agua dulce, el fondo del estanque se calentaría y por convección el calor se transmitiría a las capas superiores del estanque, liberando el calor en la superficie sin poder retenerlo.

Por debajo de la zona de gradiente se forma una zona convectiva (la de mayor concentración de sal) en donde se alcanzan temperaturas hasta de 90° C por acción de la insolación que hay en la superficie del estanque. En la parte inferior del estanque, se tiene que poner un intercambiador de calor para después llevar el calor en donde se aplique.

Las ventajas de los estanques solares radican en que ofrecen un almacén para la energía obtenida, durante varios días. Asimismo, representan una gran área de captación de energía, su mantenimiento y transporte resultan fáciles, su construcción es sencillo y en términos generales la tecnología resulta ser barata.

En cuanto a sus limitaciones, se encuentra que sólo es recomendable su construcción en lugares cuya latitud sea menor de 40°. También se requiere de una buena disponibilidad de sal, además de que las condiciones topográficas requeridas (terreno plano) se presenten, lo cual no ocurre siempre. Se recomienda que su construcción esté alejada de mantos acuíferos, además de que las dimensiones no se encuentran todavía estandarizadas.

### b) COMPONENTES

Los estanques solares (Figura No.2.6) tienen una profundidad de 1.5 a 3 m, y se dividen en tres regiones:

La región más *Profunda*, tiene un espesor de 1 l a 1.5 m. Esta zona es la de mayor saturación salina y sirve como almacén térmico.

La región *Intermedia* es donde se encuentra el gradiente de salinidad que no permite la convección y cuyo espesor va de 1 a 1.5 m.

La parte *Superior*, tiene sólo unos centímetros de espesor, conteniendo una muy baja concentración de sal (puede incluso utilizarse agua sin sal). En esta parte hay convección y evaporación, debiendo ser llenada con frecuencia para que siempre mantenga su nivel.

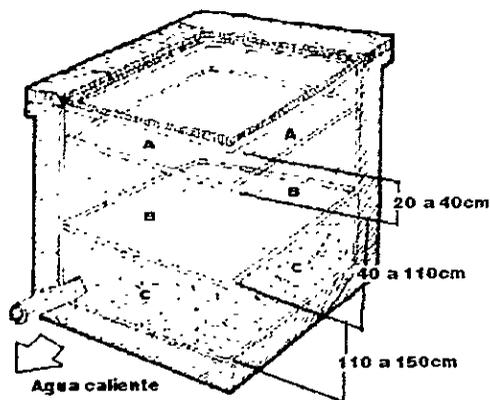


Figura No 2.6 ESTANQUE SOLAR. A zona de menor salinidad, B zona del gradiente de salinidad, y C zona de mayor concentración salina

Otro componente es la *Sal*, elemento cuyas características son esenciales para el buen funcionamiento de esta tecnología. Dicha sal deberá tener características tales como: ser barata, tener la posibilidad de conseguirse en un lugar cercano, no contaminar los mantos acuíferos de la zona, así como no reducir la transmisión óptica

## 2.2 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (FV)

Las celdas solares fotovoltaicas son dispositivos que absorben energía de los fotones presentes en la luz que incide sobre ellas y la convierten en energía eléctrica. Esta energía se puede usar para una amplia gama de finalidades como pueden ser: luz, bombeo de agua, refrigeración de cualquier producto alimenticio, cercos eléctricos, riego, entretenimiento y educación. Si bien todas estas aplicaciones requieren de diversos equipos o implementos, todos ellos resultan susceptibles de adaptarse mediante cambios, como por ejemplo, el de la corriente (de alterna a directa).

Para poder implementar un sistema fotovoltaico es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Datos sobre el potencial de insolación de la zona (Mapa No.1.1)
- Información empírica del lugar: vegetación, humedad, altura, ubicación, etc.
- Aceptación social.

### a) FUNCIONAMIENTO

La celda solar opera de la siguiente manera:

La luz del sol incide sobre la superficie de la celda. La mayor parte de la luz es absorbida al interior de la oblea (una parte pequeña es reflejada y otra más pequeña traspasa la oblea).

La mayor parte (80%) de la luz absorbida se convierte en calor y simplemente contribuye a calentar la celda. Sin embargo, el 20% restante transfiere la energía de sus paquetes lumínicos o cuantos, a electrones periféricos de los átomos de silicio en forma análoga a una bola de billar cuando choca con otra. Los electrones quedan "liberados" del átomo y pueden moverse en la oblea. Estos son los electrones que contribuirán a generar una corriente eléctrica, pero antes deben alcanzar la superficie de la celda, donde se encuentra el campo eléctrico interno. El campo eléctrico atrae los electrones a la superficie de la celda y se acumularán ahí dando por resultado un voltaje. Este es el efecto fotovoltaico.

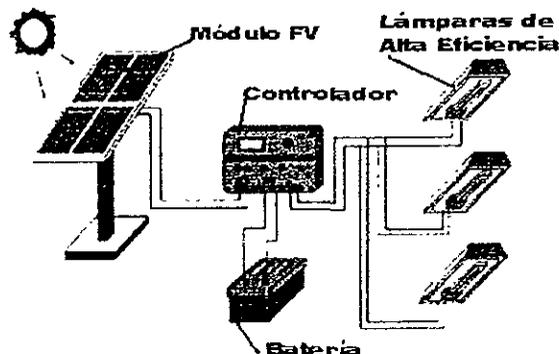
Los electrones no pueden regresar a la oblea por el mismo camino gracias al campo eléctrico. Cuando se establece un circuito entre la cara superior e inferior de la celda, los electrones acumulados pueden fluir por el mismo y regresar a su posición original dentro de la oblea de silicio. Este movimiento, a través del circuito exterior, es precisamente la corriente fotovoltaica o corriente solar.

Una vez generada la energía, ésta pasa al controlador de carga, cuya función es detectar si la batería está cargada o no. Una vez que la corriente pasó a las baterías, se podrá distribuir a los distintos accesorios que se tengan en la instalación, y de ser necesario, se tendrán a disposición inversores de CD a CA. Una gran ventaja de estos equipos es que son modulares, es decir, tanto los paneles como las baterías pueden ponerse en serie o en paralelo para alcanzar la potencia requerida.

Los equipos para el seguimiento del sol se utilizan con el fin de lograr un mejor aprovechamiento en la captación solar, pero lamentablemente la mayoría de los seguidores no justifican económicamente su uso hasta el momento. Dos consideraciones importantes que ayudan a que la eficiencia de los paneles solares sea la máxima posible son que el panel solar sea colocado en dirección del sur geográfico y que el ángulo de inclinación de éste sea igual a la latitud geográfica del lugar.

## b) COMPONENTES

En general, los sistemas fotovoltaicos (Figura No.2.7) están integrados básicamente por los siguientes componentes:



El *Módulo Fotovoltaico (FV)*, que es un conjunto de celdas solares interconectadas entre sí. Su función es generar electricidad en corriente directa bajo la luz solar no concentrada. Por lo regular, tiene geometría rectangular plana y está protegido contra la acción del medio ambiente por una capa envolvente exterior, compuesta por distintos materiales. Los materiales con los que se encuentran construidas las celdas son de varios tipos, dentro de los cuales los más usados en la actualidad son: Silicio Monocristalino,

Figura No.2.7 SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ÁREA RURAL

Policristalino y Amorfo; la diferencia entre los anteriores tipos de materiales se reflejan en las eficiencias y costos de los equipos; actualmente las celdas más utilizadas son las de Silicio Policristalino

El almacenamiento de la energía eléctrica producida por el módulo FV, se lleva a cabo en una *Batería*, que la almacena en forma de energía electroquímica. Los diferentes tipos de baterías dependen del grado de descarga que se quiera tener. Las que se encuentran circulando en el mercado son las de descarga profunda (plomo-antimonio), industriales y automotrices (plomo-ácido).

Asimismo, se hace necesario en este sistema un *Controlador de Carga*, que es un dispositivo electrónico que tiene la función de proteger a la batería contra posibles sobrecargas causadas por excesos de corriente provenientes del módulo fotovoltaico. También sirve para detener la corriente que podría fluir de la batería hacia el módulo FV en periodos sin sol, de igual manera, protege a la batería evitando que se descargue, es decir, que no fluya corriente de la batería al sistema cuando tenga estados de carga bajos

El sistema fotovoltaico debe contar con *Accesorios*, como son: el soporte del módulo FV, el soporte de la batería, los apagadores, contactos, adaptadores de voltaje, inversores de CD / CA y para incrementar el voltaje en CD, cables adecuados para la instalación de una mini-red si se requiere.

### **2.3 SISTEMAS EÓLICOS (PEQUEÑOS)**

La energía eólica tiene la ventaja de tener las características de ser inagotable, y no producir contaminación alguna al convertir esta energía a otro tipo. Su principal desventaja es la falta de continuidad para ser generada, debido a la variabilidad de los vientos.

Los Aerogeneradores que se utilizan en áreas rurales son generalmente de Eje Horizontal y son considerados como Pequeños (0.25 a 20 kW) en CD, los cuales necesitan ser orientados hacia el viento, ya sea mediante una veleta de cola o aspas achaflanadas en máquinas más grandes.

En la actualidad, la energía eólica se puede convertir tanto en energía eléctrica como mecánica teniendo un gran potencial para: bombeo de agua a pequeña escala en zonas rurales, molinos, suministro eléctrico a comunidades aisladas, respaldo de motores diesel y/o sistemas fotovoltaicos, desalinización y acondicionamiento de aire.

Para poder implementar un sistema eólico es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Datos sobre el potencial eólico de la zona (Mapa No.1.2) e información en el campo sobre la velocidad del viento tomada con anemómetros.
- Información empírica del lugar: vegetación, movimiento de las hojas, etc.
- Aceptación social.

#### **a) FUNCIONAMIENTO**

La turbina consta de álabes que al contacto con el viento empiezan a girar, logrando una velocidad tope o velocidad de corte a partir de la cual se comienza la generación de electricidad. Existen ocasiones en que se alcanza un umbral de velocidad máxima, por arriba de la cual la aero-turbina no opera en forma segura. Cuando esto sucede, es decir, cuando se excede la velocidad de operación, se trata de regular mediante un mecanismo de control que varía según sea el caso. Por ejemplo, algunos regulan el ángulo de ataque de las aspas con respecto al viento, mientras que otros, sobre todo cuando el movimiento giratorio de las aspas se transmite a un generador por medio de engranes de reducción, se mantiene la velocidad constante tomando carga del generador, traducándose esto en una mayor resistencia al movimiento giratorio. Cuando las aspas están detenidas, un freno de disco las asegura, dejándolas inmóviles. Es importante señalar que la turbina debe trabajar siempre de cara al viento

La potencia de salida se determinará mediante los coeficientes de potencia de la aero-turbina, las eficiencias de acoplamiento mecánico y las del generador eléctrico. La producción de corriente puede ser tanto alterna como directa, pero depende del tipo de generador que se requiera, tomando en cuenta los requerimientos o necesidades particulares a cada caso.

El generador es el que se encarga de convertir la energía mecánica de la flecha del rotor en energía eléctrica surtiéndola en forma de corriente directa o de corriente alterna (alternador). Al elegir el generador se deben tomar en cuenta factores como la frecuencia con que se requiere generar la energía eléctrica en esa región, ya que muchas veces el viento no es constante durante todo el día y existen generadores como los del tipo a-síncrono que presentan un gran problema por la estricta sincronía de que precisan, no pudiendo aprovechar gran parte del viento para la generación, por lo que es recomendable usar sistemas que no presenten este tipo de problemas, como podría ser un generador de inducción.

Ya que se generó la energía, se sigue el mismo camino que en la fotovoltaica, es decir, la energía pasa al controlador de carga cuya función es detectar si la batería está cargada o no, permitiendo o evitando su paso. Una vez que la corriente pasó a las baterías, se puede distribuir a los distintos accesorios que se tengan en la instalación, si alguno de éstos requiere de corriente alterna será necesario un inversores de CD a CA.

**b) COMPONENTES**

La configuración típica de los aerogeneradores (Figura No.2.8) se ilustra de la siguiente manera.

*El Rotor* es el dispositivo encargado de convertir la energía cinética del viento en energía mecánica, y se compone de las aspas y del centro del rotor.

*El Regulador* tiene la función de reducir la velocidad para evitar daños estructurales. Esto se puede realizar mediante un plegado que consiste en inclinar el rotor en una dirección distinta a la del viento para reducir el área efectiva expuesta, esta variación es muy usada en rotores de velocidad variable. Otra forma de reducir la velocidad se da mediante la regulación estable que sólo se usa en sistemas con generador inducido y que tienen una velocidad constante del rotor; una última variación estaría dada por los frenos aerodinámicos que usan instrumentos electromagnéticos para reducir la velocidad.

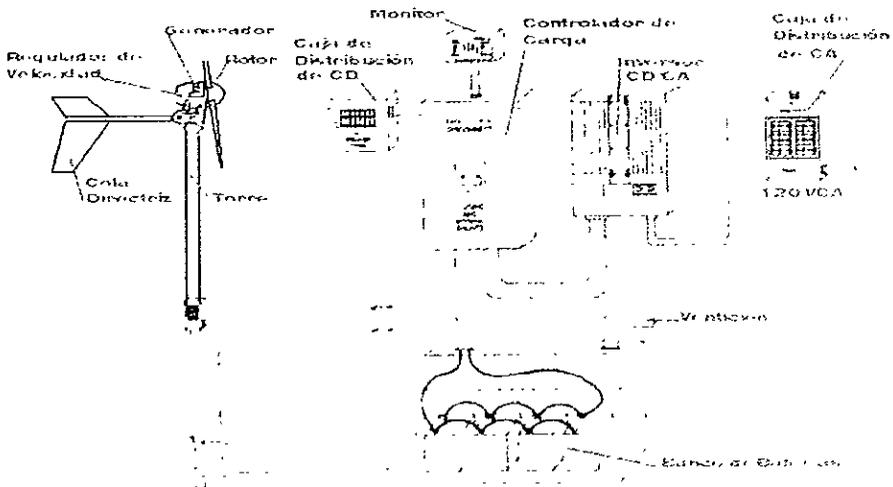


Figura No 2.8 SISTEMA EÓLICO A PEQUEÑA

En cuanto a su colocación o infraestructura de soporte de los generadores, se encuentran *Las Torres*, de las cuales existen varios tipos como son las inclinadas hacia arriba, autoportables y sostenidas. Las primeras tienen movilidad en la base, lo que les permite elevarse y descender con facilidad. Las *autoportables* no necesitan de anclajes externos, únicamente su base las mantiene unidas al suelo; pueden ser con enrejado o tubulares. Las *sostenidas* usan cables y soportes laterales adicionales. Asimismo, contiene un *Sistema de Orientación* hacia el viento, que puede consistir en una veleta de cola o en aspas achaflanadas.

Estas torres deben de contar con una altura mínima de 15 m sobre los obstáculos que se puedan encontrar en un radio de 15 m.

Se encuentra también *El Generador*, que para los casos de sistemas pequeños, generan varios voltajes típicos: de 12 a 120 V para sistemas con baterías recargables y de 120 a 240 V para la red eléctrica.

*Los Controles y Conexiones Eléctricas* son todo el equipo necesario para controlar la energía que produce el generador, tales como alambres, voltímetros, interruptores, inversores y baterías

## **2.4 BIOMASA**

### **2.4.1 COMBUSTIÓN DIRECTA (COCINA DE LEÑA)**

En México la mayoría de las comunidades rurales existentes se valen del uso de la leña para llevar a cabo las tareas de cocción de alimentos (Apéndice 1-A). El uso de estufas de gas o petróleo convencionales es muy escaso o inexistente. Esto ha provocado que la leña en estas zonas disminuya aceleradamente y que por consiguiente se eleve su costo. Además de que esta actividad se realiza fuera de las casas debido al peligro de intoxicación por bióxido de carbono.

La técnica de "construcción" de los hornos usados con mayor frecuencia se basa en la colocación de piedras que soporten el comal sobre el que se cocinará, quedando la hoguera abierta, por lo que el combustible se quema en exceso.

Por lo anterior, se necesita proponer una estufa que reuniera las condiciones de ser de autoconstrucción, que utilice la menor cantidad de leña posible y que su colocación sea dentro de la casa; se encontró en el libro de Ingeniería de la Energía Solar (Bibliografía No.1) la propuesta de una estufa eficiente que a continuación se explicará

#### **a) FUNCIONAMIENTO**

El principio mediante el cual funciona la Estufa Eficiente de Leña, consiste en controlar el aire con que se realiza la combustión de la leña y la cantidad de calor o capacidad de cocción que se requiere. Esto se logra mediante un dispositivo regulador de gases de escape, cuyo funcionamiento se basa en la cantidad de gases de combustión a los que se les permite la salida. Es decir, cuando el regulador está abierto al 100%, se tiene una mayor combustión de leña, ya que existe un mayor intercambio de gases (oxígeno por bióxido de carbono). Por el contrario, cuando se cierra el regulador, se tienen un menor consumo de leña provocado por la ausencia de oxígeno. Es por este mecanismo por el cual se obtiene un ahorro de combustible (leña), ya que no se utilizaría la misma cantidad de energía en la cocción de todos los alimentos, como todavía ocurre al quemarse la leña al aire libre.

## b) COMPONENTES

El objetivo de la *Cocina de Leña* (Figura No.2.9) es volver más eficiente la combustión de la leña. Es por eso, que su diseño se basa en el control del aire de acceso con el que se quema la leña, además del calor que ésta guarda en su interior.

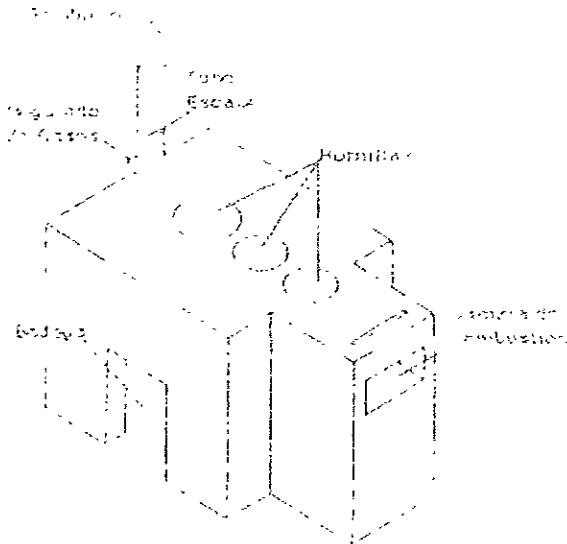


Figura No.2.9 *COCINA DE LEÑA EFICIENTE*

La cocina se puede construir con materiales como arcilla, concreto y malla ciclónica. En la base de la estufa se encuentra un hueco que podrá tener usos múltiples (almacén de trastos, ollas, etc) A media altura se ubica la *Cámara de Combustión* que tiene una forma acanalada y se encuentra cubierta casi en su totalidad, teniendo sólo dos orificios, el primero se usa para *Introducir la Leña* y como entrada de aire para la combustión, y el segundo sirve para la salida de los *Gases de Combustión*, que son conducidos a través de un tubo de lámina galvanizada.

Las *Hornillas*, con forma circular, están hechas con barras de alambón.

Una parte importante de la cocina es el *Control de los Gases* de escape, ya que es en él en donde radican los principios de funcionamiento de la cocina. El control esta compuesto por un disco de lámina de diámetro ligeramente menor que el del tubo de gases de escape. Dicho disco estará colocado y fijado por una varilla que se soldará a él, y que atravesará de lado a lado al tubo de escape Cuando se mueva el disco y éste tome una posición transversal al tubo de escape, se cerrará casi por completo el paso de los gases.

### 2.4.2 BIOMETANACIÓN

Como se dijo anteriormente, el proceso mediante el cual se lleva acabo la biometanación se conoce como Biodigestión Anaerobia, que es un proceso de fermentación microbiana de sustancias orgánicas en ausencia de oxígeno, que nos da las siguientes ventajas:

- Se reduce en un 70-80% el material orgánico contaminado.
- El metano que se obtiene se puede usar para motores, lámparas y estufas.
- El lodo digerido se usa como abono orgánico, alimento animal (puercos) y acondicionador de suelos.
- Elimina bacterias tifus, partifus y cólera.

Esta es la tecnología de la que más se habla, ya que el operador tiene que cuidar muchos parámetros que intervienen para que se tenga un correcto funcionamiento, ya que por cualquier falla o alteración a los parámetros no se obtendrá el producto que se desea.

#### a) FUNCIONAMIENTO

En la práctica los desechos orgánicos, se mezclan con agua y se introducen a un recipiente cerrado llamado *Digestor*, que es donde se realiza el proceso de fermentación en el cual se obtiene el de biogás y bioabono.

El proceso de biodigestión se realiza en tres etapas, existiendo distintas Bacterias para cada una de ellas, y éstas son:

- 1) Hidrólisis, que es en la que los carbohidratos o polisacáridos (almidón, celulosa, etc.), los lípidos o grasas y las proteínas son reducidas a moléculas más simples.
- 2) Formación de ácidos, en la que los productos anteriores (compuestos solubles) son convertidos en ácido acético, hidrogeno y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- 3) Formación de metano, etapa en la que los ácidos orgánicos (productos de la etapa anterior), son convertidos en metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases, mezcla a la que se le denomina como *biogas* (en el Apéndice I-B, se mostrará la composición del biogas).

Para obtener la cantidad y calidad correcta de biogás, se deben tener en cuenta distintos parámetros como son:

- Temperatura: el proceso se puede llevar a cabo en un amplio intervalo de temperaturas desde los 15°C hasta los 65°C. Sin embargo, es importante que para que las Bacterias que forman el biogás trabajen en forma óptima, la temperatura sea estable.
- Tiempo de Retención: las Bacterias requieren de cierto tiempo para degradar la materia orgánica. La velocidad de degradación depende en gran medida de la temperatura, ya que a mayores temperaturas, el tiempo de retención requerido para obtener una buena producción de gas es menor.
- Relación carbono/nitrógeno: siendo toda materia orgánica capaz de producir biogás sometida a la fermentación anaerobia, la cantidad y calidad del biogás producido dependerá de la composición del desecho utilizado. El carbono y el nitrógeno son las fuentes principales de alimentación de las Bacterias formadoras de metano; el carbono además de ser su constituyente básico es la fuente de energía y el nitrógeno contribuye a la formación de nuevas células. Se estima que la relación ideal es de 30:1, es decir, 30 partes de carbono por 1 de nitrógeno e incluso puede llegar a ser de hasta 20:1 sin dejar de ser adecuada. Si no existe nitrógeno, la velocidad de producción es lenta, mientras que si se excede en él, se formará amoníaco. (Apéndice I-C)
- Sólidos totales: la materia orgánica compuesta de agua y una fracción sólida, esta última conocida como porcentaje de sólidos totales contenidos en la mezcla con que se carga un digestor. Una carga que tenga de un 7% a un 9% de sólidos totales, se considera como óptima para la digestión del sistema. De estos sólidos, entre un 70% y 90% son normalmente materia orgánica biodegradable y se denominan sólidos volátiles.

- **Factor pH:** se considera que el pH óptimo fluctúa de 6 a 8 en su escala, siendo este un excelente índice para que se mantenga el equilibrio ecológico requerido. Cualquier aumento del pH significa que se está formando amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), por lo que el proceso se vuelve tóxico. La disminución del pH se realiza diluyendo ácidos grasos volátiles, creando un ambiente poco favorable para los microorganismos.

Es importante saber que dependiendo de las condiciones de la comunidad (geografía, la cantidad de desechos y otros factores) se pueden usar diferentes tipos de digestor, que podrán ser:

#### Digestor de lote o batch

Este tipo de digestor se carga de una sola vez en su totalidad o por intervalos durante varios días, efectuándose la carga cuando se ha dejado de producir gas combustible. Normalmente consiste en tanques herméticos con una salida de gas conectada a una gasómetro flotante, donde se almacena el biogás. Es conveniente aplicar este sistema cuando se desee procesar materia orgánica que presente problemas de manejo en un sistema continuo o cuando la materia orgánica esté disponible en forma intermitente.

#### Digestor de Régimen Semi-continuo

Este es el tipo de digestor o biodigestor más usado en el medio rural, cuando se trata de sistemas pequeños para uso doméstico. Los diseños más populares son el Hindú y el Chino.

- **\*Digestor Hindú:** Existen varios tipos, pero generalmente son verticales y enterrados, semejando un pozo. Se cargan por gravedad una vez al día con el volumen de mezcla, que depende del tipo de fermentación o retención, y producen una cantidad más o menos constante de biogas si se mantienen las condiciones de operación. El gasómetro está integrado al sistema, ya que en la parte superior flota una campana donde se almacena el gas, esto permite que la presión del gas sea constante para que los equipos funcionen correctamente.  
El digestor normalmente se construye de ladrillo, con un aplanado interior de cemento pulido para evitar filtraciones, pero también pueden utilizarse otros materiales de construcción comunes de la región. La campana puede construirse de lámina de hierro, de fibra de vidrio o de otro material, con la condición de que no permita la fuga de gas.  
Los costos del digestor Hindú son más elevados que los del Chino. Pero para producir la misma cantidad de biogas en el Chino se necesitará que éste tenga un tamaño 3 veces mayor que el Hindú.
- **\*Digestor Chino:** Son tanques cilíndricos con el techo y el piso en forma de domo, y se construye totalmente enterrado. En este tipo de digestores no existe gasómetro, almacenándose el biogas dentro del mismo sistema. A medida que aumenta el volumen del gas almacenado en el domo de la planta, aumenta su presión, forzando al líquido en los tubos de entrada y salida a subir. Como consecuencia de la variación de presión, se reduce la eficiencia de los equipos que utilizan el gas.  
Los digestores se construyen casi siempre por los mismos usuarios, con asesoramiento de un técnico especializado, a partir de ladrillos, bloques prefabricados o por vaciado integral de concreto ligero sobre la propia tierra.  
A pesar de que el digestor tipo chino es poco eficiente para generar biogás, en comparación con el digestor de la India, es excelente en la producción de bioabono.

**\*NOTA:** Los digestores Hindú y Chino tienen una configuración similar a la que se presentan en la figura No 2.10, cambiando en pequeños detalles de su construcción como por ejemplo en la forma de la campana y del depósito, ya que los componentes y el funcionamiento siguen siendo los mismos.

## Digestores Horizontales

Los digestores horizontales o digestores de flujo de pistón o émbolo, se construyen enterrados, generalmente a poca profundidad. Son alargados, semejando un canal o túnel. Su sección transversal puede ser cuadrada, circular o en forma de "v", donde la relación largo-ancho es aproximadamente desde 5:1 hasta 8:1. Este tipo de diseño se opera a régimen semi-continuo, donde la carga se introduce por un extremo del digestor y la descarga se produce hidrostáticamente por el extremo opuesto

Este tipo de diseño se recomienda cuando se requiere trabajar con volúmenes de mezcla mayores de los 15 m<sup>3</sup>, para los cuales la excavación de un pozo vertical comienza a resultar muy problemática, o sea, que están destinados a la producción de biogás para aplicaciones comunales, como pudiera ser el accionar pequeños motores para bombeo, molienda o la generación de electricidad.

## Digestores de Régimen Continuo

Este tipo de digestor se desarrolló principalmente, para el tratamiento de aguas negras mientras que en la actualidad, su uso se ha extendido al manejo de otros substratos. Son plantas de gran tamaño en las que se emplean equipos comerciales.

### b) COMPONENTES

Una *Planta de Biogas* consiste básicamente de un tanque o pozo llamado digestor donde ocurre la fermentación y un contenedor hermético que tiene como función almacenar el biogas producido (Figura No.2 10); las dos partes pueden estar juntas o separadas.

Para que un digestor de desechos orgánicos opere en forma correcta, deberá reunir las siguientes características.

- Deberá ser *Hermético* con el fin de evitar la entrada de aire y fugas del biogas producido.
- Deberá estar térmicamente *Aislado* para evitar cambios bruscos de temperatura, lo que usualmente se consigue construyéndolos enterrados.
- Aún no siendo un recipiente de alta presión, el contenedor primario de gas deberá contar con una *Válvula de Seguridad*.
- Deberá contar con medios para efectuar la *Carga y Descarga* del sistema.
- Los digestores deberán tener *Acceso para Mantenimiento*
- Se deberá contar con un medio para *Romper las Natas* que se forman.

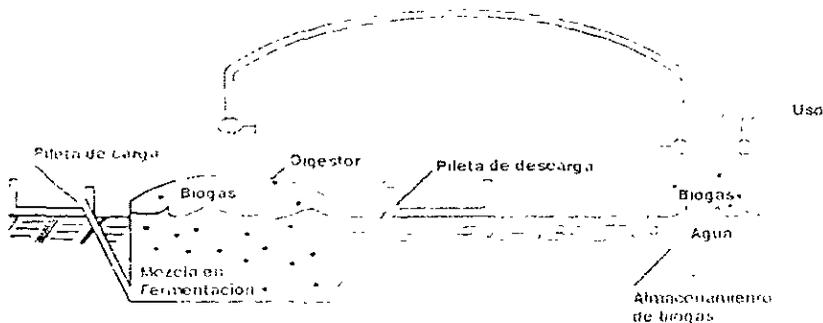


Figura No.2.10 INSTALACION PARA LA GENERACION DE BIOGAS

## 2.5 MINIHIDROELÉCTRICAS

Se entiende como minihidroeléctricas a las centrales que pueden producir desde 10 kW hasta unos 10,000 kW. Estas centrales tienen una larga historia en los países industrializados, debido a que su instalación resulta más económica que la extensión de redes eléctricas a zonas alejadas. El equipo de transmisión y de control requerido se reduce, ya que el voltaje de la electricidad generada es sólo el necesitado por el consumidor. Además presenta la ventaja de situarse junto al punto de utilización.

La clasificación de las minihidroeléctricas generadoras según su tamaño es: Micro centrales hasta 50 kW, Minicentrales de 50 a 500 kW y por último se encuentran las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) que van desde los 500 kW hasta los 5000 kW de potencia.

Para el Tercer Mundo las posibilidades son alentadoras, ya que centrales de 200-300 kW pueden hacer frente a la totalidad de las necesidades de electricidad de una pequeña ciudad. La energía generada se utiliza para riego, procesos agrícolas y pequeña industria.

Un inconveniente que tiene esta tecnología, es que se deben realizar estudios hidrológicos de la región, con el fin de determinar si las condiciones permiten la construcción de estas instalaciones. Muchas veces el tipo de corrientes utilizadas dependen del tiempo o época del año, por lo que existe el riesgo de que el río desaparezca y la inversión se pierda.

### a) FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de la tecnología minihidroeléctrica, es similar a la de los sistemas a gran escala. Sin embargo, en lugar de que la fuente de agua sea un río de gran caudal, puede ser un arroyo, un canal o alguna otra forma de corriente que pueda suministrar la cantidad y la presión de agua necesarias a través de la tubería de alimentación para establecer la operación del sistema hidroeléctrico.

Una vez que el agua del caudal se confina en la tubería de alimentación, es inyectada sobre el rodete de la turbina en el otro extremo. La turbina, a su vez, impulsa al generador y se produce energía eléctrica. Existen tres tipos principales de turbinas, que son las Pelton, Kaplan y Francis, siendo las primeras las más populares debido a su versatilidad para operar en amplios rangos de caudales y presiones.

La importancia de estas centrales es conseguir bajos gastos de instalación y facilidad de construcción. La construcción de las presas en estos proyectos es más sencilla que en las grandes instalaciones. Por otra parte, los márgenes de seguridad no necesitan ser tan estrictos, ya que las consecuencias de su rotura son menos catastróficas.

### b) COMPONENTES

Los componentes de una planta Minihidráulica (Figura No.2 11) son, por lo general, similares a los de una central hidroeléctrica convencional, como a continuación se describe:

La *Represa o Contenedor de Agua*, que se construye con la finalidad de generar una mayor caída de presión; a partir de ésta el agua es conducida por medio de un *Conducto de Alimentación*, que la lleva hasta la entrada de la *Turbina*, en donde el agua, sale a una presión y velocidad determinadas por la altura obtenida en la represa.

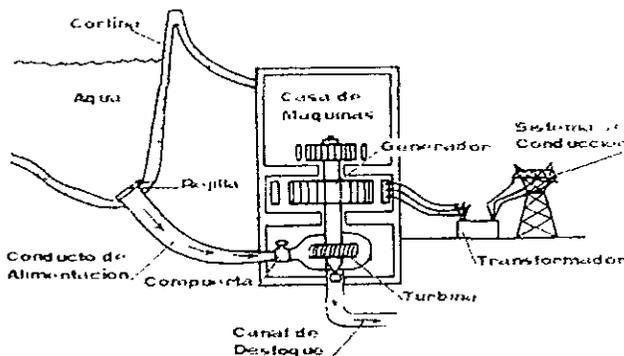


Figura No 2 11 INSTALACIÓN DE UNA PLANTA HIDROELECTRICA

El eje de la turbina está conectado a un *Generador*, por lo que una vez que se llega a la velocidad requerida como mínima, se comienza la generación de electricidad

Tanto el generador como la turbina se encuentran confinados en lo que se conoce como *Cuarto de Máquinas*.

Es necesario que la corriente y el voltaje que se obtenga del generador se conviertan a los valores que requiere el usuario, por medio de un *Transformador*; y posteriormente se distribuirla por un *Sistema de Conducción* (red).

Una vez que se haya aprovechado la energía cinética del agua, ésta es desalojada del sistema aguas abajo, por un conducto conocido como *Canal de Desfogue*.

## 2.6 COSTOS DE LAS PRINCIPALES FUENTES ENERGÉTICAS

Una vez teniendo un panorama más claro de las distintas tecnologías existentes que aprovechan las energías renovables, consideramos necesario citar los costos de generación promedio que se tienen a nivel mundial en las distintas tecnologías, tanto renovables como no renovables, más difundidas en el mercado.

### COSTOS DE GENERACIÓN (POR TIPO DE CENTRAL)

TIPO DE CENTRAL	Centavos de Dólar / kWh
FUENTES ALTERNAS	
Energía Solar Fotovoltaica	20 - 30 <sup>1</sup>
Energía Solar Térmica (Canal Parabólico)	10 - 12 <sup>1</sup>
Energía Eólica	<5 <sup>1</sup>
Biomasa	3.5 <sup>2</sup>
Geotérmica	3.3 - 3.9 <sup>3</sup>
Hidroeléctrica	2 - 5 <sup>3</sup>
FUENTES CONVENCIONALES	
Carbón (USA)	3.5 - 3.6 <sup>4</sup>
Ciclo Combinado (USA)	2.4 - 2.7 <sup>4</sup>
Nuclear (USA)	4.6 <sup>4</sup>

<sup>1/</sup> Datos de la Agencia Internacional de Energía de la ONED ("The evolving renewable energy market", 1998)

<sup>2/</sup> Datos del Instituto de Economía de la Energía de Japón IEEJ

<sup>3/</sup> Datos del Instituto de Estudios en Economía de Energía de Japón

<sup>4/</sup> Datos de la International Energy Agency ("Renewable Energy Policy in ICA Countries", 1998)

### 3.0 FUENTES FINANCIERAS

Uno de los puntos más importantes para llevar a cabo la utilización de energías alternas para la electrificación y uso en el desarrollo agropecuario son los financiamientos

Generalmente en todas las comunidades que no se cuenta con electrificación, se poseen escasos recursos aún para la subsistencia; resulta importante, conocer e identificar los organismos que realizan financiamientos, los cuales son escasos y muchas veces presentan obstáculos para llevar a cabo los proyectos que en la mayoría de los casos son a fondo perdido, es decir, poco o nada rentables.

Además, los financiamientos resultan ser uno de los pasos claves para promover y bajar los precios tan elevados de estas tecnologías, activando así, un nuevo tipo de mercado.

En el presente capítulo se hablará de manera general sobre los organismos y programas que existen en el país con posibilidades de financiar la aplicación de estas tecnologías en el sector rural (estos organismos son sólo posibles candidatos a nivel nacional para financiar el anteproyecto que se presentará más adelante).

### 3.1 PARTICIPACIÓN DE LOS ESTADOS Y MUNICIPIOS

#### INTRODUCCIÓN

Los recursos que el gobierno federal aportaba para la infraestructura social y el combate a la pobreza se han ido descentralizando, es decir, el gobierno federal anteriormente daba y decidía en que obras se iba a utilizar el dinero, sin tomar en cuenta al gobierno estatal y municipal; el organismo que controlaba los recursos era la Secretaría de Desarrollo Social por medio de las Reglas de Operación de los Programas del Ramo 26.

Pero desde 1998 se cambió la legislación, transfiriendo las funciones del Ramo 26 referentes a la infraestructura social al Ramo 33 (Fondo de Aportaciones Federativas), fundado a partir de ese momento. En pocas palabras, el Ramo 33 comprende los lineamientos generales de concesión de recursos a los Estados y Municipios.

Son ahora estos (Estados y Municipios) los que administran los recursos, teniendo poder de decisión sobre donde, cómo y cuáles proyectos llevar a cabo, según su conveniencia. Por ejemplo, antes era la Federación (C.F.E. o SEDESOL) quien financiaba los proyectos de electrificación, sin embargo, son ahora los municipios los que afrontan los gastos de extensión de la red, limitándose C.F.E. al suministro y mantenimiento de los equipos, por lo que al ser pocos los recursos con los que cuentan los Municipios, es difícil llevar a cabo estos proyectos.

#### FINANCIAMIENTO

Los recursos que reciben los Estados y Municipios dependerán de su grado de marginación, tamaño, número de habitantes y actividades económicas con las que cuenta, por lo que para cada Municipio y Estado es diferente la cantidad de dinero que reciben de la Federación, siendo a su vez éstos, los que designan el dinero para los proyectos de energía que consideren más convenientes. De lo anterior se deduce que no existe un techo financiero específico para los proyectos de uso de energías alternas, por lo que este tipo de proyectos dependerá de la importancia que el Municipio les otorgue para su realización.

También es importante mencionar que las comunidades que son apoyadas tienen la obligación de contribuir con una cantidad de dinero o de trabajo, a esto se le conoce como "Marco Solidario", y dependerá del tipo de proyecto que se lleve a cabo.

**NOTA** Se denominará como "Marco Solidario" a la acción conjunta de la comunidad y el organismo financiero (ya sea en forma de dinero o mano de obra) para llevar a cabo la realización de los proyectos

## *PROGRAMAS*

### RECURSOS ESTATALES Y MUNICIPALES (Ramo 33)

Los recursos con los que se cuentan están divididos en cinco fondos financieros que abarcan servicios básicos como educación, salud, infraestructura (en donde se encuentra el FAIS, que es el fondo que involucra la electrificación rural a partir de cualquier fuente energética) y otras actividades de asistencia social. Dichos fondos son:

- Fondo de Aportaciones para la Educación Básica y Normal: su función es destinar recursos económicos complementarios que apoyen los trabajos y atribuciones asignadas en la Ley General de Educación.
- Fondo de Aportaciones para los Servicios de Salud: los recursos de este fondo se destinan para cubrir gastos en servicios personales y recursos para promover la equidad en los servicios de salud entre las entidades federativas.
- El Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social FAIS se divide en dos fondos:

Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social Estatal (FAISE) que es administrado por los gobiernos de los estados (y que representa el 12.12 % del total)

Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social Municipal (FAISM) que es operado por los municipios FAISM (el 87.88 % restante).

El objetivo es financiar obras, acciones sociales básicas e inversiones que beneficien directamente a sectores de la población que se encuentren en condiciones de pobreza extrema y rezago social.

Sus rubros de inversión son: agua potable, alcantarillado, drenaje y letrinas, urbanización municipal, electrificación rural y de colonias pobres; infraestructura básica de salud, infraestructura básica educativa, mejoramiento de vivienda, caminos rurales e infraestructura productiva rural.

- Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de los Municipios y del DF, éste pretende funcionar como un instrumento para contribuir al saneamiento de las finanzas municipales, así como atender necesidades directamente vinculadas con la seguridad pública
- Fondo de Aportaciones Múltiples que pretende impulsar algunos programas particulares de asistencia social como desayunos escolares, apoyos alimentarios, etc.

## **3.2 PARTICIPACIÓN DEL GOBIERNO FEDERAL**

### *INTRODUCCIÓN*

El Gobierno Federal, a través de las Aportaciones Federativas (Ramo 26), creó el Programa Nacional de Apoyo para las Empresas de Solidaridad (FONAES) como un instrumento del Ejecutivo Federal que promueve, en el marco de una política social integral y solidaria, acciones

productivas que apoyen a los grupos que viven en situación de pobreza extrema, con el fin de impulsar y fortalecer sus capacidades y potencialidades, propiciando su incorporación al desarrollo social

### *FINANCIAMIENTO*

La cantidad financiada se determina en función de la viabilidad técnica, financiera, jurídica y social de cada proyecto en específico, atendiendo a las necesidades de cada grupo. No se tiene una tasa de interés establecida ni tampoco un período de amortización, sin embargo se fijan pagos que dependerán de la rentabilidad de cada proyecto.

*Sin embargo, existe un tope financiero que se clasifica según el tipo de beneficiario que lo recibe. Si el préstamo se realiza individualmente (por comunero), éste será de un máximo de 35 mil pesos, pero si se realiza por comunidad (llamado préstamo a empresa), este tiene un límite de 525 mil pesos. En ocasiones, cuando se trata de proyectos muy grandes, que incluyen varias áreas productivas para llegar a un producto terminado, es factible que el proceso sea dividido en el mismo número de áreas, encargándose de cada una por separado una parte de la comunidad, que tendrá como máximo un préstamo de 525 mil pesos cada una, para que sumados al final, alcancen una cantidad mayor*

### *PROGRAMAS*

Para cumplir de forma eficaz con los propósitos de beneficio a los grupos sociales y buscando subsanar deficiencias de financiamiento, las acciones del Programa ejecutado por FONAES se sustentan en siete objetivos específicos:

- Favorecer la creación y consolidación de empresas sociales y proyectos productivos de carácter social que sean viables, concebidos, desarrollados, operados y administrados por las comunidades, grupos y organizaciones sociales.
- Promover el mejoramiento de capacidades empresariales y técnicas de quienes integran los proyectos y las empresas sociales
- Promover una alta tasa de recuperación de los apoyos con el fin de impulsar la sustentabilidad financiera del FONAES e incrementar la canalización de recursos al Programa
- Favorecer el desarrollo, adaptación y uso de tecnología apropiada a las condiciones sociales y ecológicas de los grupos apoyados
- Facilitar la integración de empresas y grupos sociales en cadenas productivas, para promover su productividad y mejorar sus condiciones de participación en los mercados.
- Complementar otros instrumentos del gobierno federal.
- Complementar la capacidad y la iniciativa de los beneficiarios del programa

Las áreas que apoya FONAES se orientan a atender a las siguientes áreas productivas.

*Pecuaria  
Agrícola  
Artisanal*

*Forestal  
Industrial  
Servicios*

*Pesquera  
Extractiva  
Comercialización*

FONAES otorga recursos de presupuesto federal a grupos del sector social organizado, a entidades de la Administración Pública Federal, a Gobiernos Estatales y Municipales o bien, a instrumentos del sector privado o social, para el desarrollo conjunto de empresas y de proyectos productivos. Los instrumentos de la aportación solidaria, son:

a) CAPITAL DE RIESGO

Aportación solidaria que se otorga para crear, ampliar, reactivar o consolidar un proyecto productivo o empresa social, a través de la modalidad de asociación en participación.

b) FONDO DE FINANCIAMIENTO

Es la aportación solidaria que se otorga para crear un instrumento que permita acceder a la población beneficiada, al financiamiento con recursos de la banca de desarrollo para sus proyectos productivos viables

La aportación del FONAES formará parte del patrimonio de fideicomiso con base en el cuál la fiduciaria abrirá una línea de crédito por varias veces el monto de dicho patrimonio. De esa línea de crédito provendrán los recursos para financiar los proyectos viables que presenten los productores y que apruebe el comité técnico de cada fondo.

c) FONDO DE GARANTÍA

Es la aportación solidaria que facilita el acceso de la población que se verá beneficiada al financiamiento de la banca comercial y de desarrollo para sus proyectos productivos viables, a través del otorgamiento de garantías.

d) FONDO DE INVERSIÓN Y REINVERSIÓN

Es la aportación solidaria que realiza FONAES para constituir fondos o fideicomisos a solicitud y con aportación de recursos de los gobiernos estatales, municipales, grupos sociales, cajas solidarias y organismos no gubernamentales para otorgar apoyos a proyectos productivos viables.

e) FONDO EMPRESARIAL DE CAPITALIZACIÓN

Es la aportación solidaria proveniente de las recuperaciones del FONAES, hechas por las propias organizaciones. Estos recursos se destinan para capitalizar a los proyectos y empresas específicos, al inducir un esfuerzo adicional de aportación de los socios.

f) FONDO DE APOYO AL ACOMPAÑAMIENTO Y LA FORMACIÓN EMPRESARIAL

Es la aportación solidaria que se otorga en beneficio de los grupos sociales para la elaboración de estudios, capacitación, asistencia técnica y exposiciones mediante la contratación de servicios.

g) CAJAS SOLIDARIAS

FONAES promueve el establecimiento de cajas solidarias como un instrumento de los productores para fomentar el ahorro principalmente rural y otorgar préstamos a sus socios, quienes no tienen acceso a ninguna otra fuente crediticia.

**Nota:** Todos los instrumentos de aportación solidaria mencionados con anterioridad son aplicables a proyectos productivos que en su mayoría requieren de energéticos para su desarrollo, por lo que el uso de energías alternativas es una solución en este tipo de necesidades.

### 3.3 BANOBRAS

#### INTRODUCCIÓN

El Gobierno Federal a través del Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 se ha planteado como objetivo estratégico promover un crecimiento económico vigoroso y sustentable, que logre el bienestar social de todos los mexicanos

El objetivo del banco es promover y financiar actividades prioritarias del Gobierno Federal, Distrito Federal, Estatales y Municipales y sus respectivas entidades públicas paraestatales y paramunicipales en los sectores de desarrollo urbano, infraestructura y servicios públicos (energéticos), vivienda, comunicaciones y transportes, de las actividades del ramo de la construcción; y propiciar acciones conjuntas de financiamiento y asistencia técnica con otras instituciones de crédito de los sectores social y privado.

Actualmente BANOBRAS está definiendo su nuevo perfil como *Banca de Desarrollo* y como instrumento del gobierno, para la administración de propósitos de su política social, como son:

Garantizar la disponibilidad suficiente de recursos crediticios en condiciones, plazos y costos razonables, para un desarrollo sustentable del país en materia de infraestructura y servicios públicos.

Establecer los mecanismos para que dichos recursos financieros se apliquen con eficiencia, promoviendo un cambio estructural de las instancias promotoras del desarrollo.

#### FINANCIAMIENTO

Se tienen dos tipos de financiamiento para los programas que BANOBRAS maneja en el sector de electrificación por medio de energías alternas.

- Recursos Externos (BID Y BANCO MUNDIAL):  
Porcentaje de Financiamiento: Suministra 50% el Banco y 50% el Gobierno (estatal y municipal).  
Plazo: 20 Años  
Tasa de interés: -4% de Cetes hasta Cetes
- Recursos Internos (BANOBRAS):  
Porcentaje de Financiamiento: Suministra 50% el Banco y 50% el Gobierno (estatal y municipal).  
Plazo: 7 Años  
Tasa de interés: Cetes + 1.5%

Es importante considerar, que además del préstamo que realiza el banco, es necesaria la existencia de aportaciones que pueden venir de la propia comunidad o municipio, así como de organismos de beneficencia.

El banco realiza un estudio previo del proyecto, para analizar su viabilidad económica. Si éste resulta viable, el banco presta la cantidad requerida para el proyecto (no existiendo techo financiero en específico), poniendo como único requisito, el que la comunidad u organismo de gobierno involucrado, ofrezca garantías de pago formales.

## PROGRAMAS

Las acciones que se consideran como prioritarias en estos programas son

- Fortalecimiento de las haciendas municipales.
- Elaboración de los estudios de viabilidad técnico-financieros y proyectos ejecutivos.
- Capacitación y asistencia técnica para el mejoramiento y modernización de los recursos humanos y de la administración y operación de los servicios públicos.
- Canalización de recursos crediticios e identificación de nuevos esquemas y productos financieros para la ejecución de obras y prestación de los servicios públicos municipales.

A continuación se van a mencionar los programas, fondos y centros de estudio, que proporcionan el banco para el financiamiento, la capacitación y el desarrollo de los sistemas de generación de energía mediante fuentes renovables, los cuales son:

### a) PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

El propósito es financiar municipios en materia de electrificación, ahorro y uso eficiente de energía eléctrica en sistemas de alumbrado público, de bombeo municipal y de iluminación de edificios públicos, así como proyectos de autogeneración de energía mediante fuentes renovables tales como fotovoltaicos, eólicas, minihidráulicas y aprovechamiento de biogás generado por los rellenos sanitarios

### b) PROGRAMA COMPLEMENTARIO DE APOYO A COMUNIDADES Y EMPRESAS

Financiar inversiones para el desarrollo de comunidades y empresas en condiciones preferenciales.

Otorgar recursos a fondo perdido a municipios entre 10,000 y 50,000 habitantes.

Asistencia técnica para estudio y proyectos

Este programa se orienta, de manera general, a financiar el desarrollo de comunidades y empresas privadas en apoyo a los propósitos del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN); y puede aportar recursos a fondo perdido tanto para la formulación de estudios y proyectos como para realizar obras y equipamiento.

### c) FONDO DE INVERSIÓN PARA INFRAESTRUCTURA (FINFRA)

Promover la participación del sector privado en la construcción de infraestructura básica.

Aportar recursos de capital de riesgo y/o especiales, que permita la ejecución de proyectos con una alta rentabilidad social.

Incorporación de las innovaciones tecnológicas de punta en los sectores de atención.

### d) FONDO DE APOYO A ESTADOS Y MUNICIPIOS (FOAEM)

Mecanismo de cobertura del gobierno federal, para cubrir riesgos cambiarios con recursos externos, otorgado a estados y municipios.

Reducir la incertidumbre derivada del comportamiento del servicio de la deuda

**e) PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO FINANCIERO DE CORTO PLAZO PARA GOBIERNOS ESTATALES Y MUNICIPALES**

Fortalecer el ejercicio del gasto público de inversión.

*Simplificar los trámites crediticia para el otorgamiento y disposición del financiamiento*

Reducir el costo financiero de los recursos crediticios.

**f) CENTRO DE ESTUDIOS PARA LA PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS (CEPEP)**

Desarrollar metodologías y técnicas de evaluación social de proyectos.

Optimizar la programación y presupuestación de la inversión pública.

Capacitación de profesionales y funcionarios locales en la aplicación de las técnicas de evaluación social de proyectos.

***3.4 FIDEICOMISO DE RIESGO COMPARTIDO (FIRCO)***

***INTRODUCCIÓN***

FIRCO es un fondo fiduciario para riesgos compartidos a cargo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). El FIRCO, que depende a su vez del programa de Alianza para el Campo, es el principal instrumento del gobierno federal mexicano que permite conjuntar los recursos con los productores y los gobiernos estatales, para capitalizar a las explotaciones agropecuarias y fomentar el intercambio tecnológico entre los productores. Estas inversiones apoyan proyectos productivos que incluyen el suministro e instalación de cercos eléctricos, molinos, tanque lechero para enfriamiento, ordeñadoras, equipos de bombeo para abrevadero de ganado, sistemas de irrigación a pequeña escala, etc, todos ellos accionados mediante las energías renovables.\*

\*NOTA Algunas de las tecnologías mencionadas en el párrafo anterior como son. tanque lechero para enfriamiento, ordeñadoras y molinos, se encuentran en etapa de desarrollo (proyectos piloto)

***FINANCIAMIENTO***

Una vez que los productores presentan sus proyectos, respaldados por una adecuada asesoría técnica y financiera; el financiamiento que se realiza es a fondo perdido, y se otorga de la siguiente manera:

Por cada proyecto, una parte del subsidio es otorgado a través del programa de Alianza por el Campo (gobierno federal y estatal) y la otra parte es otorgada por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF); siendo FIRCO el agente técnico y operativo. Cabe mencionar, que el subsidio sólo abarca una parte del proyecto, por lo que el restante deberá ser cubierto por el productor

Los techos financieros existentes dependen del tipo de proyecto que se tenga, a continuación se darán los techos financieros de los proyectos más usuales.

TIPO DE PROYECTO	TECHO FINANCIERO
Bombeo Fotovoltaico	\$ 100,000 (PESOS)
Bombeo Eólico	\$ 110,000 (PESOS)
Tanque Lechero	\$ 400,000 (PESOS) *

\*NOTA: Esta es sólo una estimación de lo que se podría financiar en la implementación de un Tanque Lechero, ya que como se mencionó anteriormente éste se encuentra en etapa de desarrollo.

## PROGRAMA

### a) PROGRAMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA LA AGRICULTURA

El proyecto contiene para su administración e implementación, tres elementos fundamentales que están interrelacionados entre sí: el Banco Mundial como supervisor de la aplicación de los recursos de la donación de la GEF para el "Proyecto de Aplicación de la Energía Renovable en el Campo"; el FIRCO como agente técnico y operativo del proyecto, así como de los componentes de la Alianza para el Campo involucrados; y por último, el Sistema de seguimiento Físico y Financiero del proyecto llevado por FIRCO, que permita evaluar los alcances de los objetivos.

Los lineamientos del programa consistirán en demostrar las aplicaciones productivas de la energía renovable en el sector agropecuario, y son:

- Instalación de sistemas, en predios líderes de producción, que sirvan de demostración
- Promover la asistencia técnica intensiva para la aplicación de los sistemas de energía renovable en proyectos productivos, mediante un apoyo económico a los técnicos participantes
- Capacitación de técnicos.
- Promoción para la adopción de la energía renovable
- Mayor conocimiento del mercado
- Establecimiento de especificaciones para el diseño e instalación de este tipo de sistemas.
- Estudios de desarrollo tecnológico para nuevas aplicaciones de la energía renovable (tanque lechero, ordeñadoras, cuarto frío).

Los tipos de proyectos demostrativos más usuales se describen a continuación, sin que esto sea excluyente de otras aplicaciones que se recomienden en los estudios de Desarrollo Tecnológico, o que los productores propongan y sustenten técnicamente:

- **BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA FOTOVOLTÁICA**  
Su objetivo es el suministro de agua para los animales, el adecuado aprovechamiento de los pastizales de la unidad productiva y de ser posible, establecer pequeñas áreas de riego de cultivos forrajeros, huertos de hortalizas y frutales o para invernaderos tecnificados
- **BOMBEO DE AGUA MEDIANTE ENERGÍA EÓLICA**  
Estos proyectos son demostrativos y de tipo "piloto" y su objetivo es disminuir las barreras de conocimiento, uso y aplicación de sistemas generadores de energía, con recurso eólico. Los proyectos se instalarán, en áreas ubicadas estratégicamente donde los vientos son más fuertes y constantes para que la energía generada a través de los aerogeneradores sea suficiente, por ejemplo: para la instalación de bombas que trabajen a mayor profundidad y con mayor eficiencia para la extracción de agua, entre otras.

- **ENFRIAMIENTO DE LECHE MEDIANTE ENERGÍA RENOVABLE**

Estos proyectos son también de tipo "Piloto", ubicados en zonas estratégicas y su objetivo es mantener el producto frío hasta su recolección, mediante tanques pequeños que permitan mejorar la calidad de la leche y apoyar a los productores para negociar mejores precios.

Asimismo, el programa propone algunos campos en los que hace falta la investigación e implementación de tecnologías, con el fin de que estas se puedan posteriormente aplicar en el área rural, algunos de estos temas son: tanque de almacenamiento de leche enfriado con energía solar, ordeñadora, molinos, sistemas de energía para queserías, procesos térmicos, estudios detallados de la caracterización del recurso eólico y aprovechamiento de la biomasa.

### **3.5 BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)**

#### **INTRODUCCIÓN**

El banco es una institución financiera internacional que fue fundada en 1959, para contribuir a acelerar el progreso económico y social de sus países miembros de América Latina y el Caribe, dentro de los cuales se encuentra México. El banco da financiamiento a las entidades públicas de los países miembros latinoamericanos, incluyendo los gobiernos, organismos autónomos, nacionales, regionales y municipales, siendo estos elegibles para préstamos del BID.

Las áreas donde el BID realiza financiamiento para su desarrollo son:

- Infraestructura (energía, transporte y comunicaciones).
- Sectores productivos (agricultura, pesca, industria y minería, ciencia y tecnología)
- *Financiamiento de exportaciones, preinversiones y otros.*
- Modernización del Estado
- Sectores sociales (salud y saneamiento, desarrollo urbano, educación, fondos de inversión social, medio ambiente y microempresa).

#### **FINANCIAMIENTOS**

Los términos y condiciones de los financiamientos dependen del tipo y tamaño del proyecto. Es importante mencionar que los préstamos se realizan en dólares, por lo que las tasas de interés resultan ser más bajas que las de otras instituciones cuyos préstamos son en pesos.

Antes de proceder a financiar un proyecto, el BID realiza ciertos estudios sobre la factibilidad tanto técnica como económica del proyecto. Cabe mencionarse que el BID no cuenta con un techo financiero en específico, sino que una vez que se aceptan los proyectos, éste (el banco) destina el dinero que sea necesario mientras no exceda el 50% del total de la inversión.

Los tipos de préstamo que otorga el banco son:

**RECURSOS DE CAPITAL ORDINARIO:** los períodos de amortización varían entre 15 y 25 años, con tasas de interés que reflejan el costo de los préstamos obtenidos por la institución en los mercados mundiales de capital, como un parámetro, el interés que se generó en 1998 fue en promedio de 6.65 %.

RECURSOS CON FONDO PARA OPERACIONES ESPECIALES: normalmente oscilan entre el 1 y 4% de interés, según el grado de desarrollo del país y la naturaleza del proyecto, con periodos de gracia de 5 a 10 años. El periodo de gracia consiste en un lapso que tiene el beneficiario del préstamo, para empezar a pagar. El periodo de amortización dependerá del país y tipo de préstamo.

## *PROGRAMA*

### a) PROGRAMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El programa contribuirá al desarrollo económico y social de los países miembros mediante préstamos y cooperación técnica para el financiamiento de proyectos que permitan aumentar la disponibilidad y seguridad del abastecimiento de energía eléctrica a fin de poder atender eficientemente las crecientes necesidades a largo plazo del gobierno, la industria, el comercio y los consumidores residenciales, tanto de las zonas urbanas como de las zonas rurales

Asimismo, estimulará la producción de energía eléctrica con la sustitución de los usos de recursos energéticos no renovables por recursos energéticos renovables.

Además impulsará la transferencia y adaptación de la tecnología en el sector de la energía eléctrica, dentro de los lineamientos de la política de ciencia y tecnología.

Los campos de actividades en los que incurre el programa son:

- Generación de energía eléctrica, transmisión y distribución
- Sector de planificación de la electrificación a largo plazo
- Electrificación Rural: Pese a la necesidad de continuar financiando la expansión de los sistemas urbanos de distribución, el Banco asigna alta prioridad a la cooperación técnica y al financiamiento directo para el estudio y ejecución de proyectos de electrificación rural. En este sentido, el Banco procurará financiar, cuando ello sea viable, programas de electrificación rural a través de cooperativas rurales, adoptando las tecnologías existentes a la realidad del progresivo incremento de la demanda eléctrica en el área rural latinoamericana, en forma tal de que mayor número de proyectos sean factibles con los mismos recursos.

## **3.6 AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (USAID)**

### *INTRODUCCIÓN*

La Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID), fue creada por el gobierno de los Estados Unidos en 1961 con el propósito de asistir técnica y económicamente a países en vías de desarrollo en las áreas de: educación, salud, población, medio ambiente y asistencia en desastres naturales.

### *FINANCIAMIENTO*

En lo que se refiere a financiamiento, el USAID maneja la idea de "generación de proyectos en cascada", es decir, financia sólo proyectos que vayan a la vanguardia en la aplicación de tecnologías, y que sean proyectos demostrativos, ya que tienen el objetivo de ser tomados como ejemplo por otras organizaciones, para que éstas a su vez se encarguen de difundir su aplicación en el país.

Asimismo, el USAID realiza un estudio sobre la magnitud y viabilidad del proyecto. Por estas dos razones no existe un monto fijo del préstamo y su tope financiero varía según su presupuesto. Además, es importante señalar que la mayoría de sus inversiones las realiza a fondo perdido.

### *PROGRAMA*

Dentro del área de Medio Ambiente, USAID tiene un programa relacionado con energías renovables para comunidades rurales.

#### a) PROYECTO DE EXPANSIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES CON APLICACIONES ELÉCTRICAS EN ZONAS RURALES

Este proyecto se incluye como uno de los proyectos principales dentro del Programa Cambio Climático Global de la USAID / México, teniendo como objetivos estratégicos la reducción del consumo de combustibles fósiles y la promoción de actividades que reduzcan las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Se pretende la instalación y fortalecimiento de un sistema eléctrico, basado en fuentes de energía renovables (solar, eólica, biomasa y microhidráulica) que disminuyen la necesidad de extender la capacidad instalada de generación de energía eléctrica con base en el consumo de combustibles fósiles como carbón, combustóleo y gas natural, así como reemplazar o reducir la instalación de generadores o sistemas de bombeo de agua basados en el consumo de diesel

Dentro de las actividades que ha desarrollado el organismo se encuentran:

- Implementación de proyectos piloto y demostrativos.
- Evaluación de los recursos solar, eólico y microhidráulico
- Evaluación y revisión de impacto económico e institucional del proyecto.
- Planeación, coordinación, desarrollo e información del proyecto.

### **3.7 ORGANISMOS QUE FOMENTAN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO**

#### *INTRODUCCIÓN*

A pesar de que este apartado tiene un objetivo distinto al de financiar proyectos que apliquen tecnologías renovables en áreas rurales, hemos creído conveniente exponer con brevedad, los organismos de financiamiento que se encargan de fomentar el desarrollo tecnológico dentro de las distintas empresas que fabriquen e innoven tecnologías renovables, ya que el país necesita nuevas formas de obtención y utilización de energías, que contribuyan enormemente en la generación de nuevos mercados y la disminución de sus costos, provocando un beneficio social, que es en última instancia, el eje de acción del presente trabajo.

#### *ORGANISMOS Y SUS PROGRAMAS*

A continuación se van a mencionar dos organismos que prestan apoyos financieros a las empresas para el desarrollo tecnológico

##### **3.7.1 CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT)**

El CONACYT, tiene programas para promover y actualizar nuevas tecnologías para el desarrollo de los pequeños y medianos empresarios, proporcionándoles herramientas que les permita acercarse a

los beneficios de la modernización, innovación y desarrollo tecnológico, aquí es donde las empresas que fabrican equipos de energía renovable pueden encontrar apoyo con los siguientes programas.

### *PROGRAMAS*

#### a) FIDETEC

El FIDETEC es un fideicomiso creado para impulsar el desarrollo de proyectos de inversión, que impliquen la modernización de las empresas y el aumento de sus capacidades, para incrementar su competitividad en el mercado nacional e internacional.

Asimismo, apoyan los proyectos de *Innovación y Desarrollo Tecnológico* en su etapa precomercial, es decir, desde la investigación y desarrollo hasta la producción de lotes de prueba a nivel industrial, incluyendo la construcción de prototipos y/o plantas piloto.

#### b) CENTROS TECNOLÓGICOS

Este programa tiene la finalidad de dar apoyo financiero a grupos de empresas (mínimo 5) para la creación, fortalecimiento y expansión de Centros Tecnológicos que fomenten el desarrollo de la innovación, competitividad y productividad de las empresas.

#### c) MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA

El Programa de Modernización Tecnológica tiene como finalidad apoyar a la pequeña y mediana empresa para incrementar su productividad y competitividad, a través del fortalecimiento de un mercado activo de servicios tecnológicos.

#### d) IBEROEKA

IBEROEKA es un programa dirigido al sector industrial para fomentar la cooperación entre empresas en el campo de la investigación y el desarrollo tecnológico.

Su objetivo principal de IBEROEKA es, mediante una estrecha colaboración entre empresas y centros de investigación, aumentar la productividad y competitividad de las industrias y economías nacionales que consoliden las bases para la prosperidad duradera dentro de la comunidad iberoamericana.

### **3.7.2 NACIONAL FINANCIERA**

Los programas que maneja Nacional Financiera, están diseñados para el desarrollo y modernización de las empresas que fabrican equipos con alta tecnología.

### *PROGRAMAS*

#### a) PROGRAMA DE DESARROLLO DE PROVEEDORES

Nacional Financiera apoya a las grandes y medianas empresas para obtener insumos y/o productos de calidad a costos competitivos, impulsando el desarrollo de una Red de Proveedores eficiente y confiable.

Promover la creación y fortalecimiento de una red de proveeduría eficiente y competitiva para las grandes empresas otorgando asistencia integral, financiamiento, capacitación y asistencia técnica, a la micro, pequeñas y mediana empresas que integran su cadena productiva

b) PROGRAMA DE GARANTÍAS.

Nacional financiera ha creado el programa de Garantías para facilitar a las micros, pequeñas y medianas empresas el acceso a recursos de largo plazo, a través de la banca comercial.

Ayuda también a completar el monto de las garantías que requieren los Bancos para financiar nuevos proyectos, cuyo destino sea realizar inversiones en activos fijos y capital de trabajo de empresas productores de bienes y servicios, preferentemente de las actividades industriales consideradas prioritarias, así como proyectos de Desarrollo Tecnológico y Mejoramiento de Medio Ambiente.

## 4.0 ANTEPROYECTO

El propósito del presente anteproyecto es el uso de las energías alternas, aplicándolas en una comunidad rural específica. Para la selección de dicha comunidad se tenía que cumplir con los parámetros siguientes, los cuales fueron elegidos debido a que representan las condiciones mínimas necesarias para que un proyecto de energías alternas resulte viable:

- Alto grado de marginación.
- Considerable lejanía de la red eléctrica y vías de comunicación.
- Cero electrificación.
- Que la población sea de menos de 500 habitantes, ya que si este número es mayor, podría tener una mayor factibilidad el uso de las tecnologías convencionales.
- Caminos sinuosos para el acceso a la comunidad

Al ser este tipo de proyectos aplicables en distintas zonas geográficas, se pensó que San Luis Potosí, Veracruz y Puebla eran los lugares apropiados para la ejemplificación de la aplicación de estas tecnologías, además de que su relativa cercanía a la Cd. de México, nos facilitaba la transportación y el acceso a la información del lugar. Sin embargo, al hacer un análisis comparativo, se llegó a la conclusión de que San Luis Potosí, bajo nuestro criterio y la información con que contábamos, era una zona viable para la aplicación del proyecto. Después de un análisis hecho sobre este estado (Mapa No.4.1), se observó que el Municipio de San Nicolás Tolentino (uno de los cuatro con menos recursos presupuestales por parte del gobierno estatal), contaba con comunidades adecuadas a los parámetros que habíamos establecido, resultando seleccionada la comunidad de "Puerto de la Descubridora".



Mapa No.4.1 Estado de San Luis Potosí. Las zonas sombreadas representan a los municipios de mayor importancia cercanos al Pto. de la Descubridora.



## • POBLACIÓN

Según datos obtenidos por Sedesore (Secretaría de Desarrollo Regional) la población del "Pto. De la Descubridora", es de 128 habitantes, contando con 25 casas, todas sin electrificación ni agua potable.

## • VIVIENDA

El tipo de vivienda con la que se cuenta es en un 90% de adobe y el resto de ladrillo rojo y madera. Los techos son de lámina y madera, además de que el piso es de tierra. Las casas generalmente cuentan con 1 a 2 cuartos y una cocina, aunque algunas tienen todo unido; el área promedio de cada cuarto es de 16 m<sup>2</sup> y el de cada vivienda es de 40 m<sup>2</sup>. Un dato importante es el número de habitantes por casa, que en promedio es de 7 personas.

## • ESCUELA

Se encuentra un área cercada, dentro de la cual, se encuentran dos salones de clases, un cuarto para dispensario y la casa del maestro.

## • SERVICIOS

En cuanto a los servicios con que cuenta, en realidad estos se reducen a cero.

-Para su iluminación, utilizan velas (que representan un gasto fuerte en la economía del lugar).

-En lo referente al agua, para el consumo humano, se cuenta con un pozo que sólo en épocas de lluvias se llena por captación y filtración, teniéndose que controlar el gasto del agua durante el resto del año. Para el consumo de ganado y agricultura, se valen de un pequeño estanque de agua, que se almacena durante la época de lluvias.

-No se cuenta con fosa séptica y la defecación es a cielo abierto.

-Para la cocción y calefacción se utiliza leña en hornos muy poco eficientes.

## • COMUNICACIÓN

Respecto a las vías de comunicación, se cuenta con una desviación a partir de la carretera #70 Río Verde- San Luis Potosí ( Parada "Valle de los Fantasmas"), donde el camino es de terracería y tiene una distancia aproximada de 14 km hasta la comunidad, que irónicamente cuenta con caseta telefónica.

## • ECONOMÍA

No se cuenta con ganadería ni agricultura formal (sólo para autoconsumo y de temporal). Los ingresos son captados a través del cuidado y manutención de propiedades privadas (ranchos particulares) aledañas a la zona y por medio de actividades temporales externas al lugar.

Tomando en cuenta el total de ingresos por familia que van de \$ 200 a \$ 300 pesos/semana es imposible poder hablar de un desarrollo real de la comunidad con éste tipo de salarios, ya que viven al día y sus mejoras son pocas y relativamente pequeñas.

## FOTOGRAFÍAS

A continuación se muestran algunas imágenes que describen la situación de la comunidad:



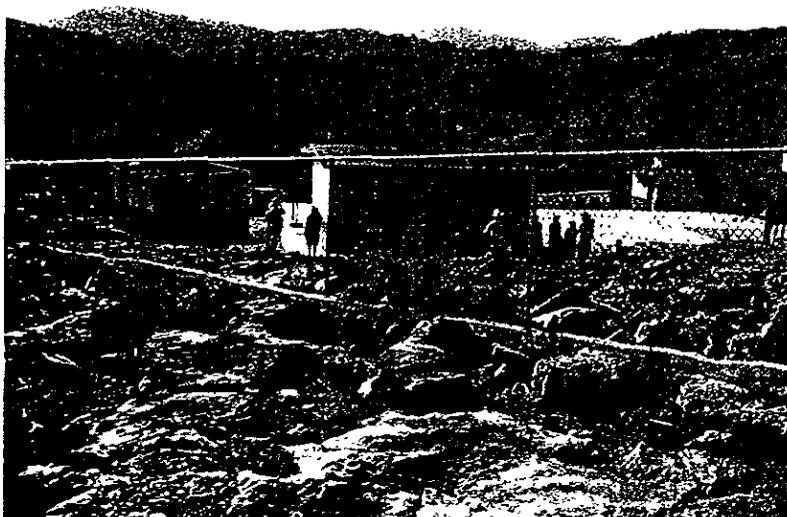
*Foto No 1 PANORÁMICA DE LA ZONA DONDE SE UBICA LA COMUNIDAD*



*Foto No.2 UNA ALTA ROCOSIDAD ES LA QUE CARACTERIZA A LA COMUNIDAD*



*Foto No.3 PANORÁMICA DEL PUERTO DE LA DESCUBRIDORA*



*Foto No.4 DISPENSARIO Y ESCUELA*



*Foto No.5 ASPECTO DE UN COCINA TÍPICA DEL LA COMUNIDAD*



*Foto No.6 UN EJEMPLO MAS DE LA ROCOSIDAD EXISTENTE EN LA COMUNIDAD*



*Foto No. 7 ANIMALES EXISTENTES EN LA COMUNIDAD*



*Foto No 8 VISTA PANORÁMICA A EL PUERTO DE LA DESCUBRIDORA*

### **4.3 PROBLEMÁTICA**

#### **a) LEJANÍA**

El camino de terracería existente para el acceso a la comunidad, tiene el problema de cruzar por varias propiedades privadas, lo cual ha generado problemas sociales entre los habitantes de la comunidad y los dueños de estas propiedades, además de que esta entrada atraviesa por un municipio aledaño al de San Nicolás Tolentino. Actualmente, se realiza un camino de igual o mayor distancia, pero que se encuentra ya dentro del municipio.

#### **b) ESCASEZ DE AGUA**

El agua del lago existente, se ve contaminada por el libre acceso que tienen los animales a él.

En cuanto al consumo humano de agua, se tiene el problema de ser muy racionalizado, ya que el pozo con que cuentan sólo se nutre en época de lluvia.

En estos momentos se intenta la excavación de un pozo, que se encuentra detenida por falta de equipo para su realización.

#### **c) DRENAJE**

Debido a la ausencia de drenaje o de algo similar como podría ser una fosa séptica, existe un alto índice de enfermedades gastrointestinales que acosan fuertemente a la población.

#### **d) ELECTRIFICACIÓN**

En esta comunidad, no se cuenta con el servicio eléctrico. Su lejanía medida a partir de la red más cercana es de 13 km aproximadamente lo que dificulta la extensión de la red, aunado a los problemas que conlleva el atravesar una sierra boscosa.

#### **e) EDUCACIÓN**

En general, la población adulta (de 40 años en adelante), es analfabeta. La educación que se imparte en la escuela es hasta el 6° de primaria, siendo necesaria ya una educación de nivel secundaria.

#### **f) AUSENCIA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA**

La comunidad no cuenta con una actividad económica formal. Se ha visto fuertemente afectada por el problema de emigración existente, que generalmente abarca a la fuerza productiva, dejando atrás a niños, mujeres y ancianos, como fuerza de trabajo.

#### **g) TERRENO SINUOSO**

Las condiciones propias del terreno, dificultan la realización de actividades como la agricultura en extensiones grandes, la construcción de infraestructura y de otros servicios.

Existe un problema de erosión causado por la deforestación de la zona, ya que la madera es el único combustible con el que cuentan

#### *h) SOCIAL.*

Étnicamente, se trata de una población en su mayoría mestiza. Existe una mala organización dentro de la comunidad, asentada tanto por factores étnicos como económicos, que se reflejan en envidias, no-cooperación o ayuda comunitaria y que retribuye en un mediocre desarrollo. Esto será un punto de crucial atención, para la implantación del proyecto. Aún así existe un espíritu de superación, que bien encausado podría dar resultados en lo que se considera como trabajo de equipo.

#### **4.4 POTENCIAL PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO**

En este punto, se tratará del potencial económico con que cuenta la zona para su posible explotación. De estas alternativas, sólo los más viables se someterán a un estudio más detallado, en el que se revisará su viabilidad técnica a través del uso de energías alternas (dicho estudio se mostrará en el punto 4.5). Las alternativas son:

##### *a) NOPAL*

Resulta ser un terreno apto para la explotación en gran escala del Nopal, ya que puede ser aprovechado para la obtención de la tuna, su deshidratación, molienda y como alimento, siendo utilizado para autoconsumo y venta.

##### *b) GANADO*

Esta zona es factible para ganado pequeño, ya que se cuenta con pastizales (de temporal), además de que el consumo de agua requerido por estos es poca. Este tipo de ganado puede proporcionar carne, leche, piel e indumentaria cuyo costo en el mercado resulta estar bien cotizado, siendo también utilizado para el autoconsumo.

##### *c) CULTIVOS DE MANZANA Y DURAZNO*

Debido a las condiciones climatológicas, resulta ser un lugar viable (bajo ciertos cuidados), para este tipo de cultivos. Los frutos que se obtuvieran, podrían ser usados para autoconsumo y venta.

Sin embargo, estos se ven afectados en su expectativa por falta de suficiente agua para su logro.

##### *d) PRODUCCIÓN DE CAL*

Ya que se cuenta con el mineral adecuado para la producción de cal en grandes cantidades (piedra caliza), éste resultaría un buen elemento de explotación, que traería un gran beneficio económico.

Peró para la producción de cal, se necesitan grandes cantidades de energía que con tecnologías renovables es difícil alcanzar, por lo que se necesitaría recurrir a fuentes convencionales (como hornos de gas) y por lo mismo ésto sale de nuestro tema de estudio.

No obstante, en lo concerniente al desarrollo económico de la comunidad, creemos que esta opción sería la que captaría los mayores beneficios económicos.

#### e) *CARBÓN VEGETAL*

La existencia de encino en los alrededores convierte esta posibilidad en una de las más atractivas como ingreso económico. No obstante, una consecuencia de su producción es el problema de la deforestación y contaminación de la zona, por lo que de ser implementada, es necesario un programa de reforestación. Este tipo de programas sale también de nuestro contexto.

### RESUMEN

De las alternativas expuestas con anterioridad, las que resultan ser viables para ser estudiadas en el siguiente punto son las referentes al Nopal y el Ganado, junto con las tecnologías que se asocien a su implementación.

### 4.5 *APLICACIÓN DE LAS ENERGÍAS ALTERNAS PARA LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS*

En el presente punto se tiene por objeto, el hacer un diagnóstico de las posibles alternativas de desarrollo económico, que resultarían de aprovechar los recursos naturales con que cuenta la comunidad, utilizando las energías alternas.

De un estudio preliminar, se llegó a las siguientes posibilidades:

#### a) *BOMBEO DE AGUA PARA USO DE ABREVADEROS*

El bombeo de agua para este tipo de uso, trae como consecuencia el crecimiento adecuado e incremento del ganado, además de cuidar que el agua existente no sea contaminada por los animales (excremento, saliva, etc).

#### b) *CORRAL ELÉCTRICO*

Este tiene como finalidad el correcto uso del suelo para pastoreo, logrando así un consumo sistemático del área disponible para el mantenimiento del ganado.

#### c) *SECADO DEL NOPAL*

A pesar de no ser cultivado en forma, las condiciones con que se cuenta en la zona, propiciaron que se pensara en proponer el secado del nopal como una alternativa. Una vez que se investigó sobre los distintos factores y puntos estratégicos necesarios para lograr una producción competitiva, se llegó a lo siguiente:

Existe una gran variedad de nopal en todo el estado de San Luis Potosí, sin embargo, resultó ser que la variedad de nopal que nace de manera natural en esa región del estado no corresponde a la utilizada dentro de la industria del secado (siendo éste el *opuntia ficus indica*), por lo que la plantación forzosamente tendría que iniciar desde cero, es decir, plantando una penca tierna que sólo después de aproximadamente cuatro años podría comenzar a ser explotable. Además, se necesitaría de riego para sostener una producción de nopal para este fin.

La producción diaria a nivel industrial utilizando horno de gas asciende a una tonelada, misma que sólo podría ser alcanzada en dos o tres días con un equipo solar, además de que actualmente existe una sobreproducción en el mercado del nopal seco a nivel nacional

Por todo lo expuesto con anterioridad, creemos que el secado de nopal no es una alternativa que resulte viable desde el aspecto económico y de generación de ingresos a corto plazo.

d) *RIEGO:*

Resulta atractivo el riego para la producción de alimentos (frutos, hortalizas, etc). No obstante, la falta o escasez de agua provoca que no se pueda sostener el caudal necesario para el riego. Aunado a todo esto, se encuentra la dificultad de la localización de un terreno adecuado para el cultivo, además de la falta de información sobre los cultivos más adecuados para estos terrenos. Por las anteriores razones se puede decir que el riego no es una opción viable hasta el momento, quedando principalmente sujeta a las excavaciones de un pozo.

## RESUMEN

Las *opciones* que se consideran viables para la comunidad son el bombeo de agua para uso de abrevadero y el corral eléctrico. Dichas propuestas se desarrollaran más adelante.

Respecto a las otras opciones, éstas podrían ser factibles si las condiciones del lugar y el mercado para su comercialización fueran más favorables.

### 4.5.1 PROPUESTA DEL BOMBEO DE AGUA PARA USO DE ABREVEDERO

Como ya dijimos, el objetivo del bombeo es la manutención del ganado y cuidado de la higiene del agua del estanque, entendiéndose como "cuidado" el prevenir que éste se contamine por el uso animal y humano (excremento, jabones y detergentes). Para ello, es necesario conocer los consumos de agua que se tendrán en cada caso por separado (humano y animal), con el fin de poder diseñar el sistema de bombeo.

A continuación se presentarán ambos estudios

a) *CONSUMO DE AGUA DE LOS ANIMALES*

Se calculará la cantidad máxima de animales que podrían subsistir en la zona, alimentados únicamente con los recursos naturales de ésta (a este tipo de ganado se le conoce como ganado de agostadero).

Debido a que no se cuenta con una actividad ganadera formal y que el número de cabezas existentes es de 5 vacas y 1 caballo, consideramos que es necesario se apoye la actividad ganadera con el fin de que se generen mayores ingresos. Una vez que se investigó sobre el tipo de ganado conveniente para esta zona, se llegó a la conclusión de que el ganado caprino es la mejor opción debido a que:

- α La geografía del lugar resulta apta para su cría
- α Las condiciones climáticas no representan un problema serio.
- α La alimentación y consumo de agua que requieren es poca en comparación con otro tipo de ganado
- α Su comercialización resulta rentable.

- a Es fuente de múltiples productos tanto para su auto-consumo como para su venta (algunas a pequeña escala), tales como la leche, el queso, la piel, etc.
- a Cumple con su función retroalimentadora del ecosistema, contrario a la idea generalizada que se tiene de que las cabras son destructoras y dañan la región.

Para nuestra comunidad, el ingreso estará basado en la venta de crías, ya que el tipo de vegetación existente en la zona, no permite la explotación de leche y engorda para consumo de carne.

• CÁLCULO DEL NÚMERO DE ANIMALES POSIBLES

Para poder estimar la cantidad de animales que pueden subsistir en la zona, es necesario conocer el tipo de vegetación existente y la cantidad de alimento que ésta puede proporcionar. A reserva de que se realice un estudio con mayor profundidad y se ejecute por expertos en el campo, se encontró en las cartas de la “Comisión Técnico-Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero” (COTECOCA) que la comunidad se encuentra en una zona de pastizal abierto que es catalogada por la misma COTECOCA como zona Cm61 (ver MAPA No.4.3).



Mapa No.4.3 CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LOS ALREDEDORES DE LA COMUNIDAD

Una vez encontrada la zona que caracteriza a la vegetación existente en el Puerto de la Descubridora, según valores que maneja la COTECOCA, se obtuvo el Coeficiente de Agostadero que es el número de hectáreas (ha) requeridas para mantener alimentada durante un año a una Unidad Animal (U.A.), la unidad se refiere a un ganado cuyo peso varía entre los 400 a 450 Kg. (vaca). Dependiendo de la especie de animal con que se cuente en la zona, se tiene una conversión para conocer el número de animales de la especie que correspondería a cada unidad animal.

El Coeficiente de Agostadero para esta zona resultó ser de 10.71 ha/U.A.-año (COTECOCA)

Al número máximo de unidades animal que pueden sobrevivir en la zona se le conoce como carga animal (C.A.), y se calcula al dividir la superficie de la comunidad, que es de 100 hectáreas (ha), entre el coeficiente de agostadero (10.71 ha/U.A.-año), es decir:

$$\begin{aligned}
 \text{C.A.} &= \text{Superficie} / \text{Coeficiente de Agostadero} \\
 &= 100 \text{ ha} / 10.71 \text{ ha/U.A.} = 9.33 \text{ U.A. máximas}
 \end{aligned}$$

Para conocer la cantidad de unidades animal que puede ser incrementada en la zona, es necesario tomar en cuenta el número de animales ya existentes (cinco vacas y un caballo), considerándolos a cada uno como una unidad animal, teniendo un total de 6 U.A. Entonces para calcular las U.A. a incrementar, se restan las unidades animales ya existentes de las unidades animal máximas que se pueden tener (9.33 U.A.).

$$9.33 \text{ U.A. máximas} - 6 \text{ U.A. existentes} = 3.33 \text{ U.A. incrementadas}$$

Por lo tanto la carga animal que puede ser incrementada en la región del Puerto de la Descubridora es de 3.33 U.A. Debido a que el ganado que estamos proponiendo es de menor peso (caprino), se necesita hacer un ajuste de la carga animal calculada, con el fin de conocer el número real de cabras que se podrían tener. A partir de manuales técnicos sobre ganado caprino, realizados por la SAGAR, se encontró que la equivalencia de la unidad animal es de: 0.1 cabras/U.A. Haciendo el ajuste, el número de cabras nos da:

$$\text{No. Cabras} = \text{U.A. incrementadas} / \text{Ajuste cabras} = 3.33 \text{ (U.A.)} / 0.1 \text{ (cabras/U.A.)} = 34 \text{ cabras.}$$

Es decir, podrán subsistir dentro de las 100 hectáreas con que dispone la comunidad, las 34 cabras nuevas y los 6 animales que ya se tenían.

- CÁLCULO DEL CONSUMO DE AGUA DE ANIMALES

Una vez que se tiene la cantidad de animales, podemos proceder a calcular su consumo diario de agua, que se basará en datos obtenidos de manuales de la SAGAR. En la siguiente tabla (TABLA No.4.1) se muestra la cantidad de agua requerida por cada especie.

**TABLA NO. 4.1 CONSUMOS DE AGUA POR ANIMAL Y ESPECIE**

ANIMAL	CANTIDAD	CONSUMO P/ANIMAL (l/día/animal)	CONSUMO P/ESPECIE (l día)
CABRAS	33	8	264
VACAS	4	45	180
CABALLO	1	45	45
Σ de consumo			489

Por lo tanto, el consumo total de agua que requieren los animales es de 489 (l/día) lo que equivale a 20 375 (lh).

## b) CONSUMO DE AGUA HUMANO

Primero que nada, es importante señalar lo que consideramos como consumo humano utilizando el agua del estanque, la cual no es potable. El consumo se limitará a cuestiones como el lavado de ropa y llenado de cubetas para aseo tanto personal como del hogar.

En la comunidad se realizó una encuesta en la que se preguntó la frecuencia con que se lavaba la ropa, llegando al resultado de que en promedio cada cinco días se realiza esta actividad. A partir de este dato y suponiendo que el gasto de agua es mínimo, se llegó a una estimación del consumo promedio de agua para este tipo de uso, que es de alrededor de 1500 l/día.

## c) CÁLCULO DE LA BOMBA

Además de ser necesarios los datos del consumo de agua que se tendría, es también importante conocer la configuración del sistema físico de bombeo, para que de esta forma se pueda calcular una carga de bombeo que resulta ser otro de los parámetros importantes en la selección del equipo.

La configuración del sistema de bombeo (ver Figura No.4.1) consistirá en lo siguiente:

Se planteará que la bomba mande el agua a un tinaco receptor, cuya entrada estará ubicada a 1.75m de altura sobre el nivel de piso. El tanque, que será de 4000 lts, estará reposado sobre una base con una altura de 40cm. En la parte inferior del tanque se tendrá una válvula de salida del agua para el abrevadero. Midiendo 60cm por encima de la parte inferior del tanque, se encontrarán dos llaves que se utilizarán para el consumo humano. La diferencia de cotas existente entre las llaves de uso de abrevadero y las de consumo humano, tiene la finalidad de fungir como una especie de sistema de control, que procure una reserva de agua para el uso animal. Asimismo el tanque tendrá un sistema de control para el accionamiento de la bomba.

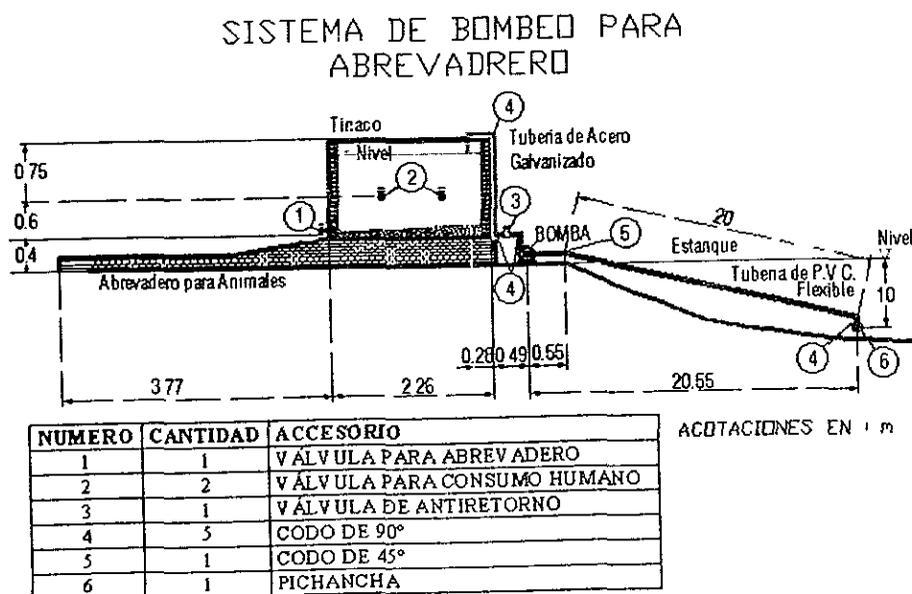


Figura No.4.1 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO

Para hacer el cálculo de la bomba, se hacen las siguientes consideraciones:

- Los valores de las variables que aparecerán en los cálculos posteriores, como son la viscosidad dinámica ( $\nu$ ), el coeficiente de fricción ( $f$ ) y el coeficiente de pérdidas ( $K$ ), fueron sacados del libro de Mecánica de Fluidos, F. M. White, ver apéndices 2-A, 2-B y 2-C.

Primero, se calcula la carga de extracción ( $H_{ex}$ ), que es la que mide la diferencia de cotas entre la bomba y el fondo de estanque. La tubería a considerar en esta sección del sistema es de PVC flexible, siendo la ecuación a utilizar la siguiente:

$$H_{ex} = H_{\text{succión}} + \text{pérdidas1} = 1.1 \text{ m} + \text{pérdidas1} \quad (1)$$

$$\text{pérdidas1} = \text{pérdidas1}_{\text{primarias}} + \text{pérdidas1}_{\text{secundarias}}$$

Para la elevación al tanque contenedor, se calcula la carga de elevación ( $H_{elev}$ ), tomando en cuenta una tubería de acero galvanizado, el cálculo será:

$$H_{elev} = H_{\text{tanque}} + \text{pérdidas2} = 1.80 \text{ m} + \text{pérdidas2} \quad (2)$$

$$\text{pérdidas2} = \text{pérdidas2}_{\text{primarias}} + \text{pérdidas2}_{\text{secundarias}}$$

por lo que la carga neta requerida por la bomba será de:

$$H_{\text{neta}} = H_{ex} + H_{elev} + \text{pérdidas} = 2.9 \text{ m} + \text{pérdidas} \quad (3)$$

siendo:

$$\text{pérdidas} = \text{pérdidas}_{\text{primarias}} + \text{pérdidas}_{\text{secundarias}} \quad (4)$$

$$\text{pérdidas}_{\text{primarias}} = \text{pérdidas1}_{\text{primarias}} + \text{pérdidas2}_{\text{primarias}} \quad (5)$$

$$\text{pérdidas}_{\text{secundarias}} = \text{pérdidas1}_{\text{secundarias}} + \text{pérdidas2}_{\text{secundarias}} \quad (6)$$

La entrega se considerará a presión atmosférica.

Sumando los gastos de consumo humano más el del consumo animal, calculados anteriormente, resulta ser el gasto total ( $Q_T$ ) de:

$$Q_T = Q_{\text{humano}} + Q_{\text{animal}} = 62.5 \text{ l/h} + 20.5 \text{ l/h} = 83 \text{ l/h} = 2000 \text{ l/día} \quad (7)$$

Como la bomba sólo va a funcionar cinco horas, debido a que el equipo no almacena energía, necesitamos calcular el gasto real ( $Q_{\text{real}}$ ) durante las horas de funcionamiento.

$$Q_{\text{real}} = 2000 \text{ l/día} / 5 \text{ hrs.} = 400 \text{ l/hr} = 1.111 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \quad (8)$$

que será el gasto para el cual diseñaremos el sistema.

Para el cálculo de la velocidad del flujo ( $V$ ) considerando el gasto real y una tubería de diámetro ( $D$ ) de 0.0254m (1 pulg.), tenemos que:

$$\text{Area} = \pi D^2 / 4 = \pi (0.0254 \text{ m})^2 / 4 = 5.067 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$V = Q_{\text{real}} / \text{Area} = (1.111 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}) / (5.067 \times 10^{-4} \text{ m}^2) = 0.219 \text{ m/s} \quad (9)$$

Para calcular las pérdidas, necesitamos saber el tipo de flujo con que se maneja, por lo que se requiere calcular el número de Reynolds (Re)

$$Re = V D \rho / \mu = (0.219 \text{ m/s}) (0.0254 \text{ m}) (1000 \text{ kg/m}^3) / (1.003 \times 10^{-3} \text{ N s/m}^2) = 5546 \quad (10)$$

El número de Reynolds obtenido, se encuentra dentro del límite inferior del flujo turbulento y nos servirá para calcular el factor de fricción.

Para calcular los factores de fricción ( $f_1$  y  $f_2$ ) se usó el diagrama de Moody (Apéndice No.2-E). Se consideró para el cálculo de  $f_1$  una tubería de PVC (catalogada como conducto liso) y para  $f_2$  un tubo de acero galvanizado, dándonos como resultado:

$$f_1 = 0.036 \quad \text{y} \quad f_2 = 0.038$$

Para calcular las pérdidas primarias, se suman las pérdidas generadas a lo largo de los 20.56 m de la línea de succión más los existentes en los 2.34 m de la línea de descarga, tal y como a continuación se describe:

$$\begin{aligned} \text{pérdidas}_{\text{primarias}} &= \text{pérdida}_{1\text{primaria}} + \text{pérdida}_{2\text{primaria}} \\ &= f_1 (L_{\text{succ}}/D) (V^2/2g) + f_2 (L_{\text{desc}}/D) (V^2/2g) = [f_1(L_{\text{succ}}/D) + f_2(L_{\text{desc}}/D)] (V^2/2g) \\ &= [(0.036)(20.56 \text{ m}/0.0254 \text{ m}) + (0.038)(2.34/0.0254)] (0.219 \text{ m/s})^2 / 2 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \\ \text{pérdidas}_{\text{primarias}} &= 0.0798 \text{ (m)} \end{aligned}$$

En el cálculo de las pérdidas secundarias (pérdidas<sub>secundarias</sub>) se tomarán en cuenta los siguientes accesorios:

- 5 codos de 90°, con diámetro de 0.0254 m (1 pulg.),  $K = 1.5$
- 1 codo de 45°, con diámetro de 0.0254 m (1 pulg.),  $K = 0.32$
- 1 válvula de antirretorno, con paso de 0.0254 m (1 pulg.),  $K = 2.9$
- 1 pichanca situada en la succión, con paso de 0.0254 m (1 pulg.),  $K = 3.66$  (apéndice 2-D)

Primeramente, se calcularán las pérdidas en cada uno de los accesorios, utilizándose la fórmula siguiente:

$$h = K (V^2/2g) \quad \text{en donde: } K = (f)(L_e/D)$$

$$h_{\text{codos } 90^\circ} = (1.5) (0.219 \text{ m/s})^2 / 2(9.81 \text{ m/s}^2) = 0.00367 \text{ m}$$

$$h_{\text{codos } 45^\circ} = (0.32) (0.219 \text{ m/s})^2 / 2(9.81 \text{ m/s}^2) = 0.000782 \text{ m}$$

$$h_{\text{V. antirretorno}} = (2.9) (0.219 \text{ m/s})^2 / 2(9.81 \text{ m/s}^2) = 0.00709 \text{ m}$$

$$h_{\text{V. pichanca}} = (3.66) (0.219 \text{ m/s})^2 / 2(9.81 \text{ m/s}^2) = 0.00895 \text{ m}$$

Considerando el número de accesorios existentes de cada tipo y sumando todas las pérdidas generadas por ellos nos resultará:

$$\text{pérdidas}_{\text{secundarias}} = (5) h_{\text{codos } 90^\circ} + (1) h_{\text{codos } 45^\circ} + (1) h_{\text{V. antirretorno}} + (1) h_{\text{V. pichanca}}$$

$$\text{pérdidas}_{\text{secundarias}} = (5)(0.00367) + (1)(0.000782) + (1)(0.00709) + (1)(0.00895) = 0.0352$$

Retomando la fórmula de la carga neta (3) y sustituyendo los valores obtenidos de las pérdidas primarias y secundarias, tenemos que:

$$H_{\text{neta}} = H_{\text{cv}} + H_{\text{elev}} + \text{pérdidas} = 2.8 \text{ m} + \text{pérdidas}_{\text{primarias}} + \text{pérdidas}_{\text{secundarias}}$$

$$H_{\text{neta}} = 2.9 \text{ m} + 0.0798 \text{ m} + 0.0352 \text{ m} = 3.015 \text{ (m)}$$

A manera de evitar posibles errores, redondearemos nuestra carga total a 3.1 (m).

Una vez que se tienen el gasto real ( $Q_{\text{Real}}$ ) necesario, la carga neta ( $H_{\text{neta}}$ ) a la que se someterá el equipo y la eficiencia de la bomba ( $\eta_{\text{Bomba}}$ ) que está dada por el fabricante y es del 25%, se proseguirá a calcular su Potencia (P), que será:

$$P = \rho \cdot g \cdot H_{\text{neta}} \cdot Q_{\text{Real}} / \eta_{\text{Bomba}} \quad (11)$$

$$P = (1000 \text{ kg/m}^3) (9.81 \text{ m/s}^2) (3.1 \text{ m}) (1.111 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}) / 0.25 = 13.51 \text{ W}$$

La potencia eléctrica demandada resultará de dividir la potencia de la bomba, entre la eficiencia del motor ( $\eta_{\text{Motor}}$ ) que es del 90%, tal como sigue:

$$\text{Potencia} = P / \eta_{\text{Motor}} = 13.51 \text{ W} / 0.9 = 15 \text{ W}$$

$$\text{Potencia} = 15 \text{ W}$$

#### d) SISTEMA SELECCIONADO PARA EL BOMBEO

Los datos que continuación se presentan, fueron obtenidos a través de la empresa Industrias Eléctricas de México (IEM-CONDUMEX). Cabe mencionar que la bomba seleccionada está sobredimensionada (al triple de lo necesario) debido a que en el mercado no existe ningún equipo con las dimensiones que se requerían para el proyecto. Sin embargo, la ventaja de ésta es que puede ser usada posteriormente en el riego de pequeñas hortalizas y de algunos árboles frutales, siempre y cuando se mantenga un nivel adecuado del estanque que dependerá de las condiciones meteorológicas del lugar.

Nombre: Planta Solar de Bombeo "Shurflo 2088 II"

Costo: \$ 1,070 USD (\$ 10,700 PESOS)

Contenido: - 1 Módulos de 50 watts SIMENS SM50-H  
- 1 Bomba horizontal Shurflo 2088 de 60 W  
- 1 Acoplador de potencia (L.C.B.) mod. LCB-3M-T  
- 1 Estructura de soporte T1-3  
- 1 Jgo. Accesorios para soporte T1-3  
- 1 Jgo. De cable, manguera y accesorios para completar la instalación

En un día despejado (considerando 4 horas pico de insolación) la Planta puede dar:

- 3400 Lts a una elevación de 5 mts. (opción seleccionada para nuestro caso)
- 2800 Lts a una elevación de 10 mts
- 2000 Lts a una elevación de 20 mts.

### c) ANÁLISIS ECONOMICO DEL SISTEMA DE BOMBEO

En lo que se refiere al Análisis Económico para el sistema de bombeo, se hará una comparación por los métodos de Valor Presente Neto (VPN) y la graficación del interés vs. VPN, entre el sistema de bombeo solar y una moto-bomba de gasolina (comúnmente utilizada por su capacidad en el mercado) para determinar la opción más rentable y así justificar su elección.

#### Nota General sobre los Análisis Económicos:

Los análisis económicos que se realizarán en el presente capítulo utilizarán la tasa de descuento internacional promedio que otorga el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que es del **6.65% anual** manejado en dólares, *debido a que creemos que este organismo es el que tiene mayores posibilidades de realizar el financiamiento del proyecto.* En el cálculo supondremos un tipo de cambio de \$10 pesos por cada dólar.

En cuanto a los análisis, éstos se basarán en el cálculo del Valor Presente Neto (VPN). Sólo en los casos del bombeo y la electrificación doméstica, se realizará un estudio comparativo utilizando una gráfica del interés vs. VPN con el fin de justificar la elección de los equipos.

### ANÁLISIS DEL VALOR PRESENTE NETO

#### I) BOMBA CON PANEL FOTOVOLTAICO

##### SISTEMA DE BOMBEO.

Planta Solar de Bombeo "Shurflo 2088 II"

Vida Útil = 10 años

Costo Total = 1,070 USD (10,700 PESOS)

##### Mantenimiento Preventivo

Costo = 100 USD (1,000 PESOS)

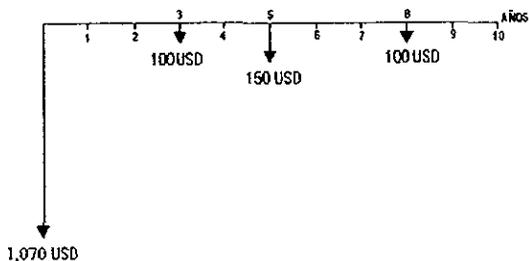
El primer mantenimiento preventivo será a los 3 años y el segundo a los 8 años.

##### Mantenimiento Mayor y Embobinado del Motor

Costo = 150 USD (1,500 PESOS)

A los 5 años se hará un Mantenimiento Mayor.

DIAGRAMA No. 1 FLUJO DE EFECTIVO PARA BOMBA FV



VPN = Costo Inicial + Mantenimiento Prev 1 + Mantenimiento Prev 2 + Mantenimiento Mayor

$$= 1,070 + 100 (P/F, 6.65\%, 3) + 100 (P/F, 6.65\%, 8) + 150 (P/F, 6.65\%, 5)$$

$$= 1,070 + 100 (0.824) + 100 (0.624) + 150 (0.7245) =$$

VPN = 1,323.5 USD (13,235 PESOS)

#### II) MOTO-BOMBA DE GASOLINA

##### SISTEMA DE BOMBEO.

Moto-bomba Honda de 2.5HP (2HP sitio)

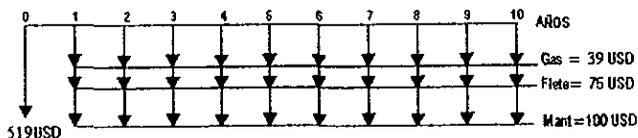
Gasto H<sub>2</sub>O mínima = 150 litros/minuto

Carga Dinámica mínima = 38 m

Vida Útil = 10 años

Costo Total = 519 USD (5190 PESOS)

DIAGRAMA No 2 FLUJO DE EFECTIVO PARA BOMBA DE GASOLINA



##### Gasolina

Gasto = 0.75 litros / hora a 1 HP (1.5 l/h a plena carga)

Costo = 0.495 USD/litro (4.95 pesos/ litro)

Tiempo Trabajo = 17 min/ día = 103 horas/año

Costo Anual = (Gasto) (Costo) (Tiempo Trabajo)

Costo Anual = (0.75 litros / horas) (0.495 USD/ litros) (103 horas/año)

Costo Anual = 39 USD (390 PESOS)

##### Flete de la Gasolina

Costo Anual = 75 USD (750 PESOS)

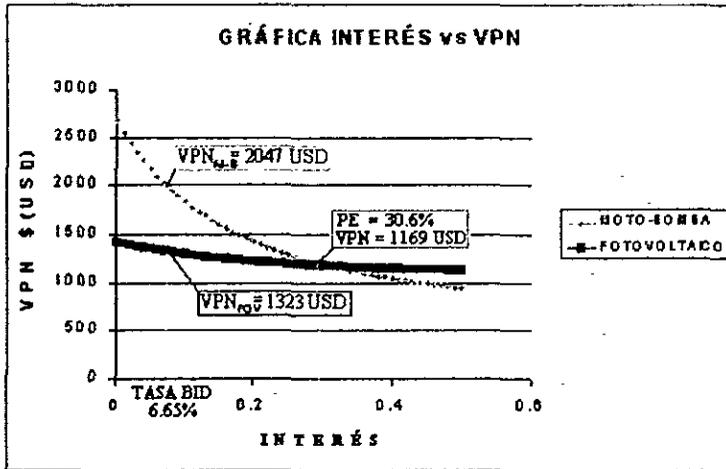
##### Mantenimiento Anual

Costo Anual = 100 USD (1000 PESOS)

$$\begin{aligned}
 \text{VPN} &= \text{Costo Inicial} + \text{Gasolina} + \text{Flete} + \text{Mantenimiento} \\
 &= 519 + 39 (P/A, 6.65\%, 10) + 75 (P/A, 6.65\%, 10) + 100 (P/A, 6.65\%, 10) \\
 &= 519 + (39+75+100) (7.1369) = 2,047 \text{ USD} \\
 \text{VPN} &= 2,047 \text{ USD (20,470 PESOS)}
 \end{aligned}$$

### GRÁFICA DE INTERÉS vs VPN

Este análisis consistirá en graficar las curvas del valor presente neto de la moto-bomba de gasolina y de la bomba con panel solar, dejando como variable independiente al interés, siendo la intersección entre ambas opciones el punto de equilibrio (PE).



Grafica No.1 BOMBA SOLAR VS MOTO-BOMBA

### COMENTARIOS

Al hacer el análisis del valor presente neto observamos que la opción de la bomba con panel fotovoltaico, resultó ser 0.55 veces más económica que una motobomba de gasolina.

En la Gráfica No.1 se muestra el comportamiento de cada alternativa a distintos intereses y se observa que la bomba con panel solar es más barata hasta un interés del 30.6%, a partir del punto de equilibrio la situación se invierte, siendo la más barata la motobomba.

Por las anteriores razones, consideramos que la mejor la opción a elegir, es la planta solar de bombeo.

### 4.5.2 PROPUESTA DEL CORRAL ELÉCTRICO.

Dentro del ámbito agropecuario, se ha tenido la necesidad de cuidar y conservar los recursos naturales a la vez de que estos son explotados, tratando de lograr con esto un equilibrio en el ecosistema así como la optimización de los beneficios que trae consigo la actividad.

Para lograr dicha optimización de recursos en la ganadería, es importante administrar adecuadamente el recurso forrajero que existe de manera natural en la zona donde se lleva a cabo la actividad. Por ello, resulta fundamental que el pastoreo se realice de forma sistemática, dividiendo el terreno en zonas donde los animales pastarán alternadamente (es decir mientras una zona es consumida la otra se regenera) cumpliendo con su función regeneradora en el ecosistema.

Ante esta situación, la Universidad Autónoma de Chapingo (U.A.C.H.), ha optado por recomendar el uso de corrales portátiles para el control de los animales. Existen dos tipos de corral que son:

- Los *Corrales Normales* de poste y malla o alambre de púa, que son pesados, difíciles de transportar, instalar y el tiempo invertido en dicha instalación es de varias jornadas.
- Los *Corrales Eléctricos* que son ligeros de fácil y rápida colocación. Su función es producir un efecto psicológico en los animales, al emitirles un voltaje que no los daña pero si los asusta. (Figura No.4.2)

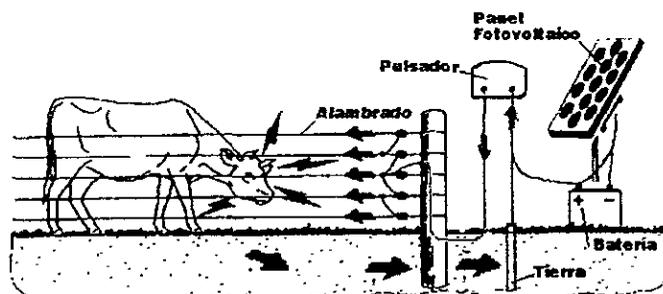


Figura No.4.2 DESCRIPCION DE CORRAL ELECTRICO

Se recibió una recomendación por parte de la U.A.C.H respecto a la superficie que necesitan tener los corrales para este tipo de ganado, la cual resultó ser de una hectárea, por lo que los cálculos se efectuarán para esta dimensión. Se considerará una distancia lineal de 400m.

#### a) CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO

El equipo consiste (Figura No.4.2) de las siguientes partes:

##### a) BATERÍA

No necesita ser de algún tipo en especial, pero por las condiciones en que será usada consideramos que lo más recomendable es utilizar una batería de descarga profunda, similar a las que se usarán para la iluminación.

##### a) PULSADOR

Es un dispositivo que reduce la corriente a un rango de entre 60 a 100mA e incrementa el voltaje de 5,000 a 10,000 V, espaciando las cargas en una frecuencia de 1.2 a 2.4 segundos. Este pulsador es el que se encarga de producir un choque eléctrico cuando el animal toca la cerca, pero es inofensivo para el ganado, aves y gente. Puede ser usado a la intemperie sin daño alguno, teniendo un bajo peso y tamaño portátil.

## a ALAMBRADO

Existen dos tipos de cercos, el alambre y malla de alambre.

El cerco de malla de alambre (Figura No.4.3) es mucho más practico pero más costoso, ya que:

- Su colocación es más rápida y fácil.
- Su vida útil es mayor y asciende a 10 años.
- Mejor efecto visual sobre los animales. Es decir, resulta más fácil que el animal aprecie visualmente una malla que un alambre solo.

La altura recomendada para el ganado caprino es de 1.10 m. Cada malla tiene 50 m de largo, por lo que necesitaremos de 8 mallas para completar las dimensiones requeridas.

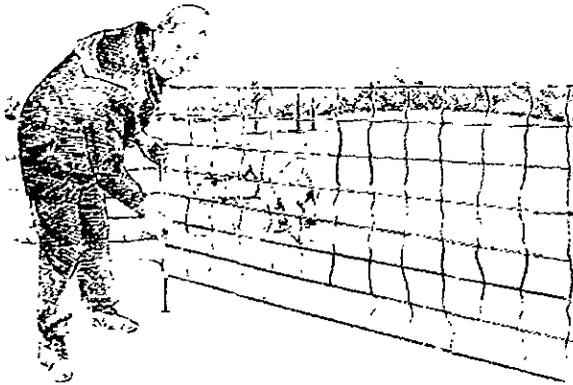


Figura No 4.3 MALLA PARA CERCO ELÉCTRICO

## a VOLTÍMETRO

Se encarga de revisar que la carga de la batería y la emisión de pulsos trabajen dentro de valores correctos. Si ocurre algo anormal en la lectura de las anteriores variables, se debe revisar que no existan cortes o roturas en la malla, que de existir, se cuenta con una caja de herramientas para realizar reparaciones.

## b) EQUIPO SELECCIONADO

Los datos que a continuación se presentan, fueron obtenidos a través de la compañía "Proveedora Agropecuaria de Comapa S.A. de C.V."

Nombre: Corral Eléctrico

Costo: 3,086 USD (30,860 PESOS)

Contenido:

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| - 1 Módulo de 50 watts            | - 1 Batería Exide GC4 de 220 Ah           |
| - Pulsador Marca Speedrite SB1000 | - 8 Mallas Speedrite de 50 m cada una     |
| - 1 Voltímetro                    | - 1 caja de herramienta para reparaciones |

### c) ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CORRAL

En el siguiente análisis, se calcularán los Valores Presentes Netos (VPN) tanto de un corral del tipo eléctrico como de un corral normal, con el fin de conocer su valor presente y la cantidad necesaria para sostener la inversión durante toda su vida útil.

#### ANÁLISIS DEL VALOR PRESENTE NETO

##### I) CORRAL ELÉCTRICO

###### Equipo de Cercado

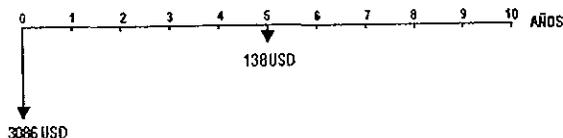
Superficie = 1 Hectárea  
Costo Total = 3,086 USD (30,860 PESOS)  
Vida Útil = 10 Años  
Característica Portátil

###### Batería

Costo = 213 USD (2,130 PESOS)  
Vida Útil = 5 Años  
Se requiere un cambio a los 5 Años

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= \text{Costo Inicial} + \text{Cambio de Batería} \\ &= 3,086 + 138 \text{ (P/F, 6.65\%, 5)} \\ &= 3,086 + 138 \text{ (0.7245)} \\ \text{VPN} &= \$3186 \text{ USD (31,860 PESOS)} \end{aligned}$$

DIAGRAMA No.3 FLUJO DE EFECTIVO PARA CORRAL ELECTRICO



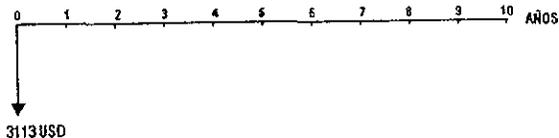
##### II) CORRAL NORMAL

###### Cerca de alambre

Superficie = 1 Hectárea  
Costo Total = 3,113 USD (31,130 PESOS)  
Vida Útil = 10 años  
Característica Fijo

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= \text{Costo Inicial} \\ &= 3,113 \\ \text{VPN} &= 3,113 \text{ USD (31,130 PESOS)} \end{aligned}$$

DIAGRAMA No 4 FLUJO DE EFECTIVO PARA CORRAL NORMAL



### d) COMENTARIOS

Al hacer el análisis del valor presente neto observamos que la opción del corral eléctrico comparado con el corral normal, son casi similares en su costo, siendo más económico el corral normal. Sin embargo, en la elección del corral intervienen otras consideraciones y características que ayuden a decidir sobre la opción más conveniente para invertir. Estas características son, para nuestro caso, que el corral sea de fácil transportación e instalación, ya que su finalidad es la administración del consumo forrajero de los animales, volviéndose necesario que cambie su localización periódicamente.

Al comparar todas estas razones, creemos que el corral eléctrico cumple de manera cabal con las características expuestas con anterioridad, por lo que aún cuando sea más caro, consideramos que es la opción más recomendable para invertir.

## 4.6 ELECTRIFICACIÓN DOMÉSTICA

Para la electrificación doméstica de la comunidad se llegó a la conclusión de que la mejor opción era un sistema fotovoltaico. Se analizaron las posibilidades que se tenían para escoger la fuente de energía alterna con mayor probabilidad de éxito, realizándose por medio de mapas tanto de radiación como de potencial eólico de la zona. Asimismo, se realizó un estudio del potencial que tendría el excremento animal y humano para la biometanación, llegando a las siguientes conclusiones:

### a) ENERGÍA EÓLICA

Ya que no se cuenta con la suficiente información del potencial eólico en la zona, ni con estudios realizados con anterioridad, no se puede proponer un aerogenerador para la electrificación de la comunidad.

Sin embargo, parecen existir vientos con altas velocidades, por lo que sería recomendable realizar un estudio detallado en la comunidad y sus alrededores; este estudio tiene un lapso de 6 meses a 2 años, dependiendo del nivel y tamaño de la infraestructura que se piensa colocar en la zona. Es forzoso realizar este análisis, debido a que los precios de estas tecnologías son muy altos y no se puede arriesgar a que no se cumpla con el potencial previsto.

### b) BIOMETANACIÓN

La Digestión Anaeróbica no es la solución para nuestro caso, ya que no se cuenta con la suficiente producción de excremento ni de material orgánico, para producir suficiente biogas con el fin de alumbrar todas las casas y cocer alimentos. A continuación se justificará la anterior observación.

Para conocer la factibilidad de la implementación de un biodigestor en la comunidad del Puerto de la Descubridora, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se supondrá la recolección de todo el excremento de animales y de personas, además de considerar el que se tuviera la capacidad máxima de animales en el terreno (Datos expuestos anteriormente)
- Se necesitará saber la *Cantidad de Biogas* que se produce por cada animal y persona. (Datos obtenidos de la tesis "Tecnologías para el aprovechamiento de la Biomasa en el sector rural")
- Por cada familia la *Cantidad Diaria de biogas requerida será de 3m<sup>3</sup>* como mínimo, para satisfacer las necesidades de iluminación y cocción de alimentos. (Datos obtenidos de la tesis citada en el párrafo anterior)

En la siguiente tabla se presentan el número de animales por especie y personas de la zona, los factores de conversión de cantidad de biogas por especie al día y el total de biogas por especie.

Especie	Número (No.)	Cantidad de Biogas por especie al día (m <sup>3</sup> /día)	Total de Biogas por especie (No X m <sup>3</sup> /día)
Personas	128	0.4	3.2
Vacas	5	10	1.8
Cabras	33	2	3.3
Caballo	1	10	0.3
<b>Total biogas producido por la comunidad</b>			<b>8.6 m<sup>3</sup>/día</b>

La cantidad de biogas que se necesita para satisfacer a las 25 familias del Puerto de la Descubridora, se calcula de la siguiente manera:

Cantidad de biogas = Número de Familias x Cantidad diaria de Biogas requerida por Familia

Cantidad de biogas = 25 Familias x 3 m<sup>3</sup> /día = 75 m<sup>3</sup> /día

Lo que nos daría un total de 75 m<sup>3</sup> /día de biogas para satisfacer la demanda de la comunidad en estudio. Lamentablemente, la capacidad de generación de la comunidad resultó ser de 8.6 m<sup>3</sup> /día con esta cantidad solamente se podría satisfacer a tres familias, lo que limita de entrada la posibilidad de que un biodigestor pueda satisfacer con éxito las necesidades del poblado.

#### c) *ESTANQUES SOLARES*

Los estanques no son recomendables en estas áreas, ya que las excavaciones son difíciles de hacer, siendo el volumen del estanque demasiado grande y con profundidades de 1.5 a 3m, además de que el terreno existente es demasiado pedregoso haciendo necesaria la entrada de maquinaria, lo cual no es factible. Otra desventaja es la materia prima de la tecnología (sal) que es difícil de conseguir en las cantidades y el tipo requerido, además de que su transportación resulta difícil. Esta tecnología implica también una inversión inicial cara, además de una operación y un mantenimiento periódico del equipo, lo cual eleva el costo.

#### d) *MINIHIDRÁULICA*

Respecto a esta tecnología no existe potencial alguno, ya que no se cuenta con ríos cercanos a la comunidad.

#### e) *FOTOVOLTAICA*

Al recabar la información del lugar nos dimos cuenta que la energía solar era la de mayor potencial, ya que los mapas solarimétricos indican que tienen un potencial de 1900 a 2000 (W/m<sup>2</sup>), siendo éste el segundo más alto de la República Mexicana (Mapa No. 1.1), lo cual se refleja en las condiciones de humedad y suelo existentes en el lugar. Otra de las ventajas grandes de esta tecnología es su fácil manejo y poco mantenimiento que requieren, ya que prácticamente el usuario se limita a observar que el equipo esté funcionando, requiriendo sólo una mínima limpieza de los paneles y el cuidado o protección contra accidentes.

A nuestro criterio, este es el equipo que resulta más viable y de más de fácil aplicación para la comunidad, aún cuando la inversión inicial es alta, tal y como veremos en el análisis económico.

### **4.6.1 HERRAMIENTA PARA EL CÁLCULO DEL EQUIPO FOTOVOLTAICO**

La herramienta utilizada para la selección y cálculo de los equipos fotovoltaicos, fue el programa de cómputo llamado "ConaeFV2.0", realizado por el Consejo Consultivo para el Fomento de las Energías Renovables (COFER) y la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE).

Para la elaboración de ConaeFV2.0 se ha considerado la información pública que presentan los diferentes fabricantes y distribuidores de equipo fotovoltaico, así como la normatividad establecida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) (1992) para los sistemas fotovoltaicos aislados.

El programa ConaeFV2.0 está orientado hacia el diseño de sistemas fotovoltaicos aislados, principalmente en el sector doméstico. La configuración básica que el programa proporciona en la mayoría de los casos consta de los siguientes componentes:

- Arreglo fotovoltaico
- Batería
- Controlador de carga
- Centro de distribución de carga
- Convertidor de voltaje CD/CA

#### a) DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

ConaeFV2.0 está preparado para diseñar y evaluar el comportamiento de los sistemas fotovoltaicos aislados en las 53 principales ciudades de la República Mexicana y cuenta con la información fundamental para realizar esta tarea. El usuario solamente tiene que ingresar la ciudad más cercana a su localidad, así como un inventario de los aparatos o dispositivos que desea energizar para que ConaeFV2.0 le proporcione los siguientes resultados:

- Condiciones promedio de radiación solar y horas de sol máximo en la localidad
- Cantidades de energía requerida por el usuario y aportada por el sistema
- Número, marca, modelo y características de los módulos fotovoltaicos
- Arreglo de los módulos (serie, paralelo, inclinación, etc.)
- Dimensiones de la batería, controlador de carga e inversores
- Características de los principales componentes existentes en el mercado
- Precio estimado del sistema con relación a los costos de mercado
- Estudio económico comparativo con respecto a otras formas de alimentación de corriente eléctrica

#### b) METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Se realiza en forma secuencial los siguientes cálculos:

- Cálculo de la cantidad de energía requerida.
- Estimación de la radiación solar disponible en el mes más crítico. Para realizar esta tarea ConaeFV2.0 está alimentado por la base de datos de los Mapas de Radiación Solar para la República Mexicana desarrollados por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (1994). Asimismo, se introducen modelos parametrizados para calcular la distribución horaria de la radiación solar diaria y se emplea un algoritmo desarrollado por la CONAE para calcular el número de horas de sol máximo equivalente para cada localidad.
- Dimensionamiento del sistema fotovoltaico. Basado fundamentalmente en las cartas de eficiencia presentadas por los fabricantes, así como en el criterio del mes más desfavorable en función de la radiación solar.
- Búsqueda de los componentes que mejor se ajusten, desde un punto de vista económico, al sistema calculado.
- Análisis de comportamiento mensual del sistema.
- Análisis económico desde la perspectiva del valor presente neto.

### c) *OBSERVACIONES*

En lo referente a sistemas fotovoltaicos se ha tomado un estándar de 3 días de capacidad de respaldo de la batería, esto es, que el sistema puede abastecer la energía requerida en su diseño durante tres días consecutivos de nublados profundos.

El valor del requerimiento diario de energía, es mayor que el calculado en el inventario de aplicaciones, esto se debe a que en la hoja de resultados ya se han introducido los factores de pérdidas propios del sistema fotovoltaico.

$$\text{Consumo corregido} = (\text{Consumo total}) / (0.95 \times 0.9)$$

Donde 0.95 y 0.9 representan el rendimiento de los conductores y el factor de autodescarga de la batería respectivamente.

El Diseño Manual del programa nos da la posibilidad de modificar los parámetros que tienen mayor repercusión en el costo del sistema, que son:

- El ángulo de inclinación del arreglo fotovoltaico
- La marca y el modelo de los módulos fotovoltaicos del arreglo
- El tipo de batería (Industrial, descarga profunda o automotriz)

### 4.6.2 *SELECCIÓN DEL EQUIPO FOTOVOLTAICO*

En esta sección vamos a detallar los datos que introdujimos al sistema para su elección. Asimismo, se expondrá el sistema que resultó elegido para la electrificación de la comunidad, realizándose por último el análisis económico correspondiente.

#### a) *DATOS PROPUESTOS DEL SISTEMA:*

- CIUDAD

Se tomó a San Luis Potosí como ciudad de referencia, ya que al analizar el mapa de radiación solar (Mapa No.1.1), resultó que nuestra comunidad cuenta con la misma radiación de esta ciudad.

- ILUMINACIÓN

La iluminación de cada casa consistirá en dos lámparas fluorescentes compactas de 9W de CD, que es equivalente a un foco incandescente de 40W. La iluminación estará limitada a 3 horas por día en la noche.

- ENTRETENIMIENTO

En lo que se refiere al entretenimiento, se tendrá acceso a 2 horas de radio (15W) o televisión (blanco y negro de 12" a 20W) por casa, ya que el consumo de estos equipos es similar.

- ÁREA COMUNITARIA

En este rubro se consideró un refrigerador de 0.453 m<sup>3</sup> (16 pies<sup>3</sup>) de CD, que se localizará en el dispensario Su uso será restringido para medicinas y productos de beneficio comunitario para recabar ingresos (leche, queso y carne) La restricción deriva del hecho de que sólo se puede considerar un refrigerador en toda la comunidad debido a la alta demanda eléctrica en este tipo de equipos, por lo que su espacio disponible tiene que estar bien administrado

En el jardín de la escuela se pondrán 2 lámparas de Vapor de sodio de alta presión (42 W de CD) durante 2 horas al día, para actividades nocturnas de la comunidad.

- ESCUELA

Ésta contará con 3 focos de 9 W para las aulas, durante 5 hr/día que es el tiempo aproximado que duran las clases.

- TELEVISIÓN, VIDEOCASETERA y DECODIFICADOR SATELITAL

El diseño del sistema contempla en su capacidad, la posibilidad de poner equipos que se requieran en la educación de nivel medio, como puede ser televisión (3hr/día), videocasetera (2hr/día) y decodificador satelital (1.15hr/día). Los programas de educación existentes que requieren el equipo antes mencionado son Telesecundaria (Sistema Federal) o el Consejo Nacional para el Fomento Educativo (CONAFE).

**TABLA No.4.2 INVENTARIO DEL SISTEMA**

La presente tabla muestra las características de los aparatos que se podrán utilizar dentro del sistema fotovoltaico, con el fin de poder dimensionar al equipo a partir de la potencia y el consumo que se tendrá en la comunidad.

<b>Consumo total registrado por el usuario =</b>	<b>3,803.50 W-h</b>
<b>Consumo total corregido por las pérdidas del sistema fotovoltaico = (Consumo total / 0.95 x 0.9) =</b>	<b>4,448.54 W-h</b>

**370.71 AH a 12 V**

Aparato	Cant.	Demanda máxima (Watts)	Tiempo uso al día		Energía requerida por día (W h/día)
Refrigerador CD de 16 pies cúbicos	1	112	4	horas	448.00
<b>Subtotal Cocina</b>					<b>448 Wh/día</b>
*TV Color 19"	1	80	3	horas	240.00
TV ByN 12" o Radio grabadora	25	20	50	horas	1000.00
*Videocasetera	1	40	2	horas	80.00
*Decodificador satelital	1	30	1.15	horas	34.50
<b>Subtotal Estancia</b>					<b>1354.5 W-h/día</b>
Lámpara Fluorescente compacta 9 W	53	11	3	horas	1,749.00
Lámpara de Vapor de sodio alta presión	2	42	3	horas	252.00
<b>Total de demanda</b>		<b>335 W</b>	<b>Subtotal Iluminación</b>		<b>2001.00 W-h/día</b>
<b>*Potencia total de los equipos que utilizan corriente alterna</b>		<b>150 W</b>	<b>Total registrado</b>		<b>3,803.50 W-h/día</b>

\*Equipos que utilizan corriente alterna

b) *SISTEMA PROPUESTO PARA EL PUERTO DE LA DESCUBRIDORA.*

A continuación se describe el sistema que será utilizado para la electrificación doméstica de la comunidad de "Puerto de la Descubridora". En el Apéndice No.3 se muestra la verificación manual de los resultados obtenidos a través del programa CONAE FV2.0

**MODULO FOTOVOLTAICO**

Módulo recomendado	Solec SQ-90
Voltaje a la carga	17.1 V
Corriente a la carga	5.16 A
<b>Características de los módulos</b>	<b>Monocrystalino</b>
Requerimiento diario de energía*	4,448.54 Wh-día
Horas pico de insolación mínima**	4.1 H
<b>Tensión nominal del arreglo</b>	<b>24 V</b>
Corriente requerida del arreglo	38.7 A
Número de módulos por serie	2
Corriente por serie de módulos	5.16 A
Número de series	7
<b>Número total de módulos</b>	<b>14</b>
Potencia por cada módulo	90 W
Potencia total instalada	1260 W
<b>Precio unitario</b>	<b>546 USD</b>
<b>Precio total (estimado) del arreglo</b>	<b>7,647 USD</b>

\*Dato del consumo total corregido calculado en la Tabla No 4.2

\*\*Dato de la región en la peor condición climática

**BATERIA**

Requerimiento diario	185.36 Ah
Días de autonomía	3 Días
<b>Voltaje Nominal</b>	<b>24 V</b>
Capacidad requerida de la batería	794.38 Ah
<b>Tipo de batería</b>	<b>Descarga profunda</b>
Marca	<u>EXIDE GC-4</u>
<b>Capacidad de régimen</b>	<b>220 Ah</b>
Voltaje por unidad	6 V
Numero de unidades en serie	4
Número de series en paralelo	4
<b>Total de unidades</b>	<b>16</b>
Precio por unidad	138 USD
<b>Precio de la batería</b>	<b>2,208 USD</b>

## CONTROLADOR DE CARGA

Corriente corregida del campo	48.375 A
Voltaje nominal del campo	24 V
Controlador	Condumex CCX24/50/50
Voltaje nominal	24 V
Corriente nominal	50 A
Unidades en paralelo	1
Precio unitario	1,307
Precio	1,307 USD

## INVERSOR

Máxima potencia en CA	187.5 W
Inversor	Exeltech XP250-24
Voltaje de entrada	24 VCD
Voltaje de salida	117 VCA
Tipo de onda	Señal de honda Invertida
Potencia a 60 Hz	250 W
Número de inversores en paralelo	1
Precio unitario	481 USD
Precio	481 USD

## PRECIOS

Instalación , Accesorios e Imprevistos	4,000 USD
Inversión Total estimada del sistema	15.646 USD

### 4.6.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA ELECTRIFICACIÓN

En lo que se refiere al análisis económico, se harán los cálculos del Valor Presente Neto para el sistema fotovoltaico elegido, un motor diesel y la extensión de la red eléctrica, con el fin de comparar los costos durante la vida útil de los equipos y demostrar que el sistema fotovoltaico es el más rentable. También, se realizó un estudio comparativo a través de la graficación del interés vs. VPN entre las alternativas de generación Fotovoltaica y Diesel (las dos de mayor factibilidad) con la intención de justificar nuevamente nuestra elección.

## a) ANÁLISIS DEL VALOR PRESENTE NETO

### I) SISTEMA FOTOVOLTAICO

#### Equipo Fotovoltaico

Consumo  $Comercial = 4.448 \text{ kWh / día} = 1623.5 \text{ kWh/año}$   
 Consumo  $Vida Útil (20 \text{ años}) = 32,470 \text{ kWh en 20 años}$   
 Vida Útil = 20 años  
 Costo Total = 15,646 USD (156,460 PESOS)

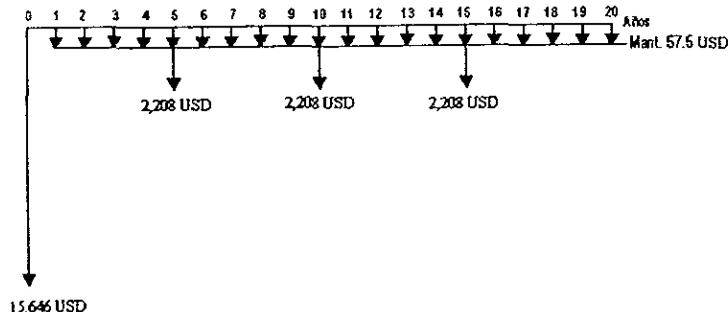
#### Cambio de Batería

Costo = 2,208 USD (22,080 PESOS)  
 Cada 5 años se realizará el cambio de baterías

#### Mantenimiento Anual

Costo = 57.5 USD (575 PESOS)

DIAGRAMA No.5 FLUJO DE EFECTIVO PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO



$$\begin{aligned} \text{VPN} &= \text{Costo Inicial} + \text{Mantenimiento Anual} + \text{Cambio de Baterías } c/5\text{años} \\ &= 15,646 + 57.5 (P/A, 6.65\%, 20) + 2,208 ((P/F, 6.65\%, 5) + (P/F, 6.65\%, 10) + (P/F, 6.65\%, 15)) \\ &= 15,646 + 57.5 (10.88) + 2208 (0.7245 + 0.525 + 0.380) = 19,870 \end{aligned}$$

VPN = 19,870 USD (198,700 PESOS)

$$\begin{aligned} \text{Costo del kWh en VPN} &= \text{VPN} / \text{Consumo vida útil} \\ &= 19,870 \text{ USD} / 32,470 \text{ kWh} = 0.61 \text{ USD/kWh} = 6.1 \text{ PESOS/kWh} \end{aligned}$$

### II) GENERADOR DIESEL

#### Motor-Generador

Motor de 5 kW (3.7 kW eléctricos en sitio)  
 Consumo  $Comercial = 4.448 \text{ kWh / día} = 1623.5 \text{ kWh/año}$   
 Consumo  $Vida Útil (20 \text{ años}) = 32,470 \text{ kWh en 20 años}$   
 Vida Útil = 20 años  
 Instalación, accesorios e imprevistos = 3,000 USD  
 Costo Generador = 6,900 USD (69,000 PESOS)  
 Se requerirá un ajuste del motor a los 10 años y tendrá el costo de 2,000 USD (20,000 PESOS).  
 Inversión Total = Instalación + Generador  
 = 3,000 + 6,900  
 Inversión Total = 9,900 USD (99,000 PESOS)

#### Diesel

Gasto = 1.1 litros / hora (a 1.85 kW)  
 Costo = 0.407 USD/litro (4.07 pesos/litro)  
 Tiempo Trabajo = 3 horas/día = 1095 horas/año  
 Costo Anual = (Gasto) (Costo) (Tiempo Trabajo)  
 Costo Anual = (1.1 litros / horas) (0.407 USD/ litros) (1095 horas/año)  
 Costo Anual = 491 USD (4,910 PESOS)

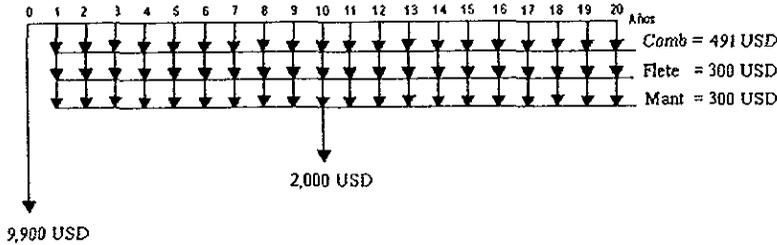
#### Flete del Diesel

Costo Anual = 300 USD (3,000 PESOS)

#### Mantenimiento Anual

Costo Anual = 300 USD (3,000 PESOS)

DIAGRAMA No 6 FLUJO DE EFECTIVO PARA GENERADOR DIESEL.



$$\begin{aligned}
 \text{VPN} &= \text{Costo Inicial} + \text{Reemplazo del motor} + \text{Diesel} + \text{Flete del Diesel} + \text{Mantenimiento Anual} \\
 &= 9,900 + 2,000 (P/F, 6.65\%, 10) + (491 + 300 + 300) (P/A, 6.65\%, 20) \\
 &= 9,900 + 2,000 (0.5252) + (491 + 300 + 300) 10.88 = 22,821 \text{ USD}
 \end{aligned}$$

$$\text{VPN} = 22,821 \text{ USD (228,210 PESOS)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Costo del kWh en VPN} &= \text{VPN} / \text{Consumo vida útil} \\
 &= 22,821 \text{ USD} / 32,470 \text{ kWh} = 0.7 \text{ USD/kWh} = 7 \text{ PESOS/kWh}
 \end{aligned}$$

### III) ELECTRIFICACIÓN POR MEDIO DE LA RED

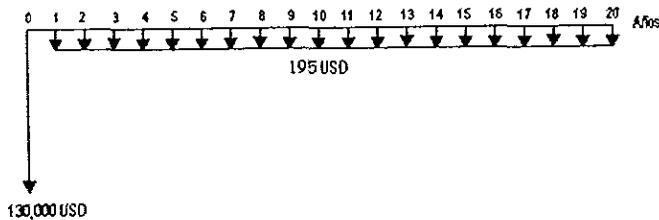
#### Red Eléctrica

Distancia a la comunidad = 13 km  
 Costo por kilometro = 10,000 USD/km  
 = (100,000 PESOS/km)  
 Costo de Inversión = 130,000 USD (1,300,000 PESOS)

#### Pago por Servicio

Costo kWh = 0.12 USD / kWh (1.2 PESOS / kWh)  
 Consumo Comunidad = 4.448 kWh / día = 1623.5 kWh / año  
 Consumo vida útil (20 años) = 32,470 kWh en 20 años  
 Costo Anual = (Costo kWh) (Consumo Anual)  
 Costo Anual = (0.12 USD / kWh) (1623.5 kWh / año)  
 Costo Anual = 195 USD (1,950 PESOS)

DIAGRAMA No 7 FLUJO DE EFECTIVO PARA LA EXTENSION DE RED ELÉCTRICA



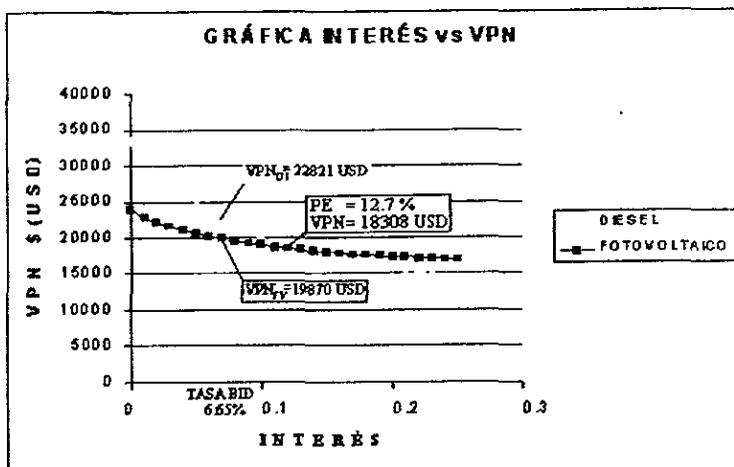
$$\begin{aligned}
 \text{VPN} &= \text{Costo Inversión} + \text{Pago por Servicio} \\
 &= 130,000 + 195 (P/A, 6.65\%, 20) \\
 &= 130,000 + 195 (10.88) = 132,382
 \end{aligned}$$

$$\text{VPN} = 132,122 \text{ USD (1,321,220 PESOS)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Costo del kWh en VPN} &= \text{VPN} / \text{Consumo vida útil} \\
 &= 132,122 \text{ USD} / 32,470 \text{ kWh} \\
 &= 4.07 \text{ USD/kWh} = 40.7 \text{ PESOS/kWh}
 \end{aligned}$$

b) GRÁFICA DE INTERÉS vs. VPN

Este análisis consistirá en graficar las curvas del valor presente neto del sistema fotovoltaico y del generador diesel, dejando como variable independiente al interés, siendo la intersección entre ambas opciones el punto de equilibrio (PE).



Gráfica No. 2 ELECTRIFICACIÓN FOTOVOLTAICA VS GENERADOR DIESEL

c) COMENTARIOS

Al finalizar el análisis del valor presente neto, se compararon las alternativas del sistema fotovoltaico contra las del generador diesel y la extensión de la red eléctrica. Es evidente que el sistema fotovoltaico, a largo plazo, es la opción más barata que existe.

En la Gráfica No.2 se muestra el comportamiento de los sistemas fotovoltaico y diesel a distintos intereses y se observa que el sistema fotovoltaico es la alternativa más económica hasta un interés del 12.7%, que corresponde al punto de equilibrio y a partir del cual la situación se invierte, siendo más rentable el generador diesel. Es importante mencionar, que el uso del generador diesel se restringió a sólo tres horas en el día para que sea comparativo al sistema fotovoltaico, ya que de haber estado el motor trabajando día y noche, los costos del combustible se dispararían, sumando una cantidad estratosférica del valor presente neto.

Asimismo, comparando los costos del kWh generado durante la vida útil de los equipos, observamos que el sistema fotovoltaico es 0.15 y 5.67 veces más económico que las alternativas de generador diesel y extensión de la red eléctrica, respectivamente. Basándonos en los anteriores resultados, la mejor opción para la electrificación doméstica del "Puerto de la Descubridora" es el uso del sistema fotovoltaico.

## **4.7 PLAN DE DESARROLLO**

El objetivo del presente "Plan de Desarrollo," es implementar las tecnologías alternas para su correcto uso y beneficio comunitario. Dicho plan contendrá los siguientes puntos: organización comunitaria, capacitación y fases de implantación del proyecto.

El plan deberá estar respaldado por un estudio previo, en el que se verifique que los integrantes están de acuerdo con la implementación del proyecto y todas las obligaciones que éste les conlleve.

El municipio se encargará de supervisar todo lo referente a las actividades del proyecto.

### **a) ORGANIZACIÓN COMUNITARIA**

Este punto tiene como fin organizar y repartir las "funciones" que le corresponden a cada miembro de la comunidad, para lo cual proponemos lo siguiente:

- 1) Elección de una mesa directiva compuesta por un tesorero, un representante y dos vocales.
- 2) Creación de un "Plan de Ejecución", que indique a cada miembro la actividad que le corresponderá. Esto se realizará de acuerdo al número de habitantes (128) y sus edades, teniendo como objetivo una equidad de responsabilidades entre cada miembro de la comunidad.
- 3) Existirá una caja de ahorros, que se utilizará para el mantenimiento de los equipos (compra de baterías, reparación de bomba, gastos veterinarios e imprevistos) y secundariamente para la compra de semillas, abono o la realización de alguna otra inversión de beneficio comunitario. Los miembros de la comunidad tendrán derecho a conocer el manejo de las cuentas de la caja. La caja será supervisada por el municipio sin que se involucre directamente en el manejo del dinero.

### **b) CAPACITACIÓN**

Se explicarán los beneficios que se obtendrán con los equipos, instruyéndoles sobre el funcionamiento básico del equipo y sus componentes

En cuanto a la operación se le indicará a la comunidad sobre las limitaciones del equipo, comprometiéndolos a que el uso que le darán, estará restringido sólo para lo que está diseñado, obteniendo con esto una mayor eficiencia y vida útil de éste. Dichas limitaciones se refieren a las horas que pueden ser utilizados los accesorios (luz, T.V., radio, etc).

Respecto al mantenimiento, estará limitado a acciones como limpieza de paneles (polvo) y prevención de accidentes (cercado de equipos). Asimismo, deberán ser observadores de cualquier indicio de mal funcionamiento para que éste sea reportado al municipio, que fungirá como organismo supervisor.

En caso de que la comunidad no supiera el manejo y cuidado adecuados para el ganado, se les deberá instruir al respecto.

También se les instruirá sobre la construcción y uso de cocinas eficientes de leña, con el fin de disminuir la deforestación del lugar. Dentro del plan de desarrollo sólo se considera la capacitación para la construcción de las cocinas, dejando su realización y los gastos que ésta implique en manos de los habitantes de la comunidad. En el Apéndice No.4 se muestran los pasos de construcción de una cocina eficiente de leña vista en el capítulo 2.

### *c) FASES DE IMPLEMENTACIÓN*

Debido a que debe existir un proceso de asimilación de la tecnología por parte de los habitantes, con el fin de lograr un correcto aprovechamiento de ésta, creemos que el proyecto debe realizarse en dos fases. La primera será el uso de tecnologías para el desarrollo agropecuario y capacitación para la construcción de cocinas eficientes de leña, mientras la segunda será la electrificación fotovoltaica para uso doméstico.

Si la 1ª fase no cumple con las expectativas de haberse logrado una buena organización de trabajo en equipo, además de la conservación y correcto funcionamiento de los equipos, será difícil que se pueda implementar la 2ª fase, teniéndose que hacer una revisión y ajuste del programa bajo el cual halla funcionado la comunidad, hasta que dichas expectativas sean alcanzadas.

#### 1ª FASE

- Desarrollo Agropecuario.  
    Bombeo para abrevadero.  
    Cercos eléctricos para pastoreo  
    Ganado caprino
  
- Cocinas Eficientes de Leña

#### 2ª FASE

- Electrificación fotovoltaica para uso doméstico.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En México el campo de las energías renovables se encuentra –lamentablemente- en su etapa inicial, ya que existen pocas empresas que distribuyen y menos aún que fabriquen este tipo de tecnologías. Cabe mencionar que dentro de las energías alternas, el ramo de la energía fotovoltaica y de los paneles solares planos resultan ser los más “explotados” en México, debido a su facilidad de instalación, operación, mantenimiento y al gran potencial que se tiene en nuestro país. Sin embargo, no debemos despreciar las otras tecnologías de tipo renovable aún cuando en este momento no son competentes con las energías convencionales, por lo que se debe impulsar su desarrollo e investigación con la finalidad de que en un futuro sustituyan a las fuentes que actualmente se utilizan. Aunado a esto, existen obstáculos para lograr implementar proyectos que usen este tipo de tecnologías, tales como la falta de información que oriente sobre el aprovechamiento más adecuado a nivel nacional y la ausencia de programas regionales que fomenten su uso.

Un grave problema para nuestra investigación resultó ser la escasa información existente sobre los potenciales tanto energéticos como agropecuarios, además de la poca importancia que le prestan los organismos relacionados en señalar la existencia y distribución de dichos potenciales.

Por otro lado, debido a que las comunidades cuentan con una economía extremadamente precaria y el presupuesto municipal se encuentra muy limitado para poder afrontar la realización de este tipo de proyectos, se necesita recurrir a organismos privados y gubernamentales, que ayuden a afrontar el impacto económico que se genera con estos proyectos. Al ser inversiones de carácter social y por ende no rentables económicamente, son pocas las instituciones que tienen la disposición para realizar préstamos a fondo perdido, además de que los municipios no pueden comprometerse a solicitar préstamos de estas magnitudes, pues le restarían grandes recursos proyectados hacia otras áreas de igual o mayor importancia para el municipio.

Para la realización del anteproyecto en la comunidad de “Puerto de la Descubridora” se constató, a través de una visita, las características y condiciones de vida propias del lugar, así como también las posibilidades de crecimiento con base en los recursos naturales de la entidad. Se llegó a la conclusión de que los sistemas fotovoltaicos eran los que tenían un mayor potencial de utilización en el lugar, ya que en los mapas solarimétricos la región se encuentra comprendida en una zona de alta radiación solar (5276 Wh/m<sup>2</sup>-día), además de que al ser comparada con otras tecnologías renovables, éstas resultaron ser poco prometedoras. Los sistemas fotovoltaicos serán utilizados en el bombeo de agua para usos de abrevadero y doméstico, en los corrales eléctricos y en la electrificación doméstica del lugar.

El anteproyecto incluye aspectos técnicos y económicos de cada una de las partes en que fue dividido, estas partes son:

- a) Desarrollo Agropecuario
- b) Electrificación rural

### a) Desarrollo Agropecuario

Consistió en realizar un diagnóstico de las posibilidades que tenía la comunidad para explotar algún recurso natural que le produjera ingresos económicos. Al final de este diagnóstico se llegó a la conclusión de que el lugar era apto para el manejo del ganado caprino, necesitándose un sistema de bomba de agua para abrevadero y uso doméstico, y un corral eléctrico. Referente a esta parte del proyecto se recomienda una revisión por parte de un especialista en agronomía, sobre los cálculos

relacionados con la información agropecuaria obtenida, como son: coeficiente de agostadero y carga animal, entre otros.

- **Bombeo de agua para abrevadero**

Con la finalidad de proteger el estanque de agua de la comunidad y fomentar la actividad ganadera, resultó el uso de una bomba impulsada con paneles solares cuya inversión inicial de la planta es de 1,070USD (10,700 PESOS) y que consta de una bomba de diafragma de 60 W de potencia, un panel fotovoltaico de 50 W y de sus accesorios correspondientes.

Con el fin de conocer la rentabilidad del sistema se realizó una comparación económica por los métodos del Valor Presente Neto (VPN) y la gráfica de interés vs. VPN entre la bomba con panel solar y una moto-bomba a gasolina\*, llegándose a la conclusión de que los VPN de la primera es 55% más barata que la moto-bomba de gasolina, siendo el punto de equilibrio de 30.6%.

Resumiendo, las ventajas de la bomba con panel solar respecto de la moto-bomba a gasolina son:

- Mayor rentabilidad económica
- Ecológica.
- De fácil manejo.
- No necesita combustible.
- Mantenimiento económico y espaciado.

**\*NOTA:** Se utilizó una moto-bomba a gasolina debido a que en el mercado no existen equipos de este tipo que utilicen diesel a capacidades tan pequeñas como la que se requiere en este sistema, y a que por lo regular éstos son de mayores dimensiones

- **Corral eléctrico**

Con la finalidad de sistematizar el consumo forrajero de los animales\*\*, resultó el uso de un corral eléctrico con un costo de inversión inicial de 3,086 USD (30,860 PESOS).

Para conocer la rentabilidad del equipo, se realizó únicamente un análisis del Valor Presente Neto (VPN) comparando un corral normal respecto del corral eléctrico propuesto, llegándose a la conclusión de que aunque el corral normal resultara 3% más barato que el eléctrico, el primero no cumpliría con las exigencias de la aplicación en el lugar, resultando necesario un mínimo de dos equipos para igualar la funcionalidad del cerco eléctrico, lo que convertía al equipo convencional en el más costoso.

Resumiendo, las ventajas del corral eléctrico respecto al corral normal son:

- Fácil y rápida colocación.
- Mayor funcionalidad.
- Facilidad de transportación.
- Bajo peso.

**\*\*NOTA:** Se recomienda realizar un programa sobre la sistematización del consumo forrajero del ganado, el cual deberá estar realizado por un especialista en agostaderos. Dicho programa propondrá los tiempos de estancia y la localización que deberá tener el corral eléctrico

## b) Electrificación doméstica rural

El sistema elegido para la electrificación doméstica de la comunidad del Puerto de la Descubridora resultó ser un sistema fotovoltaico con costo inicial de inversión de 15,646 USD (156,646 PESOS) cuya potencia instalada es de 1,260 W para satisfacer un requerimiento diario de 4,448 Wh-día. El sistema fotovoltaico consta de 14 paneles, 16 baterías, 1 controlador de carga y un inversor CD/CA. Dentro de los aspectos que cubre el dimensionamiento del sistema están la iluminación, entretenimiento, refrigeración de medicamentos y equipos utilizados para la educación a distancia.

Con la finalidad de justificar la elección del equipo fotovoltaico, se llevó a cabo una comparación económica de este sistema contra los costos de un generador diesel y la extensión de la red eléctrica. Esta comparación se realizó por el método del VPN, resultando ser el sistema fotovoltaico la opción económica más viable. El análisis incluyó la comparación del costo del kWh suministrado durante la vida útil de los equipos, resultando ser el sistema fotovoltaico 0.15 y 5.6 veces más barato que el generador diesel y la extensión de la red eléctrica, respectivamente. También se graficó el interés vs. VPN entre el sistema fotovoltaico y el generador diesel, obteniéndose un punto de equilibrio de 12.7 %.

En Resumen, las ventajas del sistema fotovoltaico contra el diesel y la red eléctrica son:

- Más económico.
- Ecológico.
- De fácil manejo.
- No necesita combustible.
- Mantenimiento económico, espaciado y fácil de realizar.
- Rápida y sencilla instalación.

Es importante mencionar que la electricidad para el uso doméstico incrementa el bienestar y las comodidades de vida de las comunidades, aunque esto no implica que se obtendrán ingresos adicionales por su electrificación.

A partir del estudio realizado creemos que es conveniente manejar en forma conjunta los programas de desarrollo agropecuario y de electrificación doméstica rural utilizando energías alternas en casos de extrema marginación, ya que estos deben complementarse uno a otro, y de ser posible, iniciar los programas agropecuarios (apoyados por energías renovables) como instrumentos de asimilación de tecnología y captación de recursos, que servirán para mejorar su nivel de vida, además de permitirles adquirir conocimientos en la electrificación doméstica utilizando energías renovables.

Debido a que en este tipo de comunidades existen muchos problemas sociales y de organización, es necesario proponer proyectos para cada caso en específico, que soporten los planes de desarrollo que deberán estar realizados acordes a la problemática de cada comunidad.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## APÉNDICE

# APÉNDICE 1

## DATOS RELACIONADOS CON LA BIOMASA

### I-A DATOS DEL USO DE ENERGÉTICOS PARA LA COCCIÓN DE ALIMENTOS INEGI (CENSO 1990)

ESTADO	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN RURAL	POBLACIÓN USA ELEC.*	POBLACIÓN USA GAS*	POBLACIÓN USA LEÑA*
AGUASCALIENTES	714,542	168,962	747	670,257	36,225
BAJA CALIFORNIA N.	1,615,395	151,061	16,141	1,550,055	23,148
BAJA CALIFORNIA S	309,966	69,099	3,812	275,373	26,644
CAMPECHE	525,660	160,405	675	332,467	183,363
COAHUILA	1,955,567	275,061	2,824	1,836,583	91,901
COLIMA	420,397	71,476	478	374,080	40,447
CHIAPAS	3,184,658	1,913,754	1,953	1,062,171	2,063,877
CHIHUAHA	2,398,319	552,107	6,242	2,045,842	317,553
DISTRITO FEDERAL	8,163,961	21,901	17,566	8,011,415	38,509
DURANGO	1,342,285	574,961	1,650	1,053,603	270,985
GUANAJUATO	3,933,098	1,457,060	2,407	3,071,939	783,487
GUERRERO	2,580,189	1,251,101	1,482	1,204,186	1,340,668
HIDALGO	1,869,089	1,042,648	1,113	1,005,626	833,399
JALISCO	5,235,463	962,257	7,378	4,706,710	463,517
EDO. MÉXICO	9,758,406	1,530,588	9,642	8,407,009	1,214,175
MICHOACÁN	3,494,088	1,361,845	1,995	2,419,777	1,021,537
MORELOS	1,184,235	171,831	1,055	1,012,339	154,454
NAYARIT	807,003	312,912	622	685,219	1,131,256
NUEVO LEÓN	3,075,173	248,079	3,456	2,880,401	149,063
OAXACA	2,997,129	1,828,257	1,324	972,575	1,987,701
PUEBLA	4,103,102	1,473,322	3,177	2,367,661	1,676,933
QUERÉTARO	1,041,425	423,396	880	734,357	286,821
QUINTANA ROO	479,664	128,903	3,824	316,092	14,047
SAN LUIS POTOSÍ	1,990,592	898,164	1,103	1,142,022	818,655
SINALOA	2,173,603	791,607	1,477	1,832,053	307,992
SONORA	1,798,442	380,539	4,325	1,611,782	161,014
TABASCO	1,493,087	756,026	1,877	930,022	520,808
TAMAULIPAS	2,221,638	425,877	4,581	1,959,371	231,942
TLAXCALA	758,762	178,926	477	571,203	177,024
VERACRUZ	6,183,387	2,726,513	4,053	3,657,189	2,383,692
YUCATÁN	1,354,285	291,322	2,341	782,431	556,953
ZACATECAS	1,271,214	690,006	639	1,015,611	239,912
TOTAL PAÍS	80,433,824	23,289,966	111,316	60,497,421	18,663,572
PORCENTAJE	100.00 %	28.96 %	0.14 %	75.21 %	23.20 %

\* Población que emplea el combustible indicado para cocinar

**1-B COMPOSICION QUÍMICA DEL BIOGAS**

GAS	SÍMBOLO	PORCENTAJE
METANO	CH <sub>4</sub>	55-70
DIÓXIDO DE CARBONO	CO <sub>2</sub>	35-40
HIDRÓGENO	H <sub>2</sub>	1-3
NITRÓGENO	N <sub>2</sub>	0.5-3
SULFURO D HIDRÓGENO	SH <sub>2</sub>	0.1
VAPOR DE AGUA		EL RESTO

**1-C VALORES DEL CONTENIDO DE CARBONO Y NITRÓGENO PARA DIFERENTES MATERIAS ORGÁNICAS**

Material	% N (base seca)	% C (base seca)	C:N
Desechos animales			
Bovinos	1.7	30.6	18:1
Equinos	2.3	57.6	25:1
Ovinos	3.8	83.6	22:1
Porcinos	3.8	76.0	20:1
Aves	6.3	50.0	79:1
Excretas humanas	0.85	2.5	3:1
Desechos vegetales			
Paja de trigo	0.53	46.0	87:1
Paja de arroz	0.63	42.0	67:1
Rastrojo de maiz	0.75	40.0	63:1
Hojas secas	1.00	41.0	41:1
Rastrojo de soya	1.30	41.0	32:1

**1-D CONSUMO DE BIOGAS EN LA PREPARACIÓN DE ALGUNOS ALIMENTOS TÍPICOS**

Alimento	Tiempo de Cocción (min)	Biogas Consumido (lt)	Biogas Consumido (lt/min)
2 Huevos	4-5	12-13	2.6-3.0
½ kg de Frijol	88	173	2.0
½ kg de Arroz	55	103	1.9
½ kg de Nixtamal	31.3	58.3	1.9
200g de Sopa Pasta	43.6	85.2	1.95
2 lt de Agua Hervida	30	75.3	2.5

Mediciones hechas al nivel del mar y 30°C

## APÉNDICE 2

### PROPIEDADES DEL AGUA Y DATOS PARA CALCULAR PÉRDIDAS EN TUBERÍAS

#### 2-A PROPIEDADES DEL AGUA A 1(atm) DE PRESIÓN

T °C	$\rho$ Kg / m <sup>3</sup>	M (N * s)/m <sup>2</sup> x 10 <sup>3</sup>	$\nu$ M <sup>2</sup> /s x10 <sup>6</sup>
0	1000	1 788	1 788
10	1000	1 307	1 307
20	998	1 003	1 005
30	996	0.799	0.802
40	992	0.657	0.662
50	988	0.548	0.555
60	983	0.467	0.475
70	978	0.405	0.414
80	972	0.355	0.365
90	965	0.316	0.327
100	958	0.283	0.295

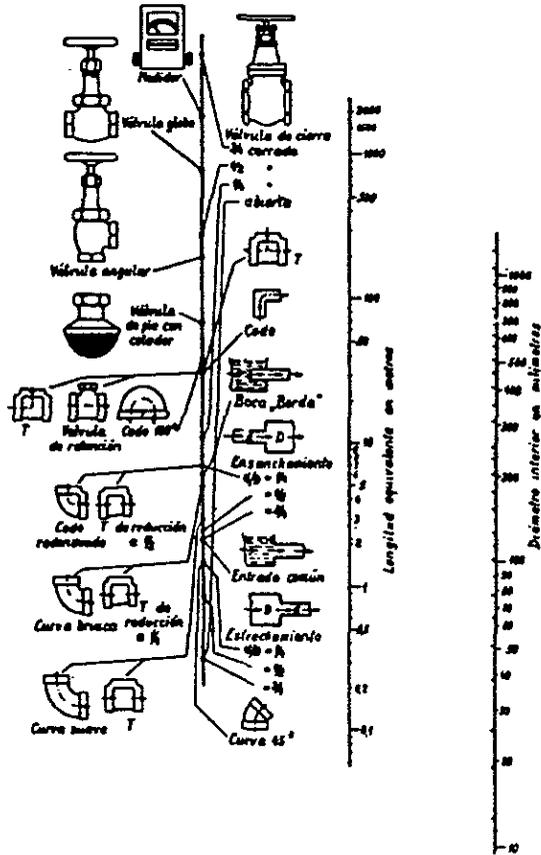
#### 2-B TABLA DE RUGOSIDAD MEDIA DE TUBOS COMERCIALES

<i>Material (nuevo)</i>	$\epsilon$ (mm)
Acero remachado	0.9-9.0
Hormigón	0.3-3.0
Madera	0.18-0.9
Hierro fundido	0.26
Hierro galvanizado	0.15
Hierro fundido asfáltico	0.12
Acero comercial o hierro estirado	0.046
Latón o cobre estirado	0.0015
Vidrio	<<LISO>>

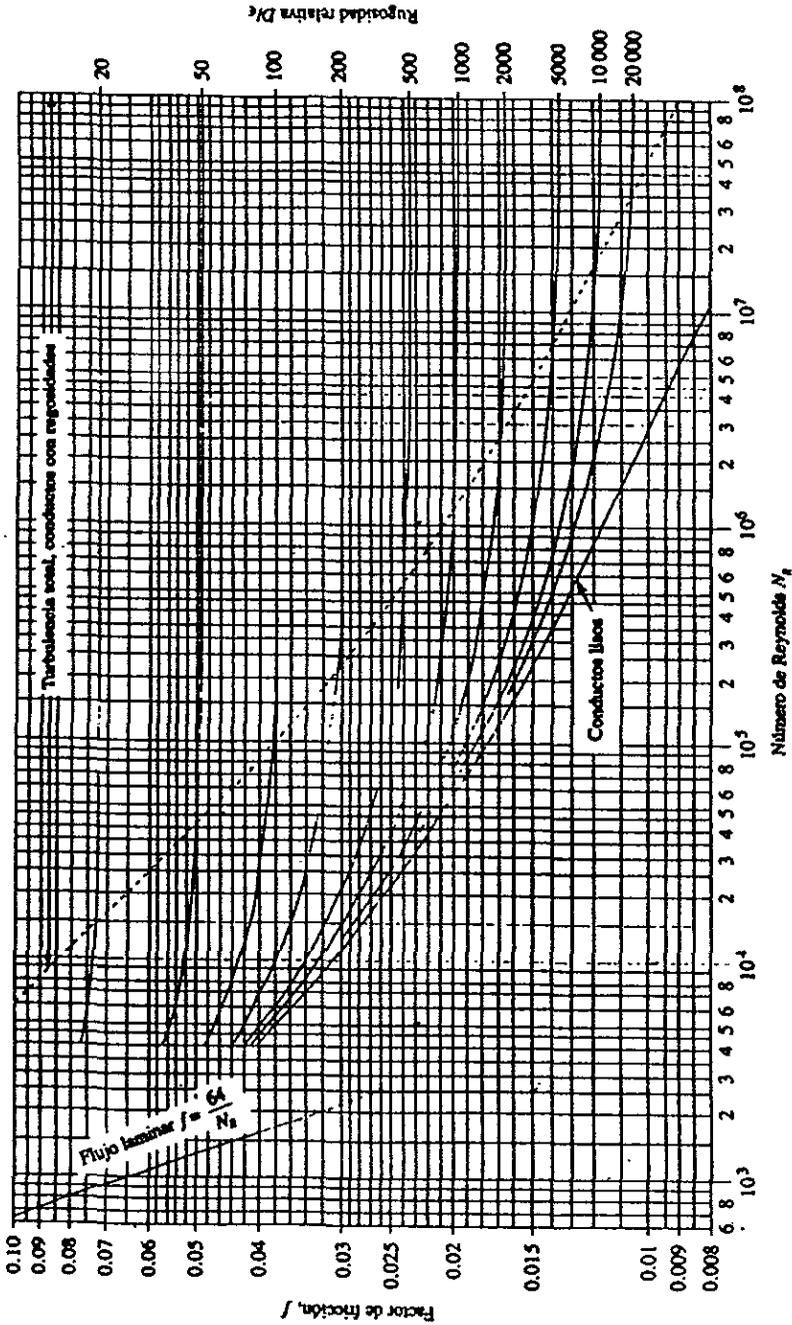
**2-C COEFICIENTES DE PÉRDIDA  $K = h_m / (V^2/2g)$  PARA ACCESORIOS**

Diámetro Nominal, in	ROSCADO				ROSCADO ACOPLADO				
	1/2	1	2	4	1	2	4	8	20
Válvulas (abiertas)									
Esfera	14	8.2	6.9	5.7	13	8.5	6.0	5.8	5.5
Compuerta	0.30	0.24	0.16	0.11	0.80	0.35	0.16	0.07	0.03
Antirretorno	5.1	2.9	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
De ángulo	9.0	4.7	2.0	1.0	4.5	2.4	2.0	2.0	2.0
Codos:									
45° normal	0.39	0.32	0.30	0.29	--	--	--	--	--
45° suave	--	--	--	--	0.21	0.20	0.19	0.16	0.14
90° normal	2.0	1.5	0.95	0.64	0.50	0.39	0.30	0.26	0.21
90° suave	1.0	0.72	0.41	0.23	0.40	0.30	0.19	0.15	0.10
180° normal	2.0	1.5	0.95	0.64	0.41	0.35	0.30	0.25	0.20
180° suave	--	--	--	--	0.40	0.30	0.21	0.15	0.10
Tes									
Flujo directo	0.9	0.9	0.9	0.9	0.24	0.19	0.14	0.10	0.07
Flujo lateral	2.4	1.8	1.4	1.1	1.0	0.80	0.64	0.58	0.41

## 2-D NOMOGRAMA DE PÉRDIDAS EN ACCESORIOS



## 2-E DIAGRAMA DE MOODY



## APÉNDICE 3

### VERIFICACIÓN DE LOS CÁLCULOS REALIZADOS POR EL PROGRAMA CONAE FV2.0

En el presente apéndice se muestran los cálculos de comprobación del sistema propuesto para la electrificación doméstica del Puerto de la Descubridora.

El primer cálculo que se debe obtener es el de la energía que será consumida por la comunidad ( $E_C$ ), para calcular este dato se sumarán el consumo de los equipos de corriente directa ( $\text{Consumo}_{CD}$ ) y el de los equipos de corriente alterna ( $\text{Consumo}_{CA}$ ) que pueden ser leídos en la tabla 4.2, siendo dividido el consumo de la corriente alterna entre la eficiencia del inversor CD/CA ( $\eta_{inv}$ )

$$E_C = \text{Consumo}_{CD} + (\text{Consumo}_{CA} / \eta_{inv}) = 3,449 \text{ Wh/día} + ((354.5 \text{ Wh/día}) / 0.8)$$

$$E_C = 3,893 \text{ Wh/día}$$

Para obtener la energía total consumida ( $E_{TC}$ ) se divide la energía consumida ( $E_C$ ) entre las eficiencias de los equipos que existen en el sistema:

- Eficiencia del controlador de carga ( $\eta_{ctr}$ ) que es del 95%.
- Eficiencia del banco de baterías ( $\eta_{bat}$ ) que es del 90%.
- Eficiencia de la conducción ( $\eta_{cond}$ ) que es del 95%.

Por lo tanto, la energía total consumida ( $E_{TC}$ ) se expresa como:

$$E_{TC} = E_C / (\eta_{ctr}) * (\eta_{bat}) * (\eta_{cond}) = (3,893 \text{ Wh/día}) / 0.95 * 0.9 * 0.95$$

$$E_{TC} = 4,793 \text{ Wh/día}$$

Por otro lado, para calcular la energía que se tendrá que generar por cada panel fotovoltaico ( $E_g$ ) se utiliza la siguiente fórmula.

$$E_g = \text{POT}_{mod} * \text{Horas Pico}$$

$$\text{POT}_{mod} = \text{Potencia del panel solar} = V_{CCo} * I_C$$

Voltaje a la carga corregido =  $V_{CCo}$

Corriente a la carga =  $I_C = 5.16 \text{ A}$

Horas Pico = 4.1 h/día (dato obtenido del Instituto de Geofísica de la UNAM).

La corrección del voltaje se debe a que a temperaturas mayores a las de diseño ( $25^\circ\text{C}$ ), existe una caída de voltaje de 2 mV por cada grado centígrado que se incremente la temperatura del panel. Se deberá calcular la diferencia de temperaturas entre la de máximo calentamiento ( $60^\circ\text{C}$  aprox. para nuestro caso) y la temperatura de diseño, para el presente caso será de  $\Delta T = 35^\circ\text{C}$ . El cálculo de  $V_{CCo}$  es:

$$V_{CCo} = V_C - (\Delta T * 2 \text{ mV}/^\circ\text{C}); \text{ para nuestro caso } V_C = 17.1 \text{ V}$$

$$V_{CCo} = 17.1 - (35^\circ\text{C} * 2 \text{ mV}/^\circ\text{C})$$

$$V_{CCo} = 17.03 \text{ V}$$

Por lo tanto la energía generada es:

$$\begin{aligned}E_g &= (V_{CCo} * I_C) * (\text{Horas Pico}) \\E_g &= (17.03 \text{ V} * 5.16 \text{ A}) * (4.1 \text{ h/día}) \\E_g &= 360 \text{ W-h/día}\end{aligned}$$

Para obtener el número de paneles que se necesitarán en el sistema, se divide la energía total consumida entre la energía generada, es decir:

$$\begin{aligned}\# \text{ Paneles} &= E_C / E_g = (4,793 \text{ W-h/día}) / (360 \text{ W-h/día}) \\ \# \text{ Paneles} &= 13.3; \text{ por lo que se necesitarán en realidad 14 paneles.}\end{aligned}$$

En el cálculo de los Bancos de Baterías se debe considerar que se utilizarán unidades de descarga profunda con las siguientes características:

$$\begin{aligned}\text{Voltaje Nominal } (V_{nom}) &= 6 \text{ V} \\ \text{Régimen de Descarga (RD)} &= 220 \text{ A-h} \\ \text{Factor de utilización } (F_u) &= 0.8\end{aligned}$$

Por norma, el sistema deberá tener un mínimo de tres días de autonomía ( $A_U$ ) debido a la posible existencia de problemas climáticos. El número de bancos se calcula:

$$\begin{aligned}\# \text{ Bancos Bat.} &= ((E_{TC} / V_{nom}) * (A_U)) / ((RD) * (F_u)) \\ \# \text{ Bancos Bat.} &= [((4,793 \text{ W-h/día}) / 24 \text{ V}) * (3 \text{ días})] / [(220 \text{ A-h}) * (0.8)] \\ \# \text{ Bancos Bat.} &= 3.4; \text{ por lo que en realidad son 4 bancos de baterías colocados en paralelo.}\end{aligned}$$

Al ser el voltaje nominal del sistema de 24V, cada banco de baterías estará compuesto por 4 unidades (cada una de 6 V) colocadas en serie. El número total de baterías estará dado por:

$$\begin{aligned}\# \text{ Baterías} &= (\# \text{ Bancos Bat.}) * (\# \text{ Baterías por banco}) = (4 \text{ Baterías}) * (4 \text{ Baterías}) \\ \# \text{ Baterías} &= 16 \text{ Baterías}\end{aligned}$$

Con los resultados obtenidos anteriormente del No. Paneles y No. Baterías, queda comprobado que el sistema propuesto utilizando la herramienta CONAE FV2.0 es aceptable.

**Nota:** Los datos de diseño utilizados para los cálculos de los paneles fotovoltaicos y baterías, fueron proporcionados por el fabricante. Los valores de las eficiencias consideradas en el sistema, fueron tomados del manual de "Los sistemas Fotovoltaicos (Curso de introducción)" editado por CONDUMEX.

## APÉNDICE 4

### PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA COCINA EFICIENTE

1 - Trazar el modelo de la estufa en el suelo, el sitio donde se va a construir, según las medidas indicadas (Figura No.1)

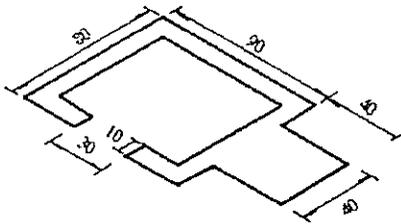


Figura No.1

2.- Levantar el muro de 40cm de altura, utilizando piedras unidas con arcilla (Figura No.2)

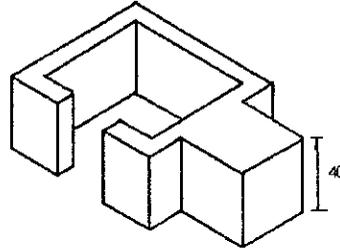


Figura No.2

3 - Cubrir el área hueca con varilla de alambón o malla de gallinero, a fin de formar un sostén para colocar una losa de arcilla (Figura No.3)

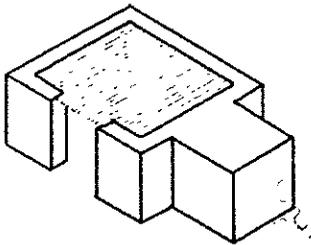


Figura No.3

4.- Colocar la losa de arcilla de 10cm de altura (Figura No.4)

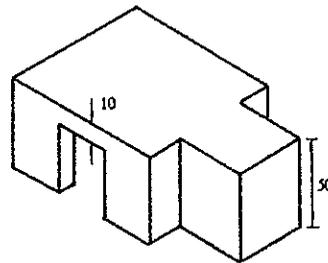


Figura No.4

5 - Hacer el trazo (líneas interrumpidas) sobre la losa colada, según las medidas que se indican en la Figura No.5 Asimismo, colocar un codo de lámina galvanizada de 90°.

Codo de 90° para tubo chimenea de 15.4 cm (6 pulg)

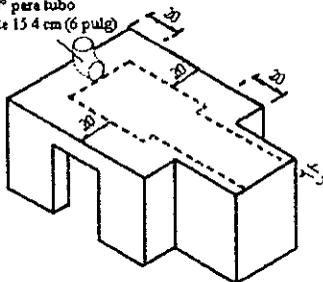
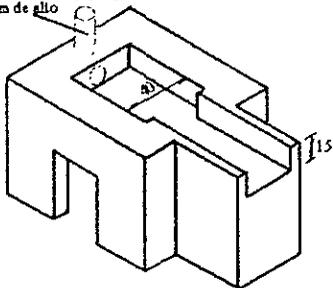


Figura No.5

6 - Levantar con tabiques un muro de 15cm de altura

Tubo para chimenea de diámetro 15.4 cm (6 pulg) y 91 cm de alto



Colocar un tubo de lámina galvanizada para chimenea Insertar el regulador de tiro, según se muestra en la Figura No 6. Para construir dicho regulador, se corta un círculo de lámina galvanizada calibre 18 que tenga 15.08 cm (5 15/16 pulg) de diámetro. Después, se hace un barreno de 0.32cm (1/8 pulg.) en el tubo para chimenea, 4cm abajo de su borde superior, se pasa una barra de hierro negro de 0.32cm (1/8 pulg.) de diámetro por 15.4 cm (6 1/4 pulg.) de largo (es importante que la barra quede centrada respecto al diámetro del tubo) Se remacha un extremo de la barra y en el otro se solda una manija; por último, se solda el círculo de lámina sobre la barra

Figura No.6

7.- Cubrir el área hueca con barritas de alambón de 0.32cm (1/8 pulg.) de diámetro, cuidando que queden

libres las zonas marcadas con X y Z (Figura No.7), las cuales corresponderán a la hornillas y a las ranuras que tapanán la entrada de aire una vez que se hallan formado brasas en la estufa Colocar otro tramo de 91 cm (36 pulg) de tubo para chimenea

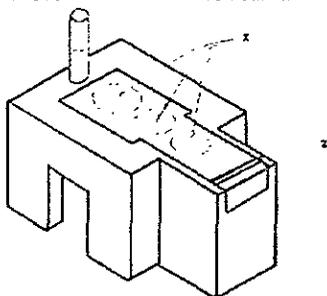


Figura No 7

8 - Colocar una losa de arcilla de 10cm de altura (Figura No 8), manteniendo libres las zonas X y Z mencionadas

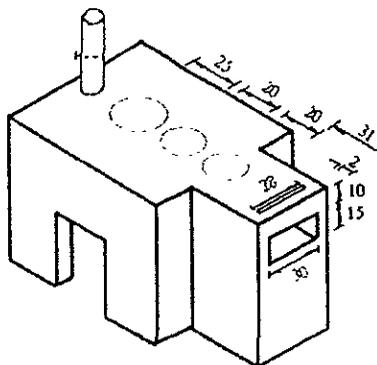


Figura No.8

9.- Colocar un sombrero a la salida de la chimenea (Figura No.9) para evitar que entre agua en época de lluvia

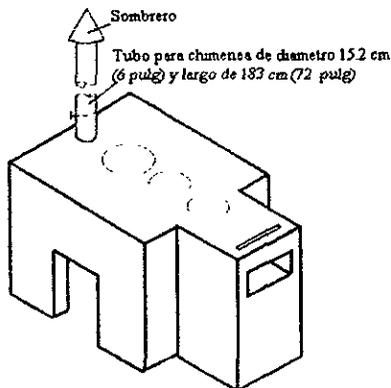


Figura No.9

## APÉNDICE 5

### DIRECTORIO DE INSTITUCIONES RELACIONADAS CON LAS ENERGÍAS RENOVABLES

El objetivo del presente apéndice es mostrar un listado de instituciones existentes en México relacionados con las energías renovables; este directorio incluirá datos esenciales de cada uno como serían: nombre, área a la que se dedican, dirección, teléfono y en algunos casos e-Mail y fax

Se entenderá por "instituciones" a los distribuidores, consultores, instituciones financieras, centros de investigación y organismos de promoción de las energías renovables.

También en este apéndice se incluirán datos para poder comunicarse a la comunidad en estudio (El Puerto de la Descubridora) y a su municipio (San Nicolás Tolentino).

#### 5-A DISTRIBUIDORES

El listado de los distribuidores estará organizado de acuerdo al tipo de tecnología a la que se dediquen. En la lista titulada "VARIOS", se necesitó poner una columna adicional de "Observaciones", ya que las empresas que aparecen en ésta, manejan distintas tecnologías.

##### DISTRIBUIDORES DE CALENTADORES SOLARES

Nombre	Dirección	Teléfonos y e-Mail
ACUACEL Sra. Imelda Malagón	Celaya, Guanajuato	461 23 058
AGROSOL M.V.Z. Jaime Muñoz Gómez	Zapopan, Jalisco	3 631 1610 agrosol@correoweb.com
Alfa Solar	Guadalajara, Jalisco	3 826 3977
ALPE Ing. Raúl Lizardi	México, D.F.	5 611 02 64 alpe@avantel.net
Bufete de Tecnología Solar, S A Ing. Rodolfo Martínez Strevel	México, D.F.	5 513 4297 strevel@data.net.mx
Calentadores Helio Solar Ing. Heliodoro Arellano	Antiguo camino a Tesislán No. 1112, Col San José 45160 Zapopan, Jal.	3 834 4721
CALENTADORES SOL-A-IRIS,S.A Ing. Eduardo Larís Delgado.	Barranca del Muerto No. 362-3 01460, México, D.F.	593-48-93
Calentadores de Sol Azteca	Calle 10-A No. 1835 Col. Ferrocarril, Guadalajara, Jal	01 (3) 611-06-05
Calentadores Solares de Guanajuato Dr. Luis Aguilar Hernández	Carretera León-Lagos Km 2, León, Gto.	01 (47) 73-31-28 Fax: 17-23- 57
Calentadores solares de Morelia Ing. Ignacio Torres Torres	Morelia, Michoacán	43 13 0869
Captasol, S. A De C. V Ing. Salvador Steffani	Km. 6 Carretera Celaya-Salvatierra 38090 Celaya, Gto.	01 (461) 23058 Fax: 91 (461) 23058
CELSOL Ing. Alejandro Rojas Ramírez	Cd. Nezahualcóyotl, Estado de México	5 793 7843

CELSOL Ing Francisco Ríos Gallegos	Querétaro, Querétaro	42 24 2735
CELSOL Ing. Francisco Arreola Barraza	Cancún, Quintana Roo	98 45 54 43
CELSOL Ing Jorge López Escobedo	Fresnillo, Zacatecas	493 2 4604
CELSOL, S.A. De C.V. Ing Enrique Gómez Junco	Hidalgo No. 916-B La Fama, Santa Catalina, N.L. 66100	8 336 2233 <a href="mailto:cecsol@intercable.net">cecsol@intercable.net</a>
Colectores Solares y Termotanques "ASHMOR" Ing José Saldaña	Priv. de Chiapas # 5, Cuemavaca, Mor. 62030	01(73) 143-042
Defefa S. A. De C. V. Ing José Luis De León	México, D.F.	5 383 3956 <a href="mailto:defefa@prodigy.net.mx">defefa@prodigy.net.mx</a>
FICARTA Ing Ernesto Castillejo Cota	Aguascalientes, Aguascalientes	49 16 0239
Fusión Solar S.A. de C.V. Arq. Ricardo Palacios Fest	Av. Universidad 700-3er piso. Col del Valle México, D.F. 03100	688-5686 Fax. 688-5666
Grupo ANUMEN Ing. Juan García Escoto	Insurgentes sur 800 11o piso México, D.F.	523-3695
Grupo Solaire S. A. de C. V.	México, D.F.	5 671 1879
Heliocol de México Elias Mekler	México, D.F.	5 202 6554 <a href="mailto:mekler@mexis.com">mekler@mexis.com</a>
HELIOCOL DE MEXICO, S.A de C.V. Ing. Hechor Fidel	Av. Nuevo León 108 Desp. 302 y 303 Col Condessa México, D.F.	Tel y Fax: 553 49 90 <a href="mailto:heliocol@infosel.net.mx">heliocol@infosel.net.mx</a>
HER & SOL Lic. José Casimiro Jáuregui	Zapopan, Jalisco	3 628 7335 <a href="mailto:bladd76@mail.aroba.com.mx">bladd76@mail.aroba.com.mx</a>
IGMA Sr. Ignacio Chávez Guerrero	Zapopan, Jalisco	3 180 0226
IKAL Ing. Peterson Farah	Guadalajara, Jalisco	3 825 0195 <a href="mailto:ikal@prodigy.net.mx">ikal@prodigy.net.mx</a>
Imprema, S.A. de C.V. Ing. Feldhaus Walter	México, D.F.	5 273 1877 <a href="mailto:imprema@dsi.com">imprema@dsi.com</a> Industria mx
Industrial Termosolares S.A. De C. V.	Guadalajara, Jalisco	3 613 9884
Industrias Orozco Carriarte Sr. Francisco Cárdenas Ramírez	Guadalajara, Jalisco	3 812 9792
Inst. Técnicas Especializadas, S. A. Ing Enrique Ramoneda Relif	Bahía de Chachalacas # 42 Col. Verónica Anzures D.F. 11300.	5 260 2799 <a href="mailto:solarite@netservice.com.mx">solarite@netservice.com.mx</a>
ISAPSA	Puebla, Puebla	22 44 4615
HELIOFER, S. A.	Puebla, Puebla	22 43 0910
Magamex, Corporativo	Estado de México	5 569 8011
MODULO SOLAR Ing Octavio García M.	Av. Atlacomulco 418 Cuemavaca, Mor. 62430	01 73-123607 <a href="mailto:modulo@mail.giga.com">modulo@mail.giga.com</a>
Paneles Solares, S.A. de C.V.	Urbina No. 56, Parque Industrial 53470 Naucalpan, Edo de Méx.	358-22-88
Poder Solar Ing David Soto Pacheco	Nuevo León No 75-A Col. San Benito Hermosillo, Son	01 (62) 13-43-04
REISOL	México, D.F.	5 611 3274
Servicios de Soluciones Técnicas	Naucalpan, Estado de México	5 397 7455

Sist. de Ahorro Energético y Const Lic. Pedro A Bretón Ramiro	Puebla, Puebla	22 44 3900
Sist y Componentes en Energía Solar Sr. Alberto	Cuervavaca, Morelos	73 11 0381 <a href="mailto:siconeso@mor1.telmex.net.mx">siconeso@mor1.telmex.net.mx</a>
SOLARMEX, S A de C.V	Pte. 148 No. 519 Industrial Vallejo 02300 México D.F	368-49-29 /368-13-55
Sunway de México, S A De C.V. C.P. Jorge Dávila Garza	Av Ejército Nacional No. 1162 "PB" Col. Polanco, México, D.F.	5 395 5771 <a href="mailto:sunway@impsnet.com.mx">sunway@impsnet.com.mx</a>
TECNOSOL	Guadalajara, Jalisco	3 614 1202
Termosolares Reyes	La Piedad, Michoacán	352 60 743

#### MODULOS Y SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Econolux S A de C.V Ing Gustavo Núñez	Av Ferrocarriles Nal. No 1 Col La Laguna, Tlanepantla, Edo. de Mex	714-40-74 Fax: 714-42-69
Ecolunsmo & Nuevas Tecnologías Ing Arturo Romero-Paredes Rubio	Atizapán de Zaragoza, Estado de México	(5)824 1358 <a href="mailto:aromerop@internet.com.mx">aromerop@internet.com.mx</a>
ENER SOL de Cd. JUÁREZ Ing. Víctor Meraz Ramos	Cd Juárez, Chihuahua	16 13 68 05 <a href="mailto:vmeraz@infolink.net.mx">vmeraz@infolink.net.mx</a>
ESB de MEXICO, S.A. de C.V. Ing Julio Cesar Soto Rivera	Tlanepantla, Estado de México	
Grupo PIM S A. de C.V Lic. Jorge González Morales	Calle 36-A No 90. Col. Sta Rosa 07620 México, D.F	389-0109 Fax: 751-0907
Orpinel Electronics	Chihuahua, Chihuahua	14 14 3650
SIMOSOL	Chihuahua, Chihuahua	14 34 0242
Sist Electrónicos Especializados Ing Armando Saldaña Fernández	Querétaro, Querétaro	42 16 4687 <a href="mailto:asalfer@qro1.uninet.net.mx">asalfer@qro1.uninet.net.mx</a>
Sistemas Electrosolares de Ojinaga Sr. René Valenzuela S.	Ojinaga, Chihuahua	145 3 10 90
SOLARTRONIC Manuel Ochoa	México, D.F.	5 646 0654 <a href="mailto:jmochoa@hotmail.com">jmochoa@hotmail.com</a>
SOLARTRONIC Manuel Ochoa	México, D.F.	5 646 0654 <a href="mailto:jmochoa@hotmail.com">jmochoa@hotmail.com</a>
SOLARTRONIC Ing. Vicente Estrada Cagigal	Av. Morelos Sur No.90 62070 Col. Chipitlán Cuervavaca, Morelos	52(73)18-9714 Fax:18-8609 <a href="mailto:vestrada@solartronic.com">vestrada@solartronic.com</a>
Sunergy Ing. Javier Cardona M.	Chihuahua, Chihuahua	14 19 77 11

#### AEROGENERADORES

Fuerza Eólica S. A. De C.V. Ing. Carlos Gottfried Joy	México, D.F.	5 683 7303
--	--------------	------------

#### BIOMASA

AGROPAK Internacional S. A Ing. Gregono Villarreal Alanís	Garza García, Nuevo León	8 335 6202
--	--------------------------	------------

#### MINI Y MICRO CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Ing Flavio Ferrán Riquelme	3a Prv. de la Luz # 2, Chapultepec Cuervavaca, Mor.	73 15 46 83 <a href="mailto:ferran@solartronic.com">ferran@solartronic.com</a>
--	--	---

## VARIOS

Nombre	Dirección	Teléfonos	Observaciones
Acumuladores Mexicanos Ing. José G. Clariand	Aramberri 711 Ota., Monterrey, N.L. 64000	01-83-439824 Fax: 439455	Fabricante de baterías en ciclos ligero y profundo Integrador de sistemas fotovoltaicos. Venta a instalación de plantas solares fotovoltaicas
Aerobombas Felizardo Ezondoo Guajardo	Zaragoza No. 100, Cruz con Hidalgo, Apodaca N.L.	01 (8) 86-05-77 / 86-01-74	Venta de sistemas eolomotrices para bombeo de agua y generación de electricidad a pequeña escala.
Dizfink Sistemas Biomiméticos	Xalapa, Veracruz	(2) 815 5635 sv_dizfink@xal megared.net.mx	Calentadores Solares, Fotovoltaico, Hornos solares
Eléctrica de México Ing. Carlos Flores M	Gustavo Baz 340 Col Sn. Pedro Barrientos Tlaxtepanita Estado de México 54000	5 310 5711	Distribución y venta de plantas solares fotovoltaicas, bombas solares, generadores eólicos. Fabricación de componentes periféricos.
Electroluminación de Chiapas	Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	961 12475, 36800	Electrificación Rural, Bombeo
Empresas CA-LE de Tlaxcala Sr. Ezequiel de los Angeles Nava	Calle Azatlán # 430 Col Granjas México,	368-8520 Fax: 368-8449	Fábrica y venta de la batería CA-LE 30HE, especial para aplicaciones fotovoltaicas en sistemas distribuidos o dispersos
Energía Limpia de México	Puebla, Puebla	(22) 48 5262 web-strategies.com/pueblafelmx	Calentadores Solares, Sistemas Eólicos, Iluminación
Energía y Ecología Dr. Diego Alfonso Sámano	Cuernavaca, Morelos	73 15 85 65 enservico@infosel.net.mx	Calentadores Solares y módulos fotovoltaicos
Heliónica S.A. de C.V. Ing. Jorge Chernikoff	Av. Acueducto 402-B Col Huipulco, D.F. 14370	655-4958	Venta de colectores solares planos, módulos fotovoltaicos y aerogeneradores. Diseño de sistemas
Industria Eléctrica de México Ing. Carlos Flores M	Gustavo Baz 340 Col Sn. Pedro Barrientos Tlaxtepanita Estado de México 54000	5 310 5711	Distribución y venta de plantas solares fotovoltaicas, bombas solares, generadores eólicos. Fabricación de componentes periféricos
IK INTERNACIONAL Ing. Eduardo Rincón Mejía	Toluca, Estado de México	72 14 113 12	Aerogeneradores, Cocinas, Generadores de Vapor Solares
Jenbacher Energie Ing. Victor Vargas	Calle Privada Santa María No 195 Col Santa María C P 64430 Monterrey, N.L. México	8 348 5270	Cogeneración, Biogas, empresa fabricante de motores alternativos (reciprocantes), que pueden trabajar con los combustibles líquidos y gaseosos convencionales, pueden quemar biogás.
KF, S.A. de C.V. Ing. Leopoldo Klasky	Lamarine No 121 Col Polanco México, D.F. 11560	250-11-71 / 545-22-34	Venta de colectores solares planos, módulos fotovoltaicos y aerogeneradores. Diseño de sistemas.
Plantas Eléctricas Solares del Sureste	Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	961 37 375	Plantas Y Sist. Fotovoltaicos, bombas de agua sola
Poder Solar Ing. David Soto Pacheco	Nuevo León No 75-A Col San Benito Hermosillo, Son	01 (62) 13-43-04	Venta de colectores solares planos, módulos fotovoltaicos y aerogeneradores. Diseño de sistemas.
Proveedora Agropecuaria de Comapa	Rayón #101 bis., Col Centro, Texcoco, Edo. México	01 (595) 453-33	Cercos eléctricos y paneles fotovoltaicos.
Ryego Gana, S.A. De C.V.	Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	961 3 8378, 10527 ryegogan@compnet.com.mx	Plantas solares, bombeo
SAECSA S.A. de C.V. Lic. Catalina Flores B	Av. Sn. Foo 2218 Puebla, Pue.	01 (22)48-57-09	Venta de colectores solares planos, módulos fotovoltaicos y aerogeneradores. Diseño de sistemas
Servicios y Productos Agropecuarios	Xalapa, Veracruz	(2) 817 0488 r-glaser@edg.net.mx	Todo en Energía Solar
Sistemas Alternos de Energía	Puebla, Puebla	(22) 20 0462	Calentadores Solares, Bombeo, Iluminación
Sistemas y Componentes en Energía Solar Ing. Alberto García Esquivel	Av. Universidad No. 22 Cuernavaca, Morelos	11/03/1981	Venta de colectores solares planos, módulos fotovoltaicos y aerogeneradores. Diseño de sistemas
SOLARTEK Ing. Luis Alonso Lazzano	Zapotlán 138 22860 Ensenada, B.C.	01 (617) 444-42	Venta de colectores solares planos, módulos fotovoltaicos y aerogeneradores. Diseño de sistemas
SOLARTRONIC Ing. Vicente Estrada Cajgal	Av. Morelos Sur No 90 62070 Col. Chipitán Cuernavaca, Morelos	52(73)18-9714 Fax:18-8609 vestrada@solartronic.com	Venta de equipo fotovoltaico, plantas solares, instrumentación y proyectos solarimétricos Solarmetría satelital.
USOL S.A. de C.V. Ing. Federico Sierra	Prolongación La Joya No 5 Tepepan Xochimilco, D.F.	5 675 0039 usol@prodigy.net.mx	Venta de colectores solares planos, módulos fotovoltaicos y aerogeneradores. Diseño de sistemas

### 5-B CONSULTORES

Los consultores presentan en el siguiente listado se dedican a desarrollar proyectos de energías renovables o proyectos relacionados con la generación de energía.

Nombre	Dirección	Teléfonos	Observaciones
Buffete de Tecnología Solar Ing. Rodolfo Martínez Strevel	Parque Real # 2 El Parque Coyoacán 04890	677-6959	Diseño e instalación de sistemas de colectores solares planos domésticos, industriales y para albercas. Cubiertas térmicas para albercas
Comisión Federal de Electricidad Electrificación Rural Ing. Fernando Uriá Galicia	Río Rodano 97 3er Piso, Col Cuauhtémoc D.F.	229-4400 x 2091	Electrificación fotovoltaica y eólica en comunidades marginadas
<i>Energía y Ecología</i> Ing. Miguel Franco Argoytia	Ranconada de los Volcanes, Edificio Misti, Pedregal de Carrasco, 04700 D.F.	665-7853	Consultoría y asesoría en fuentes no convencionales de energía.
Energía y Ecología Dr. Diego Alfonso Sáenz Tirado	Cml. Ahumada No. 46 Lomas del Mirador, Cuernavaca, Mor 62350	91 (73) 15-85-65 Fax. 15-85- 65	Consultoría, Diseño, venta e instalación de sistemas no convencionales, principalmente colectores planos y módulos fotovoltaicos
Entec S.A. de C.V. Ing. Arturo Whaley Martínez	Milit. No. 13, Col. Extremadura 03740, México, D.F.	598-4675 Fax: 598-4535	Consultoría, diseño, desarrollo, venta de proyectos e instalaciones fotovoltaicas, eólicas y microhidráulicas

### 5-C ORGANIZACIONES FINANCIERAS

En el siguiente listado aparecen los organismos que ofrecen financiamiento para implementación de proyectos que utilicen energías renovables, todos ellos serán presentados con mayor profundidad en el capítulo siguiente.

Nombre	Dirección	Teléfonos
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Horacio 1855, piso 6, Col. Los Morales Polanco, México D.F.	5580-2122
Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) Dr. Octavio Montufo	San Luis Potosí 93, Col. Roma, Cd. 06700, México D.F.	5264-1211
BANOBRAS Lic. Eduardo Hernández	Tecoyotitla #110, Col. Guadalupe Inn, México D.F.	5628-5400
Programa Nacional de Apoyo para las Empresas de Solidaridad (FONAES-SEDESOL)	Av. Parque Lira No. 65, San Miguel Chapultepec, 11850, México D.F.	5515-5559
Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID) Lic. Jorge Landa Bonilla	Paseo de la Reforma No. 305, Col. Cuauhtémoc, 06500, México D.F.	5209-9100
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	Rosaleda 29, 1er. piso, Col. Lomas Altas, 11950, México, D.F.	5327-7400
Nacional Financiera	Insurgentes Sur 1971, Torre 3, 2do. piso Col. Guadalupe Inn, 01020, México, D.F.	5325-6589

### 5-D CENTROS DE INVESTIGACIÓN

A continuación se mencionaran los centros de investigación más importantes que hay en el país, que realizan estudios para el desarrollo de las energías alternas

Nombre	Dirección	Teléfonos
Instituto de Investigaciones Eléctricas (IEE)	Av Reforma No 113, Col Palmira, Temixco, Morelos	(73) 18-38-11
Centro de Investigación en Energía (CIE), UNAM	Privada de Xochicalco s/n, Dol. Dentro, Temixco, Morelos.	(73)25-00-48
Programa Universitario de Energía(UNAM)	Edificio de coordinación de Vinculación, Planta Alta, C.U, México, D.F	5622-5221
Instituto de Ingeniería	Ciruito Interior Edif 1, Piso 2, C.U. México D.F	5622-8122
Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINESTAV) IPN	Av Instituto Politécnico Nacional #2508, Unidad Zacatenco, México D.F.	5747-7133

### 5-E ORGANISMOS DE PROMOCIÓN

Los organismos listados a continuación, se encargan promover y fomentar el uso de las energías alternas con el fin de dar un mayor auge a su aplicación dentro del territorio nacional.

Nombre	Dirección	Teléfonos
Asociación Nacional de Energía Solar (ANES)	Privada De Xochicalco s/n, Col Centro, Temixco, Morelos	(73) 25-00-18
Comisión para el Fomento de las Energías Renovables (COFER)	Insurgentes Sur 1582, 2° piso, Col Crédito Constructor	5322-10-00
Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE)	Insurgentes Sur 1582, 2° piso, Col Crédito Constructor	5322-1000
Secretaría de Energía	Insurgentes Sur 890, Col Del Valle, México D.F	5448-6000

### 5-F COMUNIDAD EN ESTUDIO

A continuación se listan la comunidad en estudio y su municipio.

Nombre	Dirección	Teléfonos
Municipio de San Nicolás Tolentino Pdte Mun. Sr José Castillo Sifuentes	Palacio Municipal, San Nicolás Tolentino	01(48)18-93-66
Comunidad "Puerto de la Descubridora"	Carretera #70 San Luis Potosi-Rio Verde, Desviación en el Valle de los Fantasmas a 14km más adelante sobre terracena	01(48)40-81-86

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Almanza, R. y Muñoz G. Ingeniería de la energía solar. El Colegio Nacional México. 1994
- 2) Alonso Concheiro y Rodríguez Viqueira Alternativas energéticas. Ed.Fondo de Cultura Económica. México. 1993
- 3) American Wind Energy Asociation. Introduccion to small wind systems. U.S.A. 1993
- 4) Banco Interamericano de Desarrollo. Información básica 1999. Oficina de Relaciones Exteriores (BID). U.S.A. 1999
- 5) Cádiz, Juan C. La energía eólica: tecnología e historia. Ed.Hermann Blume. España. 1984
- 6) Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.). Precios unitarios de electrificación rural: Propuesta de programa 2000. Subdirección de Distribución. 1999
- 7) Comisión Técnico-Consultiva para la determinación regional de los Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). Manual de localización de los perfiles diagramáticos de vegetación. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. México. 1974
- 8) Diario Oficial de la Federación pág. 80, 2ª sección. 31 de marzo 1999
- 9) División de Energías Alternas. Los sistemas fotovoltaicos: curso de introducción Ed.Industrias Eléctricas de México (IEM-CONDUMEX)
- 10) Fideicomiso para el Riesgo Compartido (FIRCO). Manual de bombeo fotovoltaico. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. México. 1997
- 11) Fideicomiso para el Riesgo Compartido (FIRCO). Introducción a la tecnología de los biodigestores anaeróbicos: Manual de autoenseñanza. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. México. 1997
- 12) Gonzalez N., Carlos. "Electrificación rural con fuentes renovables de energía" en: Boletín IIE, num.5, vol.19, septiembre-octubre 1995
- 13) Granqvist, C.G. Materials science for solar energy conversion systems. Ed.Pergamon Press. Great Britain 1991
- 14) Guerrero A., Juan P. Reporte: "Descentralización de la política social" del: Centro de Investigaciones y Docencia Económica (CIDE). junio, 1998.
- 15) Hernández, Eduardo Lineamientos y condiciones para el financiamiento de proyectos de infraestructura. BANOBRAS, septiembre, 1999.
- 16) Huacuz V , Jorge. "Sol, viento y generación eléctrica" en: Boletín IIE, num.5, vol.19, septiembre-octubre 1995
- 17) Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Información Estadística sobre Estados y Municipios. Centro de Desarrollo Municipal (CEDEMUN). México

- 18) Landa B , Jorge Reporte "Cooperación Energética entre México y Estados Unidos a través de la agencia para el Desarrollo internacional, USAID-MÉXICO". Embajada de los Estados Unidos de Norteamérica 1996
- 19) Manuales sobre el consumo alimenticio sobre diversas razas animales. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural(SAGAR). México
- 20) Mataix, Claudio Mecánica de Fluidos. Harla. México
- 21) McMullan, Morgan y Murray. Recursos Energéticos. Ed Blume. España. 1981
- 22) Monroy, María I. Estado de San Luis Potosí: región metropolitana II Ed.Secretaría de Fomento Industrial y de servicios y Centro de Investigaciones Históricas de San Luis Potosí, A.C. México, 1995
- 23) Mota, Juan M. Informe: "Costos de generación en 1999"de la: Secretaría de Energía.(S.E.). 1999
- 24) National Academy of Sciences. Energy for rural development. U.S.A
- 25) Sánchez, Margarito y Rodríguez, Braulio. Tecnologías para el aprovechamiento de la Biomasa en el sector rural. Tesis Ingeniería Mecánica, Instituto Politécnico Nacional (I.P.N.). México. 1993
- 25) SANDIA laboratories. Aplicación de la energía renovable en el campo. Ed.Fideicomiso para el Riesgo Compartido(FIRCO). México. 1997
- 26) Tarquin, Anthony. Ingeniería Económica. Ed Mc Graw-Hill. Colombia. 1999
- 27) Tonda, Juan. El oro solar y otras fuentes de energía. Ed.Fondo de Cultura Económica, serie "Para leer la ciencia desde México". México. 1993
- 28) White, Frank. Mecánica de Fluidos. Ed.Mc Graw-Hill. México. 1988