



USAID | **MÉXICO**
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

First Draft

MANUAL PARA LA EVALUACIÓN, FINANCIAMIENTO Y DIMENSIONAMIENTO ENERGÉTICO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PRODUCTIVOS CON ENERGÍAS RENOVABLES

USAID/MEXICO COMPETITIVENESS PROGRAM

CONTRACT: CONTRACT NUMBER GOES HERE

September 2009

This report has been produced by Abt Associates Inc. for the United States Agency for International Development.

MANUAL PARA LA EVALUACIÓN, FINANCIAMIENTO Y DIMENSIONAMIENTO ENERGÉTICO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PRODUCTIVOS CON ENERGÍAS RENOVABLES

USAID/MEXICO COMPETITIVENESS PROGRAM

De Buen Odón

DISCLAIMER

The author's views expressed in this publication do not necessarily reflect the views of the United States Agency for International Development or the United States Government.

Contract: Contract Number goes here

1	INTRODUCCIÓN	1
2	ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS RELACIONADOS A LA ENERGÍA	3
2.1	Formas útiles de energía	3
2.2	Los usos productivos de la energía en comunidades rurales	6
2.3	Los contenidos energéticos.....	9
3	LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS DE USOS PRODUCTIVOS	15
3.1	Procesos de producción de calor	16
3.2	Procesos con uso de energía eléctrica	16
4	LOS COSTOS ASOCIADOS A LAS OPCIONES	22
4.1	Para producción de calor	24
4.2	Para energía mecánica.....	26
4.3	Para generación de electricidad	27
4.4	Inversión inicial y costos de operación para proyectos productivos	38
12	BIBLIOGRAFÍA.....	44
13	ÍNDICE DE TABLAS	49

1 Introducción

En muchas comunidades existen claras posibilidades de desarrollo de actividades productivas que se ven limitadas por la falta de acceso a energéticos convencionales (como gasolina y/o electricidad) o porque ese acceso puede significar fuertes erogaciones (en inversión o en gasto cotidiano) fuera del alcance económico de las comunidades.

Por otro lado, la falta de energía puede reflejarse en dificultades y limitaciones para dar valor agregado a los productos que pueden ser elaborados y comercializados por la comunidad, ya sea porque no pueden ser almacenados en condiciones adecuadas (refrigeración) o transformados en productos de mayor valor.

Finalmente, puede ser que los servicios energéticos que obtiene la comunidad para sus usos productivos no se obtienen de la manera más económica por desconocimiento de otras alternativas o por el hecho de que tener estas alternativas implica una fuerte inversión y no se dispone de financiamiento. Este es el caso de comunidades en las que sus pobladores tienen que recorrer grandes distancias para conseguir y transportar combustibles para generar electricidad en pequeños generadores o para comprar el hielo (que les dura solo unas horas o unos días) que sirve para conservar productos perecederos.

La energía renovable representa una solución técnica y económicamente rentable para que las comunidades aprovechen y mejoren sus capacidades productivas. Sin embargo, el principal obstáculo para que las comunidades aprovechen la energía renovable es el costo de la inversión requerida para llevarlos a cabo, por lo que el financiamiento se vuelve crítico para fomentar este tipo de soluciones. Tomando en cuenta lo anterior, las Microfinancieras pueden jugar un rol fundamental en las comunidades que atienden.

La energía renovable

Sin embargo, estas comunidades están seguramente localizadas con acceso a algún tipo de energía renovable que puede ser transformada para ser aprovechada, con tecnología que ya existe en el mercado y a un costo menor que alternativas convencionales, en esos usos productivos.

Ya sea directamente del Sol, o aprovechando corrientes y/o caídas de agua, o los vientos que soplan en el entorno de la comunidad, o los productos agrícolas, pecuarios o forestales que están presentes en su entorno, las comunidades pueden, a través de tecnología plenamente probada y accesible en el mercado, tener los servicios energéticos que necesitan.

Es decir, que en la energía renovable se puede encontrar la solución técnica y económicamente rentable para que las comunidades aprovechen y mejoren sus capacidades productivas.

La importancia del financiamiento

A su vez, una de los aspectos de estas alternativas de aprovechamiento de energía renovable es el hecho de que el principal costo es el de la inversión, es decir, el costo inicial, el cual se convierte en una enorme barrera para que las comunidades aprovechen esta oportunidad.

Por lo mismo, el financiamiento se vuelve una necesidad para hacer posible estas oportunidades. Por lo tanto, la posibilidad de que las organizaciones que pueden proveer de financiamiento puedan integrar a sus portafolios de servicios el de inversiones en energías renovables se vuelve fundamental.

Este manual

Respondiendo a esa necesidad de las organizaciones que proveen de financiamiento a estas comunidades de poder integrar a la tecnología de aprovechamiento de energía renovable en sus portafolios, el presente manual ha sido diseñado para servir de instrumento técnico para los organismos que proveen financiamiento a las comunidades de menores recursos en el aprovechamiento de las alternativas que les permitan aprovechar sus vocaciones productivas con los recursos que tienen a su disposición.

2 Algunos conceptos básicos relacionados a la energía

2.1 Formas útiles de energía

La energía se presenta, se puede transformar o se puede utilizar para tener luz, calor, frío y fuerza motriz, los cuales son formas útiles de la energía que son fundamentales para cualquier aplicación productiva.

- **Luz.** Aunque no tiene generalmente un uso productivo directo, la luz es un elemento indispensable para las actividades productivas en particular y de la comunidad en general al permitir tener estas actividades nocturnas o en condiciones de baja luminosidad natural.
- **Calor.** El calor es usado para elevar la temperatura del agua, de fluidos en general y del aire, lo cual, a su vez, puede ser aprovechado para cocción de alimentos, para actividades de higiene, como un primer paso en la pasteurización de leche, para el secado de productos agrícolas y para la producción de destilados, entre otros.
- **Frío.** El poder disponer de dispositivos y de recipientes que mantienen bajas temperaturas constantes y por tiempo indefinido permite la conservación de productos (como pescado, carne y leche) para que no se echen a perder o para comercializarlos en las mejores condiciones para las comunidades; para el almacenamiento de medicinas; o para su procesamiento y/o transformación (como la pasteurización de leche); y/o, inclusive, para el confort en espacios cerrados en zonas cálidas.
- **Fuerza motriz.** La fuerza motriz permite mover fluidos en tuberías (aire, agua o aceites), mover objetos (en elevadores o grúas), mover vehículos (terrestres y marítimos), y permite transformar productos y materiales en molinos, en máquinas de coser o en máquinas herramientas.

2.1.1 Las formas en las que se presenta la energía para aprovecharla

La energía es útil en la medida en la que nos se presenta en una forma aprovechable directamente o se puede transformar, a través de algún dispositivo, en esa forma aprovechable.

El obtener luz, calor, frío y fuerza motriz se puede lograr utilizando diversas formas de energía que están disponibles en el mercado, ya sean en forma o a partir de combustibles, o a partir de energía renovable.

En general, asumiendo que la red eléctrica no llega a la comunidad o al punto donde se puede aprovechar productivamente, se tienen dos maneras generales para obtener esa forma útil: a través de tecnología que opera con los combustibles o a través del aprovechamiento de las energías renovables.

A continuación se hace una descripción general de estos dos conjuntos de opciones energéticas.

2.1.1.1.1 Los combustibles

Se entiende como combustibles a aquellos compuestos que, a una temperatura relativamente alta y a presión atmosférica, tienen una reacción química con los elementos contenidos en el aire (en particular el oxígeno), la cual produce calor a altas temperaturas, luz y una serie de compuestos químicos resultado de esa transformación.

En otras palabras, los combustibles, directa o indirectamente, nos permiten tener luz, calor, frío y/o fuerza motriz.

Así, la luz y el calor se pueden obtener de manera directa a partir de tres formas en las que se presentan los combustibles:

- **Sólidos.** Este tipo de combustibles incluye la leña, el carbón y las velas.
- **Líquidos.** En esta forma se presentan el diesel, la gasolina, el kerosene, el combustóleo y el bioetanol.
- **Gaseosos.** En esta forma se presentan el gas LP, el gas natural y el biogás.

Por otro lado, estos combustibles pueden ser utilizados como insumo energético en dispositivos que los transforman en luz, calor, frío y fuerza motriz, ya sea a partir de electricidad que se obtiene utilizándolos en generadores de electricidad, o en motores de combustión (de los que se obtienen fuerza motriz y/o calor), o a través de sistemas llamados de absorción (de los cuales, se obtiene frío).¹

2.1.1.1.2 La energía renovable

Se pueden definir a la energía renovable como la que se obtiene de fenómenos naturales que se regeneran continua y permanentemente.

En particular y para los propósitos de este manual, se identifican cuatro formas específicas:

- **Solar.** Es la que proviene directamente del Sol, que suministra luz y calor, y que se puede convertir en electricidad de varias maneras.
- **Eólica.** Se refiere a la que está contenida en el aire en movimiento (viento) y que se puede convertir en fuerza motriz o en electricidad.
- **Hidráulica.** Es la que está contenida en el agua en movimiento sobre la superficie terrestre o la que, de manera potencial, está contenida en un volumen dado de agua a una altura dada (y que entrega la energía al desplazarse a un nivel inferior). Como la energía del viento, se puede convertir en fuerza motriz o en electricidad.

¹ Es un sistema que utiliza calor para producir frío y que se basa en las características particulares de ciertos fluidos que se combinan en un sistema de refrigeración.

- **Bioenergía.** Es, fundamentalmente, la energía almacenada en las plantas como resultado de la fotosíntesis.² La bioenergía puede tener forma de (o ser convertido en) combustible sólido, líquido o gaseoso, a partir de lo cual se puede obtener luz, calor y electricidad.

En el ANEXO II se presenta una descripción de estas formas de energía.

2.1.2 Los Energéticos y los dispositivos más comunes para obtener luz, calor, frío y electricidad.

2.1.2.1.1 Combustibles

En la Tabla 2.1.2.1-1 se anotan los diversos combustibles y los dispositivos con los que se convierten en energía útil.

Como se puede observar, la obtención de luz y de calor son los procesos más sencillos y que es posible a partir de la mayoría de los combustibles, mientras que la obtención de frío y fuerza motriz (y sus beneficios) es más compleja ya que requiere de pasar por un proceso de generación de electricidad.

Tabla 2.1.2.1.1-1 Tipos de combustible y dispositivos o procesos para convertirlas en formas de energía útil

Tipo de combustible	Combustible	Forma de energía útil y los dispositivos utilizados para obtenerla			
		Luz	Calor	Frío	Fuerza motriz
Sólidos	Cera	Velas	Velas	A través de sistemas de absorción ³	No aplica
	Leña	Fogón	Fogón Estufa Horno	A través de generación de electricidad o de sistemas de absorción	A través de generación de electricidad
	Carbón	Fogón	Fogón Estufa Horno		No se acostumbra
Líquidos	Gasolina	No se acostumbra	No se acostumbra		A través de motor de combustión interna o de generación de electricidad
	Diesel	No se acostumbra	Caldera		
	Kerosene	Lámpara	Estufa		
	Combustóleo	Lámpara	Horno		
Gaseosos	Gas natural	Lámpara	Estufa		
	Gas LP	Lámpara	Horno		
	Metano	Lámpara	Caldera		

Elaboración propia

² La fotosíntesis es el proceso por el cual se transforma la energía solar en energía química contenida en las plantas.

³ Es un sistema que utiliza calor para producir frío y que se basa en las características particulares de ciertos fluidos que se combinan en un sistema de refrigeración.

2.1.2.1.2 Las energías renovables

Por otro lado, la luz, calor, frío y fuerza motriz se pueden obtener de formas de energía renovable, aunque, a excepción de la obtención de calor a partir de la energía solar, lo más fácil es a través de convertir estas formas de energía en electricidad para poder aprovecharlas (Tabla 2.1.2.2-1).

Tabla 2.1.2.1.2-1 Tipos de energías renovables y dispositivos o procesos para convertirlas en formas de energía útil

Forma de energía	Forma de energía útil			
	Luz	Calor	Frío	Fuerza motriz
Solar	A través de generación de electricidad	Por medio de colectores solares	A través de generación de electricidad o de sistemas de absorción	A través de generación de electricidad
Hidráulica y eólica	A través de generación de electricidad			A través de un sistema de transmisión mecánica o de generación de electricidad
Bioenergía	Combustión directa	Combustión directa	A través de generación de electricidad o de sistemas de absorción	A través de generación de electricidad

Elaboración propia

2.2 Los usos productivos de la energía en comunidades rurales

En el sector rural existen muchas maneras en las que la energía permite transformar productos de manera que puedan ser aprovechados por las comunidades para sus propias necesidades o para obtener ingresos a partir de la venta de productos y servicios.

Una forma de reducir la pobreza es dar acceso a fuentes de ingresos o mejorar las ya existentes en las zonas pobres que aún no tienen acceso a energía eléctrica, como el acceso al agua, la productividad agrícola, los servicios de salud, la educación, la creación de empleo y la sustentabilidad del medio ambiente. El acceso a los servicios de energía puede transformar la vida de las personas de manera tal que influye en todos los aspectos del desarrollo.

2.2.1 Producción de alimentos

En primer lugar, están las actividades relacionadas con la producción de alimentos, donde aplicaciones como el bombeo de agua para irrigación y animales, la incubación de huevo y la ordeña de vacas son aplicaciones que se pueden facilitar con energía eléctrica (Tabla 2.2.1-1).

Tabla 2.1.2.1.2-1 Producción de alimentos

TIPO DE ACTIVIDAD	PROCESO CON USO DE ENERGÍA	Forma de energía útil
Agricultura	○ Bombeo de agua	○ Fuerza motriz
	○ Producción en invernaderos	○ Luz ○ Fuerza motriz
Apicultura	○ Centrifugado apícola	○ Fuerza motriz
	○ Incubadora de huevos	○ Luz ○ Calor
Pecuarios	○ Bombeo de agua	○ Fuerza motriz
	○ Cercas eléctricas	○ Electricidad
	○ Limpieza de equipos	○ Luz ○ Fuerza motriz
	○ Ordeña de vacas	○ Luz ○ Frío ○ Fuerza motriz

Elaboración propia

2.2.2 Procesamiento de alimentos

A su vez, el procesamiento de alimentos (cocción, secado, congelado, pasteurizado) se puede lograr principalmente con calor obtenido de distintas formas y apoyado por el uso de la electricidad para la producción de frío (Tabla 2.2.2-1).

Tabla 2.1.2.1.2-1 Procesamiento de alimentos

TIPO DE ACTIVIDAD	PROCESO CON USO DE ENERGÍA	Forma de energía útil
Procesamiento de alimentos	○ Cocción de alimentos	○ Calor
	○ Deshidratación y secado de alimentos	○ Calor
	○ Conservación de carne, pescados y mariscos	○ Frío
	○ Elaboración de crema, mantequilla y queso	○ Calor ○ Frío ○ Fuerza motriz
	○ Escaldado de animales	○ Calor ○ Fuerza motriz
	○ Escaldado frutas y verduras	○ Calor ○ Fuerza motriz

Elaboración propia

Tabla 2.1.2.1.2-2 Procesamiento de alimentos

TIPO DE ACTIVIDAD	PROCESO CON USO DE ENERGÍA	Forma de energía útil
Procesamiento de alimentos	○ Producción de conservas de vegetales y de frutas	○ Calor ○ Frío
	○ Refrigeración de vacunas y medicamentos	○ Frío
	○ Elaboración de bebidas destiladas	○ Calor ○ Fuerza motriz
	○ Molienda	○ Fuerza motriz
	○ Pasteurización de leche	○ Calor ○ Frío

Elaboración propia

2.2.3 Usos diversos

Finalmente, existe una serie de usos diversos de la energía que pueden tener utilidad en aplicaciones productivas en una comunidad (Tabla 2.2.3.1). Entre esas aplicaciones están la de los servicios (restaurantes y hotelería), la de la manufactura en pequeño y otras aplicaciones generales.

Tabla 2.1.2.1.2-1 Usos diversos

TIPO DE ACTIVIDAD	PROCESO CON USO DE ENERGÍA	Forma de energía útil
Servicios	○ Agua caliente	○ Calor
	○ Bombeo de agua	○ Fuerza motriz
	○ Conservación de alimentos	○ Frío
	○ Iluminación	○ Luz
	○ Refrigeración	○ Frío
Manufactura	○ Carpintería con pequeñas maquinas eléctricas	○ Luz ○ Fuerza motriz
	○ Máquinas de coser	○ Luz ○ Fuerza motriz
Generales	○ Bombeo de agua	○ Fuerza motriz
	○ Comunicaciones	○ Electricidad
	○ Iluminación en talleres de trabajo	○ Luz
	○ Producción de hielo y productos congelados	○ Frío
	○ Purificación de agua	○ Calor ○ Electricidad

Elaboración propia

2.3 Los contenidos energéticos

Hay tres elementos centrales en el dimensionamiento de los sistemas energéticos:

- la **cantidad de energía** que se puede obtener de una fuente dada,
- la **potencia** con la que se requiere entregar esa energía, y
- la **eficiencia** con la que puede ser transformada para una aplicación útil.

2.3.1 Energía

En física, “energía” se define como la capacidad para realizar un [trabajo](#).

El trabajo, a su vez, es el producto de una fuerza que empuja “algo” por la distancia que recorre ese “algo”.

Dicho de manera llana, para poder mover un objeto tenemos que usar una fuerza. Esa fuerza tiene que ser mayor a la fuerza que opone el objeto que queremos mover. Al mover el objeto una distancia usamos una cantidad de energía.

Un ejemplo útil de esto es el de la energía que se requiere para subir agua. De manera simple la energía es el trabajo que realiza la fuerza que permite mover el agua.

Es importante referir, por cuestiones relacionadas a la física (y por lo tanto al diseño de los dispositivos), que la fuerza debe ser proporcional al peso del volumen de agua (siendo la distancia la altura a la que se mueve el agua).

El trabajo, sin embargo, no es solo mecánico sino puede tener otra forma como, por ejemplo, el calor.

En este sentido, se hace “trabajo” (y se usa energía) al elevar la temperatura de un volumen dado de un líquido.

Precisamente, una de las más grandes dificultades para, en general, poder dimensionar y tener una idea de lo que representa una cantidad dada de energía está en el hecho de que la energía tiene y se manifiesta en una gran variedad de formas que no pueden compararse de manera simple.

En particular, la energía que se compra en el mercado y que puede uno palpar y dimensionar fácilmente se mide en de litros (gasolina y diesel), de kilos (leña y gas LP), de metros cúbicos (gas natural), o de área de colección (energía solar) o kilowatt-hora (electricidad).

Por lo mismo, es fundamental tener algunas referencias que nos sirvan para poder comparar los contenidos y los potenciales energéticos de diversas formas de energía.

Precisamente, la forma de tener una referencia que nos permita hacer comparaciones son las unidades de energía y las unidades más comunes con las que se mide la energía son las siguientes:

- **Joule.** El Joule se define como el trabajo realizado por la fuerza de un Newton para un desplazamiento de 1 metro. Un Newton es, aproximadamente y en términos de peso, el de una manzana pequeña (Wikipedia, 2009).
- **BTU.** El BTU es una unidad de energía inglesa. Es la abreviatura de *British Thermal Unit*. Un BTU representa, en términos térmicos, la cantidad de energía que se requiere para elevar la temperatura de una libra de agua en un grado Fahrenheit (bajo condiciones atmosféricas normales) (Wikipedia, 2009).
- **Watt-hora.** El Watt-hora, abreviado Wh, es una medida de energía utilizada principalmente para energía eléctrica.

Estas unidades no son iguales en su contenido energético ya que han sido definidas para diferentes propósitos y en diferentes contextos. Sin embargo, al ser de uso común, es importante tener elementos de comparación y de proporción.

Como se muestra en la Tabla 2.3.1.1, el Joule es la unidad que representa la menor cantidad de energía respecto a las otras unidades y equivale a 0.293 BTUs y a 0.0003 Watts-hora. Por otro lado, un Watt-hora equivale a 3,600 Joules y a 3.41 BTUs.

Tabla 2.1.2.1.23.1 Conversiones entre Joules, BTUs y Watts-hora.

	Joules	BTUs	Watts-hora
1 Joule	1	0.001	0.0003
1 BTU	1,055	1	0.293
1 Watt-hora	3,600	3.41	1

Fuente: (SENER, 2008)

Elaboración propia

Como medida de referencia, es útil tener referencias palpables de lo que las unidades referidas arriba significan.

Por lo mismo y como ejemplos, en el Cuadro 1 se anotan diez equivalencias palpables de lo que son un millar de Watts-hora (que, a su vez, equivalen a 3.6 millones de Joules o 3,410 BTUs).

Tabla 2.1.2.1.21-2 ¿Cuánta energía hay en mil Watts-hora (1 kWh)?

- La energía utilizada para mantener diez focos prendidos de 100 Watts durante 1 hora
- La energía utilizada para mantener un foco prendido de 25 Watts durante 40 horas
- La energía utilizada para mantener un foco prendido de 100 watts durante 10 horas
- La energía necesaria para operar un refrigerador pequeño durante un día
- La energía necesaria para operar una licuadora durante casi 3 horas
- La energía necesaria para operar una cafetera durante un poco más de 2 horas
- La energía necesaria para operar una televisión durante 20 horas
- La energía necesaria para operar una lavadora durante aproximadamente 2 horas y media
- La energía necesaria para operar una plancha durante una hora
- La energía necesaria para operar una computadora por poco más de 6 horas y media

Elaboración propia

2.3.1.1.1 Energía contenida en combustibles

Como se ha referido, la energía que se compra en el mercado y que puede uno palpar y dimensionar fácilmente se mide en de litros (gasolina y diesel), de kilos (leña y gas LP), de metros cúbicos (gas natural), o de área de colección (energía solar) o kilowatt-hora (electricidad).

Dado que las unidades básicas de energía son relativamente pequeñas respecto de los contenidos energéticos de las unidades de combustibles, se manejan en miles y/o millones de éstas unidades. En el caso de los Joules, la energía contenida en los combustibles es mejor manejarla en millones de Joules (MJ); en el caso de los Watts-hora, es más común trabajarlos en miles de Watts-hora (kWh).

Como se puede observar en la Tabla 2.3.1.1-1, los combustibles tienen contenidos energéticos (también llamado poder calorífico) similares por unidad de volumen y/o de peso, es decir, sus contenidos energéticos por litro, kilo o metro cúbico (para el gas natural) se ubican entre 25 y 50 MJ.

Tabla 2.3.1.1.1 Contenido energético de diversos combustibles líquidos y gaseosos (Joules, BTUs y Watts-hora térmicos).

Combustible	Unidad de presentación	Miles de Joules (MJ)	Miles de BTUs (kTU)	Kilowatts-hora térmicos (kWh _t)
Gas LP	Litros	26.27	26.27	7.9
	Kilos	48.64	48.65	14.59
Gas Natural	Metros cúbicos	39.64	37.5	11.25
Gasolina	Litros	31.60	31.60	9.48
Diesel	Litros	35.55	35.55	10.66
Kerosene	Litros	33.81	33.81	10.14

Fuente: (SENER, 2008)
Elaboración propia

2.3.1.1.2 Energía contenida en energías renovables

Sin considerar la eficiencia de conversión (que se explica más adelante) en la Tabla 2.3.1.2-1 se muestran la cantidad de energía disponible de diversas formas de energía renovable),

- **Solar.** La energía que llega en forma de energía solar se mide por unidad de área y llega (para la República Mexicana) con una intensidad promedio de 5 kWh por metro cuadrado por día (5 kWh/m² -día) (CONAE, 2000).
- **Eólica.** La energía que contiene el viento se mide en función de la velocidad (Metros por segundo) y el diámetro del área de barrido (Metros). Para un diámetro de 5 metros y una velocidad de 6 metros por segundo se reciben 2.9 kWh por hora.
- **Hidráulica.** La energía que se obtiene de los flujos de agua es función del flujo de agua (en metros cúbicos por segundo) y de la altura de la caída del agua (metros). Así, con un caudal de 1 m³/seg y con una altura de 1 metro se obtienen 10 kWh por hora.

- **Bioenergía.** El contenido energético de la bioenergía depende de la forma en la que se presenta (peso o volumen) y éste es generalmente menor al de los combustibles convencionales (entre 14 y 30 MJ por kg o por metro cúbico) (Masera O., et al., 2005).

Tabla 2.3.1.1.2-1 Contenido energéticos relacionados a las energías renovables

FORMA DE ENERGÍA	Unidad de medida	Energía disponible (1)	Observaciones
Solar	Área (Metros cuadrados)	5 kWh por día por metro cuadrado	Esta es la energía que llega en promedio y por metro cuadrado a la superficie de la República Mexicana
Eólica	Velocidad (Metros por segundo) y diámetro del área de barrido (Metros)	1 kWh por hora para un diámetro de barrido de 2.1 metros a una velocidad promedio de viento de 6 m/s	Las turbinas eólicas requieren una velocidad de viento mínima para empezar a generar energía: Las pequeñas instalaciones pueden arrancar con velocidades de viento promedio de 3 m/s.
Hidráulica	Flujo (Metros cúbicos por segundo) Altura (Metros)	1 kWh por hora en instalaciones con un caudal de 100 litros/seg y con una altura de 1 metro	La energía hidráulica depende de que el río tenga un flujo regular con una velocidad adecuada, y una diferencia de alturas suficiente. El caudal es la cantidad de agua fluyente que atraviesa un punto en un tiempo dado.
Bioenergía	Peso (Kilo de madera)	14.50 MJ/kg	Leña con un porcentaje de humedad de entre 20-25% (a mayor humedad menor contenido energético y viceversa).
	Volumen de biogás (metros cúbicos)	Varía entre 8.0-15.0 MJ/m ³ .	Se requieren entre 15 y 20 kilos de estiércol para producir un m ³ de biogás en un biodigestor
	Volumen (Litro de combustible)	22.3 MJ/Lt.	Es el combustible o aceite que resulta de condensar los vapores de la pirolisis. ⁴
	Peso (Kilo de carbón vegetal)	25-30 MJ/kg.	El carbón vegetal como combustible sólido presenta la ventaja, frente a la biomasa que le dio origen, de tener un poder calorífico mayor.

(1) Sin considerar la eficiencia de conversión energética de los sistemas.

Fuentes: (CONAE, 2000), (Masera O., et al. 2005) y (ANES, 2006)

Elaboración propia

2.3.2 Potencia

En física, la potencia es la cantidad de trabajo efectuado o entregado por unidad de tiempo. Dicho de otra manera, la potencia es la capacidad de entregar energía en una cantidad de tiempo.

Así, entre más potente es un dispositivo más capacidad tiene de entregar energía en el mismo tiempo o, dicho de otra manera, entre más potente es un dispositivo entrega una cantidad de energía dada en menos tiempo.

Por lo mismo, una bomba de agua que sube mil litros de agua a diez metros de altura en 10 minutos tiene el doble de la potencia que una bomba de agua que sube ese mismo volumen de agua en 20 minutos.

⁴ El proceso de pirolisis consiste en la descomposición de la materia orgánica por la acción del calor y en ausencia de oxígeno

O, también, una bomba de agua que sube mil litros de agua a diez metros de altura en 10 minutos tiene el doble de la potencia que una bomba de agua que sube dos mil litros de agua de agua en esos 10 minutos.

La potencia puede ser definida en términos mecánicos, térmicos y eléctricos y las principales unidades que se utilizan para establecer la potencia son las siguientes:

- **Watt.** Es el equivalente a 1 Joule entregado por segundo (1 J/s).
- **Caballo de Potencia (HP).** El caballo de potencia es una unidad utilizada en el Sistema Anglosajón de Unidades. Se denota HP del término inglés “Horse Power”.
- **Caballo de Vapor (CV).** Su magnitud es similar al [HP](#), pero no exactamente equivalente. Un caballo de vapor equivale a la potencia que se necesita para elevar 33,000 libras de agua a una altura de un pie en un minuto (Wikipedia, 2009).⁵

El Watt representa mucho menos potencia que el HP o el CV (Tabla 2.3.2.1). Por lo mismo, la potencia se mide más bien en términos de miles de Watts (kW).

Tabla 2.3.1.1.2-1 Equivalencias de unidades de potencia

Unidad	Watt	HP	CV
1 Watt	1	0.00134	0.00136
1 HP	746	1	1.014
1 CV	736	0.986	1

Fuente: (Wikipedia, 2009)

Elaboración propia

2.3.3 Eficiencia

En física, la eficiencia de un proceso o de un dispositivo es la relación entre la energía útil y la energía invertida.

Este parámetro se anota en forma de porcentaje, el cual indica la fracción de la energía recibida que se convierte en energía útil.

2.3.3.1.1 Eficiencia Térmica

La eficiencia térmica se refiere a relación entre la energía útil entregada en forma de calor por un dispositivo y la energía que fue suministrada (en forma de combustible o de energía solar) a ese dispositivo para producir el calor.

Una eficiencia alta implica que la mayor parte de la energía suministrada se convierte en calor útil.

⁵ Una libra equivale a 0.454 kg y un pie equivale a 0.31 metros.

Como se muestra en la Tabla 2.3.3.1-1, las eficiencias varían según el dispositivo. Por un lado, la menor eficiencia se obtiene en un fogón abierto (de 5 a 17%), mientras que en una caldera se puede aprovechar hasta el 80% de la energía contenida en el combustible con el que funciona.

Tabla 2.3.3.1.1-1 Eficiencias de equipos con los que se obtiene energía térmica

Equipo	Eficiencia	Observaciones
Calentador de gas	74%	De acuerdo a Norma Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2002, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial.
Caldera	70 a 80%	La eficiencia depende del tipo de tecnología y del combustible que utilice.
Calentador solar	50%	Depende del material del que está construido el calentador y de la diferencia de temperatura con el medio ambiente
Fogón abierto	5-17%	Considerando un fogón abierto de 3 piedras. La eficiencia depende del tipo de leña y del contenido de humedad.
Estufa	45%	Eficiencia térmica promedio de estufa con gas licuado de petróleo (GLP). Esta eficiencia no debe ser menor al 45%
Parrilla eléctrica	70%	S/C
Horno de microondas	70%	Un horno de microondas típico puede convertir hasta un 70% del consumo eléctrico en microondas útiles. El restante 30% se disipa como calor.

Fuentes: (Masera O., et al., 2005), (CONAE, 2000) y (ANES, 2006)

Elaboración propia

Así, por ejemplo, de 26.27 MJoules que contiene un litro de gas, solo 21.01 MJoules (el 80%) se convierten en calor contenido en el agua que calienta la caldera.

En su caso, solo 19.44 MJoules (el 74% del contenido del gas que quema) se aprovechan en un calentador de gas.

Igualmente, de los 5 kWh al día por metro cuadrado que recibe un calentador solar, solo 2.5 kWh llegan a ser absorbidos por el agua que calienta.

2.3.3.1.2 Eficiencia para generar electricidad

La eficiencia en la generación de electricidad se refiere a relación entre la energía entregada en forma de electricidad por un dispositivo de conversión y la energía que fue suministrada a ese dispositivo para generar la electricidad.

Los dispositivos que se pueden utilizar para generar electricidad son diversos y sus eficiencias varían, siendo las de menor eficiencia las celdas fotovoltaicas (entre 10 y 15%) y los de mayor eficiencia (dadas buenas condiciones de viento) los generadores eólicos (70%) (Tabla 2.3.3.2-1).

Tabla 2.3.3.1.2-1 Eficiencias de equipos con los que se obtiene energía eléctrica

Equipo		Eficiencia	Observaciones
Motores de combustión	Motor de combustión interna a gasolina	35%	La eficiencia de los motores a gasolina se ve limitada por varios factores, entre otros la pérdida de energía por la fricción.
	Motor de combustión interna a diesel	40 a 50%	La eficiencia de los motores diesel, es mayor que en cualquier motor de gasolina.
	Motor de combustión interna con bioetanol	50%	Para llegar a esta eficiencia el motor trabaja con mezclas de etanol-gasolina o etanol-diesel.
Turbina de gas		35 a 40%	Teóricamente, y bajo condiciones excepcionales, puede alcanzar el 60%
Generador eólico		70%	Eficiencia promedio
Celda fotovoltaica		10 a 15%	Valores de las celdas más comunes en el mercado. Depende de la tecnología
Generador hidráulico		35%	La eficiencia puede aumentar y depende del tipo de turbina que use utilice para generar electricidad.

Fuentes: (MSN-Encarta, 2009), (ANES, 2006) y (CONAE, 2006)

Elaboración propia

Así, por ejemplo, de 31,604 miles de Joules que contiene un litro de gasolina, solo 11,061 (el 35%) se convierte en electricidad por medio de un generador que funciona con un motor de combustión, lo cual equivale a 3.1 kWh.

Igualmente, de los 5 kWh al día que recibe una celda fotovoltaica de un metro cuadrado, entrega hasta 0.75 kWh (considerando una eficiencia de 15%) para ser aprovechada en algún dispositivo que funciona con electricidad.

3 LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS DE USOS PRODUCTIVOS

Para satisfacer de una manera eficiente las necesidades de una comunidad y suministrar un servicio que satisfaga completa y adecuadamente la demanda de energía, se necesita un claro entendimiento de esas necesidades de energía.

Por lo tanto, el identificar las necesidades energéticas de los usos productivos es el primer paso para poder dimensionar los sistemas a ser utilizados y sus costos de instalación y de operación asociados.

Para esto distinguiremos dos categorías generales de necesidades:

- las que corresponden a procesos con necesidades de calor y
- las que corresponden a las necesidades que se pueden cubrir con electricidad.

3.1 Procesos de producción de calor

Para los propósitos de esta guía, los procesos de producción de calor son aquellos que permiten subir la temperatura y/o la presión de líquidos y de gases.

Para ilustrar la cantidad de energía que se requiere en procesos que utilizan calor, en la Tabla 3.1-1 se muestra la energía que es necesaria para elevar la temperatura de ciento cincuenta litros de agua en 20 grados centígrados, lo cual es la energía que se requiere para la ducha de dos personas.

Tabla 2.3.3.1.2-1 Energía necesaria para calentar 150 litros de agua de 20 a 40 °C.

Equipo	Consumo	Unidades/Energético
Calentador de gas	0.65	Litros/Gas GLP
Caldera	0.48	Litros/Diesel
Fogón abierto	4.19	Kg/leña
Estufa	1.06	Litros/Gas GLP
Horno de microondas	4.98	kWh/electricidad
Calentador solar	1.40	Metros cuadrados de colector (1)

(1) Es el área que se requiere para tener esa cantidad de energía todos los días

Fuentes: (CONAE, 2007), (Maser O., et al. 2005) y (CONAE, 2000)

Elaboración propia

De la tabla también resalta, de manera muy importante por ser el recurso que se utiliza en las zonas pobres, el que se requieran más de 4 kilos de leña para tener esa cantidad de agua caliente. En este sentido es también importante anotar que este consumo se puede disminuir significativamente con estufas de leña más modernas.

3.2 Procesos con uso de energía eléctrica

En la actualidad la energía eléctrica es usada, como ya se ha visto en este documento, para casi cualquier servicio energético.

Para ilustrar la cantidad de energía que se requiere o la dimensión de los sistemas de energía renovable que los aprovechan para generar energía eléctrica, en la Tabla 3.2-1 se muestra lo que es necesario para generar 1 kWh.

Tabla 2.3.3.1.2-1 Energéticos o dimensiones necesarias para generar 1 kilowatt-hora (kW).

Equipo	Consumo energético o dimensiones para generar 1 kWh (1)	Observaciones
Motor de combustión interna a gasolina	0.33 Litros de gasolina	Esto se puede obtener en diversos períodos de tiempo dependiendo de la potencial del sistema
Motor de combustión interna a diesel	0.23 Litros de diesel	
Motor de combustión interna con bioetanol	0.32 Litros de bioetanol	
Turbina de gas	0.39 Litros de gas LP	
Generador eólico	2.10 Metros de diametro de aspas	Esto se logra en una hora para una velocidad promedio del viento de 6 metros por segundo
Celda fotovoltaica	2.00 (2) Metros cuadrados de área de exposición	Esto se obtiene en un día
Generador hidráulico	0.29 Metros cúbicos	Esto se puede obtener para una caída de un metro en diversos períodos de tiempo dependiendo de la potencial del sistema

(1) Estos son valores promedio⁶

(2) Es el área que se requiere para tener esa cantidad de energía todos los días

Elaboración propia

A continuación enumeramos una serie de necesidades y/o posibilidad de usos productivos y le energía que se requiere.

3.2.1 Conservación de vacunas y medicamentos

La conservación de vacunas y medicamentos es una función fundamental que puede ser lograda con un refrigerador pequeño que consume poco más de 1 kWh al día (Tabla 3.2.1-1).

Tabla 2.3.3.1.21-1 Requerimientos energéticos para la conservación de vacunas y medicamentos

Equipo	Capacidad (litros)	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Refrigerador pequeño	100	50	1.2

Fuente: (CONAE, 2003)

Elaboración propia

⁶ Estos valores reflejan condiciones promedio y se ponen en la tabla como referencia de carácter general.

3.2.2 Conservación de productos

La conservación de productos se logra con refrigeradores eléctricos de diversos tamaños. En la tabla 3.2.2-1 se muestran lo que corresponden a refrigeradores de 200 y 300 litros.

Tabla 2.3.3.1.2-1 Requerimientos energéticos para la conservación de alimentos

Equipo	Capacidad (litros)	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Refrigerador	200	100	2.4
	500	300	7.2

Fuente: (CONAE 2003)

Elaboración propia

3.2.3 Producción de leche

La producción de leche y queso se puede apoyar con un motor para ordeña con capacidad de 12 vacas en una hora y un refrigerador para la leche.

Dado que una vaca produce aproximadamente 20 litros de leche por día, 12 vacas producirán 240 litros de leche (Tabla 3.2.3-1).

Tabla 2.3.3.1.2-1 Requerimientos energéticos para la producción de leche

Equipo	Capacidad	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Motor para ordeña	1 HP (12 vacas en una hora)	750	7.5
Refrigerador (leche)	200 (litros)	100	2.4

Fuente: (CONAE 2003)

Elaboración propia

3.2.4 Producción de queso

La producción de queso se puede apoyar con un motor para ordeña con capacidad de 12 vacas en una hora, un refrigerador para la leche y otro para guardar el queso.

Dado que una vaca produce aproximadamente 20 litros de leche por día, 12 vacas producirán 240 litros de leche (SENATI, 2008).

Igualmente, producir un kilo de queso toma 10 litros de leche por lo que un refrigerador de 200 litros permitirá guardar varios días de producción de queso (Tabla 3.2.4-1).

Tabla 2.3.3.1.2-1 Requerimientos energéticos para la producción de leche y queso

Equipo	Capacidad	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Motor para ordeña	1 HP (12 vacas en una hora)	750	7.5
Refrigerador (para leche)	200 (litros)	100	2.4
Refrigerador (Queso)	200 (litros)	100	2.4

Fuente: (CONAE, 2003) y (SENATI, 2008)
Elaboración propia

3.2.5 Bombeo de agua para riego y abrevaderos

Para obtener 5 mil litros por día de un pozo a 10 metros de profundidad para ser usados en riego de cultivos o en abrevaderos se requiere de un equipo con una potencia de 100 Watts con un consumo de 0.8 kWh (asumiendo 8 horas de funcionamiento por día) (Tabla 3.2.5-1).

Tabla 2.3.3.1.2-1 Requerimientos energéticos para bombeo de agua para riego y abrevaderos

Equipo	Capacidad	Volumen de agua y profundidad de pozo	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Motor eléctrico	50-100 cabezas de ganado	5,000 (Litros/día a 10 m de profundidad)	100	0.8 kWh

Fuente: (ANES, 2006)
Elaboración propia

3.2.6 Cercas energizadas para ganadería

Las cercas energizadas para ganadería requieren de consumos muy bajos de electricidad, aunque su uso requiere de alimentar energía las 24 horas del día (Tabla 3.2.6-1).

Tabla 2.3.3.1.2-1 Requerimientos energéticos para cercas para ganadería

Equipo	Capacidad	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Cerca eléctrica	5 km de cerca	1	0.024

Fuente: (ANES, 2006)

Elaboración propia

3.2.7 Talleres artesanales

Los talleres artesanales utilizan diversos dispositivos y requieren de iluminación (Tabla 3.2.7-1)

Tabla 2.3.3.1.2-1 Requerimientos energéticos para talleres artesanales

Equipo	Potencia (W)	Utilización por día (Horas/día)	Consumo por día (kWh/día)
Sierra eléctrica	1,500	2	3.0
Máquina de coser	150	10	1.5
Iluminación	100 (4 lámparas ahorradoras de 25 Watts)	4	1.0

Elaboración propia

3.2.8 Molienda de granos (café, trigo, sésamo, maíz, sorgo, etc.)

El tamaño del sistema de molienda de granos depende de las necesidades de la comunidad. Un sistema que muele alrededor de media tonelada de granos en cuatro horas requiere de 750 Watts y consume 3 kWh al día, mientras que uno que muele hasta 4 toneladas consume cerca de 20 kWh para una máquina de 5 kW (Tabla 3.2.8-1).

Tabla 2.3.3.1.2-1 Requerimientos energéticos para molienda de granos

Equipo	Capacidad	Potencia (W)	Utilización por día (Horas/día)	Consumo por día (kWh/día)
Molino	50-120 (Kg/hr)	750	4	3.0
	400-1100 (Kg/hr)	5,000	4	20.0

Fuente: (Crecer con Energía, 2008)

Elaboración propia

3.2.9 Producción Avícola

Para producir huevo se considera el uso de 6 lámparas de 25 Watts por 12 horas diarias (Tabla 3.2.9-1).

Tabla 2.3.3.1.2-1 Requerimientos energéticos para la producción apícola o avícola

Equipo	Potencia (W)	Utilización por día (Horas/día)	Consumo por día (kWh/día)
Iluminación	150 (6 lámparas ahorradoras de 25 Watts)	16	0.9

Elaboración propia

3.2.10 Turismo

Un cuarto para dos personas con un refrigerador pequeño y TV consume hasta 2 kWh por día con una demanda de potencia de hasta 0.3 kW (Tabla 3.2.10-1).

Tabla 2.3.3.1.2-1 Requerimientos energéticos una habitación de hotel para dos personas

Equipo	Potencia (W)	Utilización por día (Horas/día)	Consumo por día (kWh/día)
Iluminación	45 (3 lámparas ahorradoras de 15 W)	5	0.3
TV	100	4	0.4
Refrigerador	40	24	1.0

Elaboración propia

3.2.11 Tienda

Una tienda puede consumir, en refrigeración e iluminación, cerca de 5 kWh por día con una demanda de potencia de hasta 0.5 kW (Tabla 3.2.11-1).

Tabla 2.3.3.1.2-1 Requerimientos energéticos para la producción apícola o avícola

Equipo	Capacidad	Potencia (W)	Utilización por día (Horas/día)	Consumo por día (kWh/día)
Iluminación	4 focos (60 W)	240	4	0.96
Refrigerador	250 (litros)	200	24	4.8

Fuente: (CONAE, 2003)

Elaboración propia

3.2.12 Producción de hielo

Los requerimientos energéticos para producir hielo dependen del clima y de la forma del hielo, así como, de la cantidad de hielo a producir.

La producción de 100 Kg de hielo en bloques al día en una zona tropical, necesita de una potencia de 30 W y en un día (24 hrs) consume 0.6 kWh, en una zona templada la potencia necesaria es de 20 W y en un día consume 0.4 kWh.

Si el hielo es en escamas, la producción de 100 Kg al día en una zona tropical requiere de una potencia de 40 W y en un día (24 hrs) consume 0.8 kWh, en cambio en una zona templada se necesita sólo una potencia de 30 W y en un día consume 0.6 kWh (Tabla 3.2.12-1).

Tabla 2.3.3.1.2-1Requerimientos energéticos para la producción de hielo

Equipo	Capacidad	Potencia (W)	Utilización por día (Horas/día)	Consumo por día (kWh/día)
Hielo en escamas (zona tropical)	100 kg por día	40	24	0.8
Hielo en escamas (zona templada)	100 kg por día	30	24	0.6
Hielo en tubos o en bloques (zona tropical)	100 kg por día	30	24	0.6
Hielo en tubos o en bloques (zona templada)	100 kg por día	20	24	0.4

Fuentes: (FAO, 2008) y (CONAE, 2003)

Elaboración propia

4 Los costos asociados a las opciones

Los costos de inversión y funcionamiento de equipos que producen energía útil dependen de muchas variables que incluyen:

- El tamaño del sistema
- La complejidad del sistema
- La distancia de la comunidad de la las líneas de distribución de la energía o de centros de abasto de combustible
- La accesibilidad por tierra

Para comparar adecuadamente los sistemas que proveen energía se requieren tres conjuntos de costos: los de la inversión inicial, los de operación y mantenimiento y los de reemplazo.

- La **inversión inicial** incluye aquellos costos en los que se debe incurrir para el diseño, compra, transporte e instalación de los equipos. En sistemas que aprovechan energía renovable este es el principal costo. Este costo se amortiza en función de dos variables:
 - La vida útil del sistema
 - La tasa de retorno que considera el comprador o la tasa de interés a la que se paga el financiamiento
- Los **costos de operación y mantenimiento** son aquellos en los que se incurren para hacer operar los sistemas cotidianamente y mantenerlos en condiciones adecuadas de funcionamiento. Este es el principal costo de los sistemas que utilizan los sistemas convencionales ya que incluyen:
 - Costo de la energía
 - Costo del transporte de la energía
 - Costo de la limpieza y afinación de los sistemas
 - Costo de las reparaciones
- Los **costos de reemplazo** son aquellos en los que se debe incurrir cuando hay que reemplazar algún elemento cuya vida útil es menor que la del sistema.

A continuación se presentan estos costos para sistemas

- Para producción de calor
 - Solar térmica
 - Calentador de agua
- Para fuerza mecánica
 - Molino de viento
- Para generación de electricidad
 - Celdas fotovoltaicas
 - Generador eólico
 - Minihidráulica
 - Motor a gasolina
 - Motor a diesel

4.1 Para producción de calor

4.1.1 Solar Térmica

4.1.1.1.1 La inversión inicial

El costo de un calentador solar depende del sistema por utilizar y de la cantidad de agua y la temperatura requerida ya que éstos determinan las dos dimensiones clave de un sistema de este tipo: el área del sistema y el tanque de almacenamiento

Un sistema para aplicaciones domésticas se ubica entre dos y cuatro metros cuadrados con un costo que va entre 10 y 20 mil pesos por la unidad con instalación (Tabla 4.1.1.1-1).

Tabla 4.1.1.1-1 Inversión inicial de un sistema de calentamiento solar de agua

Volumen del tanque (Litros)	Área de colector (m ²)	Costo del sistema (\$)	Costo instalación (\$)	Costo m ² (incluyendo instalación) (\$/m ²)
150	2.0	10,000	1,500	\$5,750
300	4.0	18,000		\$4,875

Fuentes: (CONAE, 2007) y (FIRCO, 2007)

Elaboración propia

Si se requiere de mayor temperatura o de mayor cantidad de agua a calentar que la referida en la tabla anterior, se debe considerar sistemas de calentamiento con termotanque separado y requiere de equipo de bombeo para hacer circular el agua por los colectores solares (Tabla 4.1.1.1-2).

Tabla 4.1.1.1-2 Inversión inicial de un sistema de calentamiento solar de agua

Concepto	Costo
Colector solar	3,000 \$/m ²
Termotanque de almacenamiento	20 a 30 \$/Litro
Instalación (Incluye tubería, conexiones y equipo de interconexión)	6,000 \$/por instalación

Fuentes: (ANES 2006) y (FIRCO 2007)

Elaboración propia

Por ejemplo, un sistema de calentamiento solar para calentar 1,000 litros de agua a una temperatura de 65°C tiene un precio aproximado de \$44,000 pesos: \$ 12,000 pesos para 4 m² de colectores solares; \$20,000 pesos para un termotanque de 1,000 litros; \$3,600 pesos para la tubería, conexiones y interconexiones; y \$8,200 pesos para la instalación (FIRCO, 2007).

Se considera un costo mínimo de 1,000 pesos por instalación (incluyendo transporte) con costos incrementales según la complejidad del sistema.

4.1.1.1.2 Los costos de operación y mantenimiento

Los sistemas de calentamiento solar de agua tienen costos de operación prácticamente nulos.

Sin embargo, puede considerarse un presupuesto para gastos de reparaciones que equivale al 3% de la inversión inicial.

4.1.1.1.3 Los costos de reemplazo

La vida útil de los principales componentes del sistema es mayor a 15 años, por lo que no se consideran costos de reemplazo.

4.1.1.1.4 RESUMEN DE COSTOS

Tabla 4.1.1.1.4-1 Resumen de costos de un sistema de calentamiento solar de agua

Concepto		Inversión	Costos de operación	Vida útil (años)	Observaciones
Inversión	Equipo	De 3,000 a 5,000 pesos por m ²	NA	20 a 25 años	-
	Instalación	Un mínimo de 1,000 pesos aumentando según la complejidad del sistema	NA	NA	-
Operación	Energéticos	NA			-
	Transporte	NA			-
	Mantenimiento	NA	3% de la inversión en equipos (anual)		-
Reemplazo	NA				-

Fuentes: (ANES, 2006), (CONAE, 2007) y (FIRCO, 2007)

Elaboración propia

4.1.2 CALENTADOR DE GAS

4.1.2.1.1 La inversión inicial

El costo de un calentador de gas depende de la cantidad de agua por calentar y del tipo de calentador, que puede ser de almacenamiento o de paso.

Sin embargo, el precio se ubica entre los 1,500 y 2,500 para una capacidad que va de 40 a 400 litros.

A su vez, el calentador va acompañado de un tanque de gas. Para propósitos de estos ejercicios se considera un tanque de 30 kg, el cual cuesta 250 pesos.

Finalmente, se considera un costo de 500 pesos por instalación.

4.1.2.1.2 Los costos de operación y mantenimiento

Los sistemas de calentamiento de agua con gas tienen costos de operación directamente proporcionales a la energía entregada.

Se estima que, por cada 100 litros de agua a 50 °C (de 15 °C) se consumen 0.4 kg de gas LP (CONAE, 2007).

El precio del gas LP en Agosto fue de 2009 es de 9.5 \$/ Kg (SENER, 2009).

No se considera costo de mantenimiento.

4.1.2.1.3 Los costos de reemplazo

La vida útil de los principales componentes del sistema de calentamiento de agua con gas LP llega a ser de 10 años, por lo que no se consideran costos de reemplazo.

Tabla 4.1.2.1.3-1 Resumen de costos de un sistema de calentamiento de agua con gas LP

Concepto		Inversión	Costos de operación	Vida útil	Observaciones
Inversión	Equipo	Entre 2,000 y 3,500 pesos	NA	10	-
	Instalación	500 pesos	NA	NA	-
Operación	Energéticos	NA	9.5 \$/Kg	NA	-
	Transporte	NA	200 pesos por viaje	NA	-
	Mantenimiento	NA			
Reemplazo	NA				

Fuente: (SENER, 2009)

Elaboración propia

4.2 Para energía mecánica

4.2.1 Eólica

Es importante anotar que, para los sistemas que funcionan a partir de viento, el tener información de largo plazo sobre el comportamiento del viento a lo largo del día y en las distintas temporadas del año es fundamental, ya que la capacidad de generación del sistema es afectada significativamente por la velocidad promedio del viento. Tener buena y suficiente información permite dimensionar adecuadamente los sistemas.

4.2.1.1.1 La inversión inicial

El monto de la inversión inicial necesaria para instalar un sistema de bombeo mecánico a partir de energía eólica depende de dos factores principales:

- El costo de los equipos
- El costo del transporte de los equipos y su instalación

Un sistema para extracción de 1,700 litros por hora cuesta, incluyendo la hélice, la bomba de pistón, la torre y elementos de conducción del agua en una profundidad cercana a 20 metros, desde 31,000 pesos (adoos.cl, 2009).

4.2.1.1.2 Los costos de operación y mantenimiento

El costo de operación y mantenimiento de los sistemas mecánicos operados con viento es prácticamente nulo.

4.2.1.1.3 Los costos de reemplazo

La vida útil de los principales componentes del sistema es mayor a 10 años, por lo que no se consideran costos de reemplazo.

Tabla 4.2.1.1.3-1 Resumen de costos de un sistema de bombeo de agua con viento

Concepto		Inversión	Costos de operación	Vida útil (años)	Observaciones
Inversión	Equipo	31,000 pesos	NA	20	-
	Instalación	30% de costo de inversión de equipos	NA		-
Operación	Energéticos	NA			-
	Transporte	NA			-
	Mantenimiento	NA			
Reemplazo	NA				

Fuente: (adoos.cl, 2009)

Elaboración propia

4.3 Para generación de electricidad

4.3.1 Extensión de la red eléctrica de distribución

Es importante anotar, como una de las opciones, la extensión de la red eléctrica, que consiste en llevar la línea de la empresa eléctrica hasta el lugar de uso, además de pagar el servicio de acuerdo a las tarifas establecidas.

4.3.1.1.1 La inversión inicial

Los materiales para extensión de la red en zonas rurales tienen un costo de 140 mil pesos por km (CFE, 2009). El costo de la instalación tiene un costo equivalente al 35% de la inversión en materiales (CFE, 2009).

4.3.1.1.2 Los costos de operación y mantenimiento

En el caso de la extensión de la línea eléctrica, los costos de operación y mantenimiento son, básicamente, el precio de la energía que se establece en las tarifas eléctricas.

A Agosto de 2009 la tarifa aplicable a usuarios domésticos se ubicó entre 0.65 y 2.4 pesos por kWh, dependiendo este precio del nivel de consumo de usuario, de la región en que vive y de la temporada del año (CFE, 2009). Se considera un costo de mantenimiento del 0.5% de la inversión inicial por año.

4.3.1.1.3 Los costos de reemplazo

Tabla 4.3.1.1.3-1 Resumen de costos de una extensión de la red eléctrica de distribución

Concepto		Inversión	Costos de operación	Vida útil (años)	Observaciones
Inversión	Equipo y materiales	140 mil pesos por km de línea	NA	30	-
	Instalación	35% del costo de equipo y materiales	NA	30	-
Operación	Energéticos	NA	De 0.7 a 2.4 \$/kWh	NA	El precio de los energéticos se ajusta anualmente
	Transporte	NA			-
	Mantenimiento	NA			-
Reemplazo	NA				

Fuente: (CFE, 2009)

Elaboración propia

No se consideran costos de reemplazo para esta opción.

4.3.2 Solar Fotovoltaica

Los equipos de un sistema fotovoltaico incluyen (ANES, 2006):

- Panel solar

- Soporte para panel
- Adaptador de corriente directa
- Baterías (cuando exista necesidad de almacenamiento)
- Cables y accesorios

4.3.2.1.1 La inversión inicial

El monto de la inversión inicial necesaria para instalar un sistema fotovoltaico depende de dos factores principales:

- El costo de los equipos
- El costo del transporte de los equipos y su instalación

El costo del sistema de generación depende de la capacidad. El costo por kW instalado más económico (sin considerar baterías) se ubica en 60 mil pesos y aumenta a medida que se reduce el tamaño del sistema (Tabla 4.3.2.1-1).

Tabla 4.3.2.1-1 Costo unitario de capacidad instalada para generación eléctrica con sistemas fotovoltaicos

Capacidad (kW)	\$/kW
Hasta 0.1	260,000
0.1 a 1.0	150,000
1.0 a 5.0	100,000
Más de 5.0	65,000

Fuentes: (ANES, 2006), (CEC, 2001) y (Gómez M., 2006)

Elaboración propia

El costo del transporte de los equipos y su instalación está determinado por la distancia y la facilidad de acceso entre el lugar de venta de los equipos y el lugar donde se instalará el sistema (en cantidad de kilómetros por recorrer en vehículo todo terreno, en vehículo normal, en animal o caminando). Este costo puede representar hasta el 30% del costo inicial (CONAE, 2006).

A su vez, en caso de que se requieran baterías, éstas varían en precio según la tecnología y las más comunes van desde 1,000 hasta 3,000 pesos por cada kWh de capacidad de almacenamiento (NMSU, 2009).

4.3.2.1.2 Los costos de operación y mantenimiento

El costo de operación y mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es casi nulo, aunque es recomendable, por lo menos, hacer tres revisiones periódicas en estos sistemas por año para detectar y corregir problemas pequeños antes de que éstos lleven a una falla total en la operación del sistema.

Sin embargo, puede considerarse un presupuesto para gastos de reparaciones o pagar algún seguro equivalente al 2% de la inversión total.

4.3.2.1.3 Los costos de reemplazo

En los sistemas fotovoltaicos el costo de reemplazo que hay que considerar es el de la batería que almacena la energía. La vida útil de las baterías es de entre 4 y 8 años, dependiendo el tipo de batería, la marca y su mantenimiento (NMSU, 2009).

El precio es de 1,500 pesos en adelante por equipo y representa alrededor del 25% del costo inicial del sistema (NMSU, 2009).

Tabla 4.3.2.1.3-1 Resumen de costos de sistema fotovoltaico

Concepto		Inversión	Costos de operación	Vida útil (años)	Observaciones
Inversión	Equipo	65 a 260 mil pesos por kW	NA	30	El costo por kW aumenta a medida que se reduce el tamaño del sistema
	Baterías	1 hasta 3 mil pesos por kWh	NA	4-8	-
	Instalación	30% de costo de inversión de equipos	NA	30	-
Operación	Energéticos	NA			-
	Transporte	NA			-
	Mantenimiento	NA	2% de la inversión en equipos (anual)	NA	-
Reemplazo		1 hasta 3 mil pesos por kWh	0	5	Considerando instalación y mantenimiento adecuados

Fuentes: (ANES, 2006), (CEC, 2001), (NMSU, 2009) y (Gómez M., 2006)

Elaboración propia

4.3.3 Eólica eléctrica

Es importante anotar que, para los sistemas que funcionan a partir de viento, el tener información de largo plazo sobre el comportamiento del viento a los largo del día y en las distintas temporadas del año es fundamental, ya que la capacidad de generación del sistema es afectada significativamente por la velocidad promedio del viento. Tener buena y suficiente información permite dimensionar adecuadamente los sistemas

4.3.3.1.1 La inversión inicial

El monto de la inversión inicial necesaria para instalar un sistema de generación a partir de energía eólica depende de dos factores principales:

- El costo de los equipos
- El costo del transporte de los equipos y su instalación

El costo de los equipos, incluye los siguientes elementos:

- Turbina (con generador)
- Herrajes para torre
- Inversores de corriente
- Baterías

En lo que corresponde al precio de las turbinas de viento, éste oscila entre 25,000 y 40,000 \$ por cada kW (Tabla 4.3.3.1.1).

Tabla 4.3.3.1.1-1 Costo unitario de capacidad instalada para generación eléctrica con viento

kW	\$/kW
Hasta 0.5	40,000
De 0.5 a 1.0	35,000
1.0 a 5.0	30,000
Más de 5.0	25,000

Fuentes: (CEC 2008), (Crecer con Energía 2008) y (ANES 2006)

Elaboración propia

En general, las turbinas, incluyendo la instalación, equivalen al 80% del costo inicial; el resto incluye la obra civil, la conexión a la red, la propiedad o constituyen alquiler de los terrenos y los caminos de acceso, entre otras cosas. Estos últimos pueden variar considerablemente de un proyecto al otro (BUN-CA 2001).

A su vez, en caso de que se requieran baterías, éstas varían en precio según la tecnología y las más comunes van desde 1,000 hasta 3,000 pesos por cada kWh de capacidad de almacenamiento.

4.3.3.1.2 Los costos de operación y mantenimiento

El costo de operación y mantenimiento de los sistemas eólico es casi nulo, aunque es recomendable hacer revisiones periódicas para detectar y corregir problemas pequeños antes de que éstos lleven a una falla total en la operación del sistema.

Se sugiere considerar un costo de operación y mantenimiento anual de 1% de la inversión inicial.

4.3.3.1.3 Los costos de reemplazo

Aún y cuando la vida útil de generadores eólicos supera los diez años, hay que considerar, cuando estas son utilizadas, el costo de las baterías que almacenan la energía generada.

La vida útil de las baterías es de entre 4 y 8 años, dependiendo el tipo de batería, la marca y su mantenimiento (NMSU 2009).

Tabla 4.3.3.1.3-1 Resumen de costos de un sistema de generación de electricidad a partir de viento.

Concepto		Inversión	Costos de operación	Vida útil (años)	Observaciones
Inversión	Equipo de generación	25 a 40 mil pesos por kW	NA	20	El costo por kW aumenta a medida que se reduce el tamaño del sistema
	Baterías	1 hasta 3 mil pesos por kWh	NA	4-8	-
	Instalación	30% de costo de inversión de equipos	NA	30	-
Operación	Energéticos	NA			-
	Transporte	NA			-
	Mantenimiento	NA	1% de la inversión en equipos (anual)	NA	-
Reemplazo		1 hasta 3 mil pesos por kWh	0	5	Considerando instalación y mantenimiento adecuados

Fuentes: (CEC, 2008), (Crecer con Energía, 2008), (NMSU, 2009), (BUN-CA, 2001) y (ANES, 2006)

Elaboración propia

4.3.4 Minihidráulica

Al igual que para los sistemas que operan con viento, para los sistemas que funcionan con flujos de agua, el tener información de largo plazo sobre los mismos a lo largo del día y en las distintas temporadas del año es fundamental ya que permite dimensionar adecuadamente los sistemas.

4.3.4.1.1 La inversión inicial

El monto de la inversión inicial necesaria para instalar un sistema de generación a partir de energía eólica depende de dos factores principales:

- El costo de los equipos
- El costo de las obras de infraestructura para almacenamiento y manejo del agua

- El costo del diseño y desarrollo del proyecto

El costo de los equipos se ubica entre 15,000 y 20,000 pesos por kW instalado (Tabla 4.3.4.1-1) (Dot-Com Alliance, 2009).

Tabla 4.3.4.1.1-1 Costo unitario de capacidad instalada para generación minihidráulica

kW	\$/kW
Hasta 1.0	20,000
1.0 a 5.0	18,000
Más de 5.0	15,000

Fuentes: (CEC, 2008), (Dot-Com Alliance, 2009) y (Crecer con Energía, 2008)

Elaboración propia

El costo de las obras de almacenamiento y manejo del agua depende del flujo y nivel del agua, aunque también de consideraciones ambientales (que dependen del tamaño de la instalación). Por lo mismo, para este tipo de sistemas, la obra civil y mano de obra pueden representar de dos a cuatro veces el costo de los equipos (CONAE, 2006).

4.3.4.1.2 Los costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento de pequeñas plantas hidroeléctricas son bajos, pero esto depende de su tamaño y del diseño del sistema, por lo que es necesario hacer una evaluación por caso.

Se sugiere considerar un costo de operación y mantenimiento anual de 1% de la inversión inicial.

4.3.4.1.3 Los costos de reemplazo

Una revisión general cada tres años con reemplazo de algunos componentes menores (como cojinetes y sellos) cuesta aproximadamente \$7,000.

Tabla 4.3.4.1.3-1 Resumen de costos un sistema minihidráulico de generación de electricidad

Concepto		Inversión	Costos de operación	Vida útil (años)	Observaciones
Inversión	Equipo	15 a 20 mil pesos por kW	NA	30	El costo por kW aumenta a medida que se reduce el tamaño del sistema
	Instalación	De dos a cuatro veces el	NA	30	El costo de las obras de almacenamiento

		costo de los equipos			y manejo del agua depende del flujo y nivel del agua, aunque también de consideraciones ambientales
Operación	Energéticos	NA			-
	Transporte	NA			-
	Mantenimiento	NA	1% de la inversión en equipos (anual)	NA	-
Reemplazo	NA				

Fuentes: (CEC, 2008), (Dot-Com Alliance, 2009) y (Crecer con Energía, 2008)

Elaboración propia

4.3.5 Motor a gasolina

El motor a gasolina se considera para aplicaciones de baja potencia (hasta 10 kW).

4.3.5.1.1 La inversión inicial

La inversión inicial para un sistema basado en motor a gasolina se compone, básicamente, del motor y de algún sistema de almacenamiento del combustible (que puede ser un recipiente de plástico de entre 5 y 20 litros).

La inversión mínima para un motor a gasolina es de 2,500 pesos, aumentando en 2,000 pesos por kW a partir de 1 kW.

Se consideran hasta 1 mil pesos por instalación, esto en caso de que se requiera de un técnico que va a la comunidad a mostrar la forma en la que se enciende y opera el equipo.

4.3.5.1.2 Los costos de operación y mantenimiento

Para los sistemas que operan con combustibles convencionales, el costo de operación puede ser significativo y depende de dos factores:

- El costo del combustible
- El costo del transporte del combustible,
- El costo de mantenimiento de los equipos

En lo que corresponde al costo del combustible, este depende de su precio en el mercado. El precio en Mayo de 2009 era de 7.6 \$/litro (PEMEX, 2009).

El consumo de combustible depende del tamaño de equipo y este varía entre 0.3 a 0.6 litros por kWh generado.

Por su parte, el costo del transporte del combustible (sin considerar el valor del tiempo tomado en hacerlo) depende del recorrido, del medio de transporte utilizado, de las condiciones del camino y del precio del combustible utilizado para el transporte. Si se utiliza un vehículo propio (que representaría el costo mínimo) se estima un costo de 2 pesos por kilómetro por viaje. Si el transporte se realiza en un vehículo de alquiler se considera un precio diez veces mayor, es decir, de 20 pesos por kilómetro por viaje.

Para simplificar, se considera un costo de 200 pesos por viaje para la compra de 40 litros de combustible.

Se sugiere considerar un costo de operación y mantenimiento anual de 5% de la inversión inicial.

4.3.5.1.3 Los costos de reemplazo

El costo de reemplazo considerado es el de todo el sistema ya que se considera que estos equipos tienen una vida útil que no va más allá de los 10 años.

Tabla 4.3.5.1.3-1 Resumen de costos un sistema de generación de electricidad con motor a gasolina

Concepto		Inversión	Costos de operación	Vida útil (años)	Observaciones
Inversión	Equipo	2 a 3 mil pesos por kW	NA	10	
	Instalación	1 mil pesos	NA	10	

Fuente: (PEMEX, 2009)

Elaboración propia

Continuación...

Concepto		Inversión	Costos de operación	Vida útil (años)	Observaciones
Operación	Energéticos	NA	7.6 \$/litro	NA	El precio de los energéticos se ajusta periódicamente
	Transporte	NA	200 pesos por viaje	NA	40 litros de gasolina por viaje
	Mantenimiento	NA	5% de la inversión en	NA	

			equipos (anual)		
Reemplazo		NA	Costo total de la inversión a los 10 años	10	Todo el sistema

Fuente: (PEMEX, 2009)

Elaboración propia

4.3.6 Motor a diesel

El motor a diesel es, generalmente, una alternativa para potencias mayores a 20 kW, es decir, para usos que requieren, relativamente, mucha potencia y energía.

4.3.6.1.1 La inversión inicial

El monto de la inversión inicial necesaria para instalar un sistema de generación de electricidad con motor a diesel depende de dos factores principales:

- El costo del equipo
- El costo del transporte de los equipos

En lo que corresponde al costo del equipo, este varía dependiendo de su potencia, teniendo costos unitarios por kW en rangos que van de 2.89 a 6.92 US\$ por kW de potencia instalada (Tabla 4.3.6.1-1).

Tabla 4.3.6.1.1-1 Costo unitario de capacidad instalada para generación eléctrica con motor diesel

kW	\$/kW
20	6.92
30	4.68
40	3.60
50	3.22
60	2.89

Elaboración propia

Se consideran un 20% por instalación, esto para cubrir los costos de transporte del equipo y del técnico responsable de la instalación.

4.3.6.1.2 Los costos de operación y mantenimiento

Para los sistemas que operan con combustibles convencionales, el costo de operación puede ser significativo y depende de dos factores:

- El costo del combustible
- El costo del transporte del combustible

En lo que corresponde al costo del combustible, este depende de su precio en el mercado. El precio en Mayo de 2009 era de 7.6 \$/ litro (PEMEX, 2009).

Por su parte, el costo del transporte del combustible (sin considerar el valor del tiempo tomado en hacerlo) depende del recorrido, del medio de transporte utilizado, de las condiciones del camino y del precio del combustible utilizado para el transporte. Si se utiliza un vehículo propio (que representaría el costo mínimo) se estima un costo de 2 pesos por kilómetro por viaje.

Si el transporte se realiza en un vehículo de alquiler se considera un precio diez veces mayor, es decir, de 20 pesos por kilómetro por viaje.

Para simplificar, se considera un costo de 200 pesos por viaje para la compra de 40 litros de combustible.

Se sugiere considerar un costo de operación y mantenimiento anual de 3% de la inversión inicial.

4.3.6.1.3 Los costos de reemplazo

El costo de reemplazo considerado es el de todo el sistema ya que se considera que estos equipos tienen una vida útil que no va más allá de los 10 años.

Tabla 4.3.6.1.3-1 Resumen de costos un sistema de generación de electricidad a diesel

Concepto		Inversión	Costos de operación	Vida útil (años)	Observaciones
Inversión	Equipo	2 a 3 mil pesos por kW	NA	10	
	Instalación	20% de costo del equipo	NA	10	
Operación	Energéticos	NA	7.6 \$/litro	NA	El precio de los energéticos se

					ajusta periódicamente
	Transporte	NA	200 pesos por viaje	NA	40 litros de Diesel por viaje
	Mantenimiento	NA	3% de la inversión en equipos (anual)	NA	
Reemplazo		NA	Costo total de la inversión a los 10 años	10	Todo el sistema

Fuente: (PEMEX, 2009)

Elaboración propia

4.4 Inversión inicial y costos de operación para proyectos productivos

Para los siguientes casos se hacen las siguientes consideraciones:

- Se asumen como proyectos únicos, es decir, que es toda la capacidad y energía que requieren.
- Para todos se asume una distancia de 2 km de la red eléctrica.
- Se considera un consumo de 0.33 litros de gasolina por kWh generado en motor de gasolina
- Se considera un consumo de 0.23 litros de gasolina por kWh generado en motor a diesel
- Se asume que en cada viaje que se lleva a cabo para comprar combustible (sea gasolina o diesel) se compran y transportan 40 litros.
- Para los equipos de generación eléctrica a partir de gasolina, diesel y minihidráulica, se considera una instalación de un mínimo de 1 kW.
- Los costos considerados de los energéticos son:
 - 0.7 \$/kWh para la electricidad que se compra (en su caso) de la red.
 - 8.0 \$/litro para gasolina y para diesel.
- Se considera un costo de 2,000 pesos por cada kWh de capacidad de almacenamiento en baterías.
- Los costos unitarios de capacidad (\$/kW) varían de acuerdo a lo establecido en la sección de Costos.

4.4.1 Conservación de vacunas y medicamentos

Tabla 4.3.6.1.3-1 Requerimientos energéticos para la conservación de vacunas y medicamentos

Equipo	Capacidad (litros)	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Refrigerador pequeño	100	50	1.2

Fuente: (CONAE, 2003)

Elaboración propia

Tabla 4.3.6.1.3-2 Inversión inicial y costos de operación para la conservación de vacunas y medicamentos

OPCIÓN	Inversión (Miles de pesos)			Operación y mantenimiento (Miles de pesos al año)				Vida Útil (Años)
	Equipo	Instalación	Total	Mantenimiento	Combustibles	Transporte	Total	
Extensión de la red eléctrica	274.0	82.2	356.2	1.78	0.31	0.00	2.09	30
Celdas fotovoltaicas	15.4	4.6	20.0	0.40	0.00	0.00	0.40	20
Generador eólico	4.4	0.9	5.3	0.05	0.00	0.00	0.05	20
Minihidráulica	20.0	3.0	23.0	0.23	0.00	0.00	0.23	30
Motor a gasolina	2.5	1.0	3.5	0.18	1.16	0.72	2.05	10
Motor a Diesel	6.9	1.4	8.3	0.25	0.81	0.50	1.56	10

Elaboración propia

4.4.2 Conservación de productos

Tabla 4.3.6.1.3-1 Requerimientos energéticos para la conservación de alimentos

Equipo	Capacidad (litros)	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Refrigerador	500	300	7.2

Fuente: (CONAE, 2003)

Elaboración propia

Tabla 4.3.6.1.3-2 Inversión inicial y costos de operación para la conservación de vacunas y medicamentos

OPCIÓN	Inversión Miles de pesos			Operación y mantenimiento (Miles de pesos al año)				Vida Útil (Años)
	Equipo	Instalación	Total	Mantenimiento	Combustibles	Transporte	Total	
Extensión de la red eléctrica	274.0	82.2	356.2	1.78	1.84	0.00	3.62	30
Celdas fotovoltaicas	59.4	27.7	77.2	1.54	0.00	0.00	1.54	20
Generador eólico	26.4	5.3	31.7	0.32	0.00	0.00	0.32	20
Minihidráulica	20.0	3.0	23.0	0.23	0.00	0.00	0.23	30
Motor a gasolina	2.5	1.0	3.5	0.18	6.94	4.34	11.45	10
Motor a Diesel	6.9	1.4	8.3	0.25	4.84	3.02	8.11	10

Elaboración propia

4.4.3 Producción de leche y queso

Tabla 4.3.6.1.3-1 Requerimientos energéticos para la producción de leche y queso

Equipo	Capacidad	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Motor para ordeña	1 HP (12 vacas en una hora)	750	7.5
Refrigerador (leche)	200 (litros)	100	2.4
Refrigerador (Queso)	200 (litros)	100	2.4
TOTAL		950	12.3

Fuente: (CONAE, 2003)

Elaboración propia

Tabla 4.3.6.1.3-2 Inversión inicial y costos de operación para la producción de leche y queso

OPCIÓN	Inversión (Miles de pesos)			Operación y mantenimiento (Miles de pesos al año)				Vida Útil
	Equipo	Instalación	Total	Mantenimiento	Combustibles	Transporte	Total	
Extensión de la red eléctrica	274.0	82.2	356.2	1.78	3.14	0.00	4.92	30
Celdas fotovoltaicas	167.1	50.1	217.2	4.34	0.00	0.00	4.34	20
Generador eólico	57.9	11.6	69.4	0.69	0.00	0.00	0.69	20
Minihidráulica	20.0	3.0	23.0	0.09	0.00	0.00	0.23	30
Motor a gasolina	2.5	1.0	3.5	0.18	11.85	7.41	19.43	10
Motor a Diesel	6.9	1.4	8.3	0.25	8.26	5.16	13.67	10

Elaboración propia

4.4.4 Bombeo de agua para riego y abrevaderos

Tabla 4.3.6.1.3-1 Requerimientos energéticos para bombeo de agua para riego y abrevaderos

Equipo	Capacidad	Volumen de agua y profundidad de pozo	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Motor eléctrico	50-100 cabezas de ganado	5,000 (Litros/día a 10 m de profundidad)	100	0.8 kWh

Fuente: (ANES, 2006)

Elaboración propia

Tabla 4.3.6.1.3-2 Tabla 4.4.4.2 Inversión inicial y costos de operación para riego y abrevaderos

OPCIÓN	Inversión (Miles de pesos)	Operación y mantenimiento (Miles de pesos al año)	Vida Útil
--------	----------------------------	---	-----------

	Equipo	Instalación	Total	Mantenimiento	Combustibles	Transporte	Total	
Extensión de la red eléctrica	274.0	82.2	356.2	1.78	0.20	0.00	1.99	30
Celdas fotovoltaicas	27.6	8.3	35.9	0.72	0.00	0.00	0.72	20
Generador eólico	5.1	1.0	6.1	0.06	0.00	0.00	0.06	20
Minihidráulica	20.0	3.0	23.0	0.09	0.00	0.00	0.23	30
Motor a gasolina	2.5	1.0	3.5	0.18	0.77	0.48	1.43	10
Motor a Diesel	6.9	1.4	8.3	0.25	0.54	0.34	1.12	10

Elaboración propia

4.4.5 Talleres artesanales

Tabla 4.3.6.1.3-1 Requerimientos energéticos para talleres artesanales

Equipo	Potencia (W)	Utilización por día (Horas/día)	Consumo por día (kWh/día)
Sierra eléctrica	1,500	2	3.0
Máquina de coser	150	10	1.5
Iluminación	100 (4 lámparas ahorradoras de 25 Watts)	4	1.0
TOTAL	1,750	NA	5.5

Elaboración propia

Tabla 4.3.6.1.3-2 Inversión inicial y costos de operación para talleres artesanales

OPCIÓN	Inversión (Miles de pesos)			Operación y mantenimiento (Miles de pesos al año)				Vida Útil (Años)
	Equipo	Instalación	Total	Mantenimiento	Combustibles	Transporte	Total	
Extensión de la red eléctrica	274.0	82.2	356.2	1.78	1.41	0.00	3.19	30
Celdas fotovoltaicas	186.0	55.8	241.8	4.84	0.00	0.00	4.84	20
Generador eólico	63.5	12.7	76.2	0.76	0.00	0.00	0.76	20
Minihidráulica	31.5	4.7	36.2	0.36	0.00	0.00	0.36	30
Motor a gasolina	4.4	1.0	5.4	0.27	5.30	3.31	8.88	10
Motor a Diesel	12.1	2.4	14.5	0.43	3.69	2.31	6.44	10

Elaboración propia

4.4.6 Molienda de granos

Tabla 4.3.6.1.3-1 Requerimientos energéticos para molienda de granos

Equipo	Capacidad	Potencia (W)	Utilización por día (Horas/día)	Consumo por día (kWh/día)
Molino	50-120 (Kg/hr)	750	4	3.0

Fuente: (Crecer con Energía, 2008)

Elaboración propia

Tabla 4.3.6.1.3-2 Inversión inicial y costos de operación para molienda de granos

OPCIÓN	Inversión (Miles de pesos)			Operación y mantenimiento (Miles de pesos al año)				Vida Útil (Años)
	Equipo	Instalación	Total	Mantenimiento	Combustibles	Transporte	Total	
Extensión de la red eléctrica	274.0	82.2	356.2	1.78	0.77	0.00	2.55	30
Celdas fotovoltaicas	118.5	35.6	154.1	3.08	0.00	0.00	3.08	20
Generador eólico	32.3	6.4	38.7	0.39	0.00	0.00	0.39	20
Minihidráulica	20.0	3.0	23.0	0.23	0.00	0.00	0.23	30
Motor a gasolina	2.5	1.0	3.5	0.18	2.89	1.81	4.87	10
Motor a Diesel	6.9	1.4	8.3	0.25	2.01	3.52	5.78	10

Elaboración propia

4.4.7 Producción de hielo

Tabla 4.3.6.1.3-1 Requerimientos energéticos para la producción de hielo

Equipo	Capacidad	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Hielo en escamas (zona tropical)	100 kg por día	40	0.8

Fuentes: (FAO, 2008) y (CONAE, 2003)

Elaboración propia

Tabla 4.3.6.1.32 Inversión inicial y costos de operación para producción de hielo

OPCIÓN	Inversión (Miles de pesos)			Operación y mantenimiento (Miles de pesos al año)				Vida Útil (Años)
	Equipo	Instalación	Total	Mantenimiento	Combustibles	Transporte	Total	

Extensión de la red eléctrica	274.0	82.2	356.2	1.78	0.20	0.00	1.99	30
Celdas fotovoltaicas	12.0	3.6	15.6	0.31	0.00	0.00	0.31	20
Generador eólico	3.2	0.6	3.8	0.04	0.00	0.00	0.04	20
Minihidráulica	20.0	3.0	23.0	0.23	0.00	0.00	0.23	30
Motor a gasolina	2.5	1.0	3.5	0.18	0.77	0.48	1.43	10
Motor a Diesel	6.9	1.4	8.3	0.25	0.54	0.34	1.12	10

Elaboración propia

12 Bibliografía

- adoos.cl. (2009). "Molinos de Viento para Extracción de Agua AERMOTOR " Retrieved 1 de septiembre, 2009, from http://www.adoos.cl/post/3996365/molinos_de_viento_para_extracciasup3n_de_agua#.
- Alliance, D.-C. (2009). *Micro-hydro Costs*.
- ANES (2006). *Estudio de Mercado de las Fuentes de Energía Renovable en el Sector Agropecuario*. México DF., Fideicomiso de Riesgo Compartido,: 280.
- Ayres, F. (1986). *Matemáticas Financieras*. Mc. Graw Hill.
- BANXICO. (2007). *Circular 15/2007*. México D.F.: Diario Oficial de la Federación.
- _____ (2009a). *Glosario*. Recuperado el 7 de Julio de 2009, de <http://www.banxico.org.mx/tipo/didactico/glosario.pdf>
- _____ (2009b). Página oficial de internet <http://www.banxico.org.mx/CAT/Index.html>
- Block, S. (2004). *Administración Financiera*. Mc. Graw Hill.
- Brealey, R., & Myers, S. (1991). *Principles of Corporate Finance* (Cuarta Edición ed.). United States of America.
- BUN-CA (2001). *Guía para desarrolladores en costa rica*. San José, Costa Rica: 22.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2009). *Circular Única de Bancos CNBV Glosario Letra "F"*. Recuperado el 21 de Agosto de 2009, de <http://www.cnbv.gob.mx/recursos/Glosario1f.htm>
- _____ (2009). *Ley de Títulos y Operaciones de Crédito*. México Diario Oficial de la Federación.
- _____ (2009). *Ley General de Sociedades Cooperativas*. México Diario Oficial de la Federación.
- CEC (2001). A GUIDE TO PHOTOVOLTAIC (PV) SYSTEM DESIGN AND INSTALLATION. Sacramento, California, California Energy Commission,.
- _____ (2008). *Guide to Developing a Community Renewable Energy Project in North America*. Montreal, Canada, Commission for Environmenta Cooperation,: 133.
- CFE. (2009). "Conoce tu tarifa." Retrieved 1 de septiembre, 2009, from <http://www.cfe.gob.mx/es/InformacionAlCliente/conocetutarifa/>.
- _____ (2009). "Costo de construcción de redes aéreas " Retrieved 15 de septiembre, 2009, from <http://www.cfe.gob.mx/aplicaciones/otros/aportaciones/concuotK08.asp?radio=1&Anio=2009&Mes=7>.

- CONAE (2000). NOM-003-ENER-2000 Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. NOM-003-ENER-2000: 17.
- _____ (2000). "LAS ENERGÍAS RENOVABLES en México y el mundo. Semblanza." from <http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4830/2/semblanza.pdf>.
- _____ (2003). NOM-015-ENER-2002 Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. México.
- _____ (2007). Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México (2007-2012). Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. México.
- _____ (2008). *NOMs de eficiencia energética vigentes*. México D.F.: CONAE.
- CONAE. (2006). "Guía de gestiones para implementar en México plantas de generación eléctrica que utilicen energías renovables." Retrieved 3 de septiembre, 2009, from <http://www.layrlin.com/index.html>.
- CONDUSEF. (2006). *CONDUSEF Simulador de Créditos Hipotecarios*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2009, de <http://portalif.condusef.gob.mx/condusefhipotecario/datos.php>
- Comisión Nacional Bancaria y de Valores, (2006) Circulares emitidas por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, [En línea] disponible en: http://www.cnbv.gob.mx/seccion.asp?sec_id=135&com_id=0 [Accesado diciembre de 2006]
- Coss Bu, (2004) *Análisis y evaluación de Proyectos de inversión*. Editorial Limusa. México
- Crece con Energía (2008). Catálogo de Soluciones Tecnológicas para Electrificación Descentralizada, Intelligent Energy Europe,: 12.
- Dot-Com Alliance. (2009). "Micro-hydro Costs." from http://www.dot-com-alliance.org/POWERING_ICT/Text/hotwords/3dHydrocosts.htm.
- Ellen, M., Jacob, W., Sonali, C., & Kristen, C. (2009). *Las Microfinanzas en la Expansión del Acceso a los Servicios de Energía: Resumen de Conclusiones*. México D.F.: Abt Associates, Inc.
- Eólica Navarra. (2003). *Eólica Navarra*. Recuperado el 7 de Agosto de 2009, de http://www.eolicanavarra.es/realizaciones_00.htm
- FAO. (2008). "La fabricación de hielo." from <http://www.fao.org/docrep/008/y5013s/y5013s04.htm>.

- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica. (2009). *Uso Racional de Energía y Medio Ambiente. Nuevas tecnologías, Cogeneración y Energía Renovable*. Recuperado el 7 de Julio de 2009, de http://www.fide.org.mx/info_pdf/energia1.pdf
- FIRCO (2007). La energía renovable en el sector agropecuario. *Claridades Agropecuarias*: 60.
- Galicia, M., (2003) Nuevos enfoques de riesgo de crédito, [En línea] Instituto del riesgo financiero, México, disponible en:
<http://www.riesgofinanciero.com/071403RiesgoCredito.pdf> [Accesado en marzo de 2008]
- González C., (2002) —El Manejo del riesgo sistémico y del riesgo idiosincrásico en las Microfinanzas‖ [En línea] presentación de PowerPoint a AFIN: Centro Internacional de Apoyo a las Innovaciones Financieras el 11 de diciembre de 2002, La Paz, Bolivia, disponible en:
http://www.wagecon.ag.ohiostate.edu/programs/RuralFinance/PDF%20Docs/Publications/Bolivia/Presentations/Spanish/BOLIVIA.AFIN.riesgo_idiosincrasico.pdf [Accesado diciembre de 2006]
- Gómez M. (2006). *Proyectos de Energías Renovables en México y Latinoamérica*. México, New Mexico State University,: 31.
- Hernández, A. (1999). *Matemáticas Financieras. Teoría y práctica* (Cuarta edición ed.). México D.F.: Ediciones Contables, Administrativas y Fiscales, S.A. de C.V.
- Hernandez, S. (2001) *Matemáticas Financieras*. UNPSJB – Fac de Ciencias Económicas. Argentina. Consultado el 28 de julio 2009, en [<http://www.economicasunp.edu.ar/02-EGrado/materias/ushuaia/matematica%20financiera/informacion/latasadeinteres.pdf>]
- Masera O., Aguillón J., et al. (2005). Estimación del Recurso y Prospectiva Tecnológica de la Biomasa Como Energético Renovable en México. México DF, Secretaría de Energía,: 118.
- Morris, et al., (2007) Las microfinanzas en la expansión del acceso a los servicios de energía. Resumen de conclusiones. USAID and Citi Foundation.
- MSN-Encarta. (2009). "Motor de combustión interna." Retrieved 1 de octubre, 2009, from http://mx.encarta.msn.com/encyclopedia_761553622/Motor_de_combusti%C3%B3n_interna.html.
- NMSU. (2009). "Baterías para sistemas independientes solares y eólicos." Retrieved 1 septiembre, 2009, from <http://www.re.sandia.gov/mat/baterias/sld001.htm>.
- Ortiz, H. (2003). *Finanzas básicas para no Financieros*. Thompson.
- PEMEX. (2009). "Precio al Público de Productos Petrolíferos." Retrieved 1 de octubre, 2009, from http://www.ri.pemex.com/files/dcpe/petro/epublico_esp.pdf.

- Promotora de Servicios Comerciales del Estado de Campeche. (2009). *Sociedades de Producción Rural*. Recuperado el 31 de Agosto de 2009, de http://www.campeche.gob.mx/Campeche/Gobierno/Organismos/proserco/apoyo_archivos/Sociedad%20de%20produccion%20rural.pdf
- Project Management Institute. (2004). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos* (Tercera Edición ed.). México D.F.: Global Standard.
- Sapag, N. (2007). *Proyectos de inversión, formulación y evaluación*, Editorial Prentice Hall, Primera edición, México.
- SAT. (2009). *Cómo Navegar - Glosario - SAT México*. Recuperado el 18 de Agosto de 2009, de http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/como_navegar/64_6485.html
- SENATI. (2008). "Forme Su Pequeña Empresa De Producción De Queso Fresco." from http://intranet.senati.edu.pe/Dox/Ipace/DescargasWeb/Lacteos/AN_QuesoFresco.pdf.
- SENER (2008). Balance Nacional de Energía 2007. México DF.
- SENER. (2008). *Balance Nacional de Energía. Poder Calorífico de combustibles mexicanos en 2007*. México D.F.: SENER.
- SENER. (2009). "Precios del gas LP." Retrieved 1 de octubre, 2009, from <http://www.energia.gob.mx/webSener/res/91/Precio.xls>.
- Univ. Antonio N., (2009). *Laboratorio 1, conversión de tasas*. Bogotá, Consultado en línea 15 de junio 2009 <http://www.ciro.anzola.googlepages.com/LABORATORIO1-TASAS.doc>
- Van Horne, Wachowicz (1994) Fundamentos de administración financiera, Editorial Prentice Hall, octava edición, México.
- Weston, Brigham, 1994. Fundamentos de administración financiera. Décima edición. Editorial Mc Graw Hill. México
- Wikipedia. (2009). "BTU." Retrieved 1 de septiembre, 2009, from <http://es.wikipedia.org/wiki/BTU>.
- Wikipedia. (2009). "Caballo de vapor." Retrieved 1 de septiembre, 2009, from http://es.wikipedia.org/wiki/Caballo_de_vapor.
- Wikipedia. (2009). "Julio (unidad)." Retrieved 1 de septiembre, 2009, from [http://es.wikipedia.org/wiki/Julio_\(unidad\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Julio_(unidad)).
- Zapata A., (2003) —Modelando el riesgo de crédito en Colombia: matrices de transición para la cartera comerciall publicado en Revista Apuntes de Banca y Finanzas [En línea] No. 6 del 2003, Colombia, disponible en: http://www.asobancaria.com/upload/docs/docPub1633_2.pdf [Accesado diciembre de 2006]
- Zendejas, (1993). Matemáticas financieras. Segunda edición. Editorial Trillas. México.

13 Índice de Tablas

Tabla 2.1.2.1-1 Tipos de combustible y dispositivos o procesos para convertirlas en formas de energía útil.....	5
Tabla 2.1.2.2-1 Tipos de energías renovables y dispositivos o procesos para convertirlas en formas de energía útil.....	6
Tabla 2.2.1-1 Producción de alimentos.....	6
Tabla 2.2.2-1 Procesamiento de alimentos.....	7
Tabla 2.3.1-1 Conversiones entre Joules, BTUs y Watts-hora.	10
Tabla 2.3.1-2 ¿Cuánta energía hay en mil Watts-hora (1 kWh)?.....	10
Tabla 2.3.1.2-1 Contenido energéticos relacionados a las energías renovables.....	12
Tabla 2.3.1.2-1 Equivalencias de unidades de potencia	13
Tabla 2.3.3.1-1 Eficiencias de equipos con los que se obtiene energía térmica	14
Tabla 2.3.3.2-1 Eficiencias de equipos con los que se obtiene energía eléctrica	15
Tabla 3.1-1 Energía necesaria para calentar 150 litros de agua de 20 a 40 °C.....	16
Tabla 3.2-1 Energéticos o dimensiones necesarias para generar 1 kilowatt-hora (kW).....	16
Tabla 3.2.1-1 Requerimientos energéticos para la conservación de vacunas y medicamentos	17
Tabla 3.2.2-1 Requerimientos energéticos para la conservación de alimentos	18
Tabla 3.2.3-1 Requerimientos energéticos para la producción de leche	18
Tabla 3.2.4-1 Requerimientos energéticos para la producción de leche y queso	19
Tabla 3.2.5-1 Requerimientos energéticos para bombeo de agua para riego y abrevaderos.....	19
Tabla 3.2.6-1 Requerimientos energéticos para cercas para ganadería	20
Tabla 3.2.7-1 Requerimientos energéticos para talleres artesanales.....	20
Tabla 3.2.8-1 Requerimientos energéticos para molienda de granos.....	20
Tabla 3.2.9-1 Requerimientos energéticos para la producción apícola o avícola	21
Tabla 3.2.10-1 Requerimientos energéticos una habitación de hotel para dos personas.....	21
Tabla 3.2.11-1 Requerimientos energéticos para la producción apícola o avícola	21
Tabla 3.2.12-1 Requerimientos energéticos para la producción de hielo.....	22
Tabla 4.1.1.1-1 Inversión inicial de un sistema de calentamiento solar de agua	24
Tabla 4.1.1.1-2 Inversión inicial de un sistema de calentamiento solar de agua	24
Tabla 4.1.1.4-1 Resumen de costos de un sistema de calentamiento solar de agua	25
Tabla 4.1.2.3-1 Resumen de costos de un sistema de calentamiento de agua con gas LP.....	26
Tabla 4.2.1.3-1 Resumen de costos de un sistema de bombeo de agua con viento	27
Tabla 4.3.1.3-1 Resumen de costos de una extensión de la red eléctrica de distribución.....	28
Tabla 4.3.2.1-1 Costo unitario de capacidad instalada para generación eléctrica con sistemas fotovoltaicos	29
Tabla 4.3.2.3-1 Resumen de costos de sistema fotovoltaico.....	30
Tabla 4.3.3.1-1 Costo unitario de capacidad instalada para generación eléctrica con viento.....	31
Tabla 4.3.3.3-1 Resumen de costos de un sistema de generación de electricidad a partir de viento..	32
Tabla 4.3.4.1-1 Costo unitario de capacidad instalada para generación minihidráulica.....	33

Tabla 4.3.4.3-1 Resumen de costos un sistema minihidráulico de generación de electricidad	33
Tabla 4.3.5.3-1 Resumen de costos un sistema de generación de electricidad con motor a gasolina	35
Tabla 4.3.6.1-1 Costo unitario de capacidad instalada para generación eléctrica con motor diesel ...	36
Tabla 4.3.6.3-1 Resumen de costos un sistema de generación de electricidad a diesel	37
Tabla 4.3.6.3-1 Requerimientos energéticos para la conservación de vacunas y medicamentos	38
Tabla 4.3.6.3-2 Inversión inicial y costos de operación para la conservación de vacunas y medicamentos	39
Tabla 4.3.6.3-1 Requerimientos energéticos para la conservación de alimentos.....	39
Tabla 4.3.6.3-2 Inversión inicial y costos de operación para la conservación de vacunas y medicamentos	39
Tabla 4.3.6.3-1 Requerimientos energéticos para la producción de leche y queso.....	40
Tabla 4.3.6.3-2 Inversión inicial y costos de operación para la producción de leche y queso	40
Tabla 4.3.6.3-1 Requerimientos energéticos para bombeo de agua para riego y abrevaderos	40
Tabla 4.3.6.3-2Tabla 4.4.4.2 Inversión inicial y costos de operación para riego y abrevaderos.....	40
Tabla 4.3.6.3-1 Requerimientos energéticos para talleres artesanales.....	41
Tabla 4.3.6.3-2 Inversión inicial y costos de operación para talleres artesanales	41
Tabla 4.3.6.3-1 Requerimientos energéticos para molienda de granos	42
Tabla 4.3.6.3-2 Inversión inicial y costos de operación para molienda de granos	42
Tabla 4.3.6.3-1 Requerimientos energéticos para la producción de hielo.....	42
Tabla 4.3.6.32 Inversión inicial y costos de operación para producción de hielo	42
Tabla 4.3.6.3-1 CAT en Tarjetas de Crédito.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.3.6.3-2 CAT en Créditos Hipotecarios	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5.5.2-1 Criterios de decisión de VPN.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.3.6.3-1 Criterios de decisión de la TIR	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.3.6.3-1 Proyectos Mutuamente Excluyentes	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.2-1 Diferencias entre Microcrédito tradicional y Proyecto de inversión...	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.3.3-1 Matriz de riesgos	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.3.4-1 Matriz de riesgos	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.5-1 Plan financiero.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.5-2 Flujo de ingresos y egresos.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.5-3 Tabla de amortización.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6.5-4 VPN	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7.3-1 Riesgos entre proveedores y Microfinanciera	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9.2.2-1 Frecuencia de monitoreo.....	¡Error! Marcador no definido.

ANNEXES:

ANEXO I. DETALLE DE CÁLCULO DE INVERSIONES Y COSTOS

Conservación de vacunas y medicamentos

Requerimientos energéticos para la conservación de vacunas y medicamentos

Equipo	Capacidad (litros)			Potencia (W)		Consumo por día (kWh/día)		
Refrigerador pequeño	100			50		1.2		

OPCIÓN	Inversión inicial						Costo de mantenimiento		
	Equipo			Costo de instalación		TOTAL			
	Cantidad	Costo Unitario	Total equipo	% sobre inversión	Total instalación		% sobre inversión	Costo por año	
		(k\$)	(k\$)		(k\$)				(k\$)
Extensión de la red eléctrica	2 km	137 por km	274	30	82.20	356.2	0.5	1.78	
Celdas fotovoltaicas	0.05	260	15.4	30	4.62	20.0	2	0.40	
	1.2	2							
Generador eólico	0.05	40	4.4	20	0.88	5.3	1	0.05	
	1.2	2							
Minihidráulica	0.05	20	20	150	3.00	23.0	1	0.23	
Motor a gasolina	0.05	2.5	2.5	NA	1.00	3.5	5	0.18	
Motor a Diesel	0.05	6.9	6.9	20	1.38	8.3	3	0.25	
OPCIÓN	Consumo de energía			Costos de transporte		Total por año			
	Consumo	Costo unitario	Costo anual	Unidades (viajes)	Costo por unidad (kW)	Costos por año			
			(k\$)			(k\$)	(k\$)	(k\$)	
Extensión de la red eléctrica	438	0.7	0.31	NO APLICA		2.09			
		\$/kWh							
Motor a gasolina	145	8	1.16	3.6	200	0.72	2.05		
		\$/litro							
Motor a Diesel	101	8	0.81	2.5	200	0.50	1.56		
		\$/litro							
Celdas fotovoltaicas							0.40		
Generador eólico	NO APLICA						0.05		
Minihidráulica							0.23		

Conservación de productos

Requerimientos energéticos para la conservación de alimentos

Equipo	Capacidad (litros)	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Refrigerador	500	300	7.2

OPCIÓN	Inversión inicial						Costo de mantenimiento		
	Equipo			Costo de instalación		TOTAL			
	Cantidad	Costo Unitario	Total equipo	% sobre inversión	Total instalación		% sobre inversión	Costo por año	
		(k\$)	(k\$)		(k\$)			(k\$)	
Extensión de la red eléctrica	2 km	137 por km	274	30	82.20	356.2	0.5	1.78	
Celdas fotovoltaicas	0.3	150	59.4	30	17.82	77.2	2	1.54	
	7.2	2							
Generador eólico	0.3	40	26.4	20	5.28	31.7	1	0.32	
	7.2	2							
Minihidráulica	0.3	20	20	150	3.00	23.0	1	0.23	
Motor a gasolina	0.3	2.5	2.5	NA	1.00	3.5	5	0.18	
Motor a Diesel	0.3	6.9	6.9	20	1.38	8.3	3	0.25	
OPCIÓN	Consumo de energía			Costos de transporte		Total por año			
	Consumo	Costo unitario	Costo anual	Unidades (viajes)	Costo por unidad (kW)	Costos por año			
			(k\$)			(k\$)	(k\$)	(k\$)	
Extensión de la red eléctrica	2,628	0.7	1.84	NO APLICA		3.62			
		\$/kWh							
Motor a gasolina	867	8	6.94	21.7	200	4.34	11.45		
		\$/litro							
Motor a Diesel	604	8	4.84	15.1	200	3.02	8.11		
		\$/litro							
Celdas fotovoltaicas							1.54		
Generador eólico	NO APLICA						0.32		
Minihidráulica							0.23		

Producción de leche y queso

Requerimientos energéticos para la producción de leche y queso

Equipo	Capacidad	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Motor para ordeña	1 HP (12 vacas en una hora)	750	7.5
Refrigerador (leche)	200 (litros)	100	2.4
Refrigerador (Queso)	200 (litros)	100	2.4
TOTAL		950	12.3

OPCIÓN	Inversión inicial						Costo de mantenimiento		
	Equipo			Costo de instalación		TOTAL			
	Cantidad	Costo Unitario	Total equipo	% sobre inversión	Total instalación		% sobre inversión	Costo por año	
		(k\$)	(k\$)		(k\$)			(k\$)	(k\$)
Extensión de la red eléctrica	2 km	137 por km	274	30	82.20	356.2	0.5	1.78	
Celdas fotovoltaicas	0.95	150	167.1	30	50.13	217.2	2	4.34	
	12.3	2							
Generador eólico	0.95	35	57.85	20	11.57	69.4	1	0.69	
	12.3	2							
Minihidráulica	0.95	20	20	150	3.00	23.0	1	0.23	
Motor a gasolina	0.95	2.5	2.5	NA	1.00	3.5	5	0.18	
Motor a Diesel	0.95	6.9	6.9	20	1.38	8.3	3	0.25	
OPCIÓN	Consumo de energía			Costos de transporte		Total por año			
	Consumo	Costo unitario	Costo anual	Unidades (viajes)	Costo por unidad (kW)	Costos por año (k\$)			
			(k\$)				(k\$)		
Extensión de la red eléctrica	4,490	0.7	3.14	NO APLICA		4.92			
		\$/kWh							
Motor a gasolina	1,482	8	11.85	37.0	200	7.41	19.43		
		\$/litro							
Motor a Diesel	1,033	8	8.26	25.8	200	5.16	13.67		
		\$/litro							
Celdas fotovoltaicas							4.34		
Generador eólico	NO APLICA						0.69		
Minihidráulica							0.23		

Bombeo de agua para riego y abrevaderos

Requerimientos energéticos para bombeo de agua para riego y abrevaderos

Equipo	Capacidad	Volumen de agua y profundidad de pozo	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Motor eléctrico	50-100 cabezas de ganado	5,000 (Litros/día a 10 m de profundidad)	100	0.8 kWh

OPCIÓN	Inversión inicial						Costo de mantenimiento	
	Equipo			Costo de instalación		TOTAL	% sobre inversión	Costo por año
	Cantidad	Costo Unitario	Total equipo	% sobre inversión	Total instalación			
		(k\$)	(k\$)		(k\$)			
Extensión de la red eléctrica	2 km	137 por km	274	30	82.20	356.2	0.5	1.78
Celdas fotovoltaicas	0.1	260	27.6	30	8.28	35.9	2	0.72
	0.8	2						
Generador eólico	0.1	35	5.1	20	1.02	6.7	1	0.06
	0.8	2						
Minihidráulica	0.1	20	20	150	3.00	23.0	1	0.23
Motor a gasolina	0.1	2.5	2.5	NA	1.00	3.5	5	0.18
Motor a Diesel	0.1	6.9	6.9	20	1.38	8.3	3	0.25
OPCIÓN	Consumo de energía			Costos de transporte			Total por año	
	Consumo	Costo unitario	Costo anual	Unidades (viajes)	Costo por unidad (kW)	Costos por año (k\$)	(k\$)	
	anual		(k\$)					
Extensión de la red eléctrica	292	0.7	0.20	NO APLICA			1.99	
		\$/kWh						
Motor a gasolina	96	8	0.77	2.4	200	0.48	1.43	
		\$/litro						
Motor a Diesel	67	8	0.54	1.7	200	0.34	1.12	
		\$/litro						
Celdas fotovoltaicas							0.72	
Generador eólico	NO APLICA						0.06	
Minihidráulica							0.23	

Talleres artesanales

Requerimientos energéticos para talleres artesanales

Equipo	Potencia (W)	Utilización por día (Horas/día)	Consumo por día (kWh/día)
Sierra eléctrica	1,500	2	3.0
Máquina de coser	150	10	1.5
Iluminación	100 (4 lámparas ahorradoras de 25 Watts)	4	1.0
TOTAL	1,750	NA	5.5

OPCIÓN	Inversión inicial						Costo de mantenimiento	
	Equipo			Costo de instalación		TOTAL	% sobre inversión	Costo por año
	Cantidad	Costo Unitario	Total equipo	% sobre inversión	Total instalación			
		(k\$)	(k\$)		(k\$)			
Extensión de la red eléctrica	2 km	137 por km	274	30	82.20	356.2	0.5	1.78
Celdas fotovoltaicas	1.75	100	186	30	55.80	241.8	2	4.84
	5.5	2						
Generador eólico	1.75	30	63.5	20	12.70	76.2	1	0.76
	5.5	2						
Minihidráulica	1.75	18	31.5	150	4.73	36.2	1	0.36
Motor a gasolina	1.75	2.5	4.375	NA	1.00	5.4	5	0.27
Motor a Diesel	1.75	6.9	12.075	20	2.42	14.5	3	0.43
OPCIÓN	Consumo de energía			Costos de transporte			Total por año	
	Consumo	Costo unitario	Costo anual	Unidades (viajes)	Costo por unidad (kW)	Costos por año	(k\$)	
	anual		(k\$)					
Extensión de la red eléctrica	2,008	0.7	1.41	NO APLICA			3.19	
		\$/kWh						
Motor a gasolina	662	8	5.30	16.6	200	3.31	8.88	
		\$/litro						
Motor a Diesel	462	8	3.69	11.5	200	2.31	6.44	
		\$/litro						
Celdas fotovoltaicas							4.84	
Generador eólico	NO APLICA						0.76	
Minihidráulica							0.36	

Molienda de granos

Requerimientos energéticos para molienda de granos

Equipo	Capacidad	Potencia (W)	Utilización por día (Horas/día)	Consumo por día (kWh/día)
Molino	50-120 (Kg/hr)	750	4	3.0

OPCIÓN	Inversión inicial						Costo de mantenimiento	
	Equipo			Costo de instalación		TOTAL	% sobre inversión	Costo por año (k\$)
	Cantidad	Costo Unitario (k\$)	Total equipo (k\$)	% sobre inversión	Total instalación (k\$)			
Extensión de la red eléctrica	2 km	137 por km	274	30	82.20	356.2	0.5	1.78
Celdas fotovoltaicas	0.75	150	118.5	30	35.55	154.1	2	3.08
	3	2						
Generador eólico	0.75	35	32.25	20	6.45	38.7	1	0.39
	3	2						
Minihidráulica	0.75	20	20	150	3.00	23.0	1	0.23
Motor a gasolina	0.75	2.5	2.5	NA	1.00	3.5	5	0.18
Motor a Diesel	0.75	6.9	6.9	20	1.38	8.3	3	0.25
OPCIÓN	Consumo de energía			Costos de transporte			Total por año	
	Consumo	Costo unitario	Costo anual	Unidades (viajes)	Costo por unidad (kW)	Costos por año		
	anual		(k\$)			(k\$)	(k\$)	
Extensión de la red eléctrica	1,095	0.7	0.77	NO APLICA			2.55	
		\$/kWh						
Motor a gasolina	361	8	2.89	9.0	200	1.81	4.87	
		\$/litro						
Motor a Diesel	252	8	2.01	6.3	200	1.26	3.52	
		\$/litro						
Celdas fotovoltaicas							3.08	
Generador eólico	NO APLICA						0.39	
Minihidráulica							0.23	

Producción de hielo

Requerimientos energéticos para la producción de hielo

Equipo	Capacidad	Potencia (W)	Consumo por día (kWh/día)
Hielo en escamas (zona tropical)	100 kg por día	40	0.8

OPCIÓN	Inversión inicial						Costo de mantenimiento	
	Equipo			Costo de instalación		TOTAL	% sobre inversión	Costo por año
	Cantidad	Costo Unitario	Total equipo	% sobre inversión	Total instalación			
		(k\$)	(k\$)		(k\$)			
Extensión de la red eléctrica	2 km	137 por km	274	30	82.20	356.2	0.5	1.78
Celdas fotovoltaicas	0.04	260	12	30	3.60	15.6	2	0.31
	0.8	2						
Generador eólico	0.04	40	3.2	20	0.64	3.8	1	0.04
	0.8	2						
Minihidráulica	0.04	20	20	150	3.00	23.0	1	0.23
Motor a gasolina	0.04	2.5	2.5	NA	1.00	3.5	5	0.18
Motor a Diesel	0.04	6.9	6.9	20	1.38	8.3	3	0.25
OPCIÓN	Consumo de energía			Costos de transporte			Total por año	
	Consumo	Costo unitario	Costo anual	Unidades (viajes)	Costo por unidad (kW)	Costos por año (k\$)		
	anual		(k\$)				(k\$)	
Extensión de la red eléctrica	292	0.7	0.20	NO APLICA			1.99	
		\$/kWh						
Motor a gasolina	96	8	0.77	2.4	200	0.48	1.43	
		\$/litro						
Motor a Diesel	67	8	0.54	1.7	200	0.34	1.12	
		\$/litro						
Celdas fotovoltaicas							0.31	
Generador eólico	NO APLICA						0.04	
Minihidráulica							0.23	

ANEXO II. DESCRIPCIÓN SIMPLE DE LAS TECNOLOGÍAS

Solar fotovoltaica

La energía solar se encuentra disponible en todo el mundo pero su intensidad varía de localidad a localidad, según la latitud del sitio, el momento del día y las condiciones atmosféricas. Algunas zonas del planeta reciben más radiación solar que otras.

En el caso particular de México, el país dispone durante todo el año de abundante radiación solar. Según las clasificaciones de la intensidad de la radiación solar en diferentes regiones del mundo, México es una región con gran potencial con respecto del recurso solar disponible, aunque siempre es necesario evaluar el potencial solar de un sitio específico donde se planea instalar un sistema de aprovechamiento de energía solar.

La transformación directa de la energía solar en energía eléctrica se realiza en un equipo llamado módulo o panel fotovoltaico.

Una celda fotovoltaica es el componente que capta la energía contenida en la radiación solar y la transforma en una corriente eléctrica, basado en el efecto fotovoltaico que produce una corriente eléctrica cuando la luz incide sobre algunos materiales.

Las celdas fotovoltaicas son hechas principalmente de un grupo de minerales semiconductores, de los cuales el silicio, es el más usado. El silicio se encuentra abundantemente en todo el mundo porque es un componente mineral de la arena.

Una celda fotovoltaica tiene un tamaño de 10 por 10 centímetros y produce alrededor de un Watt a plena luz del día

Según el tipo de material empleado para su fabricación, las celdas fotovoltaicas se clasifican en:

- De silicio monocristalino: son los más utilizados debido a su gran confiabilidad y duración, aunque su precio es ligeramente mayor que los otros tipos.
- De silicio policristalino: son ligeramente más baratos que los módulos de silicio monocristalino, aunque su eficiencia es menor.
- De silicio amorfo: tienen menor eficiencia que los dos anteriores, pero un precio mucho menor. Además son delgados y ligeros, hechos en forma flexible, por lo que se pueden instalar como parte integral de un techo o pared.

Un sistema fotovoltaico se compone de:

- El módulo o panel fotovoltaico
- La batería
- El regulador de carga
- El inversor
- Las cargas de aplicación (el consumo)

En instalaciones fotovoltaicas pequeñas es frecuente, además de los equipos antes mencionados, el uso de fusibles para la protección del sistema.

En instalaciones medianas y grandes, es necesario utilizar sistemas de protección más complejos y, adicionalmente, sistemas de medición y sistemas de control de la carga eléctrica generada.

Solar térmica

El calentamiento de fluidos con energía solar se logra al exponer al sol una superficie o placa de color oscuro, comúnmente negro, que está en contacto con tubos que contienen el fluido a calentar.

Las características principales de los colectores solares es que pueden generar temperaturas que van desde los 25°C hasta los 100°C. No requieren movimiento continuo para dar seguimiento al sol. Su mantenimiento es mínimo y su construcción es relativamente sencilla.

Los principales tipos de colectores planos son:

- **Descubiertos.** Sólo constan de una placa plana absorbente, que puede ser metálica o de plástico. En general, pueden ser utilizados para aplicaciones de calentamiento de agua de entre 25 y 45°C. Sus usos más comunes son en albercas.
- **En caja.** En estos colectores la placa está contenida en una caja con cubierta transparente y con aislamiento térmico en la parte posterior. En lo general, estos colectores pueden generar temperaturas de entre 50 y 100°C. Sus aplicaciones más comunes son en hoteles, hospitales y deportivos.
- **De tubos evacuados.** Estos colectores consisten de tubos aleteados individuales que se encuentran contenidos, individualmente, en un tubo de vidrio cuyo interior se mantiene al vacío. El colector de tubos evacuados al vacío se utiliza para aplicaciones de calentamiento de agua a temperaturas que fluctúan entre los 80 y 100°C.

Eólica

La energía eólica tiene su origen en el calentamiento diferenciado de masas de aire y de tierra por el Sol. La dirección del viento está determinada por efectos topográficos y por la rotación de la Tierra.

Las turbinas eólicas requieren una velocidad de viento mínima para empezar a generar energía: para pequeñas turbinas, este es, aproximadamente, de 3.5 metros por segundo (m/s); para turbinas grandes, 6 m/s, como mínimo.

En general, se pueden distinguir dos diferentes tipos de aplicaciones en sistemas pequeños:

- Generación de energía eléctrica.

- Aplicaciones mecánicas, como bombeo de agua y molino de granos.

El régimen de viento varía considerablemente a lo largo de los días y de las temporadas del año, por lo que es necesario conocer bien cómo se comporta el viento a lo largo de varios días para poder diseñar adecuadamente el sistema de aprovechamiento.

Existen varios tipos de turbinas y cada una puede tener diferentes componentes, dependiendo de la aplicación; sin embargo, se pueden reconocer algunos comunes, como se explica a continuación:

- **Rotor.** Es el elemento principal de una máquina eólica, siendo su función la transformación de la energía cinética del viento en mecánica utilizable.
- **Tren de potencia o conversión mecánica.** Está constituido por el eje de velocidad baja, la caja de cambios de velocidad, el eje de velocidad alta y las balineras o cojinetes que soportan los ejes.
- **Sistema eléctrico.** Éste se refiere al generador, el cual está acoplado al eje para transformar la energía mecánica en eléctrica. Además, consiste en las interfaces para la conexión a las aplicaciones o a la red eléctrica.
- **Chasis:** Contiene los elementos claves de la turbina, como la caja de cambios y el generador.
- **Sistema de orientación:** Las máquinas de eje horizontal tienen este componente, el cual detecta la orientación del viento y coloca el rotor en su misma dirección para aprovecharlo al máximo.
- **Torre:** Las máquinas eólicas deben estar situadas sobre una estructura de soporte capaz de aguantar el empuje del viento que transmiten el sistema de captación y las eventuales vibraciones. El uso de torres más altas significa un costo mayor al inicio, pero éste disminuye el período de la recuperación de la inversión, debido a que la velocidad del viento aumenta con la altura y logra generar más energía.
- **Sistema de seguridad:** Este pone la turbina en una situación estable y segura, en caso de que ocurran anomalías tales como pérdida de carga, velocidad de rotación o temperatura del generador a caja de cambios demasiado altas.

Minihidráulica

La hidroenergía utiliza la energía del flujo de agua y las variaciones en la altitud del terreno para generar electricidad. La potencia del sistema depende del volumen de agua en el río y en la diferencia entre los niveles en los cuales el agua puede fluir.

El flujo del río es la cantidad de agua (en metros o litros cúbicos) que pasa de un punto a otro en el río, en un lapso determinado de tiempo. Los flujos normalmente se proporcionan en metros cúbicos por segundo (m^3/s) o en litros por segundo (l/s). El nivel también se puede medir como la altura de las turbinas en la planta de energía a la superficie del agua creada por la presa.

Para nano- y micro-centrales usualmente se analizan caudales menores a $2 \text{ m}^3/\text{s}$ y los estudios no deben ser muy exhaustivos. En el caso de mini y pequeñas centrales, los caudales deben tener mayores rangos.

La fuente de agua puede ser un arroyo, un canal u otra forma de corriente que pueda suministrar el volumen y la presión suficientes y necesarios para generar electricidad.

Una de las características del recurso hidráulico es su condición variable, por cuanto depende de condiciones atmosféricas. Igualmente y por lo mismo, puede considerarse como intermitente, aunque su presencia como caudal de un río o a través de su almacenamiento en represas puede permitir un servicio continuo.

La potencia de una instalación hidroeléctrica está en función de las siguientes variables o condiciones:

- El caudal del río o la cuenca o sea la cantidad de agua pasando en un periodo fijo, generalmente medido en metros cúbicos por segundo (m^3/s);
- La caída, o la diferencia en altura entre la toma de agua y la turbina;
- Las pérdidas por fricción entre la toma de agua y la turbina;
- La eficiencia de la turbina y el generador.

El caudal puede variar considerablemente a lo largo del año, por lo que es necesario conocer la magnitud del caudal durante ese periodo para poder así fijar la potencia. Para proyectos grandes se debe conocer los datos de varios años anteriores, en el caso de proyectos pequeños, primero se debe determinar la necesidad de energía y potencia eléctrica para definir la necesidad de caudal y luego verificar si el río puede abastecer el flujo requerido.

Para establecer el potencial de un sitio se requiere de información *meteorológica*, *hidrométrica* y *topográfica* particular al sitio donde se establecerá la planta. La información meteorológica permite definir los volúmenes de precipitación en lo que puede constituir una cuenca hidrológica, mientras que la información topográfica sirve para establecer los cauces y los volúmenes que pasan por un punto dado, además de permitir establecer la localización de una posible represa.

La evaluación de un proyecto mini-hidráulico, exige un conocimiento detallado de las zonas de mayor captación de agua o escurrimiento de corrientes de agua, por lo que es imprescindible llevar a cabo mediciones in situ apoyados por especialistas. La evaluación preliminar del sistema

mini-hidroeléctrico son: la altura de la caída de agua, mejor conocida como salto y el gasto en metros cúbicos sobre segundo.

Los componentes de una mini-central típica se describen a continuación:

- **Obras de derivación.** Este es un tipo de represa pequeña que se coloca en forma transversal al cauce del río con el fin de producir un remanso que facilite la derivación del agua hacia la bocatoma.
- **Obras de bocatoma.** éste elemento se encarga de introducir y controlar el ingreso de agua al canal, el cual incluye una compuerta de toma del recurso hídrico y una compuerta de lavado, previo al ingreso del agua al desarenador.
- **Canal.** Es una estructura utilizada con el fin de conducir el agua a una distancia relativamente grande desde la bocatoma hasta la entrada a la tubería de presión, con un mínimo de pérdida de nivel y mínimo costo. Puede ser un canal abierto o tubería enterrada.
- **Tubería de presión.** es la tubería que conduce el agua a presión (tubo lleno) hasta la turbina.
- **Sala de máquinas.** Es el espacio donde se ubican la turbina y el generador.

En ciertos casos, se puede prescindir de alguno de estos elementos, todo depende de las condiciones topográficas especiales de cada proyecto, la capacidad requerida y la aplicación.

Motor a diesel

El motor Diesel es un motor térmico de combustión interna que funciona mediante la ignición (quema) del combustible al ser inyectado en una cámara de combustión que contiene aire a una temperatura superior a la temperatura de autocombustión, sin necesidad de chispa.

La temperatura que inicia la combustión procede de la elevación de la presión que se produce en el segundo tiempo motor, la compresión. El combustible se inyecta en la parte superior de la cámara de compresión a gran presión, de forma que se atomiza y se mezcla con el aire a alta temperatura y presión. Como resultado, la mezcla se quema muy rápidamente. Esta combustión ocasiona que el gas contenido en la cámara se expanda, impulsando el pistón hacia abajo. La [biela](#) transmite este movimiento al cigüeñal, al que hace girar, transformando el movimiento lineal del pistón en un movimiento de rotación.

La principal ventaja de los motores Diésel, comparados con los motores a gasolina, estriba en su menor consumo de combustible.

Los motores diesel llegan a rendimientos del 30 al 45%.

Motor a gasolina

Un motor que funciona con gasolina es un motor de combustión interna que utiliza la explosión de la gasolina, provocada mediante una chispa, para expandir un gas que empuja un [pistón](#) dentro de un cilindro. Hay de dos y de cuatro tiempos. El ciclo termodinámico utilizado es conocido como Ciclo Otto.

El motor de combustión interna funciona a partir de la inyección de la gasolina pulverizada y mezclada con aire dentro de un cilindro dentro del cual se desplaza un pistón. Una vez dentro del cilindro la mezcla es comprimida al moverse el pistón hacia dentro del cilindro (ya sea por la fuerza del otro pistón o del motor eléctrico de arranque).

Al llegar al punto de máxima compresión se hace saltar una chispa, producida por una bujía, que genera la explosión del combustible. Los gases encerrados en el cilindro se expanden empujando un pistón que desliza dentro del cilindro. La energía liberada en esta explosión es pues transformada en movimiento lineal del pistón, el cual, a través de una biela y el cigüeñal, es convertido en movimiento giratorio. La inercia de este movimiento giratorio hace que el motor no se detenga y que el pistón vuelva a empujar el gas, expulsándolo por la válvula correspondiente, ahora abierta. Por último el pistón retrocede de nuevo permitiendo la entrada de una nueva mezcla combustible.

La eficiencia media de un buen motor Otto es de un 25 a un 30%.