



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

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

USAID/MEXICO COMPETITIVENESS PROGRAM

CONTRACT: EEM-I-00-07-0004-00

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

Almeida Carlos
De Buen Odón
Muñoz Maribel

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

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

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	23
4.2	Para energía mecánica.....	26
4.3	Para generación de electricidad	27
4.4	Inversión inicial y costos de operación para proyectos productivos	37
5	FUNDAMENTOS BÁSICOS DE MATEMÁTICAS FINANCIERAS	43
5.1	Tasas de interés	43
5.2	Costo de Oportunidad.....	44
5.3	Anualidades	49
5.4	Costo Anual Total (CAT)	51
5.5	VPN y TIR.....	54
6	ELEMENTOS BÁSICOS DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN	59
6.1	Definición y Objetivos de un Proyecto de Inversión	59
6.1.1	Objetivos de un Proyecto de Inversión.....	59
6.1.2	Proyecto de inversión Vs. Microcrédito tradicional.....	60
6.2	Fases de los Proyectos de Inversión.....	61
6.2.1	Promoción	61
6.2.2	Evaluación o Análisis	63

6.2.2.1 Estudio de Mercado	64
6.2.2.2 Estudio Técnico	65
6.2.2.3 Estudio Ambiental.....	66
6.2.2.4 Estudio Legal	67
6.2.2.5 Estudio Financiero	69
6.2.2.6 Riesgos de un Proyecto de Inversión	69
6.2.3 Estructuración.....	73
6.2.4 Autorización o Aprobación	74
6.2.5 Formalización o Instrumentación	75
6.3 Caso Práctico.....	77
7 ESQUEMAS DE FINANCIAMIENTO	84
7.1 Esquemas de financiamiento de proyectos de energía renovable en otros países.....	84
7.2 Participantes en un Proyecto de Inversión de Energía Renovable	85
7.3 Proveedores.....	88
7.4 Fuentes de Fondo de un Proyecto de Inversión	89
7.5 Programas de Financiamiento para Proyectos de Inversión	90
8 ADMINISTRACIÓN DE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN	93
8.1 Introducción.....	93
8.2 Seguimiento.....	93
8.3 Control.....	96
8.4 Recuperación Administrativa.....	97
12 BIBLIOGRAFÍA.....	100
13 ÍNDICE DE TABLAS	105

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 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 2.1.2.1.23.1-1 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 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), (Maserá 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	NA	NA	-

		según la complejidad del sistema			
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 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.

4.2.1.1.1 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 costo de los equipos	NA	30	El costo de las obras de almacenamiento y manejo del agua depende del flujo y nivel del agua, aunque también de consideraciones ambientales

Continuación

Concepto		Inversión	Costos de operación	Vida útil (años)	Observaciones
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	
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 equipos (anual)	NA	
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 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 4.3.6.1.3-2Tabla 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 (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	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 (Kg/hr)	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	3.52	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

5 Fundamentos básicos de Matemáticas Financieras

5.1 Tasas de interés

Antes de comenzar a estudiar las tasas de interés, es importante entender lo que significa el dinero y la inflación.

5.1.1 Dinero

Es un instrumento de cambio y medida de valor que pierde poder adquisitivo a través del tiempo.

Las funciones básicas del dinero son:

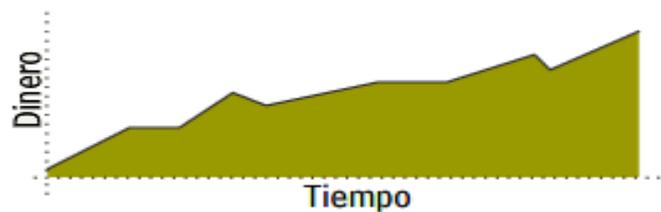
- Es un medio de cambio o de pago
- Es una unidad de cuenta
- Es un almacén de valor
- Es un patrón de pagos diferidos

5.1.2 Inflación

Es el crecimiento continuo y generalizado de los precios de los bienes y servicios que se expenden en una economía. (BANXICO, Glosario, 2009)

Esto significa que, con el mismo dinero en el siguiente año, podremos comprar menos bienes y/o servicios que en el presente año. Disminución del poder adquisitivo a través del tiempo.

Figura 5.1.2-1 Tiempo vs. Dinero



Elaboración propia

La inflación en México se mide mediante el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC).

El INPC es un indicador económico que mide, a través del tiempo, la variación de los precios de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo de los hogares mexicanos. (BANXICO, INPC Banco de México, 2009)

La tasa de inflación se calcula de la siguiente manera (BANXICO, Glosario, 2009):

Fórmula 5.1.2-1 Tasa de Inflación

$$= \frac{\text{Índice}_2}{\text{Índice}_1} - 1$$

Ejemplo

INPC Enero 2008=126.146

INPC Enero 2009=134.071

Sustituyendo:

INPC Enero 2008=126.146=Índice 1

INPC Enero 2009=134.071=Índice 2

$$\begin{aligned} &= \frac{134.071}{126.146} - 1 \\ &= 0.062 \\ &= 6.2\% \end{aligned}$$

5.2 Costo de Oportunidad

El costo de oportunidad de mantener efectivo es el rendimiento al que se renuncia por no invertirlo en bienes productivos.

Ejemplo

¿Qué pasa si una persona guarda \$10,000 en su casa por un año en lugar de invertirlos en una cuenta bancaria que ofrece el 5% de interés anual?

La persona tendrá un costo de oportunidad de \$500 pesos al año. Es decir, está renunciando a recibir anualmente dicha cantidad.

5.2.1 Interés

La tasa de interés es el rendimiento producido por la unidad de capital en la unidad de tiempo (Hernandez S., 2001)

Es la cantidad que se paga por el uso de dinero ajeno. (Zendejas, 1993)

Tasa de interés real: es el porcentaje resultante de deducir a la tasa de interés general vigente la tasa de inflación.

Visto desde el punto de vista de:

- **Ahorradores:** El interés es el pago que reciben por mantener su dinero en cuentas de ahorro o inversión.

- **Inversionistas (deudores):** El interés es el pago que realizan a quienes les prestan el dinero por el uso del mismo para los fines pactados.

5.2.2 Tasa de interés efectiva

Es el rendimiento que efectivamente produce la unidad monetaria, punta contra punta, es decir desde la fecha de colocación hasta el vencimiento.

Podemos decir además, que la tasa efectiva capitaliza en forma simple, una sola vez en el período bajo Análisis. (Hernández S., 2001)

Dicho de otra forma, es el interés expresado como un porcentaje del capital invertido o inversión inicial. La tasa de interés efectiva siempre debe estar referida al plazo correspondiente al pago de intereses.

—

Ejemplo: Calcular la tasa efectiva anual correspondiente a la tasa de interés del 2.40% anual con capitalización bimestral.

Significa que \$1 de capital impuesto en las condiciones expresadas, en un año generará \$0.0242 de interés, o sea, cada unidad de moneda se transformará en \$1.0242, resultado de \$1 + \$0.0242

—

Préstamo		Tasa de Interés		Interés Pagado
		Efectiva		
\$1,000	*	20%	=	\$ 200

Interés pagado



$$\frac{\$200}{\$1,000}$$

=

20%



Tasa de Interés

Efectiva



Inversión o
préstamo

5.2.3 Tasa de interés nominal

La tasa nominal es el interés que se capitaliza más de una vez por año. Siendo la tasa nominal un límite para ambas operaciones y como su empleo es anual resulta equivalente decir tasa nominal o tasa nominal anual. La ecuación de la tasa nominal es: $j = \text{tasa de interés por período} \times \text{número de períodos}$ (Univ. Antonio N., 2009)

La tasa efectiva anual (TEA) aplicada una sola vez, produce el mismo resultado que la tasa nominal según el período de capitalización. La tasa del período tiene la característica de ser simultáneamente nominal y efectiva. (Univ. Antonio N., 2009)

Con lo anterior podemos decir que la Tasa efectiva anual es la tasa de interés aplicable a una inversión o un préstamo a interés compuesto, es decir, es el resultado de anualizar linealmente una tasa de interés efectiva a un determinado plazo.

Fórmulas de Tasa de interés efectiva y Tasa de interés nominal (Ortiz, 2003)

Fórmula 5.2.3-1 Tasa de interés efectiva y Tasa de interés nominal

Fórmula Tasa de Interés Efectiva	Interés Efectivamente Pagado	Fórmula Tasa de Interés Nominal
$Ie_{\frac{x}{360}} = \left(\frac{In_{\frac{x}{360}}}{360} \right)^x$	$1_{\frac{x}{360}} = C * Ie_{\frac{x}{360}}$	$In_{(x)} = \left(\frac{360}{x} \right) Ie_{(x)}$

Donde:

$Ie_{\frac{x}{360}}$	= es la tasa efectiva correspondiente al plazo de “x” días	$I_{\frac{x}{360}}$	= es el interés que se paga al final de “x” días
$In_{\frac{x}{360}}$	= es la tasa nominal al plazo de “x” días	X	= plazo de días al que esté referido la tasa
C	= es el capital o préstamo inicial.		

Ejemplo

Interés efectivo

La Señora Montes invierte \$10,000 en el banco a 270 días. El banco le ha informado que le pagará una tasa nominal del 4.22% anual.

La tasa de interés efectiva es igual a:

$$i_{e270} = \left(\frac{0.0422}{360} \right) \times 270 = 3.165\%$$

El monto efectivo de intereses que recibirá al final de los 270 días es:

$$i_{270} = 10,000 \times 0.03165 = \$316.5$$

Interés nominal

La Señora Montes invierte \$10,000 en el banco a 270 días. El banco le ha informado que le pagará una tasa de interés efectiva del 3.165% anual.

La tasa de interés nominal es igual a:

$$i_{n270} = \left(\frac{360}{270} \right) \times 0.03165 = 4.22\% \text{ anual a 270 días}$$

Es decir, la tasa de interés nominal del 4.22% anual a un plazo de 270 días corresponde a una tasa de interés efectiva a 270 días del 3.165%.

5.2.4 Interés simple

Es el importe que se cobra al final de cada periodo señalado y que es constante, porque la deuda o capital es el mismo durante el periodo (Zendejas, 1993)

El interés se calcula multiplicando el capital inicial por la tasa de interés efectiva del periodo, sin considerar los intereses acumulados en periodos anteriores. (Ortiz, 2003)

Fórmula 5.2.4-1 Interés simple

$$I = C * \left(i_{e} * \left(\frac{PL}{x} \right) \right)$$



$$SFs = c + I$$

Donde

SFs = Saldo final resultante de la suma de capital más los intereses generados.

C = Inversión o capital inicial.

i_e = Tasa de interés efectivo o nominal al plazo "x".

X = Plazo en días del pago de intereses.

PL = Plazo en días de la inversión.

5.2.5 Interés compuesto

En el interés compuesto, se va adicionando al capital inicial los intereses ganados al final de cada periodo, para producir juntos nuevos intereses en el periodo siguiente (Zendejas, 1993)

Por lo anterior, podemos deducir que el interés que resulta de multiplicar la tasa de interés efectiva del periodo, por el resultado de sumar al capital o inversión inicial el total de intereses acumulados en periodos anteriores. (Ortiz, 2003)

Fórmula 5.2.5-1 Interés compuesto

Donde

$$SF_c = C * \left(1 + \left(\frac{i_e}{360} \right)^x \right)^{\frac{PL}{x}}$$

SF_c = Saldo final resultante de la suma de capital más los intereses generados.

C = Inversión o capital inicial.

i_e = Tasa de interés efectivo o nominal al plazo “x”.

X = Plazo en días del pago de intereses.

PL = Plazo en días de la inversión.

Ejemplo

Calcular el interés simple y compuesto de una inversión del Sr. Moreno de \$10,000 pesos a tres años a una tasa de interés del 20% anual.

Inversión = 10,000 pesos

Plazo = 3 años

Tasa de Interés Simple del 20% Anual

Tasa de Interés compuesto al 20% Anual

$$I = 10,000 * .20 * \frac{1080}{360} = 6000$$

$$SF_c = 10,000 * \left(1 + \left(\frac{.20}{360} \right)^{60} \right)^{\frac{1080}{60}}$$

$$SF_s = 10,000 + 6,000 = 16,000$$

$$SF_c = 10,000 * 1.728 = 17,280$$

Como se puede observar, debido a que se reinvierten los intereses ganados cada periodo bajo el interés compuesto, el Sr. Moreno recibirá una mayor cantidad de intereses bajo la modalidad de interés compuesto al final de los 3 años.

5.3 Anualidades

La anualidad es una serie de pagos uniformes, periódicos, que se realizan en un plazo conocido de tiempo.

5.3.1 Fórmula de Valor Presente de una Anualidad

Es una serie de cantidades que vencen progresivamente a intervalos iguales. Ya sean importes que se tienen que invertir, o pagos que se tengan que efectuar. (Zendejas, 1993)

Son una serie de pagos iguales que se hacen a intervalos fijos a lo largo de un número específico de periodos. Si los pagos ocurren al final de cada periodo, se denomina anualidad ordinaria o diferida; si los pagos se hacen al inicio de cada periodo, la anualidad se denomina anualidad pagadera. (Weston, Brigham, 1994)

Fórmula 5.3.1-1 Valor presente de una Anualidad (Elaboración propia del autor a partir de

La fórmula para su cálculo es la siguiente (Ayres, 1986):

$$VP = A x \left[\frac{1 - \left(1 + \frac{i}{m}\right)^{-mn}}{\frac{i}{m}} \right]$$

Elementos	Definición
VP	Es el valor presente de la anualidad, es decir, el valor que tienen hoy los pagos realizados en el futuro.
A	Es el pago periódico y uniforme.
n	Es el tiempo (representado en años).
m	Es el número de pagos al año.
i	Es la tasa de interés nominal fija. Su periodicidad de pagos debe coincidir con la periodicidad de pagos de la anualidad.

La fórmula de anualidades considera que la tasa de interés es fija para cada uno de los periodos en que se llevan a cabo los pagos de la anualidad, así como también que los intereses se capitalizan bajo la modalidad de interés compuesto.

Ejemplo

Una tienda de autoservicio ofrece un televisor de plasma a \$22,000 pesos de contado o a \$24,000 pesos a 12 meses sin intereses. La tasa de interés fija en el mercado es del 7% a 30 días. ¿Cuál es la mejor opción?

$$VP = 7$$

$$A = \$ 2,000$$

$$I = 7\%$$

$$m = 12 \text{ pagos al año}$$

$$n = 1 \text{ año}$$

$$VP = 2,000 \left[\frac{1 - \left(1 + \frac{.07}{12}\right)^{-12}}{\frac{.07}{12}} \right] = 23,114.24$$

Contado

VS

**Valor presente de los pagos
de \$2,000 pesos por 12 meses**

\$ 22,000

\$23,114.24

Como puedes observar, la opción de contado te conviene más.

5.3.2 Tablas de Amortización

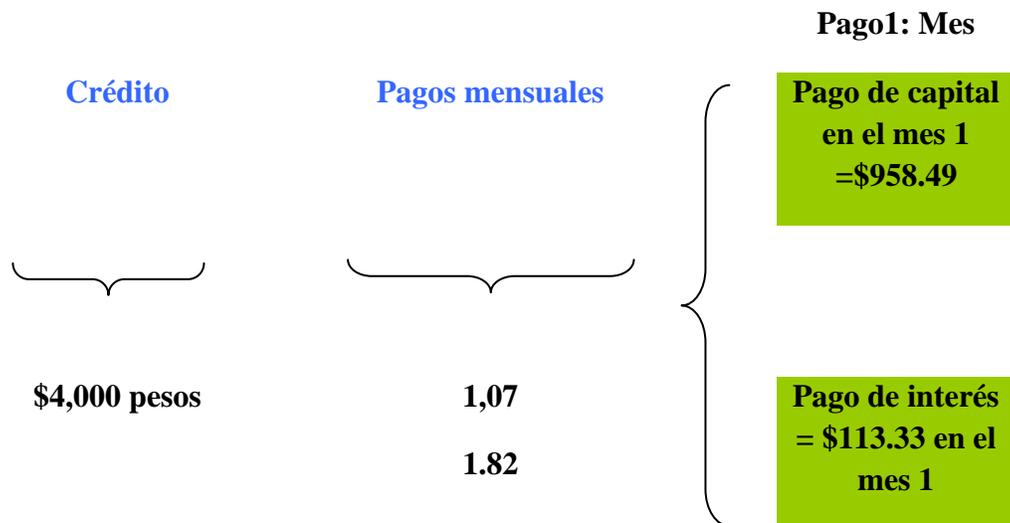
Es un conjunto de registros periódicos que describen detalladamente, periodo a periodo, cómo se amortiza una deuda.

La tabla indica el pago que se realiza en cada periodo, cuánto de dicho pago corresponde al pago de capital y cuánto al pago de intereses, así como el saldo insoluto (capital todavía no pagado) de capital al final de cada periodo de pago.

Para calcular el monto mensual de los pagos, se utiliza la fórmula de Anualidad, en donde la variable que no se conoce es A (monto de los pagos periódicos).

Ejemplo

La Sra. Martínez recibe un crédito para comprar una lavadora de platos por \$4,000 pesos. Debe de hacer 4 pagos mensuales iguales a una tasa de interés anual capitalizable mensualmente del 34%. Cuál es el pago mensual que debe realizar y de dicho pago, ¿cuánto corresponde a capital y cuánto a intereses?



Fórmula 5.3.22-1 Tabla de amortización

Periodo (mes)	Pago Total	Pago de interés	Pago de Capital	Saldo (capital que falta por pagar)
0				\$4,000.00
1	\$1,071.80	\$113.30	\$ 958.50	\$3,041.50
2	\$1,071.80	\$ 86.20	\$ 958.60	\$2,055.90
3	\$1,071.80	\$ 58.20	\$1,013.60	\$1,042.30
4	\$1,071.80	\$ 29.50	\$1,042.30	\$ 0.0
Interés	Saldo por la tasa de interés			
Capital	Pago total – interés pagado del periodo			
Pago Total	Formula de anualidad de pagos iguales			
Saldo	Saldo del periodo anterior – pago de capital del periodo actual			

Elaboración propia

5.4 Costo Anual Total (CAT)

El CAT es una medida estandarizada del costo de financiamiento, expresado en términos porcentuales anuales que, para fines informativos y de comparación, incorpora la totalidad de los costos y gastos inherentes a los créditos que otorgan las instituciones. (Banxico, 2009)

- El CAT al costo anual total de financiamiento expresado en términos porcentuales anuales que, para fines informativos y de comparación, incorpora la totalidad de los costos y gastos inherentes a los Créditos (Circular 15/2007).
- Para calcular el CAT se requiere que el usuario introduzca la información relativa al crédito: Monto del Crédito y de los pagos periódicos, así como de cualquier otro cargo adicional que deba cubrirse y que no se haya incluido en los pagos periódicos. (BANXICO, 2007)

Fórmula 5.3.2-1 CAT

$$\sum_{j=1}^M \frac{A_j}{(1+i)^{t_j}} = \sum_{k=1}^N \frac{B_k}{(1+i)^{s_k}}$$

Donde:

M = Número total de disposiciones del Crédito.

j = Número consecutivo que identifica cada disposición del Crédito.

A_j = Monto de la j -ésima disposición del Crédito.

N = Número total de pagos.

k = Número consecutivo que identifica cada pago.

B_k = Monto del k -ésimo pago.

t_j = Intervalo de tiempo, expresado en años y fracciones de año, que transcurre entre la fecha en que surte efecto el Contrato y la fecha de la j -ésima disposición del Crédito.

s_k = Intervalo de tiempo, expresado en años y fracciones de año que transcurre entre la fecha en que surte efecto el Contrato y la fecha del k -ésimo pago.

Ejemplo

La Microfinanciera desea calcular el CAT para los créditos de \$1000 para pagos semestrales, cuatrimestrales y trimestrales a plazo de un año.

Pagos semestrales:

$$\sum_{j=1}^M \frac{Aj}{(1+i)^{tj}} = \sum_{k=1}^N \left(\frac{Bk}{(1+i)^{Sk}} \right)$$
$$\frac{1000}{(1+i)^0} = \left(\frac{600}{(1+i)^1} \right) + \left(\frac{600}{(1+i)^{1/2}} \right)$$
$$i = 0.278397$$
$$i = 27.94\%$$

Pagos cuatrimestrales:

$$\sum_{j=1}^M \frac{Aj}{(1+i)^{tj}} = \sum_{k=1}^N \left(\frac{Bk}{(1+i)^{Sk}} \right)$$
$$\frac{1000}{(1+i)^0} = \left(\frac{400}{(1+i)^1} \right) + \left(\frac{400}{(1+i)^{1/3}} \right) + \left(\frac{400}{(1+i)^{2/3}} \right)$$
$$i = 0.320177$$
$$i = 32.01\%$$

Pagos trimestrales:

$$\sum_{j=1}^M \frac{Aj}{(1+i)^{tj}} = \sum_{k=1}^N \left(\frac{Bk}{(1+i)^{Sk}} \right)$$
$$\frac{1000}{(1+i)^0} = \left(\frac{300}{(1+i)^1} \right) + \left(\frac{300}{(1+i)^{1/4}} \right) + \left(\frac{300}{(1+i)^{2/4}} \right) + \left(\frac{300}{(1+i)^{3/4}} \right)$$
$$i = 0.346127$$
$$i = 34.61\%$$

En resumen el CAT para pagos semestrales será menor que el CAT para pagos cuatrimestrales y trimestrales.

$$CAT_{semestral} = 27.94\%$$

$$CAT_{cuatrimestral} = 32.01\%$$

$$CAT_{trimestral} = 34.61\%$$

A continuación se presentan algunas tablas del CAT oficial presentado en la página de la CONDUSEF de algunas de las más grandes instituciones bancarias, solo con fines informativos y para ejemplificar el tema. (CONDUSEF, 2006)

Tabla 4.3.6.1.3-1 CAT en Tarjetas de Crédito

Institución	Tarjeta	Tasa de interés	Comisión anual	CAT
Banorte	BANORTE FÁCIL	19.90%	120	24.42%
Scotiabank	CLASICA	35.90%	300	61.87%
IXE	ORO	35.89%	500	71.61%
American Express	PLATINUM	24.84%	990	77.35%
HSBC	CLASICA	43.93%	395	82.02%
Banamex	CLASICA	43.78%	440	84.90%
Bancomer	AZUL	45.78%	440	86.31%

Elaboración propia

Tabla 4.3.6.1.3-2 CAT en Créditos Hipotecarios

Institución	CAT
Scotiabank	14.70%
Banorte	14.64%
HSBC	16.22%
Banamex	15.31%
Bancomer	13.90%

Elaboración propia

5.5 VPN y TIR

5.5.1 VPN

Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia inicial es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado. (Coss Bu, 2004)

El Valor Presente Neto es el resultado de traer a Valor Presente todos los flujos proyectados de un proyecto de inversión durante su plazo de vida. Nos permite determinar la viabilidad de un proyecto de inversión, dado que se tiene cuantificado su riesgo a través de la tasa de interés fija (rendimiento) que el inversionista le exige al proyecto. (Block, 2004)

Fórmula 5.5.1-1 VPN

$$VPN = I_0 + \sum \frac{F_n}{1 + r^n}$$

Elementos	Definición
VPN	Valor presente neto.
I₀	Inversión inicial.
Σ	Sumatoria (suma de los flujos futuros descontados).
F_n	Flujos futuros (ingresos – gastos) proyectados en el tiempo.
r	Es la tasa de descuento que refleja el riesgo de que los flujos esperados se materialicen tal como se proyectaron. Entre más riesgoso es el proyecto, mayor es la tasa de descuento.

Ejemplo

El Sr. González desea saber si le conviene invertir en un proyecto de inversión. Los datos son los siguientes:

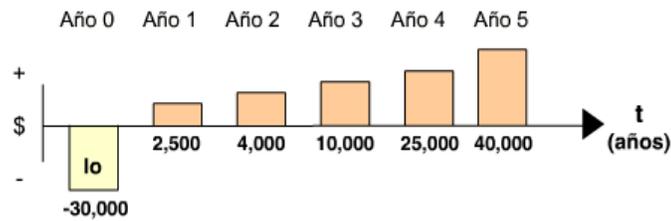
Inversión: 30,000 pesos

Flujos del proyecto (ingresos – gastos):

- Año 1: \$ 2,500 pesos
- Año 2: \$ 4,000 pesos
- Año 3: \$10,000 pesos
- Año 4: \$25,000 pesos
- Año 5: \$40,000 pesos

Dado lo riesgoso del proyecto, la tasa de rendimiento que espera el Sr. Juárez del proyecto es del 25% anual.

Gráfica 4.3.6.1.3-1 Flujo de efectivo



Elaboración propia

$$VPN = -30,000 + \frac{2,500}{1.25^1} + \frac{4,000}{1.25^2} + \frac{10,000}{1.25^3} + \frac{25,000}{1.25^4} + \frac{40,000}{1.25^5} = \$3,027$$

Donde $r = 25\%$ es el rendimiento mínimo esperado para este proyecto

Es importante recordar que la tasa de descuento debe ser una tasa de interés fija para todos y cada uno de los periodos del proyecto de inversión.

5.5.2 Criterios de decisión de VPN

Como lo mencionamos anteriormente, la comparación entre el valor inicial y el valor de los flujos traídos a valor presente al inicio del periodo, nos permite evaluar si vamos a recuperar la inversión y además a obtener un beneficio, o no, siendo éste el criterio de decisión para aceptar o rechazar el proyecto. Esto se explica en la tabla 5.5.2-1

Tabla 5.5.2-1 Criterios de decisión de VPN

SITUACIONES	CRITERIO DE DECISIÓN
VPN > 0	ACEPTAR EL PROYECTO El proyecto ofrece un rendimiento mayor al mínimo esperado dado el nivel de riesgo (tasa de descuento).
VPN = 0	ACEPTAR EL PROYECTO El proyecto ofrece un rendimiento igual al mínimo esperado dado el nivel de riesgo (tasa de descuento).
VPN < 0	RECHAZAR EL PROYECTO El proyecto ofrece un rendimiento inferior al mínimo esperado dado el nivel de riesgo (tasa de descuento).

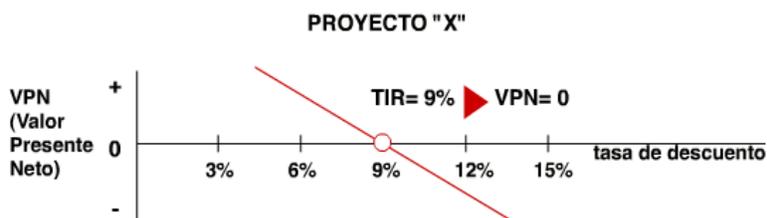
Elaboración propia

5.5.3 TIR

La Tasa Interna de Retorno es la tasa de interés que reduce a cero el valor presente, el valor futuro, o el valor anual equivalente de una serie de ingresos y egresos. (Coss Bu, 2004)

La TIR es la mínima tasa de rendimiento que se le puede exigir a un proyecto sin que incurra en una pérdida de capital.

Gráfica 5.5.3.1 TIR



Elaboración propia

Y se calcula con la siguiente fórmula (Brealey & Myers, 1991)

Fórmula 5.5.3-1 TIR

$0 = VPN = I_0 + \sum \frac{F_t}{1 + TIR^t}$	Elementos	Definición
	I₀	Inversión inicial.
	∑	Sumatoria (suma de los flujos futuros descontados).
	F_t	Flujos de dinero en el tiempo (ingresos – gastos).
	TIR	Es la tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero.

5.5.4 Criterios de decisión de la TIR

Debemos invertir en proyectos que presenten una TIR igual o superior a la tasa mínima de rendimiento esperada del proyecto.

Tabla 4.3.6.1.3-1 Criterios de decisión de la TIR

TIR DEL PROYECTO	TASA MÍNIMA ESPERADA DE RENDIMIENTO DEL PROYECTO	CRITERIO DE DECISIÓN
10%	15%	Rechazar el proyecto, ya que la TIR es inferior a la tasa mínima de rendimiento esperada del proyecto.
15%	15%	Aceptar el proyecto, ya que la TIR es igual a la tasa mínima de rendimiento esperada del proyecto.
20%	15%	Aceptar el proyecto, ya que la TIR es mayor a la tasa mínima de rendimiento esperada del proyecto.

Elaboración propia

Ejemplo

El Sr. Juárez ha dicho que sólo invertirá en proyectos que ofrezcan un rendimiento mínimo del 15% anual. En otras palabras, ha dicho que sólo invertirá en proyectos que ofrezcan una TIR de por lo menos el 15% anual.

Si se tienen los siguientes flujos, ¿cuál es la TIR?

Datos

Io = 15,000

$$\text{Flujo Año 1} = 5,000 \quad 0 = VPN = -15,000 + \frac{5,000}{1+TIR} + \frac{7,000}{(1+TIR)^2} + \frac{8,000}{(1+TIR)^3}$$

Flujo Año 2 = 7,000

Flujo Año 3 = 8,000

TIR=14.63%

Como la TIR del Proyecto del Sr. Juárez es del 14.63%, no le conviene invertir ya que es inferior a la Tasa Mínima Esperada de Rendimiento que es del 15%.

5.5.5 Proyectos Mutuamente Excluyentes

Cuando dos proyectos son mutuamente excluyentes significa que solamente se puede realizar uno u otro, pero no los dos al mismo tiempo. (Brealey & Myers, 1991)

Tabla 4.3.6.1.3-1 Proyectos Mutuamente Excluyentes

Escenario	Inversión Inicial	Flujo Año 1	TIR	VPN (tasa de descuento del 20%)
A	-50,000	100,000	100%	\$33,333.33
	-50,000	54,042	8%	-\$4,964.59
	-100,000	154,042	54%	\$28,368.74
B	-100,000	175,000	75%	\$45,833.33
	-100,000	175,000	75%	\$45,833.33

Elaboración propia

Como se puede observar, tanto la TIR como el VPN en el proyecto A son menores. Por lo tanto, la mejor decisión es aquél que nos ofrece el proyecto B.

6 Elementos básicos de un Proyecto de Inversión

6.1 Definición y Objetivos de un Proyecto de Inversión

Un proyecto “Es un esfuerzo de trabajo temporal, compuesto de actividades y recursos relacionadas entre sí, con un inicio y terminación definidos, para crear un producto, resultado o servicio” (Project Management Institute, 2004).

La intensión es aprovechar de mejor manera los recursos de la comunidad para mejorar las condiciones de vida de la comunidad.

6.1.1 Objetivos de un Proyecto de Inversión

- Creación de un nuevo negocio
- Mejora de un negocio actual de forma que puedan obtener una mayor rentabilidad sobre los mismos.
 - Disminución de gastos por concepto de generación de energía.
 - Incrementar ingresos a través de una mejora, modernización, ampliación o simplemente darle valor agregado a sus productos a través de la generación de energía.

6.1.2 Proyecto de inversión Vs. Microcrédito tradicional

En México, la principal forma de crédito actual para la microempresa ha pasado ya de la primera etapa de aceptación e implementación, a la segunda etapa en la cual, los clientes que han tenido un buen historial y crecimiento requieren de nuevos productos de crédito para continuar con su desarrollo.

Estos clientes están en un punto tal que, no han crecido lo suficiente para ser considerados pequeña empresa y acceder a los créditos de este segmento; pero tampoco pueden cubrir sus necesidades de financiamiento con los productos de crédito de las microfinancieras tradicionales. Desafortunadamente, la oferta de crédito no contempla este mercado emergente.

Tabla 4.3.6.1.3-1 Diferencias entre Microcrédito tradicional y Proyecto de inversión

	Microcrédito Tradicional	Proyecto de Inversión
Destino del crédito	Capital de trabajo (otros destinos indefinidos)	Inversión de un proyecto productivo (aumento de ingresos o disminución de gastos)
Fuente de pago	Flujo de efectivo actual	Flujo de efectivo generado por el proyecto y adicionalmente los flujos de efectivo actuales
Evaluación basada en	Información histórica	Proyecciones derivadas de flujos de efectivo e histórico
Plazo	Hasta 12 meses en el mejor de los casos	Por lo menos tres años, preferentemente cinco
Estructura legal	Grupos solidarios sin una figura legal que los una, o individuales	Con una figura legal o instrumento legal que los obliga solidariamente (co-acreditado, cooperativa, sociedad, otros)
Garantías	Garantía coercitiva con los mismos miembros del grupo.	Coercitiva además de: La propia del crédito (endoso en garantía de las facturas del equipo en su caso) Obligado solidarios formalizado en el mismo contrato de crédito

Elaboración propia

Las IMF deben de ser flexibles al momento de diseñar los instrumentos para los préstamos de energía, incluyendo los términos de de pago, requerimientos garantías y criterio de selección.

6.2 Fases de los Proyectos de Inversión

El Proceso se divide en cuatro etapas: (CNBV, Circular Única de Bancos, 2009)

1. Promoción

Etapa en la que se identifican las oportunidades de financiamiento para proyectos de inversión de energía renovable en las comunidades atendidas, así como se obtiene la información y documentación requerida para llevar a cabo la evaluación de la viabilidad de los proyectos identificados.

2. Evaluación o Análisis

Etapa en la que se evalúa si el proyecto de inversión propuesto es viable, así como se revisa la estructura de la operación que soporta el proyecto de inversión de energía renovable.

3. Autorización o Aprobación

Etapa en la que las Instancias Facultadas sancionan la operación propuesta, ya sea aprobándola, rechazándola o difiriendo la decisión en virtud de que se requiere de información adicional.

4. Formalización o Instrumentación

Etapa en la que se formalizan las operaciones de crédito para los proyectos aprobados.

6.2.1 Promoción

6.2.1.1 Identificación de oportunidades

Existen grandes oportunidades de financiamiento de proyectos de inversión de energía renovable en las comunidades atendidas.

Como se mencionó en el capítulo 3, se deben identificar las necesidades de la comunidad, así como las fuentes de energía con que se cuenta para determinar la probabilidad de desarrollar proyectos de inversión basados en la generación de energías renovables.

- Se desarrolla un planteamiento inicial en donde:
- Se define la necesidad que se pretende satisfacer o resolver.
- Se establece la magnitud del proyecto y los objetivos del mismo.
- Se identifica a quiénes afectan las deficiencias detectadas o a quiénes benefician las necesidades que se pretenden resolver.
- Se identifican las alternativas básicas de solución del problema con base en los objetivos del proyecto, así como en ciertos criterios definidos.

6.2.1.2 Promoción con clientes objetivo

Una vez identificadas las oportunidades de generación, se identifican los clientes objetivos:

- Acercamiento: Llevar a cabo un acercamiento con los clientes con base en la estrategia comercial definida por la Microfinanciera. La estrategia comercial puede incluir llamadas telefónicas, asistir a eventos de la localidad, correos electrónicos (en su caso), entrega de materiales promocionales, entre otros.
- Asesoría: Brindar asesoría a los clientes potenciales para integrar la documentación e información requerida para llevar a cabo un proyecto de inversión.

Se debe identificar plenamente al cliente o prospecto, según la siguiente tabla:

Tabla 4.3.6.1.3-2 Conocimiento del Cliente

	Persona física/Actividad Empresarial	Empresa	Grupo solidario	Comunidad
Datos generales	Nombre, edad, estado civil, domicilio, RFC, dependientes, actividad.	Nombre, actividad, RFC, principales accionistas.	Nombre, domicilio, actividad y del líder, los mismos que para persona física.	Nombre, domicilio, actividad y del líder, los mismos que para persona física.
Antigüedad	Fecha de constitución	Fecha de constitución	Fecha de constitución	Fecha de constitución
Estructura organizacional	Empleados del negocio	Organigrama	Organización	Organización
Principales líderes	Dueña	Principales funcionarios	Líder	Líder
Fuente de ingresos	Derivados de su negocio	Derivados de la operación de la empresa	Propios o derivados del proyecto	Propios o derivados del proyecto
Fuente de egresos	Derivados del negocio y sustento personal	Derivados de la operación de la empresa	Sustento personal	Sustento personal

Elaboración propia

Fuente(CNBV, Circular Única de Bancos, 2009)

6.2.1.2.1 Obtención de Documentación

Una vez que hemos identificado a clientes potenciales susceptibles de requerir financiamiento para este tipo de proyectos, debemos recabar la documentación mínima requerida para poder:

- Evaluar la viabilidad de los proyectos de inversión.
 - Proponer una estructura adecuada con base en las características del proyecto y el (los) producto(s) adecuados y disponibles para dicho financiamiento.
- 1) Documentación legal. Se refiere a la documentación que le da origen a la Comunidad, Grupo Solidario, Empresa, etc.
 - a) Persona física:
 - i) Acta de nacimiento
 - ii) Comprobante de domicilio (Boleta de impuesto predial, Recibo de pago de agua, Recibo telefónico). Estos comprobantes no deberán tener una antigüedad mayor a 2 meses
 - iii) Identificación Oficial (IFE, Pasaporte vigente, Licencia de conducir)
 - b) Persona moral:
 - i) Acta constitutiva
 - ii) Poderes
 - iii) Información del representante legal.
 - iv) Comprobante de domicilio
 - c) Grupo Solidario (coacreditados), comunidades, asociaciones, etc.
 - i) En caso de existir algún convenio entre los que forman el Grupo Solidario se deberá exhibir y para cada uno de los miembros del Grupo Solidario que fungirán como coacreditados, se requiere de la información que se señala para personas físicas
 - 2) Documentación financiera.
 - a) Tanto para personas físicas como personas morales y grupos solidarios, se requiere de:
 - i) Flujo de Ingresos y Egresos: En la mayoría de los casos únicamente se obtendrá como información financiera el flujo de ingresos y egresos, ya que por ser una comunidad rural difícilmente se podrá contar con información más detallada como lo sería el Balance General o un Estado de Resultados.
 - ii) Relación patrimonial: Se debe indicar de qué bienes es propietario el cliente potencial, tratándose de una persona física y si tiene algún adeudo.
 - 3) Documentación relativa al proyecto de inversión.
 - a) Estudio de factibilidad. Incluye los aspectos específicos del proyecto de inversión en materia de:

6.2.2 Evaluación o Análisis

Es un marco de referencia estructurado y ordenado que nos indica los pasos que debemos de seguir para llevar a cabo una evaluación exhaustiva de un proyecto de inversión para determinar su viabilidad y proponer una estructura adecuada (términos y condiciones) del financiamiento en

función del riesgo detectado, las necesidades del proyecto y los esquemas de financiamiento disponibles.

6.2.2.1 Estudio de Mercado

El objetivo es estimar los ingresos o disminución de gastos, basados en el análisis de la oferta y la demanda, en un horizonte de evaluación que nos permita estimar la disminución de los gastos derivado de la ejecución del proyecto de inversión.

Se analiza el comportamiento histórico de la oferta, demanda y precios de los servicios actuales de energía.

Los principales componentes del estudio de mercado son (Sapag, 2007):

- **Demanda:** Satisfactores de un requerimiento o necesidad que realizan los consumidores, aunque sujeta a diversas restricciones. Los factores que pueden afectar el comportamiento de la demanda son, entre otros: Ingreso de los clientes, cantidad de clientes, el precio de los bienes complementarios, precio de bienes sustitutos, gustos y preferencias, expectativas. Cabe aclarar que en este caso estamos nos referimos a los clientes de nuestro prospecto o futuro acreditado. El objetivo del análisis de la demanda es estimar la necesidad o requerimiento del mercado del producto o servicio que se va a generar con el uso de la energía del proyecto, de forma tal que podamos anticipar el éxito o fracaso del proyecto.
- **Oferta:** Los bienes o servicios que los productores libremente desean ofertar para responder a la demanda, es este tema debemos considerar tres opciones:
 - Los bienes o servicios pueden ser nuevos para el mercado objetivo
 - Puede ser que solamente se esté incrementando el número de los bienes o servicios actuales.
 - La tercera opción es que no incremente la oferta de bienes o servicios, sino que el proyecto solo considera una disminución de los costos de producción, por lo que el estudio de oferta y demanda no son relevantes.
- **Precio:** Determina el equilibrio entre la oferta y la demanda, el futuro acreditado debe estimar un precio que la demanda acepte, es decir el mercado objetivo esté dispuesto a pagar por el bien o servicio ofertado; pero a mismo tiempo que le permita cubrir sus costos, gastos y mantener un margen de utilidad razonable. La determinación de costos, gastos y margen se analizará con más detalle en el estudio financiero.
- **Maximización de Beneficios:** El producto o servicio ofertado debe proporcionar beneficios a la comunidad, al futuro acreditado o a alguno de los dos.

Este estudio se puede realizar mediante métodos cuantitativos o cualitativos, los métodos cuantitativos son más precisos pero tienen la desventaja de ser muy costosos y para el caso de las microfinanzas, no se recomienda utilizarlos.

Los métodos cualitativos se basan en opiniones de expertos que se obtienen de la aplicación de las técnicas conocidas como el método Delphi, la investigación de mercados y la predicción tecnológica. En general estas técnicas se fundamentan en el valor que se otorga a las experiencias pasadas y a la capacidad de las personas para intuir anticipadamente los efectos sobre las variables más relevantes:

- Método Delphi: consiste en construir un grupo heterogéneo de expertos en un proceso en que todos proporcionan información de manera interactiva, la cual es tratada sistemáticamente por un coordinador para concluir en una información colectiva, la participación de cada experto es anónima y se le proporciona al coordinador, quien recopila, procesa y retroalimenta a todos los expertos con las opiniones del resto. Mediante la reiteración de proceso en varias rondas, se tiene una predicción consensuada.
- La investigación de mercados: considera la opinión de los clientes como pertinente en la actividad predictiva. Para ello recurre a diversas formas de recopilación de sus opciones como, la toma de encuestas en una muestra representativa, realización de experimentos o la observación de los consumidores potenciales en mercados de prueba.
- La predicción tecnológica: es un método que incentiva la capacidad de anticipar el desarrollo de nuevas tecnologías o productos y el impacto que podrían tener en el mercado específico de la empresa. El método trata de prever un ciclo de vida y anticipar una curva de sustitución para definir la oportunidad de reemplazo de un mercado, un producto, insumo o tecnología, con la antelación suficiente para no tener que enfrentar los costos de la improvisación o de la decisión reactiva a un hecho consumado. Los principales supuestos del método son que cuando aparece una innovación tecnológica, los rendimientos crecientes terminarán por dejar obsoleta a la tecnología actual y que cuando se inicia la incorporación de la nueva tecnología, el proceso sustitutivo es irreversible hasta desplazar a la antigua. En este caso se hace una evaluación de la tecnología actual utilizada para la generación de energía comparada con la generación a través de energía renovable.

6.2.2.2 Estudio Técnico

Constituye el análisis detallado para la construcción, montaje y puesta en marcha de los equipos que se utilizarán para producir la energía renovable, considerando la información proporcionada en los capítulos del 1 al 4.

Es conveniente obtener el apoyo del proveedor de los equipos, ya que es quien tiene la experiencia y conocimiento.

En el Estudio Técnico de contener al menos:

- La tecnología que se utilizará (Biogas, eólica, calentadores solares, fotoceldas).
- La ubicación e instalaciones requeridas para el proyecto.

- Al proveedor de tecnología que proporcionará los equipos.
- Los costos asociados para la instalación, operación y mantenimiento del equipo, así como la inversión inicial requerida para la compra del equipo y demás instalaciones.

6.2.2.3 Estudio Ambiental

Al solicitar el fondeo, algunas instituciones solicitan un estudio ambiental que permita demostrar que el proyecto de inversión no causa algún efecto ambiental negativo en la comunidad que lo convierta en no viable.

La Evaluación del Impacto Ambiental está establecida en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente.

Dentro de esta Ley se estipulan los requisitos y condiciones que deberán cubrir las partes involucradas para poder llevar a cabo alguna de las obras o actividades estipuladas en el artículo 28 de la misma y recibir la autorización correspondiente.

Las obras o actividades para las cuales se requiere realizar una Evaluación del Impacto Ambiental son:

- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;
- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear;
- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos;
- Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración;
- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;
- Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas;
- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;
- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;
- Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;
- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y

- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente

Para cumplir con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente, se debe llevar a cabo un Manifiesto de Impacto Ambiental. Existe una guía expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en donde se detallan los elementos y procesos a seguir para realizar la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del sector eléctrico en particular. Dicha guía puede ser consultada en la página de internet:

http://www.semarnat.gob.mx/tramitesyservicios/informaciondetramites/Impacto%20ambiental/GUIAS/PARTICULARES/g_electrica.pdf

Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación posteriormente, la Secretaría emitirá dentro de un plazo de setenta días, la resolución correspondiente, en la que podrá:

- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados.
- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación.
- Negar la autorización solicitada.

6.2.2.4 Estudio Legal

En el Estudio Legal se:

- Se evalúa que las acciones del proyecto se encuentren dentro del marco jurídico vigente.
- Se define la estructura legal del proyecto (si se creará una entidad de propósito específico o estará enmarcada dentro de una comunidad o grupo solidario).
- Se analiza qué tipo de Asociación Legal se debe establecer con los proveedores de tecnología.

La Normativa aplicable para la implementación de Energías Renovables es la Ley Para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Eléctrica.

Dentro de esta Ley se regula el aprovechamiento de fuentes de energía renovable y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica.

También se definen varios conceptos los cuales se citan a continuación:

- Comisión: La Comisión Reguladora de Energía
- Energías renovables: Aquellas reguladas por esta Ley, cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materia susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que se enumeran a continuación:
 - El viento
 - La radiación solar, en todas sus formas
 - La energía oceánica en sus distintas formas, a saber: maremotriz, maremotérmica, de las olas, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal
 - El calor de los yacimientos térmicos
 - Los bioenergéticos, que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, y
 - Aquellas otras que, en su caso, determine la Secretaría, cuya fuente cumpla con el primer párrafo de esta fracción.
- Generador: Persona física de nacionalidad mexicana o persona moral constituida conforme a las leyes mexicanas y con domicilio en el territorio nacional, que genere electricidad a partir de las energías renovables.

Adicionalmente en la Ley se promueve la participación social para la planeación, aplicación y evaluación del Programa para el Aprovechamiento de Energías Renovables, tomando en cuenta lo siguiente:

Los proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables con una capacidad mayor de 2.5 MegaWatts, procurarán:

- Asegurar la participación de las comunidades locales y regionales, mediante reuniones y consultas públicas convocadas por las autoridades municipales, ejidales o comunales; en dichas reuniones deberán convenir la participación de los proyectos en el desarrollo social de la comunidad.
- Según se convenga en el contrato respectivo, pagar el arrendamiento a los propietarios de los predios o terrenos ocupados por el proyecto de energía renovable;
- Promover el desarrollo social en la comunidad en la que se ejecuten los proyectos de generación con energías renovables.

6.2.2.5 Estudio Financiero

Su objetivo es evaluar si el proyecto genera o ahorra los recursos necesarios para el pago del financiamiento.

Derivado del análisis de la oferta y la demanda se podrá realizar un presupuesto de ingresos y egresos en el cual determinará cuanto será posible ahorrar mensualmente en gasto de energía derivado del proyecto de inversión versus lo que se está gastando actualmente (antes del proyecto). O si derivado del proyecto se obtendrán mayores ingresos por concepto de ventas de un producto o servicio, se deben estimar dichos ingresos adicionales.

Consta de 4 partes:

- **Presupuesto de Inversión:** Su objetivo es determinar los recursos requeridos para dar inicio al proyecto de inversión como puede ser el costo del equipo, instalación, costos derivados del estudio de mercado, en su caso, honorarios.
- **Presupuesto de Ingresos:** Su objetivo es identificar los recursos que se generarán con el proyecto de inversión.
- **Presupuesto de Gastos:** Su objetivo es identificar todas las erogaciones relacionadas con el desarrollo y operación del proyecto de inversión como puede ser el mantenimiento preventivo y correctivo del equipo y sus instalaciones, mantenimiento, refacciones, etc.
- **Proyección de Flujos de Efectivo:** Con base en el presupuesto de inversión, ingresos y gastos se realizan proyecciones de los flujos de efectivo con el objeto de evaluar si el proyecto es viable, o si es necesario efectuar cambios al mismo para lograr su viabilidad.

Debemos recordar, como se mencionó en el capítulo 2 y 3 que existen diferentes fuentes de energía, como son Solar, eólicas, hidráulicas y bioenergía, y dependiendo del tipo de energía que se haya seleccionado para el proyecto de inversión, se deberá considerar los elementos de usos productivos y contenidos energéticos que nos apoyarán para realizar el estudio financiero como se determina en el ejemplo de la Granja Lechera que se verá más adelante.

6.2.2.6 Riesgos de un Proyecto de Inversión

6.2.2.6.1 Riesgo

Es un evento futuro, incierto, que causa una pérdida (González, 2002). También definido en el ámbito financiero como la variabilidad de los rendimientos que se esperan (Van Honre, Wachowicz, 1994).

El riesgo de crédito se define como la pérdida potencial en que puede incurrir un acreedor debido al incumplimiento de un deudor en una obligación o transacción financiera (Zapata, 2003).

Así, el riesgo de incumplimiento se entiende como la valoración objetiva de la probabilidad de que una contraparte incumpla. La CNBV (2006) lo define como la pérdida potencial por la falta de pago de un acreditado o contraparte, en las operaciones que efectúen las entidades.

El riesgo de crédito debe analizarse en tres dimensiones básicas (Galicia, 2003):

- **Riesgo de incumplimiento:** La probabilidad de que se presente un incumplimiento en el pago de un crédito o incumplimiento de alguna obligación estipulada. Éste se mide calculando la probabilidad de que ocurra el incumplimiento en un periodo dado de tiempo.
- **Riesgo de exposición:** el riesgo de exposición se genera por la incertidumbre respecto a los montos futuros en riesgo cuando no se conoce con exactitud las fechas y formas de disposición o las fechas y formas de pago.
- **Riesgo de recuperación:** en el evento de un incumplimiento, la recuperación no se puede predecir ya que depende del tipo de incumplimiento y de numerosos factores relacionados con las garantías que se hayan recibido.

6.2.2.7 Tipos de riesgos de un proyecto de inversión

La variabilidad de sus flujos de efectivo en comparación con aquellos que se esperan. Esto puede derivarse de alguno o varios de los siguientes tipos de riesgos.

6.2.2.7.1 Riesgo de Mercado

Es la pérdida potencial por cambios en los factores de mercado que inciden sobre la valuación o sobre los resultados esperados del proyecto de inversión:

- Oferta (Excesiva oferta que reduce los precios)
- Demanda (Inferior a la esperada)
- Cliente (Dependencia)
- Proveedores (Dependencia)

6.2.2.7.2 Riesgo Tecnológico

Es la pérdida potencial por obsolescencia, daños, interrupción, alteración o fallas derivadas del uso o dependencia del equipo en el proyecto de inversión.

6.2.2.7.3 Riesgo de Fondo

Es la pérdida potencial por la imposibilidad o dificultad de obtener financiamiento, en el momento requerido, para llevar a cabo el proyecto de inversión.

6.2.2.7.4 Riesgo Operativo

Es la pérdida potencial por fallas en la operación del proyecto de inversión, derivado de las deficiencias siguientes: (CNBV, Circular Única de Bancos, 2009)

- Capacitación
- Infraestructura
- Personal poco experimentado

- Previsión de aspectos operativos
- Entre otros

6.2.2.7.5 Riesgo Administrativo

Es la pérdida potencial por la falta de controles administrativos para afrontar los retos del proyecto de inversión. (CNBV, Circular Única de Bancos, 2009)

Se requiere, por parte de la Microfinanciera y el proveedor, Asistencia Técnica para llevar a cabo la operación del proyecto desde el punto de vista administrativo.

6.2.2.7.6 Riesgo Legal

Es la pérdida potencial por el incumplimiento de las disposiciones legales y administrativas aplicables o la elaboración de contratos con los proveedores de equipo que no establezcan cláusulas de garantías, asistencia técnica y mantenimiento. (CNBV, Circular Única de Bancos, 2009)

Es fundamental que, en las alianzas o asociaciones se estipulen claramente las cláusulas de garantías de los equipos, así como la asistencia técnica y el mantenimiento correspondiente a los equipos.

6.2.2.8 ¿Quién asume el riesgo?

En función de tipo de riesgo, se definirá el encargado de asumir la responsabilidad en caso de que se llegase a presentar.

Tabla 6.2.2.7.63-1 Matriz de riesgos

		Riesgo asumido por		
		<i>Microfinanciera</i>	<i>Proveedor</i>	<i>Cliente</i>
Tipos de Riesgo	<i>Mercado</i>		X	
	<i>Tecnológico</i>		X	
	<i>Fondeo</i>	X		
	<i>Operativo</i>		X	X
	<i>Administrativo</i>			X
	<i>Legal</i>	X	X	X

Elaboración propia

6.2.2.9 Mitigación de riesgos

El riesgo debe ser administrado adecuadamente para minimizarlo o en su caso eliminarlo, esto implica la asignación adecuada y una revisión constante de los mismos para la oportuna toma de decisiones.

Factores mitigantes: Reducen la probabilidad de ocurrencia de un Riesgo Crítico y/o limitan la magnitud del impacto en caso de presentarse éste.

Tabla 6.2.2.7.64-1 Ejemplos mitigación de riesgos

Riesgo	Impacto potencial	Asignación	Mecanismo de Mitigación/Transferencia
Riesgo de diseño	Retrasos en terminación de las obras/puesta en marcha del servicio. Aumento del costo en la construcción.	Contratista (Constructor)	Garantía/aval de terminación Garantía de contratista por vicios ocultos (10 años)
Riesgo de ingresos/riesgo de demanda	Posibles dificultades para hacer frente el servicio de la deuda	MFI	Las proyecciones de demanda están basadas en un estudio La oferta económica se ha dimensionado de manera que permita al modelo soportar desviaciones de demanda de hasta 20%

Elaboración propia

Detonadores: Criterios que permiten prever los posibles deterioros en el nivel de riesgo crediticio permitido.

Para poder determinar la capacidad de pago proyectada del proyecto se requieren las proyecciones de los flujos de efectivo que presente el cliente.

Asimismo, se deben elaborar dos escenarios de proyección:

- *Escenario optimista:* Es aquel escenario en donde se da por hecho que se cumplen de manera cabal las proyecciones bajo los supuestos considerados.
- *Escenario conservador:* Es aquel escenario en donde se modifican las bases y supuestos en forma negativa a lo proyectado.

Además se deben identificar las variables que tienen un mayor impacto sobre la capacidad de pago proyectada, haciendo ejercicios de sensibilización en las proyecciones del flujo de efectivo del proyecto.

Las variables de mayor impacto que deberán sensibilizarse son las siguientes:

- Ingresos derivados de la actividad propia de la comunidad/grupo solidario/empresa

- Costos
- Tasa de interés
- Plazo de amortización del financiamiento

6.2.3 Estructuración

Una vez realizado el análisis, se debe elaborar un planteamiento crediticio que muestre lo siguiente:

- Tipo de crédito.
- Monto del crédito.
- Denominación del crédito.
- Plazo del crédito.
- Destino del crédito.
- Proyecto de Inversión que se trate (detalle).
- Forma de disposición.
- Forma de pago del principal e intereses.
- Fecha de pago del principal e intereses.
- Aforo (Valor de la garantía/Préstamo).
- Garantías del crédito, en su caso.

Fuente primaria de pago: Constituye la fuente esperada de pago, la cual preferentemente debe generarse por medio de la operación normal del proyecto de inversión de energía renovable o de los ahorros derivados del mismo.

Fuentes alterna de pago: Constituyen las fuentes de pago a las que podemos acudir en caso de que la fuente primaria de pago sea insuficiente para cubrir los compromisos financieros del cliente, como pueden ser:

- Acceso a otras fuentes de financiamiento
- Garantías reales o personales

Como resultado de los 5 estudios descritos anteriormente, se elabora el Estudio de Factibilidad del Proyecto, el cual constituye la base de la decisión respecto de la ejecución del Proyecto de Inversión.

La documentación recabada del cliente o prospecto deberá estar integrada en un Expediente de Crédito, éste es un medio administrativo, jurídico e institucional en donde se resguarda toda la información y documentación referente a los financiamientos.

En el Expediente de Crédito se guardan todos los elementos que sirvieron de base para evaluar las operaciones de financiamiento, y en su caso para soportar su otorgamiento y recuperación.

6.2.3.1 Negociación con proveedores

La Microfinanciera debe buscar formar alianzas estratégicas con los proveedores del equipo que vaya a financiar con el objeto de reducir el riesgo de falta de pago por parte del cliente en caso de alguna falla del equipo.

Dentro de esta alianza se debe buscar que el proveedor sea el encargado de darle mantenimiento preventivo y correctivo al equipo y de ofrecer la garantía que cubra algún desperfecto del mismo.

- La importancia que tiene formar alianzas con los proveedores del equipo son:
- Precio más bajo que el del mercado
- Elaboración del estudio técnico
- Instalación del equipo
- Servicio de mantenimiento
- Garantía
- Otras

Uno de los riesgos que enfrentan las IMFs es la falta de (o dificultad para encontrar) compañías o proveedores tecnología fiables que puedan asociarse con las IMFs para ofrecer productos adaptados a las necesidades de los clientes, además de la capacitación y la oportuna instalación en nuevos mercados.

6.2.4 Autorización o Aprobación

La etapa de autorización o aprobación tiene como principales objetivos:

- Asegurar que las decisiones crediticias sobre financiamientos de proyectos de inversión de energía renovable sean tomadas por las Instancias Facultadas correspondientes.
- Resolver las operaciones y/o asuntos relacionados con crédito en términos de la conveniencia de ser aceptados y de no causar impactos negativos en la Microfinanciera.

6.2.4.1 Tipos de resoluciones de las Instancias Facultadas.

Existen cuatro tipos de resoluciones que podrán emitir las Instancias Facultadas en función del análisis que realicen. Estas son:

1. Autorizado

Con las condiciones que las Instancias Facultadas consideren necesarias. Una vez cubiertas las mismas, se podrá dar trámite a la instrumentación y a la disposición de los recursos.

2. Declinado

No es aceptable el riesgo para la Microfinanciera.

3. Autorización condicionada

Su aprobación estará condicionada al cumplimiento de ciertos términos y condiciones que establezcan las Instancias Facultadas de la Microfinanciera. De ser aceptadas y debidamente cubiertas por el cliente, se podrá dar trámite a la instrumentación y a la disposición de los recursos.

4. Pendiente de resolución

Se requiere mayor información para tomar una decisión. Se puede presentar nuevamente la operación de crédito en otra sesión, una vez cumplido el requerimiento de información.

6.2.4.2 Facultades de aprobación

Deberán existir dentro de la Microfinanciera facultades para sancionar los diversos proyectos de inversión que sean propuestos por las unidades de negocio.

Estas facultades normalmente se determinan por el monto de riesgo asumido así como por el nivel de riesgo de la operación.

6.2.5 Formalización o Instrumentación

6.2.5.1 Documentación Mínima para todos los financiamientos

Una vez aprobada la operación, las áreas de promoción y crédito deberán proporcionar la documentación requerida para que el área Jurídica elabore los contratos, convenios y títulos de crédito requeridos para la instrumentación de la operación de crédito.

La documentación mínima requerida estará en función del tipo de acreditado como se muestra a continuación:

- **Persona Moral**

1. Escritura constitutiva de la sociedad con datos de inscripción.
2. Escritura de poderes con datos de inscripción.
3. Escritura de reformas con datos de inscripción (en su caso).
4. Copia del Comprobante de domicilio.

5. Copia del RFC de la sociedad.
6. Copia de identificación oficial de los apoderados.

- **Persona Física**

1. Copia de la identificación oficial.
2. Copia del acta de nacimiento.
3. Copia del acta de matrimonio (en caso de estar casado bajo el régimen de separación de bienes).
4. Copia del comprobante de domicilio.
5. Copia del RFC.

- **Comunidades/Grupo Solidario**

1. Documento legal que le dio origen
2. Copia del Comprobante de domicilio.
3. Copia de identificación oficial de los representantes.
4. Acta con la firma de cada uno de los integrantes que componen la entidad.

6.2.5.2 Formalización de las operaciones de crédito

Las operaciones de crédito se podrán formalizar a través de un contrato de apertura de Crédito Simple en donde se plasmarán las cláusulas generales, de hacer y no hacer, así como las de vencimiento anticipado, mismas que ya fueron aprobadas por las Instancias Facultadas.

Dentro del contrato se podrán establecer Garantías ya sean personales, reales o ambas, mismas que deberán formalizarse como se muestra en la siguiente diapositiva.

Es muy importante mencionar que el contrato debe contener las cláusulas que permitan realizar un monitoreo del proyecto de inversión y del cliente.

6.2.5.3 Formalización de garantías, en su caso.

Para este tipo de operaciones las garantías que podrán otorgar los clientes para obtener un financiamiento, son las garantías prendarias de los equipos a adquirir.

Una vez que las operaciones de crédito han sido promovidas, analizadas, autorizadas, instrumentadas y dispuestas, debemos iniciar nuevas actividades tendientes a monitorear el riesgo asumido y a recuperar los recursos otorgados acorde con los términos y condiciones establecidos.

6.3 Caso Práctico

Cliente

Sociedad de Producción Rural “Lácteos Laguna SRL”, la cual se dedica a la ordeña de vacas para la producción de leche, misma que vende a los grandes comercializadores (Grupo LALA).

Ubicación

“El Encino”, dentro del municipio de Torreón, en el estado de Coahuila.

Problemática

El mercado de producción de leche se ha vuelto extremadamente competitivo. El costo de producción actual de la Sociedad le genera un margen de operación ajustado, dado los precios de garantía a los cuales los grandes comercializadores compran la leche.

Por lo tanto, la Sociedad está buscando alternativas para reducir sus costos de producción, entre las cuales se encuentra la posibilidad de sustituir los motores de diesel con los que actualmente genera la energía requerida en la producción de la leche, con microturbinas hidráulicas.

Estudio de Mercado

Oferta/demanda

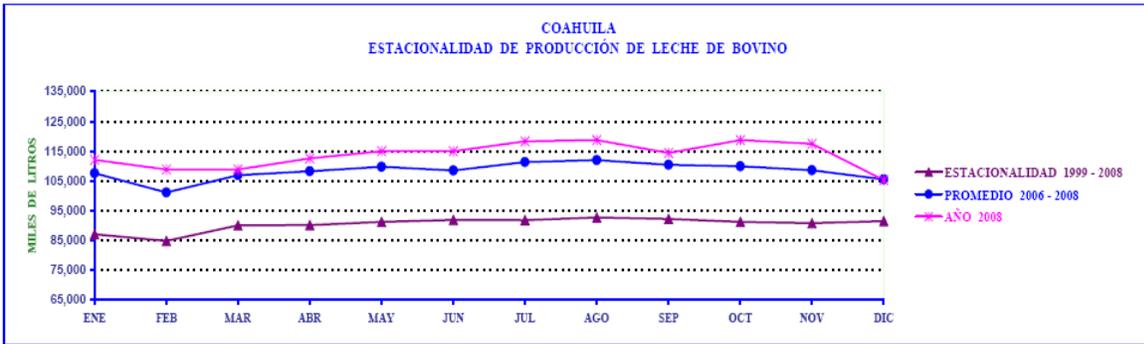
La leche es un producto básico en la alimentación del mexicano.

Uno de los principales compradores de la leche producida por las comunidades en el estado de Coahuila es Grupo LALA (Pasteurizador y comercializador de leche y sus derivados).

El estado de Coahuila es uno de los principales estados productores de leche. Según datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en el 2008 se produjeron 1,364 millones de litros de leche en esta región, mismos que equivalen aproximadamente al 13% de la producción nacional.

En la siguiente gráfica se muestra la producción mensual de leche en el estado de Coahuila bajo varios cortes de tiempo.

Gráfica 6.2.2.7.6-1 Estacionalidad de Producción de leche de bovino en Coahuila



1/ CON BASE EN LA APLICACION DE INDICES.
 2/ DISTRIBUCION MENSUALIZADA CON LA APLICACION DE LA ESTACIONALIDAD.
 A PARTIR DEL AÑO 2002 EL TOTAL ANUAL PODRIA NO COINCIDIR CON LA SUMA DE LAS CIFRAS MENSUALES, DEBIDO A QUE LOS DECIMALES ESTAN REDONDEADOS A ENTEROS.
 FUENTE: ELABORADO POR EL SERVICIO DE INFORMACION AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIA P), CON INFORMACION DE LAS DELEGACIONES DE LA SAGARPA.

Fuente: (SAGARPA, 2009)

Precio

Con base en los datos obtenidos de un análisis realizado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) sobre un proyecto de industrialización de leche, se infirió un costo aproximado de producción por litro de leche de \$3.59 pesos. Dicho costo incluye los gastos de alimentación (incluyendo salarios, pastoreo libre en pradera y alimento balanceado), medicinas y vacunas, renta (tierras e instalaciones), lubricantes y desinfectantes. Sin embargo, dicho costo no incluye el gasto en energía y combustibles requerido para la producción de leche.

Se desconoce el precio de compra de los grandes pasteurizadores, sin embargo asumimos, para este ejemplo, que es de aproximadamente \$5 pesos por litro.

Adicionalmente al estudio de mercado, para analizar la viabilidad de sustituir los motores de diesel por las microturbinas hidráulicas, se llevaron a cabo los siguientes estudios:

- Estudio Técnico
- Estudio Ambiental
- Estudio Legal
- Estudio Financiero

Estudio Técnico

El estudio técnico lo realiza el proveedor de las microturbinas. Del estudio se obtuvo la siguiente información:

- Se propone utilizar micro turbinas hidráulicas para la generación de energía eléctrica.

- Tomando en cuenta que la capacidad requerida para producir 300 litros de leche al día es de 1.8kW, y sobre la base del precio por KW de la siguiente tabla, podemos concluir que la inversión requerida en las microturbinas es de \$32,400 pesos.
- El costo de mantenimiento anual equivale aproximadamente al 1% del valor de la inversión, es decir, \$324 pesos anualmente o \$27 pesos cada mes.
- El costo de mantener las microturbinas en óptimas condiciones es de \$7,000 pesos cada tres años. Dicho costo incluye una revisión general cada tres años y el reemplazo de algunos componentes menores (como cojinetes y sellos).

Tabla 6.2.2.7.6-1 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

Tabla 6.2.2.7.6-2 Mantenimiento de minihidráulicas

Mantenimiento	\$
Mensual	\$27.00 (\$324 anual)
Cada 3 años	\$7,000

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

Estudio Ambiental

Para cumplir con los requerimientos establecidos en la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, se realizó un estudio ambiental.

En el mismo se determinó que el proyecto no presenta un impacto ambiental que viole alguna disposición establecida en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Se preparó un manifiesto con las conclusiones del estudio para ser presentado ante la Secretaría del Medio Ambiente para su sanción correspondiente.

Estudio Legal

Al ser un proyecto pequeño en cuanto a los Mega Watts de producción de energía (menor a 2.5 MWatts), sin embargo de acuerdo a lo establecido en la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica en el artículo 39, por ser persona moral o asociación entre dos o más usuarios requiere tramitar un permiso ante la CRE.

La figura legal que sería sujeta del financiamiento requerido para la adquisición de las microturbinas es la Sociedad de Producción Rural “Lácteos Laguna SRL”.

El financiamiento se estructuraría como un crédito simple.

Estudio Financiero

Los datos generales de venta y producción son los siguientes:

Tabla 6.2.2.7.6-3 Datos generales de venta y producción

Producción diaria [lt]	300
Producción anual [lt]	109,500
Precio por venta por litro	\$ 5.03
Ingresos Anuales por ventas	\$ 550,347.00
Costo producción por litro (sin incluir gastos de energía y combustibles)	\$ 3.59
<i>Costo producción anual</i>	<i>\$ 393,105.00</i>
Utilidad anual	\$ 157,242.00
Utilidad mensual	\$ 13,103.50

Elaboración propia

Costo Mensual Actual de Energía de la Sociedad

Para calcular los costos de energía utilizada para la generación de 1.8kW con un motor de diesel de ½ hp para la ordeña de vacas y 2 refrigeradores cada uno con capacidad de 200 litros de leche, utilizamos la tabla de costos que estudiamos en los primeros capítulos del curso.

Tabla 6.2.2.7.6-4 Costo mensual actual de la Energía de la Sociedad

Concepto	Precio unitario	Cantidad	Gasto mensual
Diesel	\$8	161 litros	\$1,288.00
Transportación	\$200	4	\$ 800.00
Mantenimiento	\$37.50	1	\$ 37.50
Total			\$2,125.50

Elaboración propia

Las condiciones del costo del financiamiento de la inversión de las microturbinas son las siguientes:

Tabla 6.2.2.7.6-5 Plan financiero

Concepto	
Monto de la Inversión	\$32,400.00
Monto del financiamiento	\$32,400.00
Plazo del financiamiento	48 meses
Forma de pago	Mensual
Tasa de interés	25%
Comisión	Sin Comisión

Elaboración propia

Tabla de Amortización del Financiamiento

Sobre la base de los datos de la tabla anterior, se elaboró la tabla de amortización del proyecto. El pago mensual deberá ser de: \$1,074.29 por 48 meses.

Tabla 6.2.2.7.6-6 Tabla de amortización

Mes	Intereses	Pago a capital	Saldo
0	-	-	\$32,400.00
1	\$675.00	\$399.29	\$32,000.71
2	\$666.68	\$407.61	\$31,593.10
3	\$658.19	\$416.10	\$31,177.00
4	\$649.52	\$424.77	\$30,752.23
46	\$64.44	\$1,009.85	\$2,083.26
47	\$43.40	\$1,030.89	\$1,052.37
48	\$21.92	\$1,052.37	-\$0.00

Elaboración propia

Flujo de Efectivo Mensual

Se presenta el flujo de efectivo para la situación Actual (Sin Proyecto – Motor de Diesel) y Situación futura (Con Proyecto - Microturbinas Hidráulicas). El flujo es antes de impuestos.

Tabla 6.2.2.7.6-7 Flujo de ingresos y egresos

	Sin Proyecto	Con Proyecto
Ingreso promedio mensual	\$45,862.25	\$45,862.25
Costos de Producción (salvo energía y combustibles)	\$32,758.75	\$32,758.75
Flujo de operación (antes de energía y combustible)	\$13,103.50	\$13,103.50
Costo mensual de energía (diesel)	\$1,288.00	\$0.00
Mantenimiento mensual	\$37.50	\$27.00
Costo mensual de transporte	\$800.00	\$0.00
Pago mensual del financiamiento (mes 1 al 48)	\$0.00	\$1,074.29
Subtotal Egresos Energía y combustible	\$2,125.50	\$1,101.29
Flujo de Operación Final	\$10,978.00	\$12,002.21

Elaboración propia

Otras Consideraciones para el cálculo del Flujo de Efectivo

Tabla 6.2.2.7.6-8 Otras consideraciones

	Sin Proyecto	Con Proyecto
Inversión Inicial de Motor de Diesel	\$5,508	
Reemplazo de Motor de Diesel (cada 8 años)	\$5,508	
Inversión Inicial de Microturbinas Hidráulicas		\$32,400
Mantenimiento Microturbinas Hidráulicas (cada 3 años)		\$7,000

Elaboración propia

VPN y TIR

El cálculo del Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) se realiza para la situación actual (Sin Proyecto – Motor de Diesel) y para la situación futura (Con Proyecto – Microturbinas Hidráulicas).

Debido a que con el proyecto de Microturbinas Hidráulicas solamente se modifican los costos de energía y combustible, y los demás ingresos y gastos se mantienen sin movimiento, para el cálculo del VPN y TIR solamente se consideran las inversiones (en motor de diesel y microturbinas hidráulicas) y los flujos derivados de los costos de energía, combustibles, transporte y financiamiento.

Se considera una tasa de descuento del 30% a 120 meses.

Resultados del VPN y TIR

La VPN y TIR para las dos alternativas son:

Tabla 6.2.2.7.6-9 VPN y TIR

	Motor diesel	Microturbinas
VPN	\$ 5,759.72	\$ 16,128.77
TIR	57.20%	48.06%

Elaboración propia

El VPN del proyecto de Microturbinas es mayor que la del Motor a Diesel. A pesar de que la TIR es menor en el caso del proyecto de Microturbinas, si consideráramos una TIR del 8% sobre el diferencial de inversión de ambos proyectos (la inversión inicial bajo la alternativa de Motor a Diesel es de \$5,508 pesos, mientras que la Inversión en Microturbinas es de \$32,400 pesos), la TIR del proyecto de Motor a Diesel sería menor que la TIR del proyecto de Microturbinas (ver Módulo 5 del presente manual – proyectos mutuamente excluyentes).

Conclusiones

- Con la inversión en las Microturbinas Hidráulicas se disminuye el costo de producción de la leche, al reducir los costos de energía y combustibles.
- Para el periodo del pago del financiamiento (primeros 4 años), se reduce el costo de producción en \$0.12 pesos por litro (en términos de flujo) y para los años subsecuentes en \$0.23 pesos por litro.

- La reducción en los costos de producción le permitirá a la Sociedad obtener una mayor utilidad, así como contar con un mayor margen de maniobra ante fluctuaciones adversas en el precio de compra de la leche por parte de los grandes pasteurizadores.

Con base en los resultados obtenidos y tomando en cuenta los posibles riesgos que podrían existir para este proyecto de inversión, se sugiere ampliamente la implementación del mismo, al ser un proyecto rentable al tener un VPN positivo y una TIR mayor a la tasa de descuento, además de una vida útil 3 veces mayor que la de un motor de combustión interna.

7 Esquemas de financiamiento

7.1 Esquemas de financiamiento de proyectos de energía renovable en otros países

La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y la Citi Foundation, financiaron un amplio estudio sobre las oportunidades, obstáculos, costos e impactos asociados a la cartera de préstamos de las IMFs que han integrado los préstamos para generación de energía dentro de sus productos.

Esta investigación ofrece el detalle de los modelos de negocio, los clientes y las operaciones de algunas instituciones micro financieras en Asia, África y América Latina y el Caribe que presentamos a continuación (Morris, et al., 2007)

Asia: SEWA Bank estableció los préstamos para generación de energía a través de un financiamiento interno y externo, una fuerte y exclusiva asociación con la empresa de energía SELCO. **Reconociendo la existencia de una emergente demanda por sistemas de energía solar entre sus clientes**, la organización matriz de SEEDS (Sarvodaya), estableció un proyecto piloto para proporcionar estos sistemas para uso doméstico a los clientes con facilidades de crédito utilizando el apoyo financiero del gobierno y de los donantes. La primera iniciativa de préstamos para generación de energía de NUBL fue acompañada de un fondo de préstamos del gobierno que falló, pero de nuevo se introdujo un producto de crédito para generación de energía exitoso financiado internamente con el apoyo técnico de la ONG Winrock International. Las actividades relacionadas con energía de AMRET fueron realizadas a través de préstamos comerciales, sin un programa de fondeo recursos en particular.

África: En Kenia, tanto Faulu Kenya como KUSCCO establecieron en gran medida programas de préstamos para generación de energía **como respuesta a las reiteradas peticiones de sus clientes y el deseo de evitar que los préstamos para capital de trabajo se desvíen a la compra de productos para generar energía**. Estos préstamos de Faulu Kenya fueron concebidos, financiados e implementados sin ayuda externa. Los programas de préstamos para generación de energía de KUSCCO fueron creados como una forma de servir a las necesidades de financiamiento de los miembros de SACCO (es decir, sus clientes), después de una investigación de mercado inicial realizada por su departamento de investigación. Para facilitar la introducción y la entrega de las modernas tecnologías de la energía, KUSCCO reestructuró sus operaciones y estableció una unidad especializada dentro de su oficina central dedicada a proyectos de energía renovable.

América Latina y el Caribe: los proveedores de energía y las ONGs enfocadas en proyectos energía renovable desempeñan un papel cada vez más importante en el establecimiento de préstamos para generación de energía en América Latina y el Caribe, principalmente para extender la penetración en el mercado de áreas donde las personas no pueden pagar los sistemas de energía. Por ejemplo, la empresa de energía Enersol, SA, se asoció con la IMF Prodem en Bolivia, sin financiamiento o asistencia externa, y trató de asociarse con otras instituciones financieras por su propia cuenta. La participación en los préstamos para generación de energía de las IMF evaluadas en Nicaragua, Guatemala y Bolivia están respaldados en el apoyo del gobierno y de los donantes en fondeando préstamos y subsidios para los consumidores finales

7.2 Participantes en un Proyecto de Inversión de Energía Renovable

Los principales actores que intervienen en un proyecto de inversión de energía son:

7.2.1 Gobierno

Responsable de establecer las políticas para el desarrollo de la energía renovable a nivel nacional así como apoyar, con subsidios, el desarrollo de los proyectos de inversión a través de los diferentes Organismos Descentralizados y Banca de Desarrollo.

- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)
- Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO)
- Financiera Rural
- Nacional Financiera (NAFIN)
- Entre otros.

7.2.2 Clientes Objetivo

El cliente objetivo es aquel que va a adquirir el equipo de energía renovable con la finalidad de obtener un beneficio ya sea de ahorro o de algún bien o servicio.

Existen diferentes figuras legales bajo las cuales podemos identificar a los clientes objetivo:

- Persona física
- Persona física con actividad empresarial
- Empresa (S.A.)
- Comunidades
- Grupo Solidario

Persona física

Es un individuo con capacidad para contraer obligaciones y ejercer derechos. (SAT, 2009)

Persona física con actividad empresarial

Se considera que una persona física que realiza actividades independientes tiene actividad empresarial. Así, por ejemplo las actividades profesionales que no están ligadas a un empleo fijo como médicos, dentistas, abogados, contadores suelen referirse a una persona física con actividad empresarial. También se incluyen restaurantes, fondas, cafeterías, taxistas, guarderías, farmacias, ferreterías, etc. (SAT, 2009)

Empresa (Sociedad Anónima)

Sociedad anónima es la que existe bajo una denominación y se compone exclusivamente de socios cuya obligación se limita al pago de sus acciones. La denominación se formará libremente, pero será distinta de la de cualquiera otra sociedad y al emplearse irá siempre seguida de las palabras "Sociedad Anónima" o de su abreviatura "S.A." (SAT, 2009)

Comunidades

Es el conjunto de personas que viven en una localidad rural. (Elaboración propia del autor)

Grupos Solidarios

Son grupo de personas que persiguen un fin común.

Algunas formas en las que podemos encontrar a los grupos solidarios son:

- **Grupo de personas con co-acreditación en el financiamiento:** Se acreditan a cada una de ellas en partes proporcionales con el aval cruzado de cada una de ellas. El único vínculo legal que existe entre ellos es el co-acreditamiento y el aval cruzado. (Elaboración propia del autor con base en (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2009))
- **Grupo de personas acreditando a una sola, con responsabilidad legal de los demás integrantes del grupo (obligación solidaria):** La obligación solidaria consiste en que todo aquel que firme en el contrato que instrumente la operación como obligado solidario tiene la obligación de pagar en caso de que el deudor no lo haga. (Elaboración propia del autor con base en (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2009))
- **Agrupaciones en Sociedades Cooperativas:** La sociedad cooperativa es una forma de organización social integrada por personas físicas con base en intereses comunes y en los principios de solidaridad, esfuerzo propio y ayuda mutua, con el propósito de satisfacer necesidades individuales y colectivas, a través de la realización de actividades económicas de producción, distribución y consumo de bienes y servicios. (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2009)
- **Sociedades de Producción Rural:** Los productores rurales podrán constituir sociedades de producción rural. Dichas sociedades tendrán personalidad jurídica, debiendo constituirse con un mínimo de dos socios. La razón social se formará libremente y al emplearse irá seguida de las palabras "Sociedad de Producción Rural" o de su abreviatura "SPR" así como del régimen de responsabilidad que hubiere adoptado, ya sea ilimitada, limitada o suplementada. (Promotora de Servicios Comerciales del Estado de Campeche, 2009)

- Las de responsabilidad ilimitada son aquéllas en que cada uno de sus socios responde por sí, de todas las obligaciones sociales de manera solidaria; las de responsabilidad limitada son aquéllas en que los socios responden de las obligaciones hasta por el monto de sus aportaciones al capital social, y las de responsabilidad suplementada son aquéllas en las que sus socios, además del pago de su aportación al capital social, responden de todas las obligaciones sociales subsidiariamente, hasta por una cantidad determinada en el pacto social y que será su suplemento, el cual en ningún caso será menor de dos tantos de su mencionada aportación.
- **Vehículo de propósito específico (Fideicomiso).** Contrato por medio del cual una persona, denominada fideicomitente, entrega bienes o derechos de su propiedad a otra persona, llamada fiduciaria, la cual maneja y administra en beneficio de un tercero ajeno a la operación contractual, que se conoce como fideicomisario, el cual podrá recibir dichos bienes o derechos, si así lo indicó el fideicomitente. (CNBV, 2009)

Fideicomisario: La persona que debe recibir el provecho que el fideicomiso implica. Pueden serlo todas las personas físicas o jurídicas con capacidad para recibir ese provecho, excepción hecha del fiduciario mismo. (CNBV, 2009)

Fideicomitente: La persona que constituye un fideicomiso. Pueden serlo todas las personas físicas o jurídicas que tengan capacidad para hacer la afectación de los bienes que el fideicomiso implica, y las autoridades judiciales o administrativas, en el campo de su competencia. (CNBV, 2009)

Fiduciario: La persona encargada de realizar el fin para el cual ha sido constituido el fideicomiso. En México, sólo las instituciones de crédito debidamente autorizadas al efecto, pueden ser fiduciarias. (CNBV, 2009)

Los requisitos para poder formar un Grupo Solidario son:

- Estar constituido por un mínimo de 5 integrantes.
- El número máximo de integrantes estará en función del objeto que pretenda el Grupo Solidario y los requerimientos que establezca la Entidad con la cual se desee formalizar una operación. (Regularmente el número máximo son 15 integrantes)
- En caso de ser mujeres deben ser mayores de 18 años, o en su caso, madres solteras o divorciadas mayores de 15 años.
- Habitar en el medio rural, preferentemente en localidades de alta y muy alta marginación.
- En el mismo grupo solidario no podrán haber parientes consanguíneos: Padres, hermanos, primos, sobrinos, cuñados, abuelos y/o tíos.
- Debe haber un Coordinador en cada grupo que será el contacto entre el grupo solidario y el gestor.
- Contar con un acta de asamblea en donde se designe la mesa directiva que representa al Grupo.

- Contar con un reglamento interno, de operación y funcionamiento.

7.2.3 Entidades financieras (Microfinancieras)

Son parte fundamental para el desarrollo de los proyectos de inversión de energía renovable ya que proveen financiamiento para los mismos.

Entre las Entidades Financieras están:

- Banca Comercial
- Micro Financieras

7.3 Proveedores

Son los que proporcionan el equipo y los servicios para el desarrollo de los proyectos de inversión, y en algunos casos otorgan financiamiento para la implementación de los mismos.

Los proveedores realizan asociaciones con las Microfinancieras con objeto de colocar sus productos, obteniendo como beneficio la venta al contado de los equipos a través de la Microfinanciera.

Una parte importante es que el proveedor proporcione las garantías de instalación, funcionamiento y mantenimiento, entre otras, y que las mismas, así como los riesgos y responsabilidades que asume el proveedor, queden debidamente plasmados en los contratos correspondientes.

A continuación se muestra la tabla de riesgos y quién se sugiere los deba asumir.

Tabla 6.2.2.7.63-1 Riesgos entre proveedores y Microfinanciera

Riesgos	Riesgo asumido por:	
	Proveedor	Microfinanciera
Llegada del equipo	X	
Instalación	X	
Operación	X	
Mantenimiento	X	
Garantía	X	X
Reparaciones	X	

Elaboración propia

7.4 Fuentes de Fondo de un Proyecto de Inversión

Existen diversas alternativas para obtener recursos de parte de terceros para financiar un Proyecto de Inversión de Energía Renovable.

Figura 7.2.3-2 Fuentes de financiamiento de un proyecto de inversión



Elaboración propia

7.2.1 Banca Comercial

La principal tarea es otorgar apoyo financiero a la actividad económica, siempre que cumpla con los requisitos de carácter legal e institucional.

Las alternativas que ofrecen las instituciones de crédito por el apoyo de proyectos de inversión con sus recursos propios son:

Crédito simple sin garantía, Crédito simple con garantía hipotecaria, Crédito con garantía hipotecaria industrial, Crédito refaccionario

Las características generales de cada financiamiento varían en función del propio proyecto de inversión.

7.2.2 Banca de Desarrollo

Es la encargada en forma directa de fomentar la actividad productiva, la cual realiza a través de la Banca Comercial y otros intermediarios financieros en donde se encuentran las Microfinancieras. La diferencia con la Banca Comercial radica en que la fuente de los recursos

para la Banda de Desarrollo son fondeados por Gobierno Federal, y estos a su vez son prestados a tasas preferenciales, ya que la finalidad es apoyar directamente el desarrollo productivo del País. La Banca de Desarrollo cuenta con diferentes entidades, mismas que apoyan una actividad específica, algunas de ellas son: NAFIN, BANCOMEXT, Financiera Rural.

7.2.3 Gobierno (Fideicomiso)

Actualmente el Gobierno Federal está realizando un gran esfuerzo por impulsar la generación de energía renovable ya sea en el sector habitacional como en la industria y PyMES. Es por esto que se están promoviendo una gran cantidad de subsidios a través de sus diferentes Secretarías que a la vez canalizan los recursos por medio de los Estados y Municipios.

7.2.4 Inversionistas privados

Son todos aquellos interesados en el proyecto y cuya esencia es buscar un rendimiento superior al de los mercados públicos, es importante mencionar que no van a ser parte de los accionistas del proyecto que vaya a desarrollar el proyecto de inversión, estos formarán parte de la masa de acreedores y dependiendo de los Términos y Condiciones establecidos para la emisión de deuda privada, podrán convertirse en un futuro en accionistas directos a través de la suscripción de capital ya sea común o preferente.

7.2.5 Proveedores

Derivado del interés que tenga el proveedor en colocar sus productos y de la fortaleza financiera del proveedor, éste podrá ofrecer planes de crédito para sus clientes en la medida en que dicho proveedor tenga recursos suficientes y pueda financiar en el mediano y largo plazo los proyectos de inversión. Comúnmente cuando son bienes de capital, el proveedor otorga financiamiento para adquisición de los equipos o productos que comercializa.

7.2.6 Entidades extranjeras

Existen fondos de inversión así como bancos de desarrollo de los países desarrollados que se interesan en financiar proyectos de inversión de esta industria y que van en función de los propios programas para ayuda económica a países en vías de desarrollo. Los organismos o entidades del extranjero reconocidas a nivel mundial son las siguientes: Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Banco Mundial, International Finance Corporation (IFC), entre otros.

7.2.7 Entidades financieras no bancarias

Realizan la misma actividad que la banca comercial, en donde el desarrollador del proyecto puede acceder de manera directa a la Banca Comercial o con los proveedores de bienes y servicios, y si se requiere recursos de la Banca de Desarrollo la forma de acceder a estos es a través de las entidades financieras bancarias y no bancarias, en donde localizamos en estas últimas a las **microfinancieras**.

7.5 Programas de Financiamiento para Proyectos de Inversión

Las fuentes de fondeo listadas en el capítulo anterior ofrecen distintos programas para financiar proyectos de inversión.

Dichos recursos pueden ser accedidos directamente (como es el caso de la Banca Comercial o los Proveedores de Tecnología) y/o indirectamente como es el caso de la Banca de Desarrollo o los Organismos Internacionales.

Es importante mencionar que los recursos provenientes de la Banca de Desarrollo solo podrán ser accedidos a través de una Entidad Financiera, en este caso, una **Microfinanciera**.

Los programas que ofrecen se actualizan constantemente, por lo que es muy importante que las Microfinancieras se mantengan actualizadas respecto de los distintos programas para financiar Proyectos de Inversión de Energía Renovable.

En la siguiente lámina se presenta una lista de varios de los programas actualmente ofrecidos.

Asimismo, las características de los programas se encuentra en el Anexo X “*Características de los Programas de Financiamiento*”.

7.5.1 Inversión

7.5.1.1.1 Financiamiento

Esta etapa involucra al conjunto de acciones y trámites encaminados a obtener los recursos monetarios para financiar la inversión requerida en el proyecto de inversión.

Los recursos pueden provenir de varias fuentes:

- Comunidades (Mano de obra / \$). Su aportación puede ser tanto en especie como en efectivo, ya que de acuerdo a sus posibilidades podrán aportar la cantidad que les corresponda al proyecto de inversión de estas dos maneras.
- Proveedores de Equipo (Instalaciones/Asistencia Técnica / \$). Podrán aportar una parte del costo del equipo con el objeto de poder colocar el mismo.
- Banca Comercial y Desarrollo (\$). Su papel es aportar los recursos vía financiamiento para el desarrollo del mismo.
- Gobierno (Subsidios / \$). Participará de acuerdo a sus programas con subsidios para este tipo de proyectos.
- Entidades no gubernamentales (Asistencia Técnica / \$)
- Microfinancieras (\$). Se involucra desde esta etapa como parte de las entidades financieras, aunque podría involucrarse en las etapas anteriores como un promotor de proyectos de energía renovable en las comunidades que atiende. Cabe hacer mención que debe haber una alianza estratégica muy fuerte entre el proveedor y las microfinancieras ya que de esta alianza depende el éxito del proyecto.

7.5.1.1.2 Ejecución y montaje

Constituye las actividades para poner en marcha el proyecto de inversión una vez que se ha obtenido el financiamiento requerido.

La actividad principal es:

- La compra e instalación de maquinaria y equipo.
- Pruebas piloto.

7.5.2 Operación y Mantenimiento

Una vez instalado el equipo, inicia propiamente la operación del mismo para producir la energía renovable. Se empiezan a generar los ahorros vislumbrados desde su evaluación y se incurren los costos asociados para su operación, entre ellos se encuentran:

- **Ahorros:** Son aquellas erogaciones que se dejan de hacer derivadas del proyecto, como por ejemplo: menor consumo de gas, eficientización de la energía eléctrica, entre otros.
- **Costos de Operación.** Son los costos que se derivan de la operación del proyecto en cuestión.
- **Costos de Mantenimiento.** Son los costos que se derivan del mantenimiento que se le dará a la inversión de manera permanente. Por ejemplo: la limpieza, la afinación y las reparaciones a la maquinaria.

7.5.3 Evaluación de resultados

7.5.3.1.1 Impacto del proyecto

Esta etapa no necesariamente se tiene que dar hasta que se termina la vida útil del proyecto.

Para proyectos de inversión de energía renovable, los aspectos que se pueden analizar para evaluar su impacto son los siguientes:

- Impacto económico en la reducción de gastos por concepto de ahorros derivado del proyecto de inversión.
- Impacto en el empleo de la comunidad en donde se realizó el proyecto.
- Impacto en la generación de recursos adicionales que fomentan el bienestar de la comunidad.

7.5.3.1.2 Rentabilidad de la inversión

El objetivo es evaluar si el proyecto está siendo rentable y ha logrado ahorros a los consumidores finales (comunidad, grupo solidario, etc.).

La información requerida para eso es:

- Monto de la inversión efectuada a lo largo del proyecto
- Flujos de efectivo generados a lo largo del mismo (Ingresos – Egresos)

8 Administración de los Proyectos de Inversión

8.1 Introducción

El Proceso de Administración se divide en cuatro etapas (CNBV, Circular Única de Bancos, 2009):

1. Seguimiento

Etapas en la que se evalúa periódicamente el comportamiento del proyecto de inversión y de las entidades apoyadas por la Microfinanciera, para identificar oportunamente factores que pueden poner en riesgo la recuperación de los créditos otorgados.

2. Control

Etapas en la cual se verifica que la entrega de los recursos se haga en apego a los requerimientos establecidos en los términos y condiciones aprobados para cada operación por las Instancias Facultadas correspondientes.

3. Recuperación Administrativa

Actividades relativas a la cobranza administrativa de los créditos otorgados.

4. Recuperación Judicial

Etapas en la que se realizan las actividades tendentes a recuperar, por la vía judicial, los financiamientos otorgados que se encuentren en cartera vencida.

8.2 Seguimiento

Los objetivos de la etapa de seguimiento son:

- Mantener la calidad crediticia del proyecto de inversión.
- Detectar oportunamente desviaciones, así como prever problemas.
- Establecer medidas preventivas que permitan detectar probables deterioros en la fuente de pago principal del proyecto de inversión.
- Contar con los elementos de juicio actualizados de la situación del proyecto de inversión de energía renovable.
- Aplicar las medidas necesarias para asegurar la recuperabilidad del financiamiento del proyecto de inversión.
- Dar seguimiento a los riesgos identificadas para el proyecto.

8.2.1 Proceso general de monitoreo

El proceso general de monitoreo consiste de 3 pasos:

1. Trabajo de escritorio

2. Preparación de la visita
3. Visita a la Entidad Acreditada (Sociedad, Grupo Solidario, Empresa, etc.)

Trabajo de escritorio

El trabajo de escritorio consiste en 6 pasos los cuales son:

- 1. Aplicación de recursos (Comprobación Destino)**
- 2. Verificación de los Términos y Condiciones.**
- 3. Revisión y Seguimiento de los Riesgos.** Se le debe dar seguimiento a los riesgos identificados en la etapa de evaluación (Estudio de Factibilidad).
 - a. Financieros
 - b. Desempeño
- 4. Verificación de la entidad en las Sociedades de Información Crediticia (SIC) y principales accionistas.** Es recomendable que cada vez que se realicen las tareas de monitoreo, de ser posible se verifique el buró de crédito con objeto de ir monitoreando si el cliente ha obtenido nuevos financiamientos.

Esto permite tomar acciones preventivas en función del nivel de pagos que tenga que realizar el acreditado.

- 5. Vaciado de información (flujo de efectivo real).** Se almacena la información recabada durante el trabajo de escritorio.
- 6. Elaboración de Ficha Técnica.** En caso de existir la necesidad de una visita se realiza una ficha técnica que deberá contener al menos los siguientes datos:
 - Datos generales del acreditado y del proyecto de inversión.
 - Términos y Condiciones del financiamiento.
 - Situación financiera del acreditado.
 - Flujo de efectivo real vs. proyectado que sirvió de base para el otorgamiento del financiamiento.
 - Aspectos a tratar en visita.

Preparación para la visita

El ejecutivo de promoción realizará las siguientes acciones previas a la visita al acreditado:

- Coordinar con el acreditado la fecha de la visita.
- Darle a conocer el propósito de la visita.
- Comentarle su situación actual.

- Solicitarle la documentación requerida para la fecha de la visita.

Visita a la Entidad Acreditada (Sociedad, Grupo Solidario, Empresa, etc.)

Durante la visita se deben solventar los requerimientos y cuestionamientos establecidos en la Ficha Técnica.

8.2.2 Frecuencia de monitoreo

Con la finalidad de lograr un adecuado monitoreo del proyecto de inversión se deberá visitar regularmente al acreditado para cerciorarse del grado de avance del proyecto o de los resultados obtenidos, en su caso.

La frecuencia de monitoreo se determinará de acuerdo al plazo y forma de pago del financiamiento como se muestra en la siguiente lámina.

Cabe mencionar que estas visitas podrán omitirse en caso de que el trabajo de escritorio así lo determine, o por el contrario se podrán hacer visitas extraordinarias con base en los cambios del entorno y en la situación que presente cada proyecto de inversión.

En la Tabla 9.2.2-1, se muestra la frecuencia del monitoreo según el plazo del crédito.

Tabla 7.5.3.1.2-1 Frecuencia de monitoreo

	Frecuencia		
	Quincenal	Mensual	Bimestral
24 meses	X	X	
36 meses		X	
48 meses		X	
60 meses		X	X

Elaboración propia
Fuente(CNBV, Circular Única de Bancos, 2009)

8.2.3 Resultado del monitoreo

Como resultado de las acciones que se realizaron durante el monitoreo se debe:

- Documentar las conclusiones más importantes que se hayan encontrado en las actividades de monitoreo y sus implicaciones, definiendo las acciones a seguir.

- Ajustar, cuando aplique, las estrategias de relación que la Microfinanciera debe seguir con el cliente.

8.2.4 Resguardo de evidencias

Se debe resguardar la información derivada de las acciones de monitoreo en el expediente de crédito (sección monitoreo).

La información incluye el trabajo de escritorio y todos los documentos que fueron elaborados y obtenidos de cada una de las visitas, como son la ficha técnica, flujos de efectivo, comprobantes de pago, recibos donde se demuestre el ahorro, entre otros.

8.3 Control

Los objetivos de la etapa de Control son:

- Asegurar que todas las disposiciones se realicen al amparo de una autorización de crédito vigente.
- Asegurar que la operación de crédito autorizada sea dispuesta con la formalidad e instrumentación adecuada.
- Asegurar el cumplimiento de los términos y condiciones de disposición de recursos.
- Asegurar que la dispersión de recursos se realice correcta y eficientemente.

8.3.1 Entrega y revisión de la documentación requerida

Para realizar la disposición de recursos, se debe contar con el paquete de documentación básica.

El área de Promoción y la Mesa de Control cuentan con dicho Checklist, el mismo que el área de Promoción debe verificar antes de enviar el paquete de documentación y la Mesa de Control debe verificar al recibirlo para detectar cualquier faltante.

8.3.2 Actividades de Mesa de Control

- Validar que los documentos, instrumentos y títulos de crédito se apeguen a las condiciones del acta de autorización de crédito y a la normatividad establecida.
- Recibir las solicitudes de ministración de crédito por parte del área de Negocios con base en la aprobación del proyecto de inversión y/o avances del mismo.
- Verificar que los contratos y convenios concertados cuenten con la autorización respectiva.
- Revisar que las operaciones de crédito estén dentro de los términos y condiciones aprobados por las Instancias Facultadas correspondientes.

- Una vez que concluya la revisión de la solicitud de crédito y se cumplen con los requisitos correspondientes, se debe autorizar la disposición de los recursos.
- Indicar los motivos de rechazo de solicitudes de crédito generando el reporte correspondiente.
- Otorgar el Visto Bueno para la disposición de los recursos hacia el acreditado.

8.3.3 Operación y Disposición

Una vez otorgado el Visto Bueno, por parte de la Mesa de Control, se procede a registrar la operación en el sistema, en su caso, para que pueda realizarse la disposición de los recursos.

8.3.4 Forma de disposición

La forma de disposición estará en función del cliente, del tipo de proyecto y de las políticas de la propia Microfinanciera.

Tabla 9.3.4-1 Forma de disposición

	Cheque	Depósito	Directo al proveedor
Persona física	X		X
Persona moral	X	X	
Empresa	X	X	
Comunidad			X
Grupo Solidario			X

Elaboración propia

Fuente (CNBV, Circular Única de Bancos, 2009)

8.4 Recuperación Administrativa

Los objetivos de la recuperación Administrativa son:

- Identificar y clasificar a los acreditados dependiendo de su morosidad.
- Proporcionar oportunamente a los acreditados la información que les permita conocer todas las condiciones de sus obligaciones de pago a la Microfinanciera.
- Recuperar los créditos en los plazos establecidos.
- Implementar mecanismos de aplicación de la cobranza.

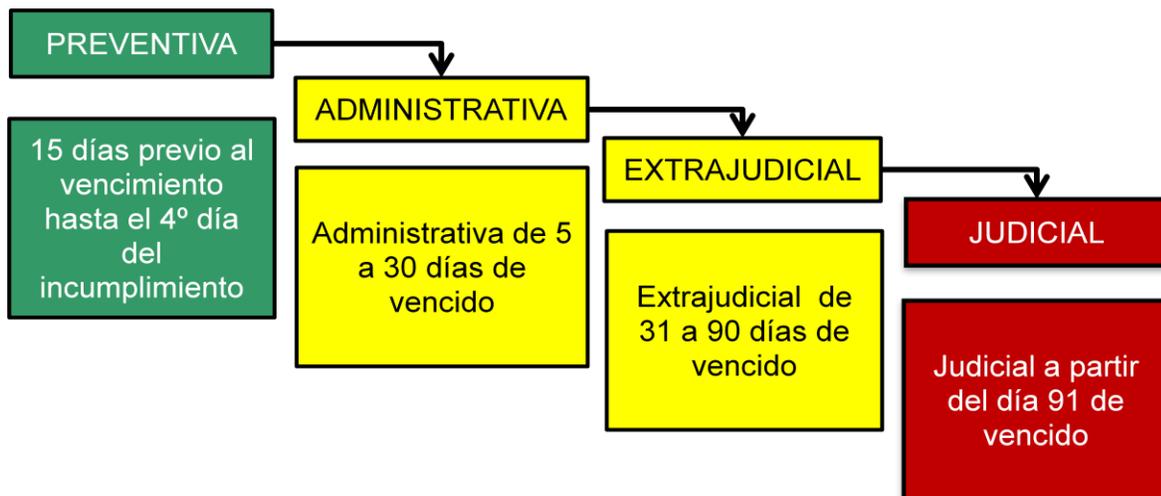
9.4.1 Tipos de Recuperación

Existen diferentes tipos de recuperación en función del status (morosidad) del cliente respecto a sus pagos.

- **Preventiva:** La Microfinanciera notifica mediante correo electrónico (en su caso), carta, etc., el pago próximo con su respectivo vencimiento.
- **Administrativa y Extrajudicial:** Es la que realiza dentro de un periodo de tiempo con las mismas técnicas que la preventiva, aumentando en el caso de la extrajudicial visitas de cobro al cliente.
- **Judicial:** Una vez que se han agotado las instancias anteriores y no existe evidencia de que el cliente quiera o pueda pagar en el tiempo establecido, se procederá a realizar la demanda correspondiente.

La diferencia entre los diferentes tipos de recuperación radica en el tiempo de días vencidos que tenga el acreditado.

Figura 9.4.1.1 Clasificación de recuperaciones



Elaboración propia
Fuente (CNBV, Circular Única de Bancos, 2009)

8.4.1 Acciones de cobranza

Las acciones de cobranza estarán en función de la etapa de recuperación en la cual se encuentre el acreditado.

- 1) **Preventiva:** Durante esta etapa se enviarán estados de cuenta con la fecha y el monto del próximo pago ya sea por el servicio postal o por correo electrónico en caso de que se cuente con dicha posibilidad.
- 2) **Administrativa y Extrajudicial:** En esta etapa el personal encargado de la recuperación deberá enviar un requerimiento de pago al acreditado ya sea vía telefónica, por servicio postal o por correo electrónico y posteriormente realizar una visita de cobranza al

acreditado para obtener elementos para determinar las expectativas de pago. La diferencia entre Recuperación Administrativa y Extrajudicial radica en la frecuencia de los requerimientos de pago y las visitas.

- 3) **Judicial:** En esta etapa se debe:
 - a. Identificar plenamente al deudor
 - b. Dependiendo de la actitud del cliente se realizan las demandas en tiempo y forma.
 - c. Seguimiento a la demanda.

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 Environment and 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
- Creceer 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.agecon.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.encyclopedia.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>.
- Ortíz, 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/Ipacc/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 comercial|| 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 2.1.2.2-1 Producción de alimentos	7
Tabla 2.1.2.2-1 Procesamiento de alimentos	7
Tabla 2.1.2.23.1-1 Conversiones entre Joules, BTUs y Watts-hora.....	10
Tabla 2.1.2.21-2 ¿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 2.3.3.2-1 Energía necesaria para calentar 150 litros de agua de 20 a 40 °C.	16
Tabla 2.3.3.2-1 Energéticos o dimensiones necesarias para generar 1 kilowatt-hora (kW).	17
Tabla 2.3.3.21-1 Requerimientos energéticos para la conservación de vacunas y medicamentos	17
Tabla 2.3.3.2-1 Requerimientos energéticos para la conservación de alimentos.....	18
Tabla 2.3.3.2-1 Requerimientos energéticos para la producción de leche	18
Tabla 2.3.3.2-1 Requerimientos energéticos para la producción de leche y queso.....	19
Tabla 2.3.3.2-1 Requerimientos energéticos para bombeo de agua para riego y abrevaderos	19
Tabla 2.3.3.2-1 Requerimientos energéticos para cercas para ganadería.....	19
Tabla 2.3.3.2-1 Requerimientos energéticos para talleres artesanales.....	20
Tabla 2.3.3.2-1 Requerimientos energéticos para molienda de granos.....	20
Tabla 2.3.3.2-1 Requerimientos energéticos para la producción apícola o avícola	20
Tabla 2.3.3.2-1 Requerimientos energéticos una habitación de hotel para dos personas.....	21
Tabla 2.3.3.2-1 Requerimientos energéticos para la producción apícola o avícola	21
Tabla 2.3.3.2-1 Requerimientos energéticos para la producción de hielo.....	22
Tabla 4.1.1.1-1 Inversión inicial de un sistema de calentamiento solar de agua	23
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	24
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	38
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.....	39
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	41
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.....	54
Tabla 4.3.6.3-2 CAT en Créditos Hipotecarios	54
Tabla 5.5.2-1 Criterios de decisión de VPN.....	56
Tabla 4.3.6.3-1 Criterios de decisión de la TIR	58
Tabla 4.3.6.3-1 Proyectos Mutuamente Excluyentes	59
Tabla 4.3.6.3-1 Diferencias entre Microcrédito tradicional y Proyecto de inversión	60
Tabla 6.3.2.63-1 Matriz de riesgos	71
Tabla 6.3.2.64-1 Ejemplos mitigación de riesgos	72
Tabla 6.3-1 Costo unitario de capacidad instalada para generación minihidráulica	79
Tabla 6.3.2.63-1 Riesgos entre proveedores y Microfinanciera.....	88
Tabla 8.5.6.2-1 Frecuencia de monitoreo.....	95

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	% 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	0.05	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\$)	
anual		(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	% 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	0.3	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 anual	Costo unitario	Costo anual	Unidades (viajes)	Costo por unidad (kW)	Costos por año	Costos por año (k\$)	
			(k\$)			(k\$)		
Extensión de la red eléctrica	2,628	0.7 \$/kWh	1.84	NO APLICA		3.62		
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	% 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	0.95	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 anual	Costo unitario	Costo anual (k\$)	Unidades (viajes)	Costo por unidad (kW)	Costos por año (k\$)		
								(k\$)
Extensión de la red eléctrica	4,490	0.7 \$/kWh	3.14	NO APLICA		4.92		
Motor a gasolina	1,482	8 \$/litro	11.85	37.0	200	7.41	19.43	
Motor a Diesel	1,033	8 \$/litro	8.26	25.8	200	5.16	13.67	
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 (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	0.1	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 (k\$)	
	Consumo anual	Costo unitario (\$/kWh)	Costo anual (k\$)	Unidades (viajes)	Costo por unidad (kW)	Costos por año (k\$)		
Extensión de la red eléctrica	292	0.7	0.20	NO APLICA			1.99	
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 (k\$)
	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\$)			(k\$)		
Extensión de la red eléctrica	2,008	0.7 \$/kWh	1.41	NO APLICA			3.19	
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 anual	Costo unitario	Costo anual (k\$)	Unidades (viajes)	Costo por unidad (kW)	Costos por año (k\$)		
Extensión de la red eléctrica	1,095	0.7 \$/kWh	0.77	NO APLICA			2.55	
Motor a gasolina	361	8 \$/litro	2.89	9.0	200	1.8 1	4.87	
Motor a Diesel	252	8 \$/litro	2.01	6.3	200	1.2 6	3.52	
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 (k\$)
	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 (k\$)	
	Consumo anual	Costo unitario (\$/kWh)	Costo anual (k\$)	Unidades (viajes)	Costo por unidad (kW)	Costos por año (k\$)		
Extensión de la red eléctrica	292	0.7	0.20	NO APLICA			1.99	
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 $2 m^3/s$ 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%.