



---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**T E S I S**

**T E M A**

**FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACION DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA  
XOCHIAC: CASO 2**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO**

**PRESENTAN**

**LAURA XOCHITL FLORES FLORES**

**JULIO CÉSAR TÉLLEZ SANTOS**

**MAYRA MONTSERRAT VELÁZQUEZ MANDUJANO**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DRA. ALEJANDRA CASTRO GONZÁLEZ**



**CIUDAD UNIVERSITARIA 29/Octubre/ 2014**

**JURADO ASIGNADO:**

**Presidente:** Dr. Arturo Guillermo Reinking Cejudo \_\_\_\_\_

**Vocal:** Dra. Alejandra Castro González \_\_\_\_\_

**Secretario:** Ing. Rafael Flores García \_\_\_\_\_

**1er Suplente:** M.I. Juan Carlos Cedeño Vázquez \_\_\_\_\_

**2o Suplente:** M.I. Fernando Jesús de Lorenz Santos \_\_\_\_\_

**Sitio donde se desarrolló el tema:**

Posgrado de la Facultad de Ingeniería.

Universidad Nacional Autónoma de México.

**Directora de la tesis**

\_\_\_\_\_  
**Dra. Alejandra Castro González.**

**Sustentantes**

\_\_\_\_\_  
**LAURA XOCHITLFLORES FLORES**

\_\_\_\_\_  
**JULIO CÉSARTÉLLEZ SANTOS**

\_\_\_\_\_  
**MAYRA MONTSERRATVELÁZQUEZ MANDUJANO**

## AGRADECIMIENTOS

Detrás de cada sueño siempre hay personas que nos apoyan y creen en nosotros.

Para poder realizar esta tesis de la mejor manera, fue necesario del apoyo de muchas personas a las cuales se les agradece.

En primer lugar seres queridos, familiares y amigos quienes han sido un apoyo en todos los sentidos; gracias por su tolerancia, solidaridad, ayuda y buenos consejos que de alguna forma brindaron.

A la asesora de tesis y a todos aquellos profesores que apoyaron en realizar de una manera adecuada este trabajo, sin sus conocimientos no podría haberse cumplido; así como a todos los profesores que dejaron un buen conocimiento.

A todos ustedes, gracias.

## Índice

Índice de figuras.....	D
Índice de tablas .....	G
RESUMEN .....	I
INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
OBJETIVO.....	- 3 -
<b>CAPÍTULO 1 - ANTECEDENTES .....</b>	<b>- 4 -</b>
1.1 Energías Renovables .....	- 4 -
1.2 Panorama del gasto energético .....	- 30 -
1.3 Ahorro económico por uso de energías renovables.....	- 43 -
1.4 Contribución ambiental por el uso de energías renovables.....	- 43 -
1.5 El Aporte social .....	- 46 -
1.6 Normatividad.....	- 47 -
1.7 Ley de energías renovables .....	- 48 -
1.8 Ejemplos de usos de tecnologías de energías renovables .....	- 53 -
<b>CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTOS .....</b>	<b>- 55 -</b>
2.1 Gasto energético habitacional .....	- 55 -
2.2 Tecnologías para ahorro energético en casa habitación .....	- 56 -
2.3 Energía en apoyo a las comunidades rurales.....	- 59 -
2.4 Residuos sólidos en México .....	- 61 -
2.4.1 Aspectos de limpieza publica .....	- 61 -
2.4.2 Clasificación de Residuos Sólidos.....	- 61 -
2.4.3. Opción para reducir el impacto ambiental de los residuos sólidos.....	- 61 -
2.5 Factibilidad económica.....	- 62 -
<b>CAPÍTULO 3 - METODOLOGÍAS APLICADAS A CASA HABITACIÓN .....</b>	<b>- 67 -</b>
3.1 Ahorro de Energía Eléctrica .....	- 68 -
3.1.1. Iluminación actual en México.....	- 68 -
3.1.2 Fuentes luminosas artificiales .....	- 69 -
3.1.3. Energía fotovoltaica.....	- 74 -
3.2 Equipos de ahorro de agua .....	- 78 -
3.2.1. Ciclo hidrológico.....	- 78 -
3.2.2. Situación Actual en México.....	- 78 -

3.2.3 Captación de agua pluvial.....	- 80 -
3.2.4 Sistema de captación del agua pluvial.....	- 80 -
3.3 Ahorro Térmico.....	- 84 -
3.3.1. Sistema solar de generación de agua caliente.....	- 84 -
3.3.2. Tipos de sistemas solares térmicos.....	- 85 -
3.3.3. Calefacción Solar .....	- 86 -
3.3.3.1 Comparación entre sistemas de calefacción solar por agua y por aire .....	- 88 -
3.3.3.2 Componentes para las instalaciones de calefacción solar de aire.....	- 88 -
<b>CAPÍTULO 4 - ESTUDIO DEL CASO .....</b>	<b>- 92 -</b>
4.1 Localización.....	- 92 -
4.2 Condiciones ambientales .....	- 94 -
4.3 Análisis del sitio .....	- 103 -
4.4 Comunidad Santa Rosa Xochiac.....	- 105 -
4.5 Legislación.....	- 105 -
<b>CAPÍTULO 5 - RESULTADOS.....</b>	<b>- 107 -</b>
5.1 Resultados del análisis de caso .....	- 107 -
5.2 Propuesta de ahorro térmico.....	- 110 -
5.2.1 Propuestas a implementar .....	- 114 -
5.2.1.1 Sistema solar por aire .....	- 114 -
5.2.1.2 Muro captor .....	- 114 -
5.2.1.3 Calentador solar .....	- 116 -
5.2.1.4 Chimenea.....	- 117 -
5.2.1.5 Factibilidad económica del proyecto en su ahorro térmico .....	- 119 -
5.3 Propuesta de ahorro eléctrico.....	- 122 -
5.3.1 Consumo eléctrico de la parte Interior de la casa.....	- 123 -
5.3.2 Consumo exterior de la parte exterior de la casa .....	- 125 -
5.3.3 Implementación de paneles fotovoltaicos .....	- 127 -
5.3.4 Factibilidad económica del ahorro eléctrico .....	- 133 -
5.4 Propuesta de ahorro de agua.....	- 135 -
5.4.1 Tubería hidráulica de PVC campana y anillo .....	- 142 -
5.4.2 Filtro .....	- 143 -
5.4.3 Almacenamiento y distribución .....	- 144 -
5.4.4 Factibilidad económica del ahorro de agua .....	- 149 -
5.5 Propuesta de residuos sólidos .....	- 152 -

5.6 Factibilidad económica total del proyecto con los ahorros térmicos, eléctricos y de agua.....	- 154 -
5.7 Factibilidad ambiental.....	- 157 -
5.8 Factibilidad social .....	- 158 -
5.9 Discusión de resultados .....	- 159 -
CAPÍTULO 6 - CONCLUSIONES .....	- 164 -
REFERENCIAS .....	- 172 -
ANEXOS.....	- 177 -

## Índice de figuras

Figura 1.1	Capacidad instalada en centrales hidroeléctricas en el mundo -2000	6
Figura 1.2	Pronóstico del desarrollo minihidráulico mundial	6
Figura 1.3	Principio básico de trabajo de la tecnología fotovoltaica	9
Figura 1.4	Símbolo de celda fotovoltaica	9
Figura 1.5	Producción fotovoltaica mundial en MW de potencia pico	10
Figura 1.6	Diagrama de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica	11
Figura 1.7	Diagrama esquemático de la interconexión a la red de un sistema	12
Figura 1.8	Diagrama esquemático de todas las componentes de un sistema eléctrico - solar conectado a la red eléctrica	12
Figura 1.9	Sistema interactivo con la red controlado por inversor el cual agrega C.A. convertida de la C.D. a la red eléctrica en el tablero de fuera principal	13
Figura 1.10	Sistema bimodal que puede operar en forma interactiva con la red o como sistemas aislados	13
Figura 1.11	Diagrama de un sistema fotovoltaico de acoplamiento directo	13
Figura 1.12	Diagrama esquemático de un sistema fotovoltaico de corriente alterna con inversor	14
Figura 1.13	Sistema híbrido fotovoltaico – diesel	14
Figura 1.14	Configuración paralelo de un sistema fotovoltaico – diesel	15
Figura 1.15	Superficie instalada de calentadores solares	15
Figura 1.16	Energía geotérmica	18
Figura 1.17	Esquema de una central geotérmica	19
Figura 1.18	Energía eólica estimada a 50 m de altura del suelo para ser transformada en energía eléctrica	21
Figura 1.19	Diagrama esquemático simple de un sistema de energía del viento	22
Figura 1.20	Capacidad eólica instalada a nivel mundial	22
Figura 1.21	Esquema de un sistema de marea con dos cuencas	24
Figura 1.22	Planta domo tipo fijo	27
Figura 1.23	Planta tipo gas flotante	28
Figura 1.24	Modelo de planta de gas con biomasa	28
Figura 1.25	Arreglo de una planta de ciclo combinado de biomasa – gasificación	29
Figura 1.26	Producto interno bruto mundial, 1980 – 2009	30
Figura 1.27	Consumo mundial de energía eléctrica, 1980- 2007	30
Figura 1.28	Consumo mundial de energía eléctrica, 1980 – 2007	31
Figura 1.29	Consumo de energía eléctrica en países seleccionados, 2005 – 2007	32
Figura 1.30	Utilización de combustibles para generación de electricidad en algunos países, 2007	34
Figura 1.31	Capacidad mundial de generación de energía eléctrica por región, 2006- 2025	37
Figura 1.32	Evolución de la generación mundial de energía eléctrica por región, 1996 – 2025	38
Figura 1.33	Combustibles y fuente de energía para la generación eléctrica mundial, (2006 - 2025)	39
Figura 1.34	Variación promedio anual del consumo nacional de energía eléctrica y PIB, 1980 – 2024	40
Figura 1.35	Generación bruta de servicio público por tipo de tecnología	41
Figura 1.36	Estimación de ahorro de energía por programas institucionales, 1998 – 2007	44
Figura 1.37	Evolución del ahorro de energía respecto al consumo final total, 1998 – 2007	45
Figura 1.38	Importancia relativa del ahorro de energía vs. consumo final total, 1998 -2007	45
Figura 2.1	Evolución y participación del consumo energético	57
Figura 2.2	Consumo final energético por sector y tipo de energético 2008	57
Figura 2.3	Escenario prospectivo al 2030 sobre la producción de electricidad	60
Figura 2.4	Cobertura del sistema eléctrico nacional	60

Figura 2.5	Desarrollo de un sistema digestor	62
Figura 3.1	Bobina de inducción magnética, al centro de la lámpara	72
Figura 3.2	Componentes de lámpara de inducción magnética	73
Figura 3.3	Celdas fotovoltaicas en techo de casa	75
Figura 3.4	Baterías para un sistema fotovoltaico	75
Figura 3.5	Generador eléctrico	76
Figura 3.6	Instalación fotovoltaica con conexión a la red eléctrica	76
Figura 3.7	Instalación fotovoltaica para un hogar	77
Figura 3.8	Esquema sintético del ciclo hidrológico	78
Figura 3.9	Techo cuenca	81
Figura 3.10	Ladera cubierta con concreto en forma de abanico	81
Figura 3.11	Forma de canaletas de acuerdo al sitio	81
Figura 3.12	Canaletas con mallas para impedir la contaminación del agua por hojas o basura	82
Figura 3.13	Trampa de basura para las primeras lluvias (izquierda) y válvula para drenaje (derecha)	83
Figura 3.14	Instalación completa con filtros comerciales y sistema de bombeo	84
Figura 3.15	Funcionamiento de un sistema solar para calentamiento de agua	85
Figura 3.16	Sistema de agua caliente con termosifón sin depósito de agua	85
Figura 3.17	Sistema de termosifón	86
Figura 3.18	Sistema de calefacción activa por calentamiento de líquido	87
Figura 3.19	Placa absorbidora de simple circulación y menor rendimiento	88
Figura 3.20	Colector de placa intermedia, circulación adelante y atrás	88
Figura 3.21	Colector de pala intermedia agujerada con doble vidrio	89
Figura 3.22	Colector de circulación con absorbedor en la parte intermedia, circulación solo por detrás entre el absorbedor y el vidrio	89
Figura 3.23	Colector de aire sin vidrio, necesita de un aerocirculador para ser transportado el aire al interior de una casa o edificio	89
Figura 3.24	Muro transversal con un colector adosado a una fachada	90
Figura 3.25	Muro transversal con circulación forzada	90
Figura 3.26	Colector en el tejado o suelo por circulación forzada	91
Figura 3.27	Colector de circulación de aire por suelo radiante	91
Figura 4.1	Localización de la cuenca del río Magdalena, México, D.F	92
Figura 4.2	Régimen de tenencia de la tierra	93
Figura 4.3	Punto Cardinal de Colindancias	94
Figura 5.1	Diagrama de instalación eléctrica planta baja	107
Figura 5.2	Diagrama de instalación eléctrica planta alta	108
Figura 5.3	Diagrama de instalación de agua potable	108
Figura 5.4	Diagrama de instalación de gas	109
Figura 5.5	Diagrama de instalación de calefacción por chimenea	109
Figura 5.6	Salida de la chimenea de la casa de estudio	112
Figura 5.7	Temperatura y precipitación media mensual	112
Figura 5.8	Temperatura registrada al exterior del inmueble	113
Figura 5.9	Lugar propuesto muro 1	115
Figura 5.10	Punto propuesto muro 2	115
Figura 5.11	Representación de la trayectoria solar en un calentador solar	116
Figura 5.12	Instalación de un sistema calentador solar de agua	116
Figura 5.13	Calentador modelo plus	118
Figura 5.14	Lugar propuesto para el calentador solar	118
Figura 5.15	Flujo de efectivo del proyecto de evaluación a 21 años de la propuesta térmica	120
Figura 5.16	Vista de casa	122
Figura 5.17	Kwh-promedio anual – mensual	123
Figura 5.18	Fachada exterior de la casa	125



Figura 5.19	Entrada principal al domicilio	126
Figura 5.20	Diagrama de instalación eléctrica exterior	126
Figura 5.21	Parte exterior de la casa y jardines	127
Figura 5.22	Productividad anual según la inclinación y orientación de los paneles fotovoltaicos	128
Figura 5.23	Techo de la casa vista I	129
Figura 5.24	Techo de la casa vista II	130
Figura 5.25	Dimensiones del techo para colocar las fotoceldas	130
Figura 5.26	Modelo SMA SB4000US inversor	131
Figura 5.27	Fotocelda	132
Figura 5.28	Flujo de efectivo del proyecto de evaluación a 35 años en el ahorro eléctrico	135
Figura 5.29	Distribución de servicios en planta baja de la casa en estudio	136
Figura 5.30	Distribución de servicios en planta alta de la casa en estudio	136
Figura 5.31	Superficie en el caso de estudio que captará el agua pluvial	139
Figura 5.32	Diagrama de instalación de canaletas	140
Figura 5.33	Diagrama de instalación de canaletas cuando se necesitan distancias mayores	140
Figura 5.34	Diagrama de ganchos en la instalación de canaletas	141
Figura 5.35	Vista de canaletas en la parte frontal de la casa	141
Figura 5.36	Vista de canaletas en la parte trasera de la casa	142
Figura 5.37	Filtro SPAWlsy FC	144
Figura 5.38	Cisterna Rotoplas de 10,000 Litros	145
Figura 5.39	Lugar propuesto para la cisterna	146
Figura 5.40	Sistema de almacenamiento instalado	146
Figura 5.41	Instalación de tubería de pvc rumbo al almacenamiento 02	147
Figura 5.42	Llegada de tubería de pvc hasta el sistema de almacenamiento 02	147
Figura 5.43	Sistema hidráulico para la distribución del agua pluvial	148
Figura 5.44	Flujo de efectivo del proyecto de evaluación a 35 años	151
Figura 5.45	Fotografía de fosa séptica desde el exterior de la casa en estudio	153
Figura 5.46	Fotografía fosa séptica de la casa en estudio (interior)	153
Figura 5.47	Techo de la fosa séptica de la casa en estudio (interior)	153
Figura 5.48	Fotografías de las paredes de la fosa séptica de la casa en estudio	154
Figura 5.49	Flujo de efectivo global del proyecto de evaluación a 35 años	155
Figura 5.50	Vista de alrededor de la casa	158
Figura 5.51	Tecnologías implementadas en el domicilio	163
Figura 6.1	Consumo eléctrico en casa	165
Figura 6.2	Áreas cubiertas por demanda	166
Figura 6.3	Consumo de calefacción en la casa mensual	167
Figura 6.4	Lugares específicos para calefacción	168
Figura 6.5	Lugares específicos para calefacción	169
Figura 6.6	Consumo de agua caliente en la casa	170
Figura 6.7	Lugares específicos de gasto de agua caliente planta baja	170
Figura 6.8	Lugares específicos de gasto de agua caliente planta alta	171

## Índice de tablas

Tabla 1.1	Potencial hidroeléctrico por regiones del mundo	5
Tabla 1.2	Capacidad regional hidroeléctrica instalada	6
Tabla 1.3	Tecnologías fotovoltaicas	10
Tabla 1.4	Distribución de la capacidad instalada y generación bruta de energía geotermoeléctrica en México	17
Tabla 1.5	Recursos de vientos regionales	20
Tabla 1.6	Emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente en generación eléctrica	35
Tabla 1.6	(Continuación) Emisiones de CO <sub>2</sub> equivalente en generación eléctrica	36
Tabla 1.7	Capacidad y generación eléctrica en México por tipo de energía	42
Tabla 1.8	Ahorro de energía por programas institucionales, 1998- 2007 (petajoules)	44
Tabla 1.9	Impacto de las normas oficiales mexicanas de eficiencia energética	48
Tabla 1.10	Ejemplos de usos de tecnologías de energías renovables	54
Tabla 2.1	Grueso de producto doméstico mundial agrupado por país (billones de dólares, 2005)	56
Tabla 2.2	Consumo de energía en el sector residencial	58
Tabla 2.3	Clasificación de residuos sólidos	63
Tabla 2.4	Flujo de efectivo para el cálculo en hoja de excel	67
Tabla 3.1	Datos lámpara incandescente o bombilla de tungsteno	70
Tabla 3.2	Tabla comparativa de watts	73
Tabla 3.3	Tabla comparativa	73
Tabla 3.4	Consumo de agua en las grandes urbes	79
Tabla 3.5	Datos relacionados con el agua y el Distrito Federal	79
Tabla 4.1	Ubicación geográfica	93
Tabla 4.2	Principales elevaciones del Parque Nacional Desierto de los Leones	95
Tabla 4.3	Ambientes climáticos del Desierto de los Leones	97
Tabla 4.4	Temperatura y precipitación anual	97
Tabla 4.5	Temperatura y precipitación media mensual	98
Tabla 4.6	Superficie ocupada por tipos de vegetación	100
Tabla 4.7	Lista de especies de flora con alguna categoría de riesgo reportadas en NOM-059-SEMARNAT-2001	101
Tabla 4.8	Lista de especies de hongos presentes en el Parque Nacional Desierto de Los Leones bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001	102
Tabla 4.9	Distribución de población en las Delegaciones Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón	103
Tabla 4.10	Servicios públicos de las comunidades colindantes con el Parque Nacional Desierto de los Leones	104
Tabla 5.1	Balace de energía sin propuestas	110
Tabla 5.2	Desventajas de una chimenea en el sitio del caso	110
Tabla 5.3	Ventajas y desventajas de la calefacción eléctrica	111
Tabla 5.4	Temperatura y precipitación media mensual	112
Tabla 5.5	Humedad relativa tabulada de normales climatológicas de la estación EDL, dado en %	113
Tabla 5.6	Temperatura registrada al exterior del inmueble	113
Tabla 5.7	Temperaturas registradas al interior del inmueble	114
Tabla 5.8	Chime neas Hergom aptas para el tipo de habitación	119
Tabla 5.9	Gasto energético por la chimenea	119
Tabla 5.10	Costo del proyecto para ahorro térmico	119
Tabla 5.11	Ahorro de consumo de combustible durante 12 meses	120
Tabla 5.12	Flujo de efectivo anual para un periodo de 21 años	121
Tabla 5.13	Consumo eléctrico en la primera recámara con baño	124
Tabla 5.14	Consumo eléctrico en la segunda recamara con baño	124

Tabla 5.15	Consumo eléctrico en la tercera recámara con baño	124
Tabla 5.16	Consumo eléctrico en el cuarto de servicio	124
Tabla 5.17	Consumo eléctrico en la cocina	124
Tabla 5.18	Consumo eléctrico en el comedor	125
Tabla 5.19	Consumo eléctrico en la sala	125
Tabla 5.20	Consumo eléctrico en pasillos, escalera y baño	125
Tabla 5.21	Consumo eléctrico de la entrada, pasillos y jardín	126
Tabla 5.22	Total del consumo eléctrico en toda la casa	127
Tabla 5.23	Insolación global media inclinación a la latitud en México en kWh/m <sup>2</sup> -Día o HSP	128
Tabla 5.24	Tecnologías fotovoltaicas	129
Tabla 5.25	Carta de compatibilidad de inversores según el electrodoméstico o equipo	131
Tabla 5.26	Datos del inversor	132
Tabla 5.27	Consumo eléctrico de la casa	132
Tabla 5.28	Costo del proyecto en el ahorro eléctrico	133
Tabla 5.29	Flujo de efectivo anual para un periodo de 36 años para el ahorro eléctrico	134
Tabla 5.30	Precipitación media mensual en la zona de estudio	137
Tabla 5.31	Precipitación anual en la zona de estudio	138
Tabla 5.32	Consumo total mensual de agua en la casa de estudio	138
Tabla 5.33	Tipos de canaletas propuestas para la recolección de agua pluvial en el caso de estudio	139
Tabla 5.34	Tipos de tuberías de pvc	142
Tabla 5.35	Tipos de filtros para recolección de agua pluvial	144
Tabla 5.36	Tipos de cisternas par almacenamiento del agua pluvial de la propuesta	145
Tabla 5.37	Costo del proyecto para el sistema de ahorro de agua	150
Tabla 5.38	Consumo de agua mensual durante 7 meses	150
Tabla 5.39	Ahorro de consumo de agua mensual durante meses	150
Tabla 5.40	Flujo de efectivo anual para un periodo de 36 años por el ahorro de agua	152
Tabla 5.41	Costo del proyecto global	154
Tabla 5.42	Consumo de energías al año	155
Tabla 5.43	Ahorro de consumo de energías al año	155
Tabla 5.44	Flujo de efectivo anual para un periodo de 36 años	156
Tabla 5.45	Factibilidad económica según la propuesta	157
Tabla 5.46	Ahorro de energía kW equivalente a CO <sub>2</sub>	158
Tabla 5.47	Comparación de casa con ecotecnias	160
Tabla 5.47	(Continuación): Comparación de casa con ecotecnias	161
Tabla 5.47	(Continuación): Comparación de casa con ecotecnias	162
Tabla 6.1	Consumo eléctrico en casa	165
Tabla 6.2	Eficiencia fotovoltaica instalada	166
Tabla 6.3	Habitaciones específicas de mayor consumo térmico en agua caliente	167
Tabla 6.4	Consumo de calefacción mensual	168
Tabla	Insolación global media inclinación a la latitud en México en kWh/m <sup>2</sup> -Día o HSP	180
Anexo A.1		
Tabla	(Continuación) Insolación global media inclinación a la latitud en México en	181
Anexo A.1	kWh/m <sup>2</sup> -Día o HSP	

### RESUMEN

La presente tesis, es el resultado de un esfuerzo en conjunto y con el apoyo de múltiples personas que permitieron la evaluación en la implementación de aquellas tecnologías ecológicas que puedan convertir en una ecotecnia a una casa dentro de una zona habitacional sin ordenamiento territorial en Santa Rosa Xochiac y la Universidad Nacional Autónoma de México que permitió la evaluación de varias tecnologías con beneficios al medio ambiente a través de CIECO en el aprovechamiento y uso de energías y recursos naturales.

Se evaluó la viabilidad de captar el agua de lluvia para ya no generar gastos exorbitantes en agua potable así como en el gasto eléctrico y gas, se obtuvieron se tuvieron resultados positivos al cubrir este tipo de consumo ya que se tiene un gasto anual de \$361,933 y tener ahorros significativos a corto plazo por \$35,952, por la cual la viabilidad de estas ecotecnias compensa los gastos iniciales.

Para el sistema de ahorro de energía eléctrica se evaluó la viabilidad de la sustitución de todas las lámparas y su circuitería; con ello, se pueden ahorrar hasta 117 *kWh*/al día. También se vio la posibilidad de ahorrar energía a través del acondicionando de la instalación eléctrica y permitiendo amortizar el gasto inicial en un periodo de 18 años.

Para el sistema de captación se evaluó la viabilidad de captar el agua de lluvia para ahorrar la mayor cantidad de agua potable para cubrir el mayor tiempo posible la demanda del consumo de agua y se tuvieron resultados positivos para el ahorro de agua potable durante cinco meses, y así ahorrar 452 L/día y permitiendo amortizar el gasto inicial en un periodo de 8 años.

Para el sistema de ahorro térmico se evaluó la viabilidad de la sustitución de calefacción y confort a través de un muro trombe para cubrir el mayor tiempo posible la demanda de calefacción a través de el consumo de combustibles fósiles y se tuvieron resultados positivos para el ahorro térmico, ya que con ello se puede ahorrar 6.3 *kg/día* de gas y leña y así amortizar el gasto inicial en un periodo de 11 años.

Las TIR para cada una de las propuestas resultaron no mayores a la tasa de interés que el inversionista podría llegar a tener en una inversión pero la tasa de amortización compensa los intereses. Los VPN indican ganancias para todos los proyectos en un periodo anterior al tiempo de vida de los proyectos.

Esta página se dejó en blanco intencionalmente

# INTRODUCCIÓN

## Introducción

El problema general de ordenamiento va dirigido al uso sustentable de los recursos, considerando tanto el carácter natural como social y económico del territorio y tiene como finalidad “el mejoramiento de la calidad de vida” de la sustentabilidad, la cual se concretará sobre el territorio gracias a los mecanismos indicadores que permitan la caracterización del estado de los recursos, la población y la economía y por ende, del territorio donde éstos tienen su expresión última. El papel de los criterios consiste en caracterizar o definir los elementos esenciales o el conjunto de condiciones o procesos mediante los cuales se evalúan la sustentabilidad y el territorio mismo, ya que todos los días se está en contacto con situaciones relacionadas con una utilización desordenada del territorio y sus efectos tangibles el crecimiento de la población ha provocado, a lo largo de los años conllevan a un desequilibrio ecológico, entre otros daños. En los últimos años, el ser humano ha sido testigo de las consecuencias de esto, por lo que, en la búsqueda de disminuir sus impactos negativos en el ecosistema, ha mirado hacia atrás, para retomar técnicas que le permitan satisfacer sus necesidades, así como se ha apoyado de la tecnología reciente para que su nuevo avance sea a manera de ecodesarrollo (IMEP, 1995).

En la Ciudad de México, se vive una problemática de sobrepoblación, lo que ha dado origen a que parte de ésta se instale en asentamientos irregulares, dejando a un lado la conciencia sobre los efectos que trae consigo, no sólo el instalarse en un lugar y construir la comunidad, sino también, los impactos de la energía consumida a lo largo de los años generando los siguientes efectos tangibles:

- Sobreexplotación o uso inadecuado de los recursos naturales
- Uso y aprovechamiento del territorio no acordes con su aptitud natural
- Insuficiente o deficiente protección del patrimonio natural y cultural
- Ocupación de áreas susceptibles a peligros y desastres naturales
- Áreas afectadas por diversos tipos de contaminación
- Procesos migratorios y concentración urbana vs. capacidad de dotación de equipamiento e infraestructura
- Marginación y pobreza vs. concentración económica en todas las escalas territoriales
- Agudización de los desequilibrios socioeconómicos regionales
- Territorios deficientemente integrados social y/o económicamente

Siendo el principal problema la constante aceleración en el crecimiento urbano y poblacional, el que hasta el presente ha caracterizado a la Ciudad de México, debido al modelo de desarrollo concentrador en lo regional y en lo sectorial, que aún prevalece ese incremento demográfico y urbano, anárquico y desordenado que siempre ha demandado servicios para satisfacer las necesidades de la población, produciendo otros problemas como el uso especulativo del suelo, congestionamiento vial, insuficiencia de transporte público, deterioro del medio ambiente y costos considerables en la introducción de los servicios, da un panorama de cómo la población actualmente en México ha ido creciendo y por la cual ha tenido que sufrir cambios hablando de ordenamiento territorial y siendo la ciudad de México la más aglomerada.

De la misma manera el Desierto de los Leones presenta una compleja problemática derivada principalmente de su situación demográfica, ya que existe una gran cantidad de habitantes en un área pequeña, lo que ha originado fuertes contrastes, déficits urbanos y rezagos sociales, los cuales implican altas necesidades de obras y servicios, que rebasan cualquier posibilidad financiera. Como resultado, la demanda de suelo para vivienda, la ocupación irregular de la tierra y el crecimiento desmesurado y anárquico de los asentamientos humanos, son algunos de los principales ejes problemáticos del desarrollo urbano y de la tenencia de la tierra, la solución de estos problemas representa una de las fuertes demandas permanentes de la sociedad y una de las preocupaciones prioritarias de las instancias de gobierno. Actualmente la mayor parte de la propiedad social ha sido ocupada por asentamientos humanos. En muchos casos la afectación de la mancha urbana en el Distrito Federal sobre las zonas

## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2

---

rurales, ha originado que los campesinos sean víctimas de la especulación inmobiliaria y de procesos expropiatorios que han cumplido una función más correctiva que preventiva (IMEP, 19959).

En la zona sur del Distrito Federal se observa un crecimiento demográfico sin precedentes, debido principalmente, a los siguientes fenómenos: el elevado precio de las rentas de viviendas y del suelo en las áreas urbanas y los bajos niveles de ingreso de la población. Estos dos factores, en conjunto, estimulan el abandono de las actividades agropecuarias y la venta de los predios agrícolas. La problemática socioeconómica en la región puede resumirse de la manera siguiente:

- Invasión de zonas de reserva ecológica, terrenos de uso agropecuario y asentamientos irregulares.
- Problemas de distribución de recursos (suelo, agua).
- Reducción del número de productores agropecuarios por diversificación de actividades en los sectores secundario y terciario.
- Venta ilegal de terrenos, asociada a conflictos por falta de control de las autoridades para el desarrollo urbano, límites, extracción ilegal de recursos forestales, entre otros.
- Acceso limitado o nulo a espacios de comercialización de la producción agropecuaria.
- Necesidad de recurrir a las redes de intermediarios.
- Bajos ingresos (entre uno y dos salarios mínimos).
- Dificultades y obstáculos legales para el aprovechamiento forestal responsable.

Se calcula que se pierden 11,740 ha de bosque cada 40 años (293.5 ha/año) y la tendencia de crecimiento de la mancha urbana ha sido de 8.5% anual para las siete delegaciones en el periodo 1950-1990 (IMEP, 1995). Si el cambio de uso de suelo a urbano, aunado a la expansión de usos agropecuarios continúa creciendo al mismo ritmo, se estima que para el año 2016 se perderá por completo la superficie de bosques en el Distrito Federal, debido a la actividad humana y a diversos factores naturales los ecosistemas sufren transformaciones, tanto en su estructura como en su composición, que ponen en riesgo su estabilidad y los procesos naturales en que se desarrollan. Debido a su cercanía con la Ciudad de México, el parque nacional Desierto de los Leones ha venido sufriendo cambios en su fisonomía, por lo que es urgente desarrollar estrategias o políticas de recuperación que permitan devolver los espacios transformados a su condición original. Para empezar la recuperación de este lugar es necesario usar las mismas especies nativas. La mayor parte de la vegetación del desierto de los leones presenta diversos grados de deterioro, esto se debe, principalmente, a los incendios forestales, la introducción de especies exóticas y a la acción directa de la contaminación proveniente de la zona urbana (declinación). Este proceso es evidente en los bosques de *Abies religiosa* y *Pinus hartwegii*, disminuyendo el vigor del arbolado y generando condiciones que resultan propicias para el desarrollo de plagas o enfermedades. Sin embargo, en algunos sitios del parque se presentan individuos de estas especies, con cierta resistencia a la contaminación y a las plagas (IMEP, 1995).

La casa en estudio se encuentra ubicada en la comunidad de Santa Rosa Xochiac la cual presenta amparos sobre tenencia de la tierra y procesos legales que tienen que ver con el Parque Nacional Desierto de los Leones y su zona de influencia, éstas se refieren principalmente, a problemas por límites entre su comunidad y el Gobierno Federal y sus delegaciones aledañas como son la Delegación de Cuajimalpa y Álvaro Obregón; conllevando a la comunidad en el trámite de un amparo para Santa Rosa Xochiac a fin de que se reponga el procedimiento legal a partir de que surgió el conflicto de límites, por lo que hasta la fecha no se encuentra definida la tenencia de la tierra.

A pesar de no existir una solución definitiva al problema, se ha llegado a un acuerdo con los diferentes núcleos que se encuentran involucrados en Parque Nacional Desierto de los Leones, para llevar adelante acciones de protección y conservación del parque.

Los servicios con los que cuenta la casa son:

- Electricidad
- Gas
- Vía de acceso

Los servicios con los cuales no cuenta la casa son:

- Agua potable
- Drenaje
- Transporte

Sin embargo, las medidas tomadas son el inicio para la transformación deseada, ya que en la situación actual del caso de estudio, se cuenta con un elevado consumo energético, especialmente de energía eléctrica, térmica y de abasto de agua, debido a la expansión de la casa en cuanto a carga instalada y horas de uso de consumo para la carga, mayoritariamente en iluminación. Esto ha traído consigo que, por parte de la compañía suministradora, se les clasifique como clientes de tarifa DAC (tarifa domestica de alto consumo), lo que propicia que bimestralmente la factura por energía eléctrica llegue con un costo bastante elevado ya como se obtuvo un "alto" consumo eléctrico que presenta la casa, se debe a la falta de conocimiento y desperdicio eléctrico (el consumo promedió en casa habitación está dentro de los 250 kWh/mes y 2,500 kWh/mes) así como su consumo importante de gas(su consumo promedio está dentro de los 213.75 L/mes y 193.6388 L/mes) y agua, dado que dichos servicios son proporcionados por empresas privadas. Generando una problemática importante para la comunidad ya que muchos de sus fuentes de energía proviene de recursos fósiles y del bosque aledaño a esta, siendo la calefacción a base de leña su principal fuente de energía ya que presenta una temperatura en sus alrededores de 10.8°C que es constante en todo el año conllevando a la comunidad y al caso de estudio en la necesidad de calefacción dado que la temperatura confort es de 25°C, y en la casa en estudio se provee a través de una chimenea y su fuente de energía es también la leña, lo que implica un gasto económico e impacto ambiental severo.

## OBJETIVO

### Objetivo

Determinar la factibilidad técnico - económica y ambiental de propuestas de implementación de ecotecnias en una casa habitacional de Santa Rosa Xochiac.



## CAPÍTULO 1 - ANTECEDENTES

### 1.1 Energías renovables

La electricidad es una forma preponderante de energía debido a su flexibilidad y fácil distribución, la demanda en todo el mundo está creciendo impulsada principalmente por los consumidores de equipos y aparatos electrónicos, la actividad industrial asociada y el cada vez mayor acceso de las poblaciones al desarrollo mundial (Enríquez, 2009).

Las energías renovables se basan en los flujos y ciclos implícitos en la naturaleza. Son aquellas que se regeneran y se espera que perduren por cientos o miles de años. Además, se distribuyen en amplias zonas y su adecuada utilización tiene un impacto ambiental favorable en el entorno, elemento que hoy se convierte en una herramienta de gran importancia, ante la necesidad de disminuir significativamente la emisión de gases de efecto invernadero a nivel mundial (SENER, 2009).

Las energías renovables a nivel mundial representan el 18% de la generación eléctrica, (la mayoría de esta participación considera las energías hidráulica y eólica) mientras que, la contribución al suministro térmico de las renovables es de un 24%. La participación de las energías fotovoltaica, solar, eólica y la bioenergía ha crecido rápidamente en los últimos años, efecto que se atribuye a las inversiones en investigación y desarrollo que se iniciaron hace más de tres décadas (IEA, 2008a).

#### Energía hidráulica

Hace más de un siglo, se aprovecha la energía hidráulica para generar electricidad, y de hecho fue una de las primeras formas que se emplearon para producirla. La energía minihidráulica es producida en instalaciones hidroeléctricas de capacidad limitada, utilizando la energía potencial o cinética generada por el agua que corre al salvar el desnivel natural o artificial existente entre dos puntos. Este proceso permite la transformación de dicha energía en electricidad, utilizando turbinas que se mueven mediante el volumen de agua que circula a través de éstas. La potencia mecánica producida por la corriente de agua es transmitida de la turbina a un generador eléctrico, mediante un eje giratorio (SENER, 2009).

Este tipo de energía se considera como renovable, pues no agota la fuente primaria al explotarla, y no implica la emisión de contaminantes o residuos. Adicionalmente, por su escala limitada reduce los impactos sobre el ambiente, y permite aprovechar corrientes de agua poco caudalosas o donde no es posible la construcción de grandes instalaciones, lo que la convierte en una fuente dinámica y adaptable a las condiciones geográficas e hídricas de cada región del país (SENER, 2009).

De igual forma, contribuye a la diversificación de las fuentes primarias de energía, y permite acercarlas a los usuarios, lo que determina la gestión local del recurso y la prestación del servicio en zonas alejadas de la red de distribución. De esta forma, se reducen los costos e ineficiencias relacionadas a la conducción y distribución de la energía en grandes distancias y ver el potencial hidroeléctrico por regiones del mundo en la Tabla 1.1.

Los principales beneficios económicos y sociales de esta fuente de energía son:

- a) Reducción de riesgos por inundaciones
- b) Mitigación de la erosión de las cuencas
- c) Mejoramiento de las labores agrícolas

- d) Desarrollo agroindustrial
- e) Derrama económica por la construcción y operación, y
- f) Arraigo en las zonas rurales y capacitación.

**Tabla 1.1 Potencial hidroeléctrico por regiones del mundo (Enríquez, 2009)**

Región	Capacidad teórica bruta (TWh/Año)	Capacidad técnicamente explotable (TWh/Año)
África	>3,876	>1,888
América del Norte	6,818	>1,668
América del Sur	6,891	>2,792
Asia	16,443	>4,875
Europa	5,392	>2,706
Medio Este	688	<218
Oceanía	596	>231
<b>Total</b>	<b>&gt;40,704</b>	<b>&gt;14,379</b>

### **Centrales de aguas fluyentes**

Instalaciones que mediante una obra de toma, captan una parte del caudal del río y lo conducen hacia la central para su aprovechamiento, para después devolverlo al cauce del río.

### **Centrales de pie de presa**

Son los aprovechamientos hidroeléctricos que tienen la opción de almacenar las aportaciones de un río mediante un embalse. En estas centrales se regulan los caudales de salida para utilizarlos cuando se precisen.

Existen dos tipos:

#### 1.\_ Centrales de canal de riego o abastecimiento:

Aprovechada esta mediante la instalación de una tubería forzada, que conduce el agua a la central, devolviéndola posteriormente al curso normal del canal.

#### 2.\_ Con desnivel existente en el propio canal:

Con desnivel existente entre el canal y el curso de un río cercano, en este caso la central se instala cercana al río y se aprovechan las aguas excedentes en el canal.

Al realizar un proyecto de una minicentral hidroeléctrica se debe tomar en cuenta el tipo de emplazamiento, la determinación del caudal y la altura de salto que determinará la potencia a instalar, así como, el tipo de miniturbina.

En la Figura 1.1 se observa la capacidad instalada de centrales hidroeléctricas en el mundo en el 2000, en la Tabla 1.2 la capacidad regional y en la Figura 1.2 se presenta el pronóstico del desarrollo minihidráulico mundial.

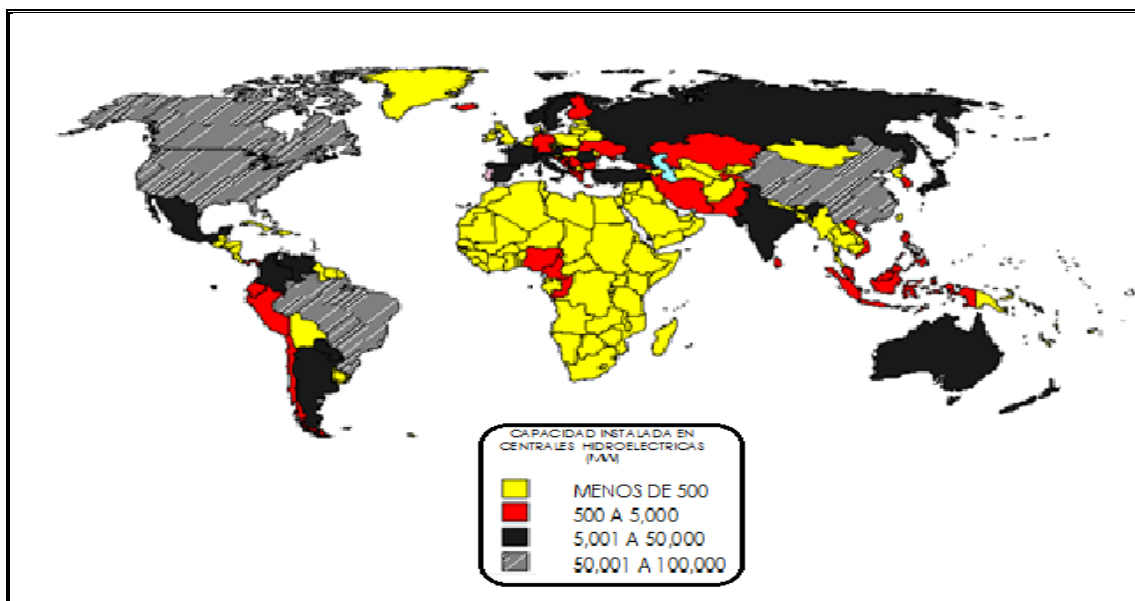


Figura 1.1 Capacidad instalada en centrales hidroeléctricas en el mundo -2000 (Enríquez, 2009)

Tabla 1.2 Capacidad regional hidroeléctrica instalada (Enríquez, 2009)

Región	Capacidad (MW)
África	20,170
América del Norte	160,133
América del Sur	106,277
Asia	174,076
Europa	214,368
Medio Este	4,185
Oceanía	13,231
Total	692,420

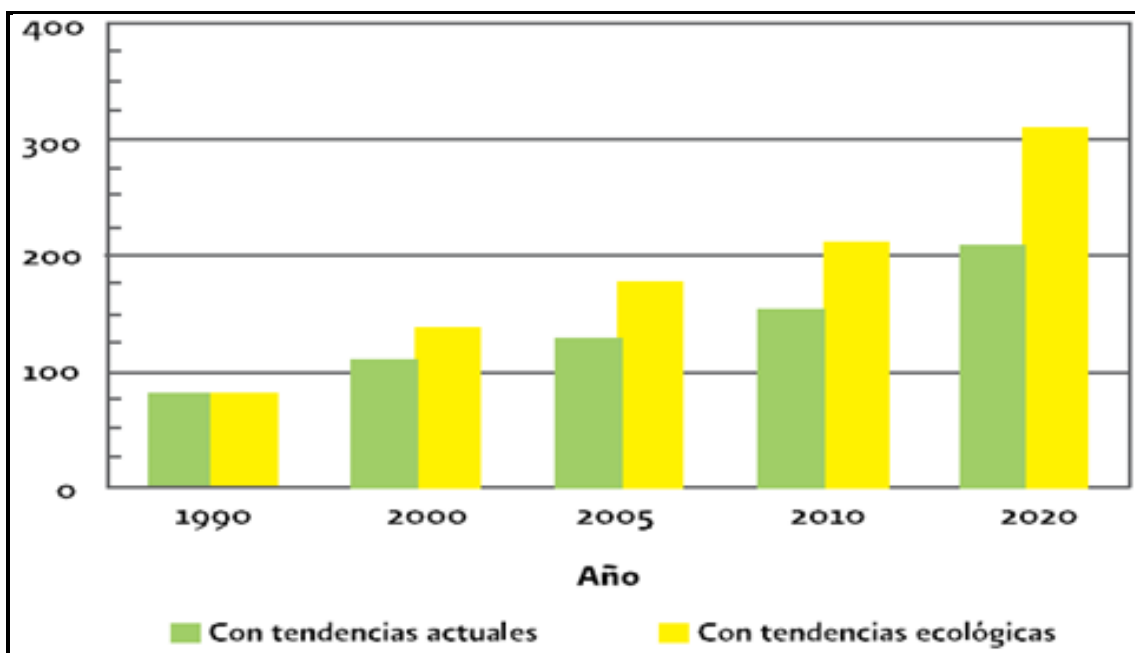


Figura 1.2 Pronóstico del desarrollo minihidráulico mundial (SENER, 2009)

### **Energía solar**

La energía solar es la fuente de energía más importante que hay sobre la tierra y sus habitantes, sin ella no habría vida. Es la fuente de energía que impulsa la reacción de fotosíntesis, como tal, es la responsable de toda la biomasa sobre la superficie de la tierra y del origen de los combustibles fósiles; productos de la fotosíntesis enterrados debajo de la superficie de la tierra hace millones de años(Enríquez, 2009).La energía solar crea los vientos en el mundo, evapora el agua que es la responsable de la lluvia. Las olas y la potencia térmica de los océanos son se tuvieron resultados del efecto del sol, de hecho, una parte de la energía nuclear, la energía geotérmica y la energía de las mareas también se deben al sol, es decir, él sol es responsable de todas las formas de energía que son explotadas por el hombre(Enríquez, 2009).Todas estas distintas fuentes de energía, cada una derivada del sol, se pueden usar para generar electricidad; sin embargo, la energía solar se puede usar directamente para generar electricidad. Esto se puede lograr en la forma más simple explotando el calor contenido en la radiación del sol, pero también directamente de la luz, usando un dispositivo electrónico conocido como celda solar; ambos métodos son valiosas formas de fuentes renovables de electricidad(Enríquez, 2009).

### **El recurso de la energía solar**

La energía radiada por el sol es alrededor del 7% de luz ultravioleta, 47% luz visible y 46% luz infrarroja. Su contenido de energía a la distancia de la tierra al sol es de alrededor de 1.4 KW/m<sup>2</sup> y se estima que cada año alrededor de 1,500 millones de TWh de energía solar alcanzan la tierra. No toda esta energía alcanza la superficie de la tierra, mucha de la radiación ultravioleta de onda corta es absorbida por la atmósfera; el vapor de agua y el dióxido de carbono absorben energía de longitud de onda mayor, en tanto que las partículas de polvo dispersan más radiación regresando en parte al espacio(Enríquez, 2009).

Cuando todos estos factores son tomados en cuenta, alrededor del 47% de la energía, del orden de 700 millones de TWh alcanzan la superficie, esto es 14,000 veces la cantidad de energía, 50 000 TWh usada por el hombre cada año. Mucha de esta energía solar impacta los océanos del mundo y es inaccesible, aun así, con sistemas de conversión de energía razonablemente eficientes, menos del 1% del terreno en el mundo podría proporcionar suficiente energía como para satisfacer la demanda global de electricidad, alrededor de 15,000 TWh.Poniendo esto en una perspectiva más práctica, el diseño de las plantas solares térmicas se hace con base a la densidad de energía solar expresada en KWh/m<sup>2</sup>/año, que con una eficiencia estimada del 10% da el valor en la energía real disponible que requiere de un área muy importante de terreno.Pero aún con este enorme potencial global, la capacidad de generación de energía eléctrica a partir de la energía solar es muy pequeña. De acuerdo con estimaciones de la Unión Europea, había probablemente menos de 800 MW de capacidad instalada en 1995 (incluyendo todos los tipos de tecnologías de generación solar). Entre 1995 y finales de 2003 la producción gruesa de celdas solares fue de alrededor de 2,600 MW (Enríquez, 2009).

### **Sitios para la generación de energía solar**

La cantidad de energía solar se expresa en la llamada constante solar, que representa la energía total que cae sobre un área unitaria expuesta normalmente a los rayos del sol a la distancia promedio tierra-sol. El valor más aceptado de la constante solar es 1.353 KW / m<sup>2</sup>. Un cierto número de partículas dispersas y el proceso de absorción en la atmósfera reduce el máximo flujo de calor que alcanza la

superficie de la tierra a un valor de alrededor de  $1 \text{ KW/m}^2$ . El flujo de calor alcanza la superficie de la tierra en dos formas: Directa y difusa, sólo la fuente de calor directa se colecta con los colectores. La relación de la energía directa a la energía total varía de lugar a lugar y depende de las condiciones atmosféricas como: polvo, humo, vapor de agua y otras materias suspendidas. Distintos investigadores han sugerido valores entre 0.64 y 0.88 para esta relación. Debido a que la altura del sol y la duración del día varían con la estación, la energía solar recibida durante el verano es muchas veces la energía recibida durante los días de invierno. Hay dos formas de transformar la energía contenida en la luz solar en electricidad

- La primera, denominada: "Generación térmica solar", involucra el uso del sol simplemente como una fuente de calor, éste es capturado, concentrado y usado para accionar una máquina de calor que puede ser una turbina de vapor convencional, en cuyo caso, el calor se usará para generar vapor, pero podría ser también una turbina de gas.
- La segunda forma de capturar energía solar y convertirla en electricidad, involucra el uso de celdas solares o fotovoltaicas. La celda solar es un dispositivo de estado sólido como un transistor o microchip, usa las características físicas de un semiconductor, tal como el silicio, para transformar en forma directa la luz del sol en electricidad.

### Generación térmica solar

El primer paso en la utilización de la energía solar, es la colección de esta energía, esto se hace a través de colectores cuyas superficies están diseñadas para una alta absorción y baja emisión. El segundo enfoque, llamado torre solar, emplea un colector de energía solar montado en la punta de una torre grande, se usa un campo de espejos para direccionar la luz solar sobre el colector, en donde el calor concentrado se usa en la generación de potencia eléctrica. Tanto el sistema de concentrador parabólico como la torre solar se pueden usar para construir plantas eléctricas a la medida. El tercer sistema, usualmente llamado el plato solar, comprende un disco parabólico con una máquina de calor montada en su foco, los platos son usualmente únicamente de 10-50 kw de capacidad, pero logran una alta eficiencia en la conversión de la energía. Los campos de discos se requieren para producir una planta solar de alta capacidad.

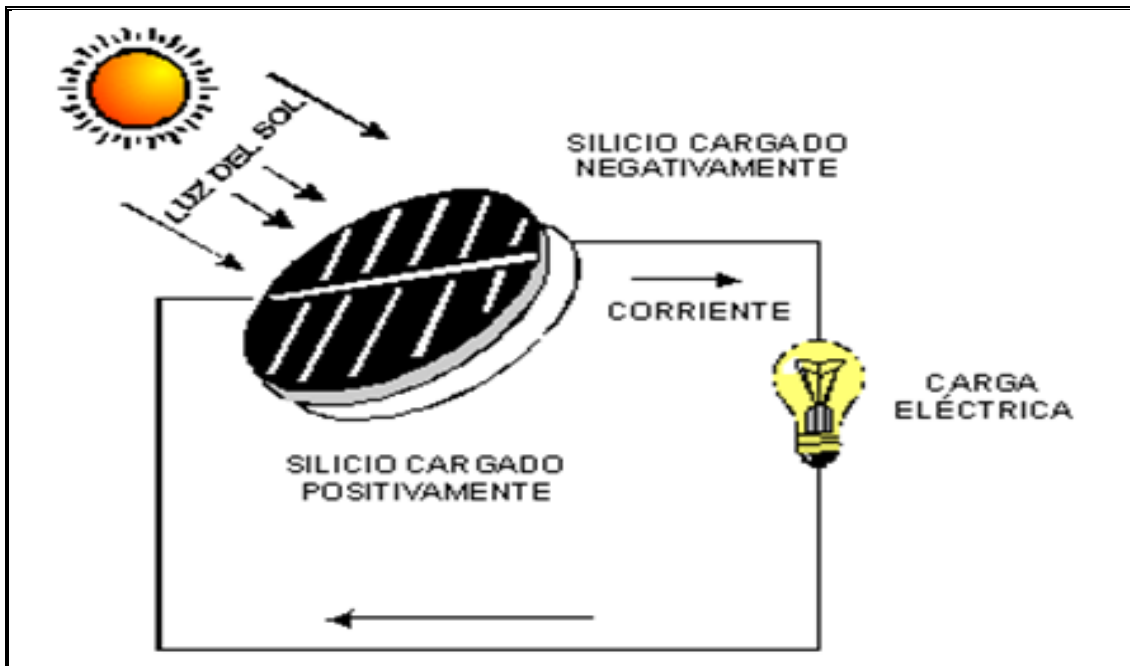
### Fundamentos de tecnología fotovoltaica

Es posible convertir directamente energía solar en energía eléctrica por un proceso fotovoltaico. La fotovoltaica es una tecnología basada en semiconductores (foto=luz, voltaico=voltaje) que convierte energía proveniente de la luz solar directamente en corriente eléctrica, que se usa ya sea en forma inmediata o almacenada en una batería, para su uso posterior. El efecto fotovoltaico es la generación de una fuerza electromotriz (f.e.m.) como se tuvieron resultados de la absorción de la radiación ionizante. (Enríquez, 2009)

Los dispositivos para conversión de la energía que se usan para convertir la luz solar en electricidad por efecto fotovoltaico, son conocidos como celdas fotovoltaicas o celdas solares, es decir, que una celda solar es un transductor que convierte la energía radiante del sol directamente en electricidad y básicamente un diodo semiconductor capaz de desarrollar un voltaje de 0.5-1.0V y una densidad de corriente de 20-40 mA/cm<sup>2</sup>, dependiendo de los materiales usados y de las condiciones de luz solar.

Las celdas fotovoltaicas están hechas de materiales semiconductores, usualmente silicio, para las celdas solares se tienen una especie de obleas delgadas de semiconductor especialmente tratadas para formar un campo eléctrico positivo de un lado y negativo del otro. En la Figura 1.3, se muestra el funcionamiento

básico de celda. La corriente producida por la celda fotovoltaica es una corriente directa (C.D.), la cual se convierte cuando es necesario en corriente alterna (C.A.) con la ayuda de un equipo apropiado (inversor)(Enríquez, 2009).



**Figura 1.3 Principio básico de trabajo de la tecnología fotovoltaica (Enríquez, 2009)**

La principal diferencia entre el sistema fotovoltaico y otros tipos de energía solar es que el fotovoltaico usa la energía del sol directamente en la forma de luz solar, en tanto que otras tecnologías solares usan el calor del sol; las celdas fotovoltaicas tienen un mantenimiento bajo y una larga vida, no tienen partes en movimiento y sus componentes son de electrónica del estado sólido, esto hace posible usar los sistemas fotovoltaicos en sitios remotos en donde los recursos son escasos. Los sistemas fotovoltaicos se pueden combinar con otros tipos de sistemas eléctricos para satisfacer la demanda, por ejemplo: el viento, hidráulico o diésel. En la Figura 1.4 se muestra el símbolo de la celda fotovoltaica y en la Tabla 1.3 siguiente, se muestra una comparación entre distintas tecnologías fotovoltaicas.

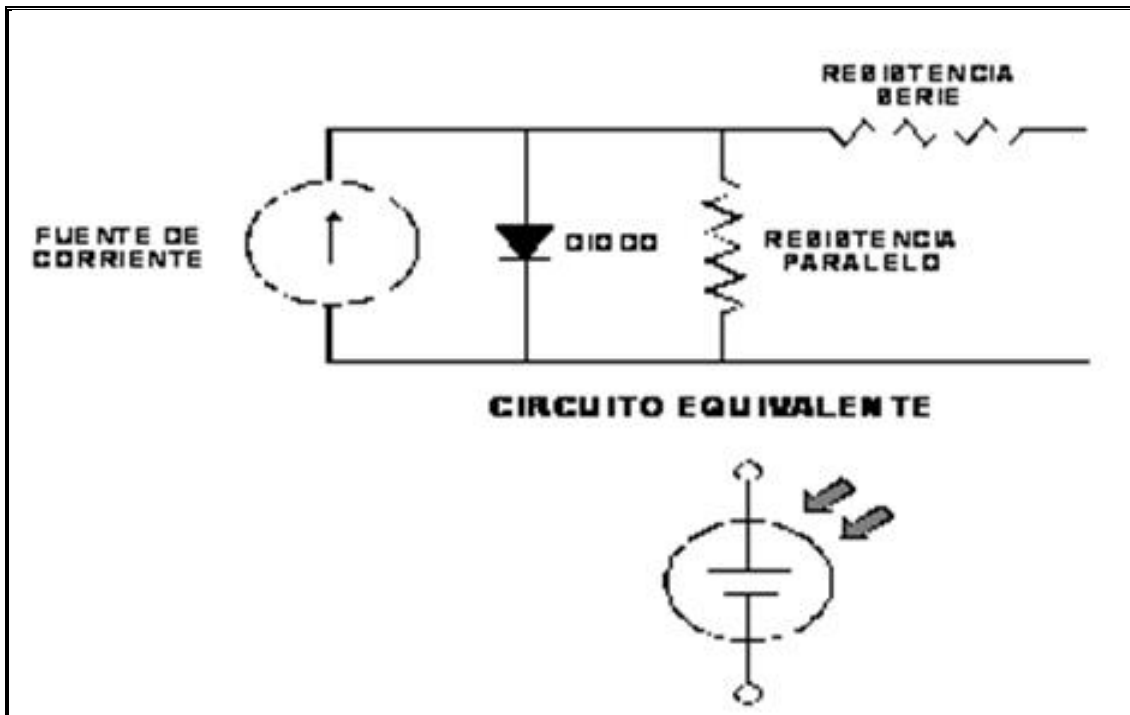


Figura 1.4 Símbolo de celda fotovoltaica (Enríquez, 2009)

Tabla 1.3 Tecnologías fotovoltaicas (Enríquez, 2009)

Tecnología	Eficiencia %	
	Celda	Módulo
Silicio cristalino	22	10-15
Silicio multicristalino	18	10-12
Capa delgada de silicio	17	6-8
Película delgada de silicio Amorfo	13	8-11

Actualmente, la producción de módulos fotovoltaicos está creciendo a una tasa de aproximadamente 25% por año, esto ha traído como se tuvieron resultados una considerable reducción en los costos, acelerando su uso en casas y edificios, así como para la interconexión a la red Figura 1.5.

Las celdas fotovoltaicas se conectan eléctricamente en circuitos serie y/o paralelo para producir mayores niveles de potencia. Los módulos fotovoltaicos consisten de circuitos de celdas fotovoltaicas sellados en un block laminado y protegido contra efectos ambientales.

Las ventajas de la energía fotovoltaica, que además de confiable son:

- Nivel de generación de energía desde micro hasta mega watts
- Pueden trabajar a la temperatura y presión ambiente
- Son dispositivos de estado sólido sencillos usados para convertir la energía
- No tienen partes móviles
- Funcionan en forma no atendida por largos periodos
- Tienen un periodo de vida activo largo
- No contaminan
- Son fáciles de operar
- Son de naturaleza modular, se pueden hacer arreglos serie-paralelo o serie-paralelo para obtener los valores de corrientes y voltajes deseados

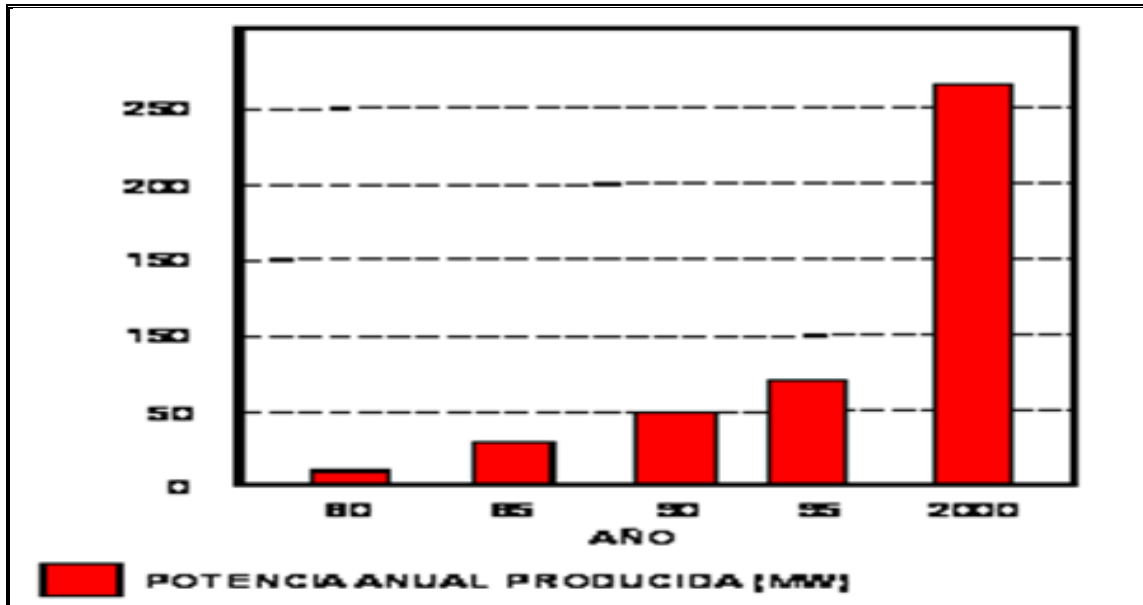


Figura 1.5 Producción fotovoltaica mundial en MW de potencia pico (Enríquez, 2009)

La clasificación de los sistemas fotovoltaicos se hace sobre las bases de funcionalidad y características de operación, y dependiendo también de las fuentes de energía involucradas. Las dos configuraciones principales de sistemas fotovoltaicos son: red eléctrica conectada al sistema fotovoltaico y sistemas fotovoltaicos autónomos.

#### **Red eléctrica conectada al sistema fotovoltaico o sistema interactivo red eléctrica- sistema fotovoltaico**

En estos sistemas, la carga está conectada tanto a un sistema de potencia fotovoltaico como a la red eléctrica de la compañía suministradora. El arreglo fotovoltaico alimenta a la carga durante los periodos de suficiente luz solar, en otras condiciones, la carga está alimentada por la red eléctrica de la compañía suministradora. La componente más importante del sistema red-sistema fotovoltaico es el inversor o acondicionador de potencia, que convierte la corriente directa (CD) proveniente del arreglo solar a un voltaje de corriente alterna (CA) en frecuencia y fase para satisfacer las necesidades de la carga conectada a la red eléctrica. Esta unidad acondicionadora se usa también para prevenir la sobrecarga y descarga de la batería. Cuando la salida del sistema fotovoltaico es mayor que la potencia demandada por la carga, el excedente del sistema fotovoltaico se alimenta a la red, a esto se le conoce también como retroalimentación. En situaciones cuando la demanda de la carga excede a la potencia de salida del sistema fotovoltaico (por ejemplo durante las noches o periodos de baja luz solar), la red eléctrica proporciona el balance requerido de potencia. En ambos casos, la energía se mide, para lo cual se usan medidores bidireccionales. Las consideraciones importantes para un sistema conectado a la red eléctrica son:

- Sincronización de la salida: Ésto se logra usando un inversor síncrono
- Auto desconexión del sistema fotovoltaico: En el caso de una salida o caída de la red eléctrica. Ésto se logra conectando interruptores de sincronización entre la red y el inversor
- Para un uso efectivo del equipo en una red conectada a un sistema fotovoltaico es necesario que su frecuencia, ángulo de fase, secuencia de fase y voltaje terminal satisfagan e igualen las condiciones de la red

En las Figuras 1.6, 1.7, 1.8, 1.9 y 1.10 se muestran diagramas del sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica en diferentes presentaciones.



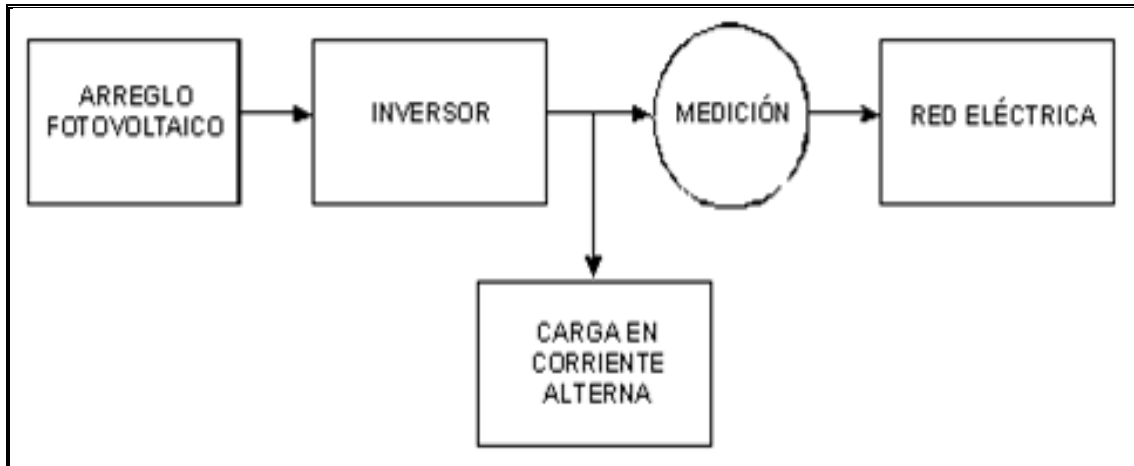


Figura 1.6 Diagrama de un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica (Enríquez, 2009)

### Sistemas fotovoltaicos autónomos

Estos sistemas están alimentados únicamente por arreglos fotovoltaicos y son independientes de la red de la compañía eléctrica. Hay varios tipos de sistemas fotovoltaicos autónomos y son:

- sistema fotovoltaico directamente acoplados a CD.

Este es el más simple de los sistemas fotovoltaicos autónomos, ya que es un sistema en donde el módulo fotovoltaico está directamente conectado a la carga.

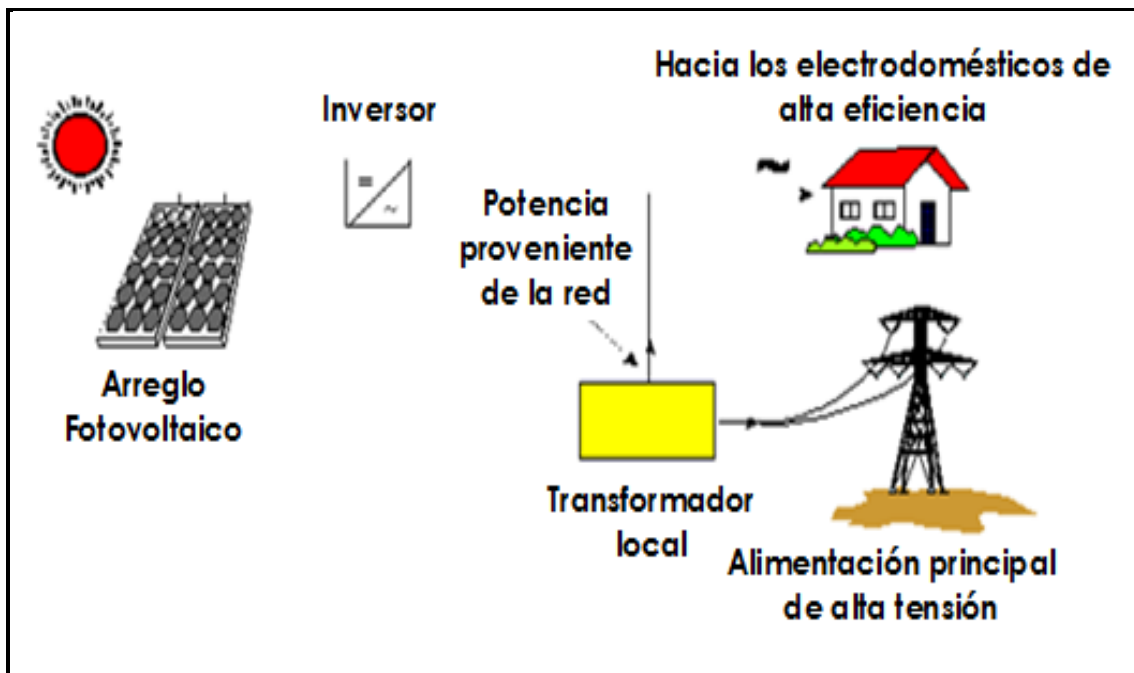


Figura 1.7 Diagrama esquemático de la interconexión a la red de un sistema (Enríquez, 2009)

En este caso, el sistema opera sólo durante el día porque no tiene provisión de almacenamiento de energía (batería). En la Figura 1.11 se muestra un diagrama de un sistema fotovoltaico de acoplamiento directo. Este tipo de configuración es recomendable únicamente para cierto tipo de aplicaciones no críticas como pequeñas bombas de circulación, ventiladores, entre otros. (Enríquez, 2009).

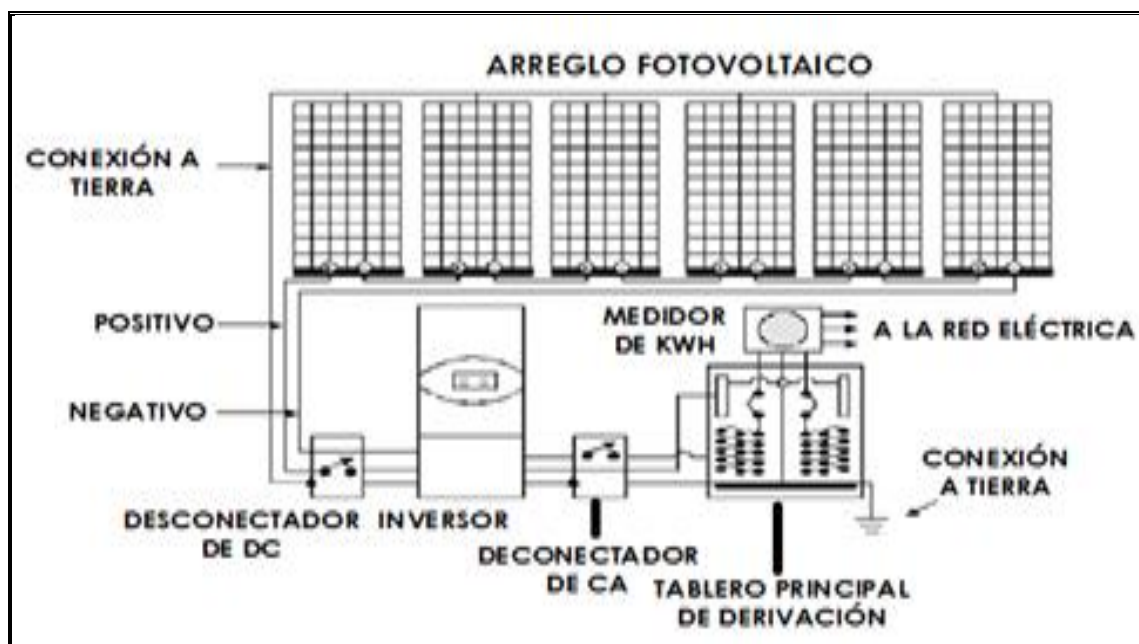


Figura 1.8 Diagrama esquemático de todas las componentes de un sistema eléctrico – solar conectado a la red eléctrica (Enríquez, 2009)

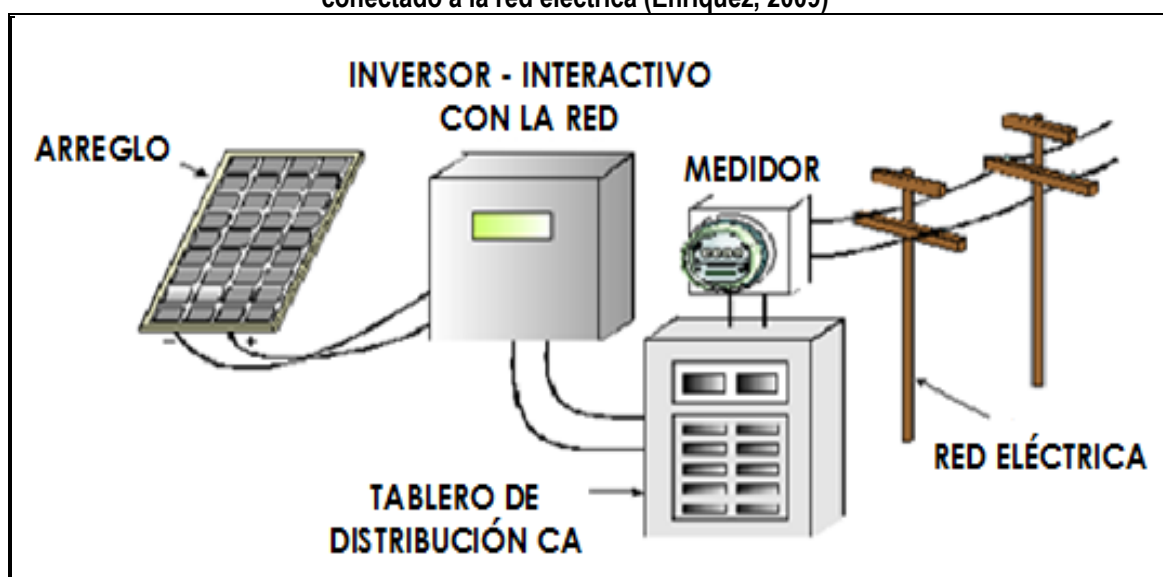


Figura 1.9 Sistema interactivo con la red controlado por inversor el cual agrega C.A. convertida de la C.D. a la red eléctrica en el tablero de fuera principal (Enríquez, 2009)

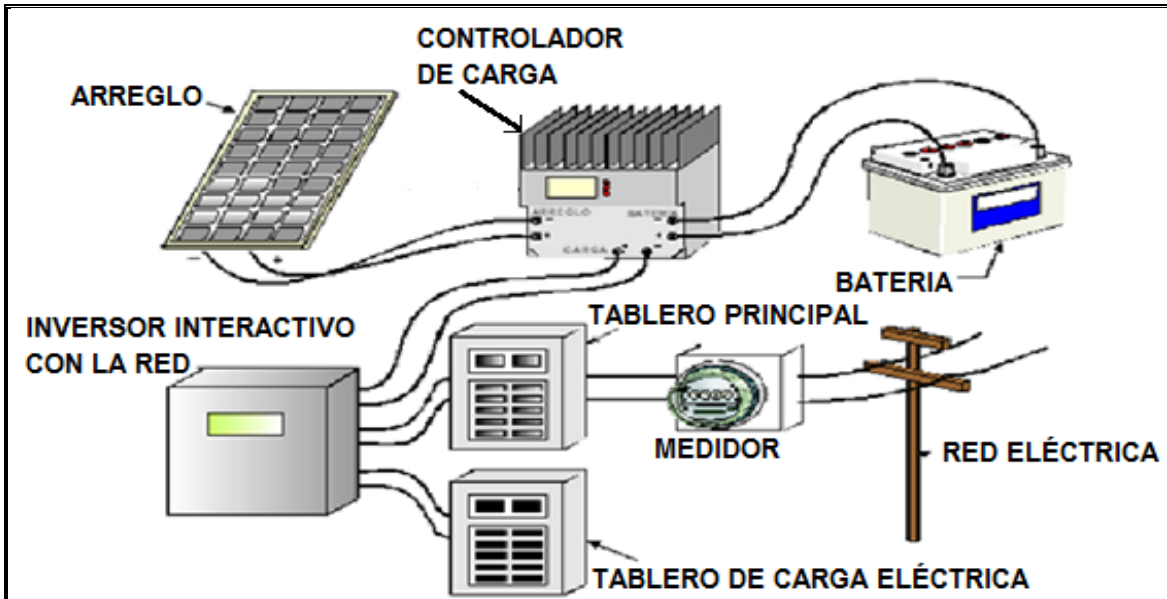


Figura 1.10 Sistema bimodal que puede operar en forma interactiva con la red o como sistemas aislados (Enríquez, 2009)

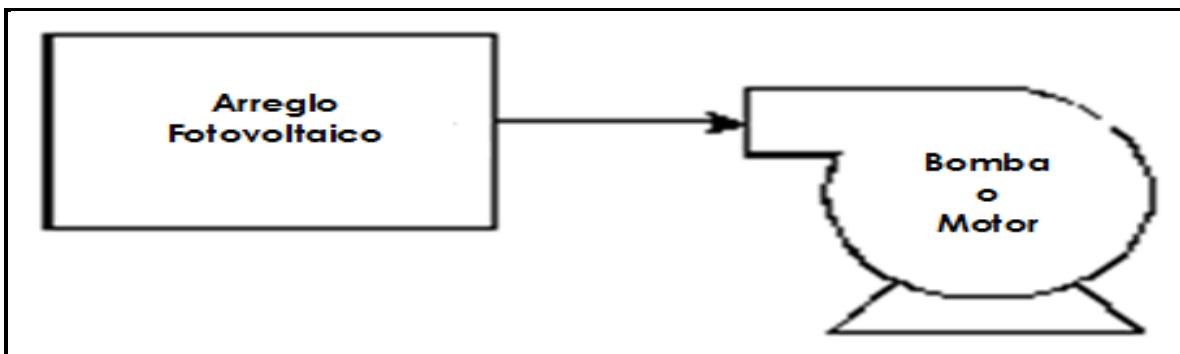


Figura 1.11 Diagrama de un sistema fotovoltaico de acoplamiento directo (Enríquez, 2009)

- **sistema fotovoltaico de CA con inversor**

Este tipo de sistema fotovoltaico se usa en casas remotas o algunas aplicaciones industriales. Las componentes básicas del sistema son: un arreglo fotovoltaico, baterías, un controlador de carga y un inversor. El inversor convierte la CD producida por el arreglo fotovoltaico en CA. Este sistema, con un gran arreglo fotovoltaico, es una fuente confiable de energía en la ausencia de red de alimentación Figura 1.12.

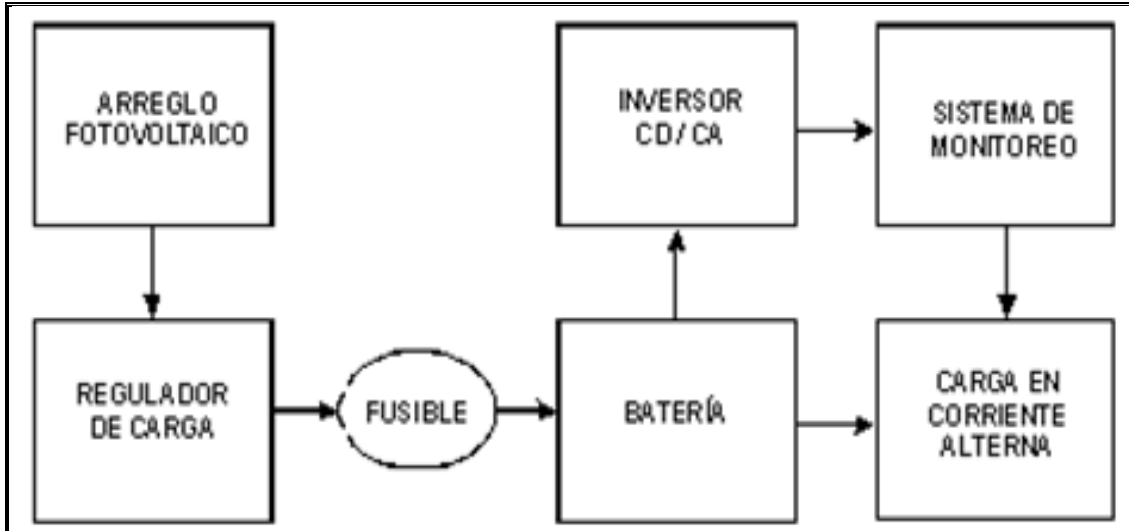


Figura 1.12 Diagrama esquemático de un sistema fotovoltaico de corriente alterna con inversor (Enríquez, 2009)

- **sistemas fotovoltaicos híbridos**

Estos son tipos especiales de sistemas en los cuales hay una potencia de respaldo en la forma de un grupo generador, que puede ser tipo diésel. Estos sistemas son de los más usados por su confiabilidad como se muestra en las Figuras 1.13 y 1.14. La Figura 1.15 muestra la superficie instalada de calentadores solares por aplicaciones en México del año 2008.

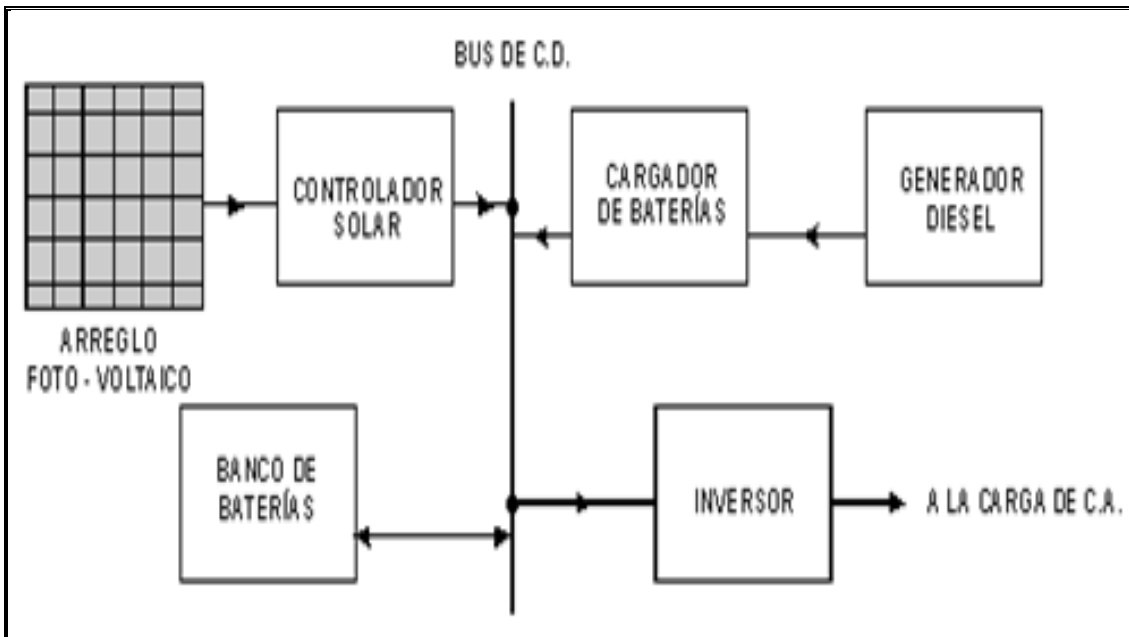


Figura 1.13 Sistema híbrido fotovoltaico – diésel (Enríquez, 2009)

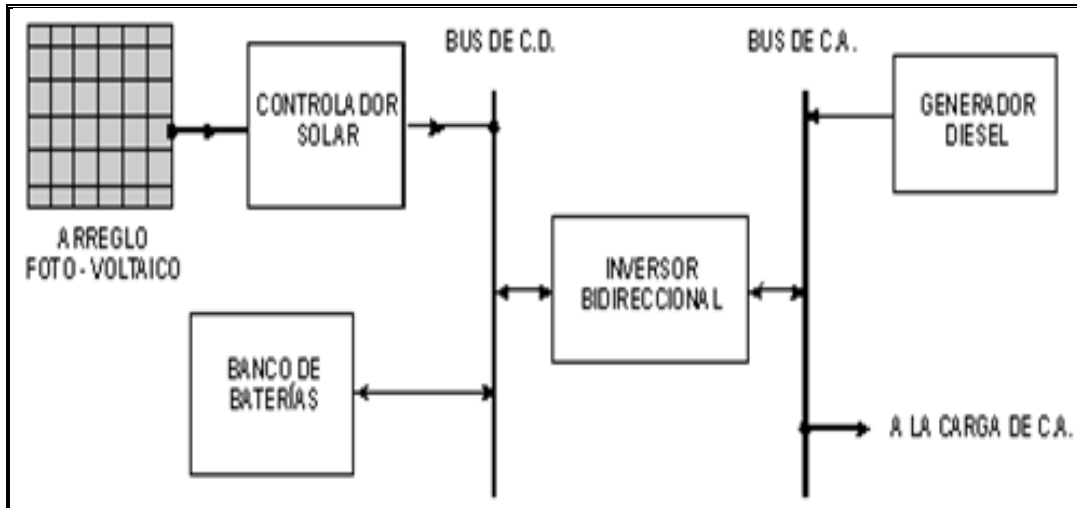


Figura 1.14 Configuración paralelo de un sistema fotovoltaico – diésel (Enríquez, 2009)

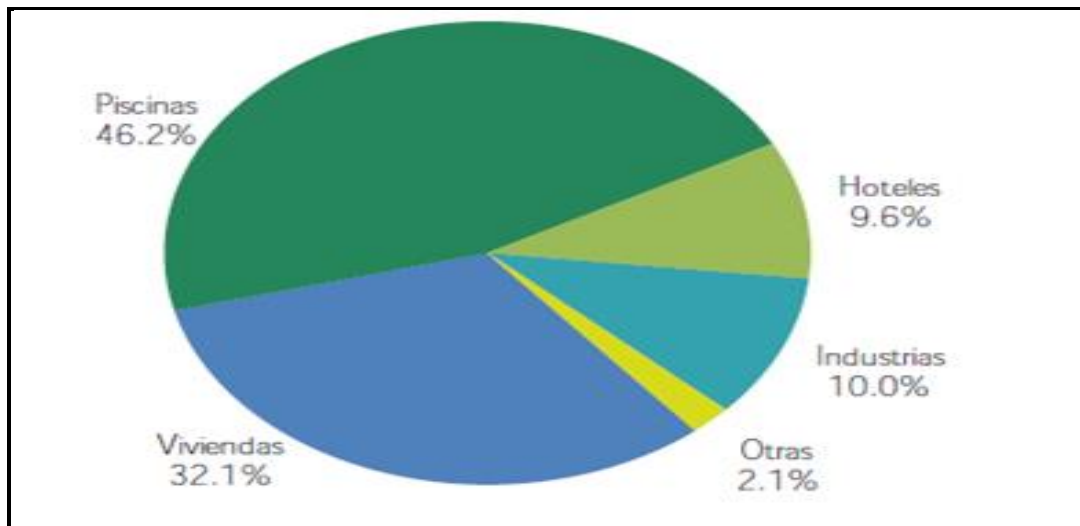


Figura 1.15 Superficie instalada de calentadores solares (SENER, 2008b)

### Energía geotérmica

La energía geotérmica es la proveniente del núcleo de la Tierra en forma de calor, que se desplaza hacia arriba en el magma que fluye a través de fisuras en rocas y que alcanza niveles cercanos a la superficie, donde existen condiciones geológicas favorables para su acumulación. Este tipo de yacimiento está asociado a fenómenos volcánicos y sísmicos, cuyo origen común son los movimientos profundos que ocurren continuamente entre los límites de las placas (SENER, 2009).

En la actualidad se han identificado cinco tipos de sistemas geotérmicos, los cuales se explican a continuación:

a) Sistemas hidrotermales. Se caracterizan porque se alimentan con agua de la superficie de la tierra en forma de lluvia, hielo o nieve, la cual se infiltra lentamente en la corteza terrestre a través de poros y fracturas, penetrando a varios kilómetros de profundidad en donde es calentada por la roca, alcanzando en algunas ocasiones temperaturas de hasta 400 °C. En la actualidad estos sistemas son los únicos que se explotan comercialmente para la generación eléctrica.

b) Sistemas de roca seca caliente. Se caracterizan por ser sistemas con alto contenido energético pero con poca o nula cantidad de agua. No se explotan comercialmente en la actualidad, pero se encuentra en desarrollo la tecnología que permita su aprovechamiento. El Instituto Norteamericano de Medición Geológica, a través de la Encuesta Geológica Estadounidense (U.S. Geological Survey) ha estimado que la energía almacenada en los yacimientos de roca seca caliente que se encuentran dentro de los 10 km superiores de la corteza terrestre, equivale a más de 500 veces la energía acumulada en todos los yacimientos de gas y de petróleo del mundo, lo que refleja el potencial del recurso.

c) Sistemas geopresurizados. Se caracterizan por ser sistemas que contienen agua y metano disuelto a alta presión (del orden de 700 bares de presión) y mediana temperatura (aproximadamente 150 °C). No se explotan comercialmente en la actualidad.

d) Sistemas marinos. Se caracterizan por su alta entalpía (magnitud termodinámica) y localización en el fondo del mar. No se explotan comercialmente en la actualidad. Se han efectuado estudios preliminares en el Golfo de California con algunas inmersiones en un submarino, logrando observar a 2,600 m de profundidad chimeneas naturales descargando chorros de agua a 350 °C, y

e) Sistemas magmáticos. Se caracterizan por ser sistemas de roca fundida existentes en aparatos volcánicos activos o a gran profundidad, en zonas de debilidad cortical. No se explotan comercialmente en la actualidad, y algunos ejemplos de estos sistemas son el Volcán de Colima (México) y el Volcán Mauna Kea (Hawaii). El atractivo más importante de este tipo de sistemas son las altísimas temperaturas disponibles (800°C), lo cual cobra especial relevancia si consideramos que la eficiencia de las máquinas térmicas es proporcional a la temperatura máxima de su ciclo termodinámico. Sin embargo, en la actualidad no se cuenta con la tecnología y los materiales adecuados para resistir la corrosión y las altas temperaturas que permitan aprovechar la enorme cantidad de energía almacenada en las cámaras magmáticas de los volcanes activos (SENER, 2009).

Se tiene registro del aprovechamiento de la energía geotérmica en diversas actividades industriales como son: Calefacción (Islandia, Estados Unidos de América, Nueva Zelanda), procesado de alimentos (Estados Unidos de América y Filipinas), lavado y secado de lana (China y Nueva Zelanda), fermentación (Japón), industria papelera (Australia, China y Nueva Zelanda), producción de ácido sulfúrico (Nueva Zelanda), manufactura de cemento (Islandia y China), o teñido de telas (Japón). Los registros de 1999 indican que el uso de recursos geotérmicos de baja entalpía a nivel mundial fue de 16,209 MWT. El 37% de estos recursos se empleó en el calentamiento de espacios, 22% en balneología, 14% en bombas de calor, 12% en invernaderos, 7% en acuicultura, 6% en aplicaciones industriales y 2% en agricultura y otras aplicaciones. La generación de electricidad por medio de la energía geotérmica y, por lo tanto, la estimación del potencial aprovechable están íntimamente ligadas con las condiciones naturales del yacimiento geotérmico utilizado para ese fin. La presión de entrada a las turbinas de vapor está determinada por la presión y la temperatura del yacimiento.

De manera indirecta y gracias a estimaciones e investigaciones realizadas en otros países para desarrollar el aprovechamiento de otro tipo de yacimientos, como es el de fracturamiento en roca seca caliente profunda, el Massachusetts el Instituto de Tecnología considera que Estados Unidos de América podría obtener 100,000 MW con esta tecnología, y que en México podría existir más de 20,000 MW de potencial geotérmico. Al desarrollar e investigar las ventilas hidrotermales en el Golfo de California, su aprovechamiento podría significar más de 10,000 MW. Sin embargo, en la actualidad todavía no se ha desarrollado la tecnología que permitirá su aprovechamiento, por lo que se requiere continuar con esta línea de investigación y desarrollo de tecnología. El primer reporte de la instalación y operación de una planta geotermoeléctrica data de principios de los años treinta, en el campo geotérmico de Larderello,

Italia, mientras que en el continente americano la primera planta se instaló el 20 de noviembre de 1959, en el campo Pathé, en México, con una capacidad de 3.5 MW y operó hasta 1973, año en el que fue desmantelada. En la actualidad se exhibe como pieza de museo en el campo geotérmico de los Azufres, Michoacán (SENER, 2009).

Otro aspecto característico de las plantas geotermoeléctricas es su factor de planta de entre 80 y 90%, el cual es superior al compararlo con el factor de planta de 65% de las plantas térmicas convencionales. Adicionalmente la operación de dichas plantas requiere pequeñas cantidades de agua de enfriamiento, que no se considera que compita con el desarrollo de otras actividades regionales que requieran agua en sus procesos. En el plano de cuidado al ambiente, las plantas geotermoeléctricas generan aproximadamente un sexto del CO<sub>2</sub>, comparado con las instalaciones que queman gas natural; asimismo, prácticamente no producen óxidos de nitrógeno o de azufre, por lo que se considera una fuente de energía limpia. Se estima que cada 1,000 MW generados con geotermia evitan la emisión anual a la atmósfera de aproximadamente 860 toneladas de diversas partículas contaminantes y de 3.5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (SENER, 2009).

**Potencial estimado**

La Comisión Federal de Electricidad estima que el potencial geotérmico en México es de 1,395 MW. Sin embargo, el sector académico calcula que dicho potencial pudiera ser mucho mayor.

**Capacidad instalada**

Actualmente existen alrededor de 10,000 MW de capacidad instalada en el mundo, de los cuales a nivel nacional se cuenta con 964.5 MW de capacidad instalada, misma que tiene una generación bruta de 7,057,768 de MWh, distribuida en cuatro centrales geotermoeléctricas en el país, las cuales se enlistan en la Tabla 1.4 (CFE y CRE, 2009).

La energía geotérmica tiene varias ventajas: El flujo de producción de energía es constante a lo largo del año ya que no depende de variaciones estacionales como lluvias, caudales de ríos, etc. Es un complemento ideal para las plantas hidroeléctricas (Figura 1.16). El vapor producido por líquidos calientes naturales en sistemas geotérmicos es una alternativa al que se obtiene en plantas de energía por quemado de materia fósil, por fisión nuclear o por otros medios.

**Tabla 1.4 Distribución de la capacidad instalada y generación bruta de energía geotermoeléctrica en México (SENER, 2008a).**

Nombre de la Central	Municipio	Entidad	Número unidades	Capacidad efectiva (MW)	Generación bruta (MWh)
Cerro Prieto	Mexicali	Baja California	13	720.0	5,176,200
Tres Virgenes	Mulegé	Baja California Sur	2	10.0	42,050
Azufres	Cd. Hidalgo	Michoacán	15	194.5	1,516,620
Humeros	Chignautla	Puebla	8	40.0	320,970
		Total	38	964.5	7,055,840

Las perforaciones modernas en los sistemas geotérmicos alcanzan reservas de agua y de vapor, calentados por magma mucho más profundo, que se encuentran hasta los 3,000 metros bajo el nivel del mar. El vapor se purifica en la boca del pozo antes de ser transportado en tubos grandes y aislados hasta las turbinas. La energía térmica puede obtenerse también a partir de géiseres y de grietas.

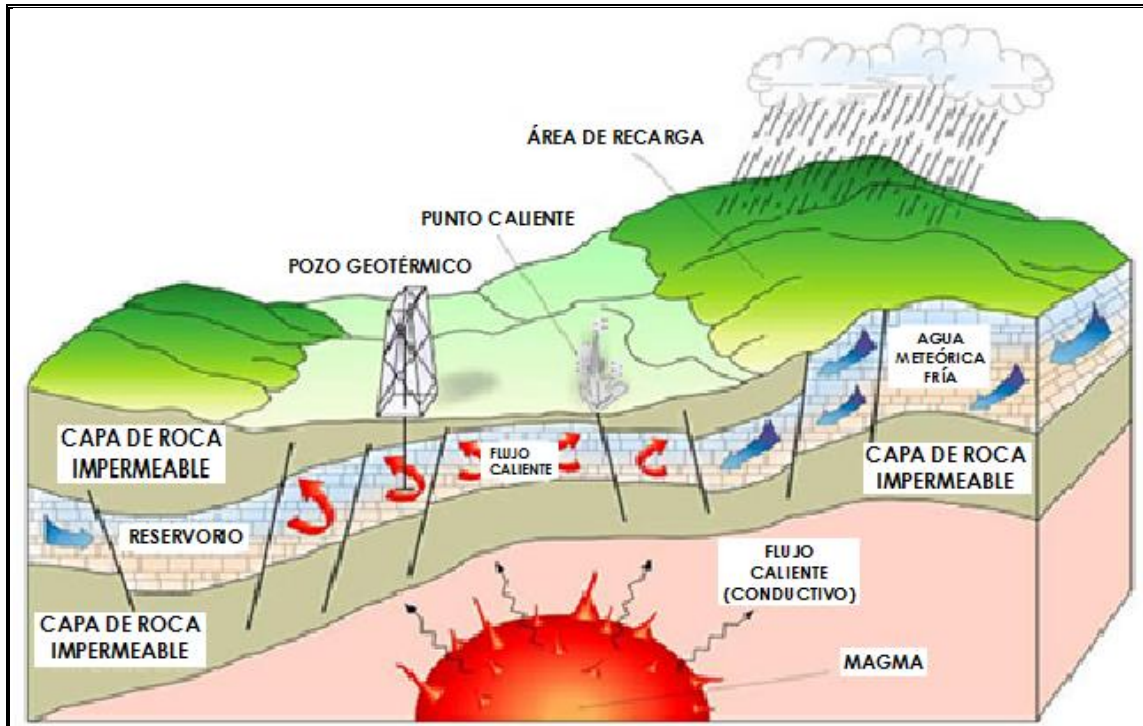


Figura 1.16 Energía geotérmica (Dickson y Fanelli, 2004)

Hacen falta inversiones para crear plantas geotérmicas que permitan extraer a través de pozos agua subterránea que se calienta entre 200 y 300 °C, calor que se aprovecha como energía mientras el agua se regresa al acuífero para no desequilibrar al planeta. La geotermia desprende algunos residuos de azufre y de bióxido de carbono e hidróxido de azufre que se pueden limpiar antes de llegar a la atmósfera. En centrales geotérmicas, el vapor y el calor y el agua caliente de las reservas geotérmicas proporcionan la fuerza que hace girar los generadores de turbina y produce electricidad, en la Figura 1.17 se observa un esquema de una central geotérmica. El agua geotérmica utilizada es posteriormente devuelta a inyección al pozo hacia la reserva para ser recalentada, para mantener la presión y para sustentar la reserva.

Hay tres tipos de centrales geotérmicas. El tipo que se construya depende de las temperaturas y de las presiones de la reserva. Una reserva de vapor seco produce vapor pero muy poca agua. El vapor es entubado directamente en una central de vapor seco que proporciona la fuerza para girar el generador de turbina.

El campo de vapor seco más grande del mundo es Los Géiseres, unas 90 millas al norte de San Francisco. Las plantas geotérmicas, como las eólicas o solares, no queman combustibles para producir vapor que gire las turbinas.

La generación de electricidad con energía geotérmica ayuda a conservar los combustibles fósiles no renovables, y con el menor uso de estos combustibles, reducimos las emisiones que ensucian nuestra atmósfera. Hay un aire sin humo alrededor de las plantas geotérmicas, de hecho algunas están construidas en medio de granjas de cereales o bosques, y comparten tierra con ganado y vida silvestre local. El área de terreno requerido por las plantas geotérmicas por megavatio es menor que otro tipo de plantas. Las instalaciones geotérmicas no necesitan intervenir ríos o talar bosques, y no hay instalaciones mineras, túneles, piscinas de desecho ni fugas de combustible.

Los usos directos de las aguas geotérmicas van en un rango de 10 a 130°C y son utilizadas directamente de la tierra:

- Para uso sanitario



- Balnearios
- Para cultivos en invernaderos durante el periodo de nevadas
- Para reducir el tiempo de crecimiento de pescados, crustáceos, etc.
- Para varios usos industriales como la pasteurización de la leche
- Para la implantación de calefacción en distritos enteros y viviendas individuales

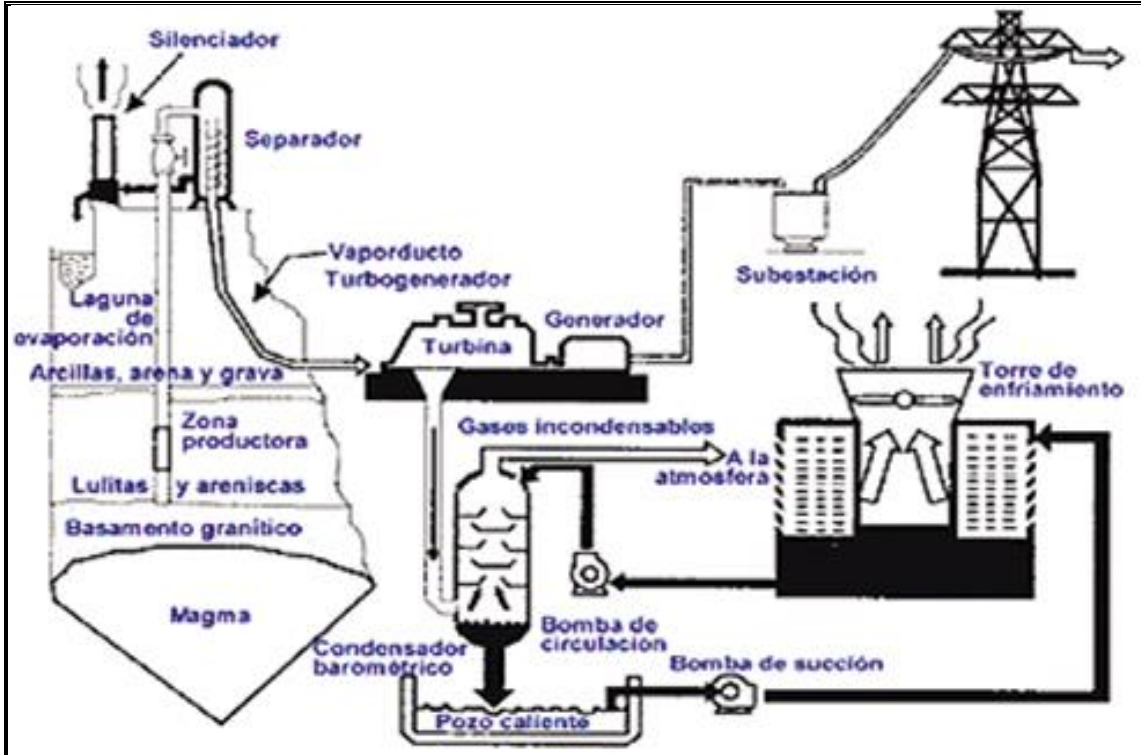


Figura 1.17 Esquema de una central geotérmica (Dorn, 2008)

Muchos miles de nuevos megavatios, por encima de los que ahora están siendo producidos, podrían ser desarrollados de los recursos hidrotermales ya identificados. Con mejoras en la tecnología, mucha más energía podrá convertirse en disponible. Los recursos geotérmicos utilizables no son limitados por las reservas hidrotermales en los márgenes de las placas de la corteza. La mayoría del mundo reposa sobre una capa de roca líquida y científicos de los países más desarrollados han experimentado con agua conducida a estas profundas rocas líquidas para crear más recursos hidrotermales para usarlos en centrales geotérmicas. A medida que la tecnología de perforación mejore, permitiéndonos perforar mucho más profundamente. La energía geotérmica de la roca seca y caliente podrá ser accesible en cualquier lugar.

Entonces se tendrá la capacidad de destapar un potencial cierto y enorme de recursos caloríferos de la corteza de la tierra. La energía geotérmica es una alternativa ante el agotamiento de los recursos convencionales y un aporte importante para solucionar los problemas de energía, abriendo una posibilidad de un futuro mejor para todos.

### Energía eólica

Desde hace mucho tiempo se han aprovechado la energía del viento o energía eólica en aplicaciones como el transporte con velas, la molienda de granos y el bombeo de agua, pero fue hasta hace relativamente pocos años, que se desarrolló la tecnología para transformar esta energía en electricidad a gran escala. El proceso consiste en atrapar la energía cinética asociada al viento y transformarla en otra fuente de energía como la mecánica o la eléctrica (SENER, 2009).

Esta energía se puede usar en distintas formas, como para bombeo de agua, molino de granos, para proporcionar potencia eléctrica a hogares o pequeñas comunidades que incluyen algunos negocios. Estos sistemas usan turbinas de viento que convierten la energía cinética del viento en energía mecánica, con la ayuda de propulsores, como son: Las palas o hélices. La energía mecánica es convertida en energía eléctrica con la ayuda de un generador. Para diseñar e instalar un sistema de energía del viento, es muy importante comprender la naturaleza y las características de los recursos del viento, también es muy importante analizar la selección del sitio, si éste es pobre puede dar como se tuvieron resultados una velocidad de viento baja, lo cual significa una menor energía por convertir, y esto a la larga afecta la salida del sistema de energía del viento.

**El recurso del viento**

La superficie de la tierra está formada de desiertos, océanos y terrenos montañosos que absorben la energía solar en distintas magnitudes, debido a esto, la superficie de la tierra se calienta en forma irregular. Las regiones alrededor de Ecuador, a la latitud de 0°, se calientan más por el sol que el resto del planeta, debido también a que el aire caliente es más ligero que el aire frío, se eleva a una altura de aproximadamente 10 km y se comienza a dispersar a través del Norte y del Sur. Si la tierra no girara, este aire caliente pasaría a los polos Norte y Sur, y gradualmente retornaría al Ecuador; sin embargo, debido a la rotación de la tierra, el viento es desviado hacia la derecha en el Hemisferio Norte y hacia la izquierda en el Hemisferio Sur, esta fuerza de curvatura se conoce como “La fuerza Corioli”.

La fuerza de curvatura (Corioli) afecta a la formación de los vientos globales, previene que la elevación del aire caliente en el Ecuador se mueva demasiado lejos, en la latitud de 30 grados en ambos hemisferios, el aire se comienza a enfriar formando una zona de alta presión en estas áreas. En el Ecuador hay una zona de baja presión, cerca del nivel de suelo, debido a la elevación del aire caliente y a los polos, hay un área de alta presión por el enfriamiento del aire. A los vientos antes mencionados, se les llama también “vientos geostróficos”, dependen principalmente de las diferencias de temperatura sobre la tierra, no están afectados en forma notable por la superficie irregular de la tierra. El viento geostrófico se encuentra a alturas sobre 1,000 m sobre el nivel de la tierra, para alturas menores (hasta 100 m) la rugosidad y obstáculos de la superficie de la tierra entran en juego, los vientos en este nivel se llaman los vientos de superficie. Los vientos locales también juegan un papel importante en la determinación de la dirección y velocidad del viento en el área dada. La dirección del viento en cualquier localidad es la combinación de los vientos globales prevalentes y los vientos locales en esta área. En algunos casos, el viento local puede jugar un papel mayor que el de los vientos globales (de gran escala). En la Tabla 1.5 se muestran el recurso de los vientos regionales y en la Figura 1.18 la energía eólica estimada a 50m.

**Tabla 1.5 Recursos de vientos regionales (Enríquez, 2009)**

REGIÓN	RECURSOS DISPONIBLES (TWh/AÑO)
Europa occidental	4,800
Norteamérica	14,000
Australia	3,000
África	10,600
América latina	5,400
Europa del este y la antigua unión Soviética	10,600
Asia	4,600
<b>TOTAL</b>	<b>53,000</b>

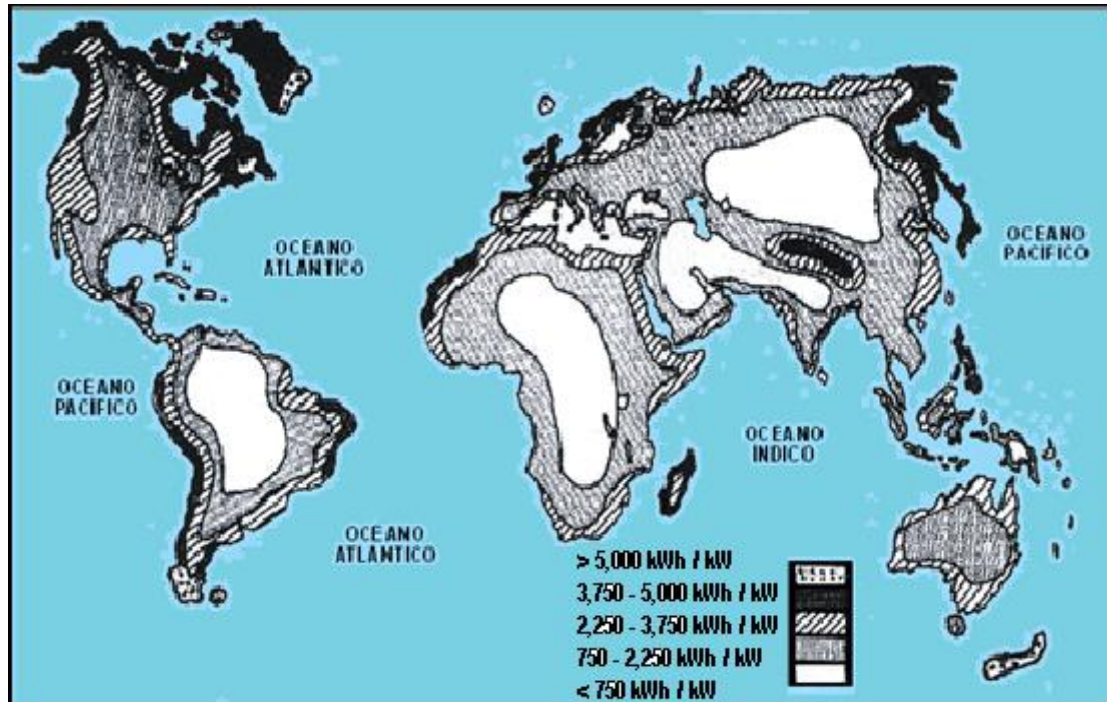


Figura 1.18 Energía eólica estimada a 50 m de altura del suelo para ser transformada en energía eléctrica (Enríquez, 2009)

### Las características de un buen sitio para la generación de energía con el viento

Las características del sitio para generar energía eólica se pueden resumir como sigue:

- Una velocidad del viento anual alta
- Que no se tengan obstrucciones de árboles en un radio de alrededor de 3 Km
- Abierto y plano (aproximadamente una densidad de potencia del viento de 750 kmh/m<sup>2</sup> por año), o bien terreno plano cercano al mar (costero) con una densidad de potencia de aproximadamente 2,400 kmh/m<sup>2</sup> por año
- Un espacio montañoso produce un efecto de embudo (la densidad de potencia del viento es de aproximadamente 1,600 kmh/m<sup>2</sup> por año)

### La tecnología de las turbinas

El único propósito de un sistema de energía del viento es convertir la energía en movimiento del aire a energía eléctrica. Esto se puede hacer en dos pasos, el primero es convertir la energía del viento en energía mecánica rotatoria con la ayuda de aeroturbinas, de aquí, el generador eléctrico convierte la energía mecánica en energía eléctrica, por lo que es evidente que un sistema de energía de viento debe tener una turbina y un generador eléctrico. Para convertir la energía del viento en energía eléctrica se requiere también del soporte de otros subsistemas que se describen brevemente a continuación:

El eje de la turbina se debe acoplar al rotor del generador eléctrico y el devanado del estator del generador se conecta a la subestación o a más baterías (según sea el tamaño del sistema y de su función), en donde la energía se acumula y distribuye. Se deben colocar ciertos controladores de seguridad antes de los acopladores para proteger al sistema de las condiciones de sobrecarga causadas en primer término por la alta velocidad de los vientos, lo más común es conectar una caja de engranes antes de los acopladores. En la Figura 1.19, se muestra un diagrama esquemático simple de un sistema de viento, que se le conoce también como “sistema de conversión de energía del viento” (Enríquez, 2009).

Las turbinas de energía de viento se clasifican en dos grandes categorías basadas en la orientación de los ejes de la turbina:

- Turbinas de viento de eje horizontal
- Turbinas de viento de eje vertical

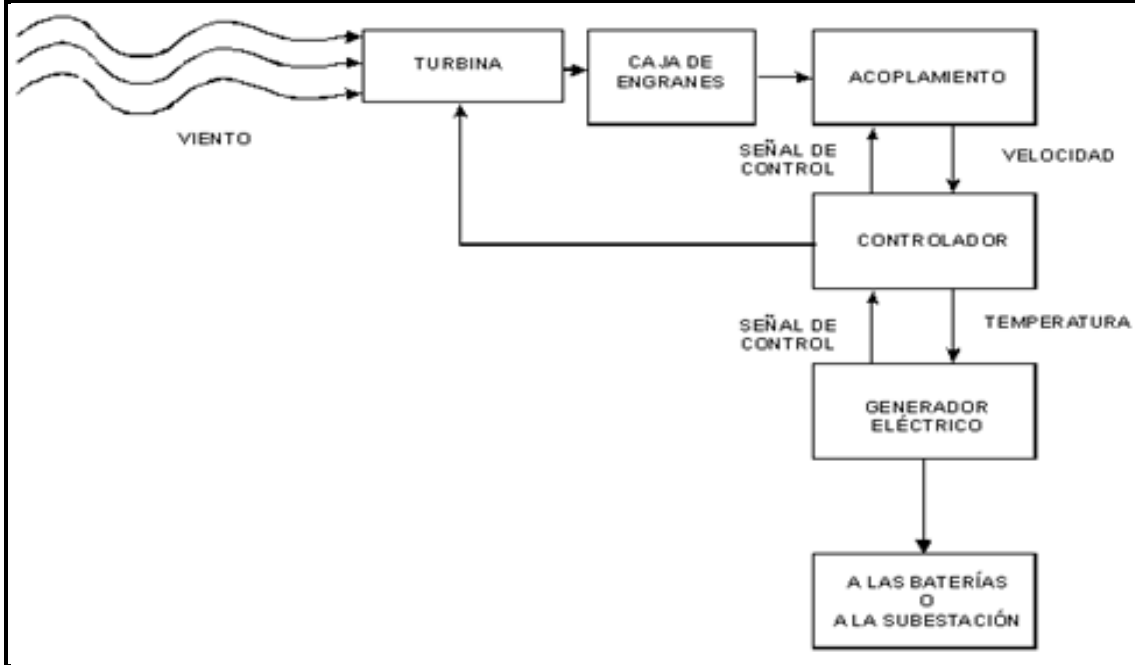


Figura 1.19 Diagrama esquemático simple de un sistema de energía del viento (Enríquez, 2009)

**Potencial estimado en México**

En México se han identificado diferentes zonas con potencial para la explotación eólica para la generación eléctrica, como en el Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca, La Rumorosa en el estado de Baja California, así como en los estados de Zacatecas, Hidalgo, Veracruz, Sinaloa, y en la Península de Yucatán, entre otros. La Asociación Mexicana de Energía Eólica estima que estas zonas podrían aportar hasta 10,000 MW de capacidad al parque eléctrico nacional (SENER, 2009). En la Figura 1.20 se muestra la capacidad eólica instalada en el mundo del 2005 al 2008 por MW.

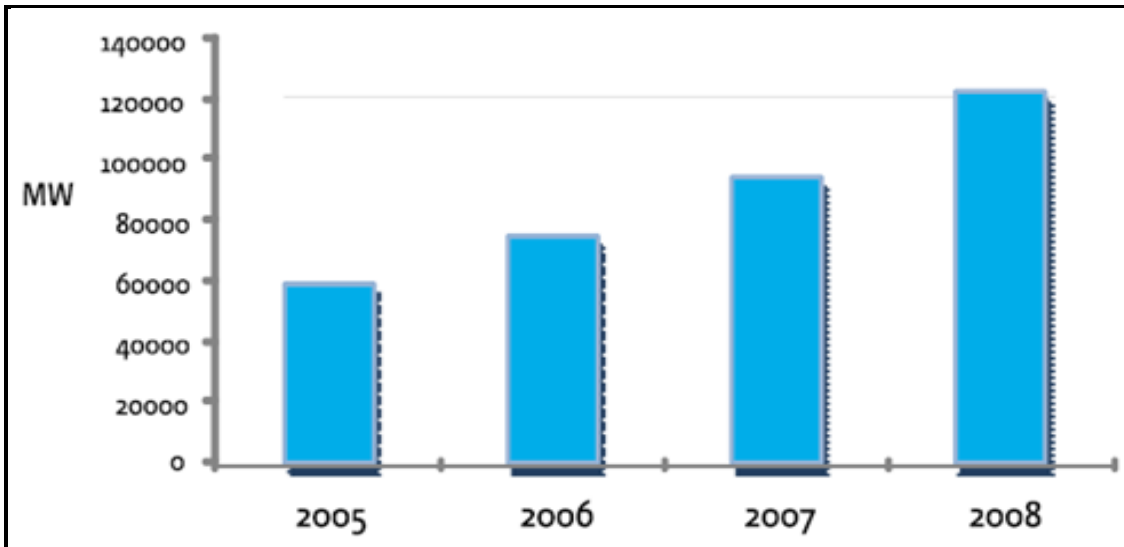


Figura 1.20 Capacidad eólica instalada a nivel mundial (SENER, 2009)

### Energía del mar

La energía de la marea es debida a la fuerza gravitacional de atracción entre la tierra y el sol y entre la tierra y la luna. La fuerza gravitacional  $F$  entre dos cuerpos (por ejemplo entre el sol y una molécula de agua sobre la tierra) está dada por (Enríquez, 2009):

$$F = \frac{k(M \cdot m)}{r^2}$$

Donde:

$M$  = Masa del sol

$m$  = Masa de una molécula de agua

$r$  = Distancia entre el sol y la molécula de agua  $m$

$K$  = Constante gravitacional

La fuerza gravitacional entre la luna y la molécula de agua estará dada por una ecuación similar, debido a que la distancia entre la luna y la tierra es mucho menor que aquella entre el sol y la tierra, la atracción entre la luna y la molécula de agua es de alrededor dos o tres veces aquella entre el sol y una molécula de agua.

Como la tierra gira alrededor de su eje, la molécula de agua se alternará para estar en los lados de día y noches con respecto al sol y la luna, cuando está del lado del día, la distancia entre la molécula y el cuerpo de atracción es menor que aquella entre la tierra y el cuerpo de atracción, cuando la molécula está sobre el lado de la noche y su distancia es mayor que la tierra y la fuerza de atracción sobre la molécula es menor que sobre la tierra, en ambos casos hay una tendencia para que la molécula de agua se separe de la tierra, esta fuerza tendrá dos máximos durante 24 h.

El fenómeno de resonancia debido a la diferencia entre los periodos fundamentales del sol y la luna y los efectos relacionados de la gravedad también afecta al fenómeno de las mareas. Los otros fenómenos que tienden a incrementar la amplitud de las mareas son los residuos del fondo del mar y la canalización de bahías. Cuando la longitud de la bahía se aproxima a un cuarto de la longitud de la onda de la marea, la amplitud de la marea se mantiene alta, debido a todos estos efectos, en algunas bahías y desembocaduras de ríos la tendencia es a elevarse unos pocos metros, en estas áreas ocurren dos mareas altas diariamente en intervalos bien definidos (ciclo de las mareas) de aproximadamente 12 horas y 50 minutos para dos ciclos de mareas. Adicionalmente las mareas tienen una variación estacional con las mareas más altas de primavera ocurriendo de dos veces por año en los equinoccios de primavera y otoño y las mareas más bajas ocurriendo en la mitad del verano e invierno, otra variación de largo plazo menos significativa en el ciclo de las mareas que se repite a si mismo cada 18 años y 9 meses (Enríquez, 2009).

### Presas para mareas

Para utilizar la energía de las mareas, el agua se debe atrapar en la parte alta de la marea, detrás de una cortina o presa y luego hacer accionar una turbina cuando regresa al mar durante la marea baja. La disponibilidad de energía es proporcional al cuadrado de la amplitud de la marea, como tal la energía disponible tiende a ser concentrada en regiones de alta marea. La cantidad de generación depende solo del fenómeno de las mareas y se puede predecir con cierta precisión, debido a las variaciones en el patrón de las mareas, la potencia de salida muestra algunas variaciones como:

1. Dos rupturas de la actividad de generación por día comenzando alrededor de 3 horas antes de la marea alta y terminando después de 4 a 6 horas

2. En cada ciclo de las mareas la potencia de salida se incrementará con la diferencia entre las mareas alta y baja, entonces la curva de la potencia de salida corresponderá a un ciclo de 14 días
3. El tiempo de la marea alta cambia por alrededor de una hora cada día y la potencia de salida refleja ese cambio
4. La marea alta de primavera siempre ocurre al mismo tiempo, por lo que la máxima disponibilidad no se distribuye parejo durante el día

Los esquemas de mareas pueden ser con almacenamiento sencillo o esquema de doble almacenamiento, por supuesto el esquema de almacenamiento sencillo es más barato, sin embargo no es muy útil debido a las variaciones en la potencia de salida, mencionadas antes un esquema con almacenamiento sencillo produce potencia siguiendo las fases del sol y de la luna y no de la demanda de la carga en el sistema, por lo tanto con este esquema se requiere siempre una planta de respaldo. Un esquema con dos almacenamientos puede producir una potencia de salida continua, el almacenamiento superior se llena durante la marea alta y el inferior se vacía durante la marea baja, hay siempre suficiente altura entre los dos almacenamientos para accionar la turbina, la planta está localizada sobre un dique que separa a los dos almacenamientos. Este esquema es más costoso, pero mucho más flexible y permite el suministro de potencia en forma continua (Figura 1.21).

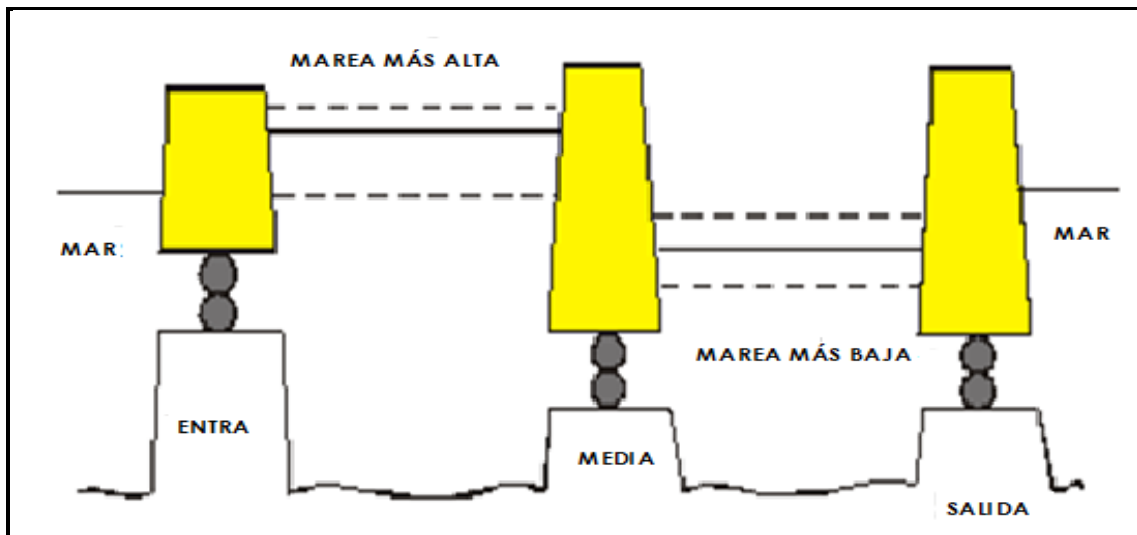


Figura 1.21 esquema de un sistema de marea con dos cuencas (Enríquez, 2009)

### Cortinas para mareas

La construcción de una cortina o presa para las mareas representa el mayor costo para el desarrollo de una planta maremotriz, como un se tuvieron resultados del trabajo de investigación llevado a cabo en las plantas maremotrices, se ha conducido hacia una mayor eficiencia en la cortina (Enríquez, 2009). La construcción de presas para mareas requiere de tecnología avanzada para resolver algunos problemas complejos como los siguientes:

1. Las regiones que son más prometedoras para la generación con energía de las mareas tienden a ser aquellas que ofrecen mayor dificultad desde el punto de vista de la construcción de las cortinas
2. Las bahías que tienen basura llevan este material al lecho máximo lo que bloquea canales y también al oleaje
3. Las cortinas son mejor construidas sobrelecho de roca pero las bahías frecuentemente tienen material flojo

4. El problema más grande cuando se construye una cortina es el cierre, en la medida que la construcción se hace estrecha, las velocidades del flujo se hacen más grandes, dependiendo de la máxima velocidad del área encerrada y la altura de la ola
5. Los esquemas maremotrices no pueden arrancar con pequeñas instalaciones y crecer en un periodo con más y más capacidad. Las incertidumbres se deben evaluar cuidadosamente sin perder de vista el periodo de construcción que es muy largo y sus efectos sobre el costo de la generación. Los factores que se deben considerar en la etapa de planeación son el tipo de cortina (con almacenamiento sencillo o doble) lo que requiere tomar en consideración en la etapa de planeación, el tipo de cortina, el tamaño y número de unidades generadoras

La única planta maremotriz grande que se encuentra en operación es la de La Rance en Francia, cuyos detalles son: Rango medio de la marea 7.5 m, superficie del área de almacenamiento 17 Km<sup>2</sup>, capacidad instalada 240 MW, energía anual producida  $6 \times 10^8$  KWh, año de puesta en operación, 1966, esta planta usa un esquema de bombeo para incrementar la potencia promedio de salida (la energía anual de salida es la energía total de salida menos la energía requerida para bombeo)(Enríquez, 2009).

Durante los últimos 25 años de operación la planta ha tenido una disponibilidad alta (97%) con los periodos de mantenimiento se ha reducido a un rango de 71% al 90%. Otros esquemas de operación con maremotrices son pilotos, están en Rusia (capacidad 0.4 MW, rango de Marea 2.4 m), Jianjia en China (capacidad 3.2 MW rango de marea 5.0 m), Annapolis en Canadá (capacidad 20 MW, rango de marea 6.4 m). Existen otras propuestas de proyectos potenciales en el mundo, los mayores están en Canadá e Inglaterra (Enríquez, 2009).

### **Biomasa**

La energía de la biomasa es aquella que se obtiene de productos y residuos animales y vegetales. Así, la energía contenida en la leña, los cultivos energéticos, el carbón vegetal, los residuos agrícolas, los residuos urbanos y el estiércol puede ser calificada como energía de la biomasa y clasificarse como formas primarias a los recursos forestales y como formas secundarias a los residuos forestales, agrícolas, ganaderos y urbanos (SENER, 2009).

Desde el punto de vista energético, la biomasa se puede aprovechar de dos maneras: quemándola para producir calor o transformándola en combustible (sólido, líquido o gaseoso) para su transporte y/o almacenamiento. El mundo depende de la biomasa para obtener cerca de 11% de su energía. Se estima que 46 Exajoules (EJ) de la energía primaria global se derivan de la biomasa: 85% por uso "tradicional" (leña y estiércol para combustible doméstico) y 15% en uso industrial de combustibles, procesos de Calor y Energía Combinados (CHP), y electricidad. Para transformar la biomasa se utilizan varios procesos, los cuales pueden ser de cuatro tipos (SENER, 2009):

- a) Físicos, que son los procesos en los que se actúa físicamente sobre la biomasa e incluyen al triturado, astillado, compactado e incluso secado;
- b) Químicos, que son los procesos relacionados con la digestión química, generalmente mediante hidrólisis, pirolisis y/o gasificación;
- c) Biológicos, que ocurren por la acción directa de microorganismos o de sus enzimas, generalmente llamado fermentación. Son procesos relacionados con la producción de ácidos orgánicos, alcoholes, cetonas y polímeros, y
- d) Termoquímicos, en los que la transformación química de la biomasa ocurre al someterla a altas temperaturas (300°C– 1500°C).

Se estima que un metro cúbico de leña es suficiente para permitir que 5 personas tengan suficiente calor para calentar agua para 108 baños de 15 minutos cada uno. Gracias a la presencia de bacterias, los

desechos orgánicos húmedos contenidos en los rellenos sanitarios producen metano. En este sentido, se estima que un relleno sanitario con 5.6 millones de toneladas de residuos sólidos produce suficiente biogás para alimentar una planta de 5 MW de capacidad durante 10 años. Con un estimado de 14,000 MW de capacidad instalada alrededor del mundo, la biomasa es la mayor fuente de potencia para generación de energía eléctrica con energías renovables, después de la hidroeléctrica. Estados Unidos de América es el más grande generador de potencia a través de biomasa con 7,000 MW instalados. Las expectativas de crecimiento de la generación con biomasa alrededor del mundo son de más de 30,000 MW para el año 2020. China y la India son considerados candidatos para instalar sistemas con biomasa de manera masiva. Las estimaciones muestran que para el 2015 China deberá tener entre 3,500 y 4,100 MW instalados, y la India entre 1,400 y 1,700 MW. Esto representa un crecimiento acelerado de sus niveles actuales de capacidad instalada de 154 y 59 MW respectivamente (SENER, 2009). Otros países que muestran un promisorio crecimiento por la variedad de sus sistemas de biomasa son Brasil, Malasia, Filipinas, Indonesia, Australia, Canadá, Inglaterra, Alemania y Francia.

### Plantas de biogás

La fuente principal de biogás es el excremento de vaca húmedo, algunas otras fuentes de producción de biogás son:

- i) Las aguas negras o residuales
- ii) Los residuos de cultivos agrícolas
- iii) Los desperdicios vegetales
- iv) Algas
- v) Estiércol de puerco
- vi) Excremento de aves de corral
- vii) Algas marinas

El biogás es una mezcla que contiene 55-65% de metano, 30-40% de dióxido de carbono y el resto son impurezas del hidrógeno y algo de nitrógeno y se puede producir a partir de la descomposición de los desperdicios de los animales, los humanos y las plantas, es un gas limpio que se quema lentamente que tiene un poder calorífico del orden de 18 KJ/m<sup>3</sup> se puede usar directamente para cocinas y para aplicaciones de producción de potencia, la ventaja que tiene es que el material del cual se produce el biogás retiene su valor como fertilizante y se puede regresar al suelo.

### Aplicaciones del biogás

El biogás es un gas combustible flamable con 60% de CH<sub>4</sub> y el resto CO<sub>2</sub>, el gas se puede mejorar retirando el CO<sub>2</sub> con agua de vegetales y el gas con alto valor de calentamiento se puede usar en máquinas de combustión interna. Las principales aplicaciones del biogás son:

- i) Para cocina
- ii) Iluminación y calefacción doméstica
- iii) Máquinas de combustión interna
- iv) Para celdas combustibles

### Tipos de plantas de biogás

Las plantas de biogás convierten biomasa húmeda en biogás (metano) por el proceso de fermentación anaeróbica, la bacteria llamada anaerabe es la que lleva a cabo la digestión de la biomasa sin oxígeno y produce metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), las plantas de biogás pueden tener



aplicación en áreas rurales, el estiércol de vacas, de aves de corral y los desperdicios agrícolas etc. se convierten en metano. Una planta típica de biogás tiene:

- Un digestor
- Un tanque de entrada
- Un tanque de salida
- Tuberías, etc.

Las plantas de biogás se construyen en varios tamaños pequeño (0.5 m<sup>3</sup>/día) a muy grande (2,500 m<sup>3</sup>/día), las configuraciones pueden ser simples o complejas. Las plantas de biogás se clasifican como sigue:

Tipo continuo

- De etapa sencilla
  - De doble etapa
2. Tipo procesamiento por lote
  3. Tipo domo fijo
  4. Tipo domo modificado
  5. Tipo bolsa flexible
  6. Tipo domo flotante

La descripción de cada una de las componentes principales para las plantas de biomasa usada como biogás, se menciona en las Figuras 1.22, 1.23 y 1.24.

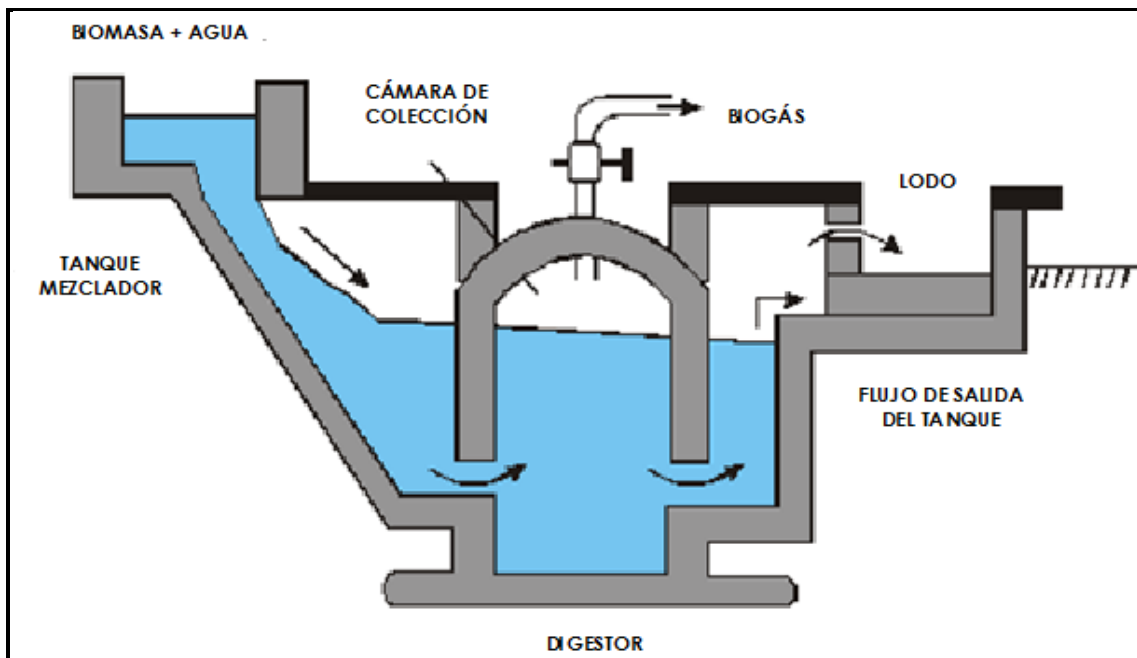


Figura 1.22 Planta domo tipo fijo (Enríquez, 2009)

La gasificación involucra la combustión parcial de la biomasa ya sea en aire o en oxígeno para producir un gas que contiene compuestos de combustible orgánicos monóxido de carbono e hidrógeno. El proceso de gasificación está bien probado y el gas producido tendrá un valor calorífico de entre una quinta parte o la mitad de la del gas natural, pero es suficiente para ser quemado en una turbina de gas y generar electricidad.

Con esta configuración se han logrado eficiencias entre 45% y 50%. Otra alternativa es usar el biogás en una celda de combustible, las celdas modernas de alta temperatura son capaces de quemar componentes químicos del biogás.

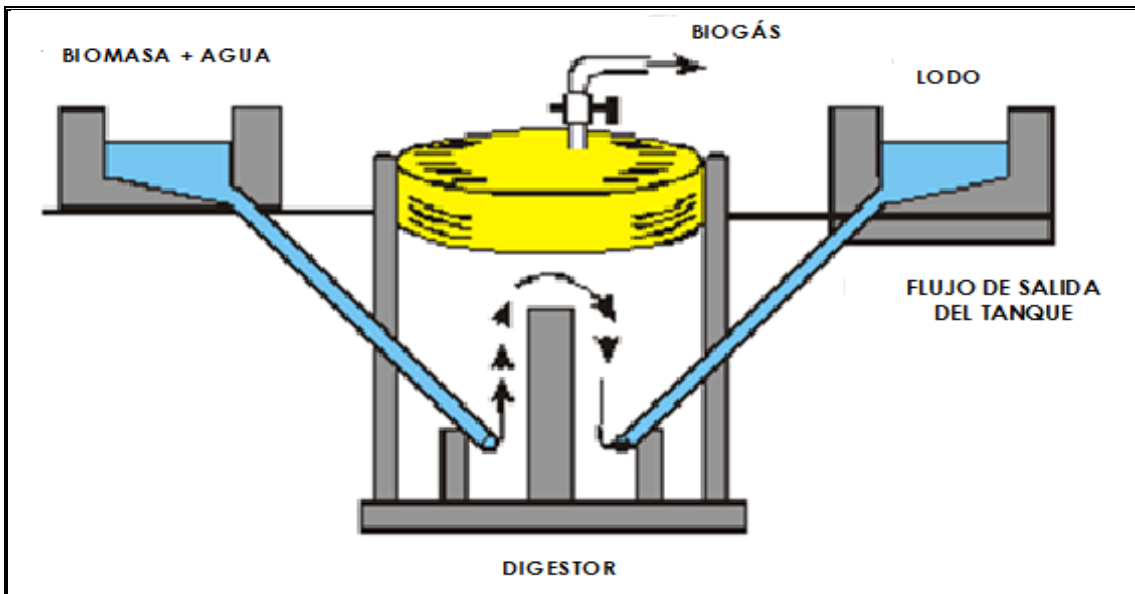


Figura 1.23 Planta tipo gas flotante (Enríquez, 2009)

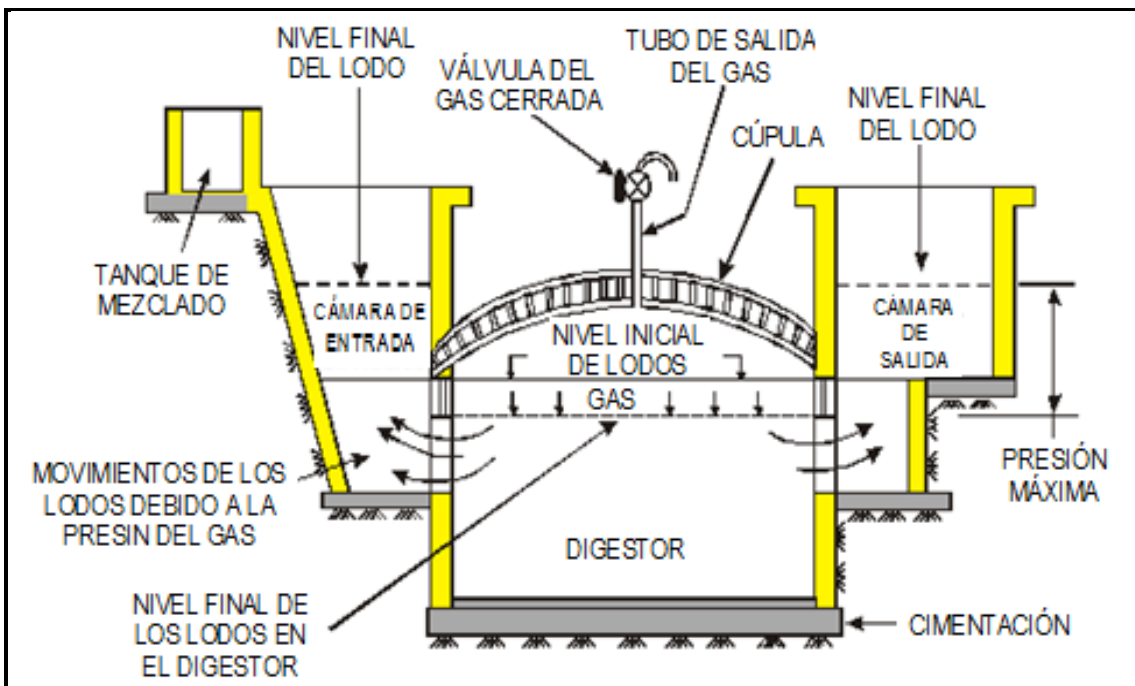


Figura 1.24 Modelo de plata de gas con biomasa (Enríquez, 2009)

El mundo depende de la biomasa para obtener cerca de 11% de su energía. Se estima que 46 Exajoules (EJ) de la energía primaria global se derivan de la biomasa: 85% por uso "tradicional" (leña y estiércol para combustible doméstico) y 15% en uso industrial de combustibles, procesos de calor y energía combinados (CHP)(Figura 1.25), y electricidad. El potencial de la bioenergía en México se estima entre 2,635 y 3,771 Petajoules al año 60. En el sector agroindustrial de la caña de azúcar, se ha calculado un potencial de generación de electricidad, a partir del bagazo de caña, superior a 3, 000,000 de MWh al año (SENER, 2009).

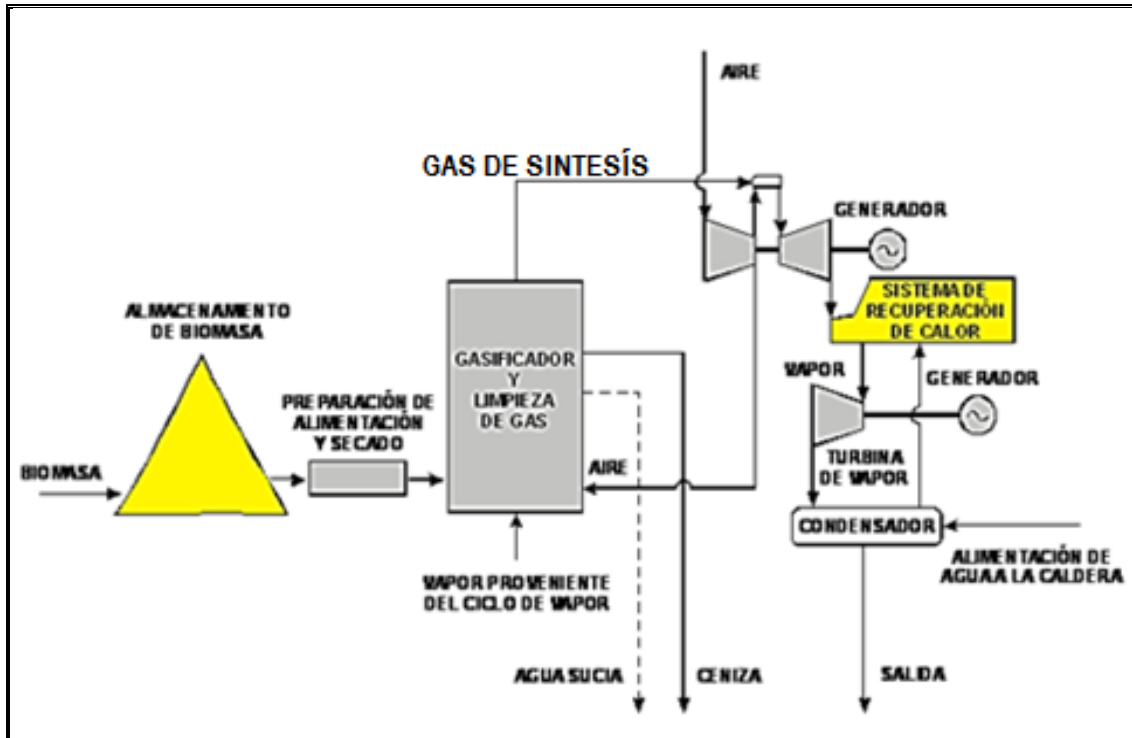


Figura 1.25 Arreglo de una planta de ciclo combinado de biomasa – gasificación (Enríquez, 2009)

## 1.2 Panorama del gasto energético

Históricamente, el consumo de energía eléctrica ha estado ligado directamente al desempeño de la economía. Un somero análisis visual de las fluctuaciones económicas y las variaciones en el consumo de electricidad en el mundo ilustran este hecho (Figuras 1.26 y 1.27). Durante la primera década del siglo XXI, la economía global expresada en términos del Producto Interno Bruto (PIB) mundial, ha fluctuado de 2 a 5% en promedio anual. En la reciente crisis económica internacional, desde el tercer trimestre de 2008 se agudizó la desaceleración económica en países industrializados y en China, conduciendo a las economías desarrolladas hacia una franca recesión hacia finales de ese año y a un menor crecimiento económico al observado recientemente en el gigante asiático. Durante 2009, la crisis mundial tocó fondo y, si bien, los indicadores macroeconómicos hacia finales del año indican una lenta recuperación, aún se ubican en niveles previos a la crisis. Por lo que se estima que el proceso de expansión de la economía global será lento y en mayor medida dependerá del desempeño económico de las economías asiáticas (SENER, 2009).

Las regiones que han alcanzado los mayores niveles de estabilidad y madurez en sus mercados, se han caracterizado por registrar incrementos en el consumo de energía eléctrica moderados y bajos durante los años recientes. Es el caso de los países miembros de la OCDE de Norteamérica, Europa Occidental, Asia y Oceanía, que durante los últimos 10 años registraron tasas de 1.8%, 2.0% y 2.6%, respectivamente. En el caso de los EE.UU., el crecimiento se ubicó en 1.8%. Como se tuvieron resultados de las mejoras en eficiencia energética así como en nuevos estándares de eficiencia en el sector residencial como iluminación, calefacción, aire acondicionado, entre otras aplicaciones, se estima que este comportamiento se mantendrá durante el mediano y largo plazo. En Canadá el crecimiento promedio durante los últimos 10 años fue de 1.2%. A diferencia de estos países, en México el consumo de energía eléctrica (ventas internas del sector público y consumo autoabastecido) ha crecido en 3.6% promedio anual. Durante los últimos 10 años, el mayor crecimiento en el consumo de energía eléctrica se

ha presentado en países no miembros de la OCDE de Asia y Medio Oriente, con tasas de 9.0% y 6.3%, respectivamente (Figura 1.28) (SENER, 2009).

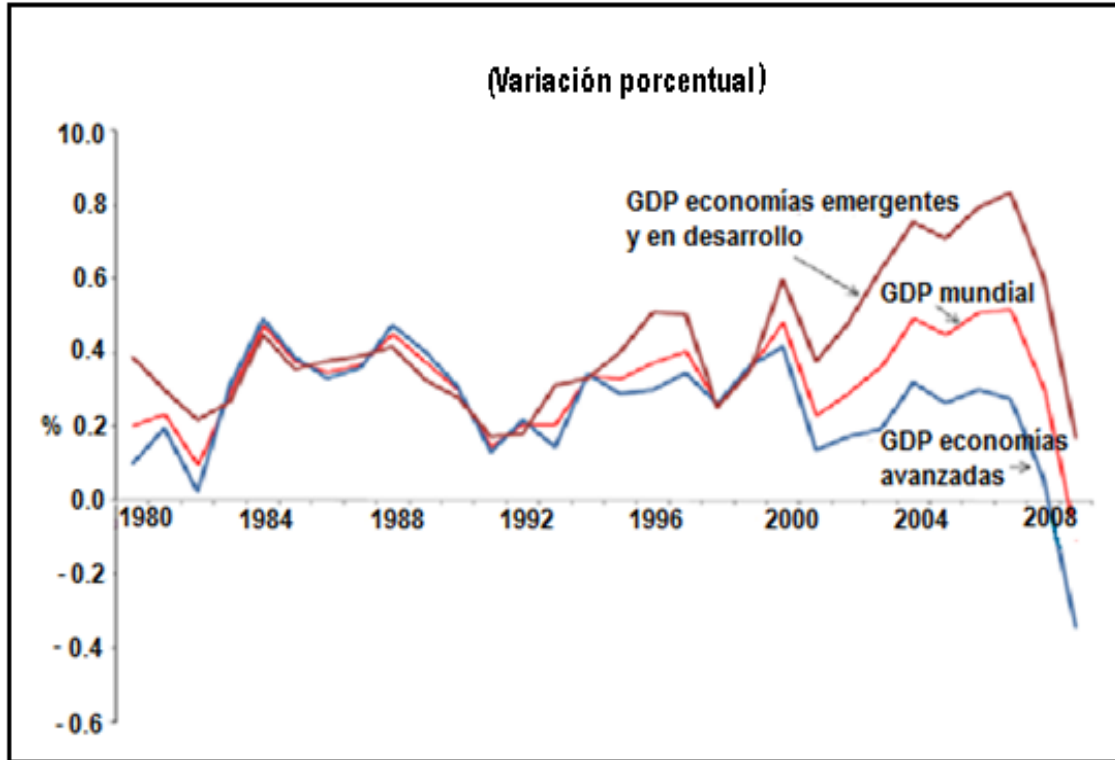


Figura 1.26 Producto interno bruto mundial, 1980 – 2009(SENER, 2009)

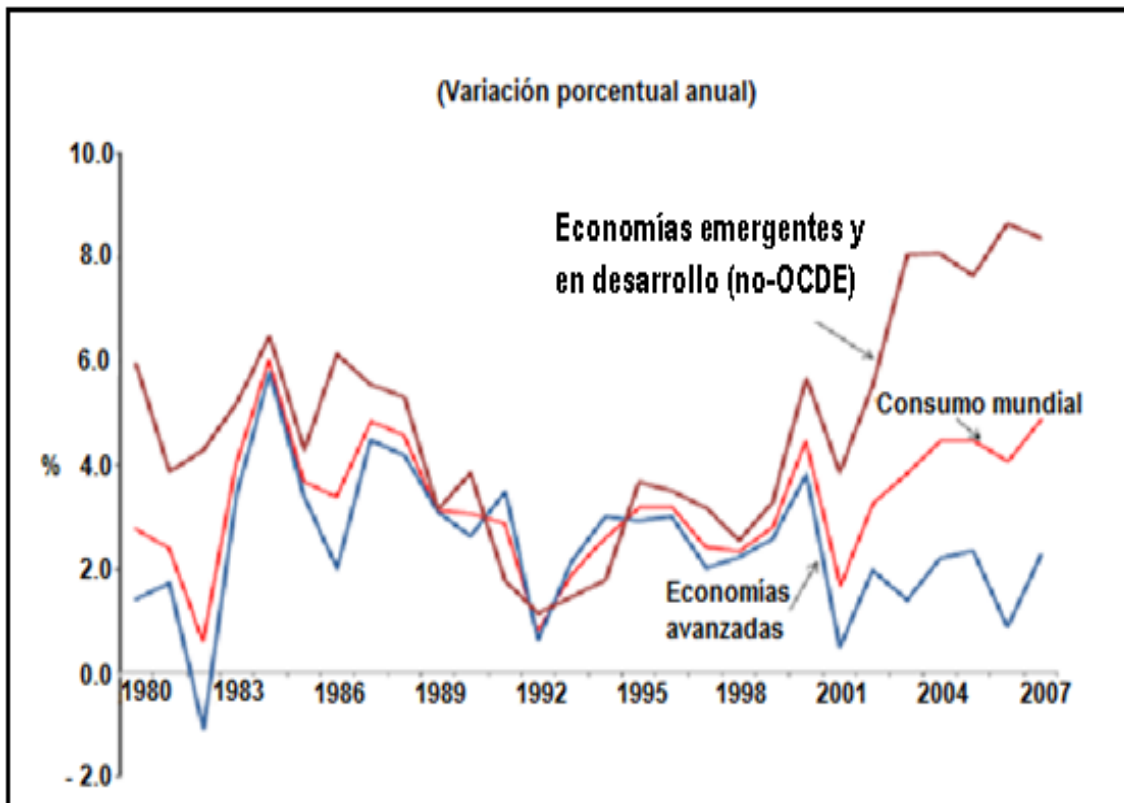


Figura 1.27 Consumo mundial de energía eléctrica, 1980- 2007(SENER, 2009)

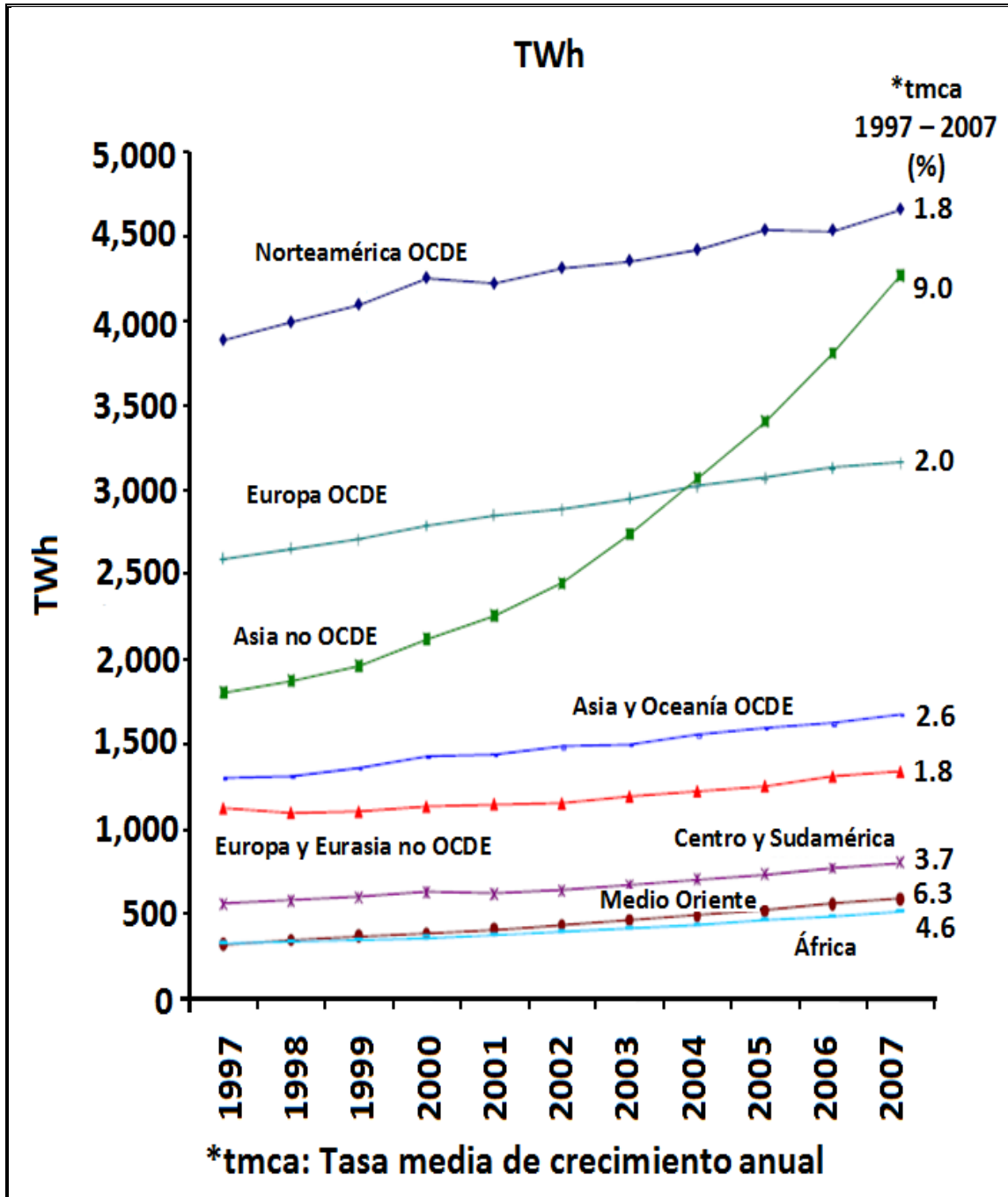


Figura 1.28 Consumo mundial de energía eléctrica, 1980 - 2007 (SENER, 2009)

En la Figura 1.29 se destacan las variaciones anuales en el consumo de energía eléctrica de los países con mayor demanda, incluyendo a México. En congruencia con su reciente desempeño económico, es notorio el mayor crecimiento anual de países emergentes como China, India y Brasil; mientras que por el contrario, en economías avanzadas como Japón, Alemania, EE.UU. y Canadá, el incremento en el consumo de electricidad es sensiblemente menor.

El carbón es el combustible de mayor utilización para la generación de electricidad en el mundo. Durante décadas su amplia disponibilidad, la estabilidad en sus precios, así como su alto poder calorífico, entre otros factores, lo hicieron particularmente atractivo para generar energía eléctrica.

No obstante, en 2008 se registraron precios sensiblemente superiores respecto a otros años, con incrementos de 70 a 130% respecto a las cotizaciones de 2007 en mercados europeos y asiáticos, lo cual aunado a las políticas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en muchos países, ha reducido su competitividad. A pesar de esto, en países como China, EE.UU., India, Sudáfrica y Australia, más de 50% de la energía térmica utilizada para generación de electricidad proviene del carbón. Después del carbón, el gas natural es el combustible más utilizado en el mundo. En Japón, Reino Unido y México, dicho combustible tiene una alta participación en el portafolio de generación. Otros recursos, como la energía hidráulica, representan la principal fuente primaria en países como Canadá, Brasil y Noruega (SENER, 2009).

Bajo el reciente entorno de incertidumbre y la crisis financiera internacional, los precios internacionales del petróleo han registrado sensibles variaciones a la baja a partir de finales del tercer trimestre de 2008, con una recuperación desde el segundo trimestre de 2009. Esto ha tenido como efecto que en muchos países dependientes de los petrolíferos para la generación de electricidad, se difiera, en el corto plazo, la salida de generación termoeléctrica basada en dichos combustibles, al menos hasta que los precios de los hidrocarburos líquidos como el combustóleo y el diésel repunten.

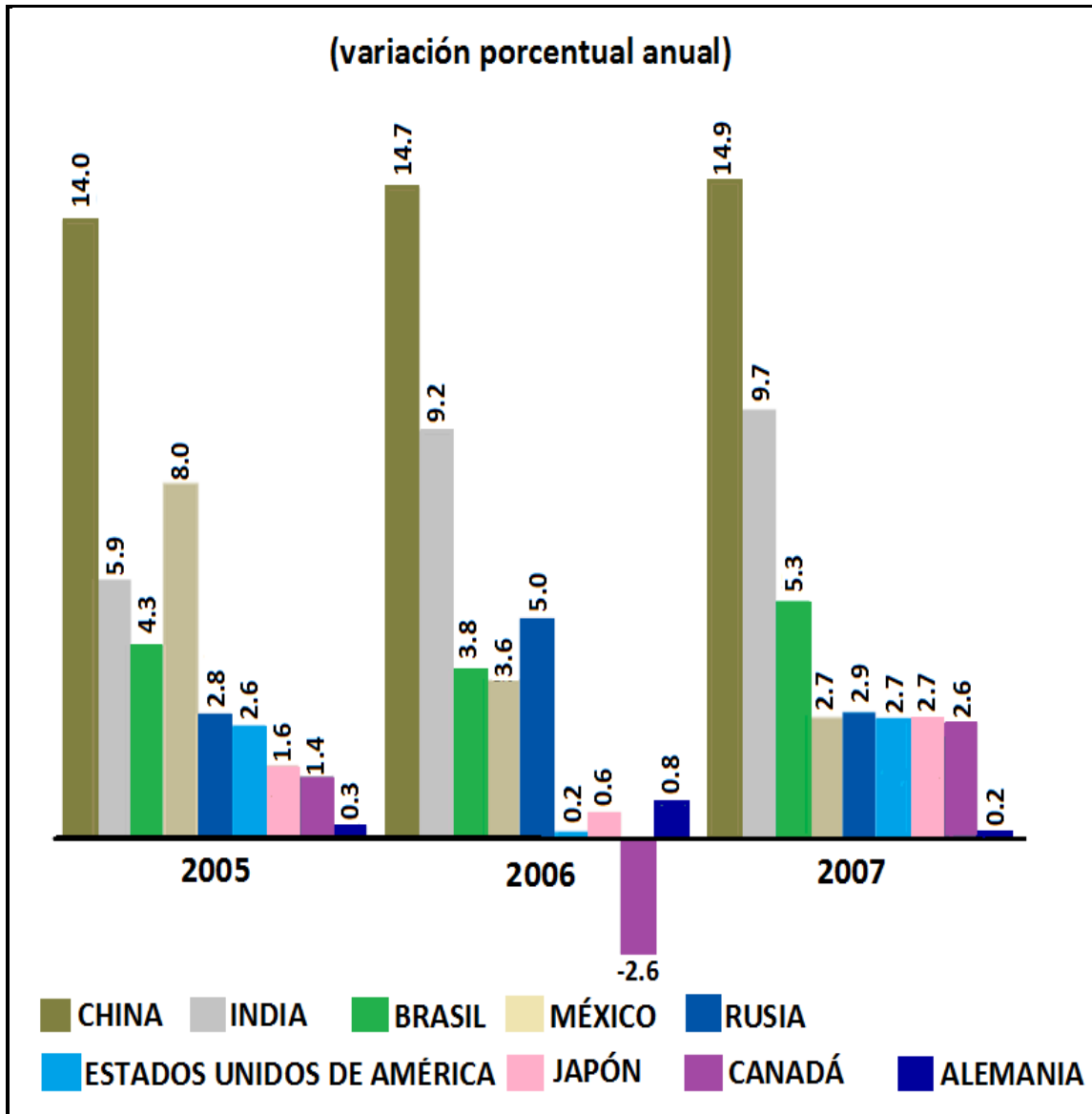


Figura 1.29 Consumo de energía eléctrica en países seleccionados, 2005 – 2007 (SENER, 2009)

De la Figura 1.30 se puede observar de manera somera la configuración del sistema de generación en países seleccionados de los cinco continentes. Como se ha mencionado, el carbón destaca por su alto grado de penetración en las principales economías del orbe, mientras que la energía nuclear es ampliamente utilizada en países como Francia, Rusia, Corea del Sur, EE.UU. y Japón. En el caso de este último, se distingue una canasta de tecnologías diversa, con una equilibrada presencia de generación nuclear, gas natural, carbón, petrolíferos y fuentes renovables.

Las características tanto en la composición del parque de generación como en la canasta de combustibles para generación de electricidad y la eficiencia en cada país, determinan la intensidad de las emisiones de GEI por unidad de energía eléctrica producida, p. ej.

Millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente (MtCO<sub>2e</sub>) por kilowatt o megawatt-hora generado. A diferencia de los países donde las fuentes renovables tienen una mayor participación en la generación de electricidad, resulta evidente que dicha intensidad es más alta en los países con una utilización intensiva de combustibles fósiles para producir su energía eléctrica, siendo el caso de Australia, India, China, Sudáfrica y EE.UU. (Tabla 1.6)(SENER, 2009).

### **Pronóstico mundial de la capacidad y generación de energía eléctrica**

La capacidad de generación de electricidad crecerá principalmente en los países en desarrollo no miembros de la OCDE, los cuales aumentarán su capacidad instalada en 1,406 GW durante el periodo 2006-2025. En China e India se desarrollarán las mayores adiciones de capacidad y generación de energía eléctrica en el mundo, lo que se refleja en la proyección del incremento de capacidad de 4.3% promedio anual durante 2006-2025, que corresponde a la importante expansión económica del mercado asiático durante los últimos años y que se espera continúe en el mediano plazo. Por otra parte, se estima un crecimiento promedio de 4.6% en África y de 3.7% en Medio Oriente hacia el final del periodo (Figura 1.31). En la medida en que el crecimiento económico de la región asiática emergente continúe mostrando el dinamismo de los últimos años, el consumo de electricidad continuará creciendo(SENER, 2009).

En términos del comportamiento que ha registrado la generación de electricidad por región, así como de su posible evolución durante los próximos años, en la Figura 1.32 se puede observar el mayor dinamismo en la región asiática emergente. Con relación a una relativa estabilización en la generación de energía eléctrica en los mercados maduros, tales como los países europeos miembros de la OCDE y Norteamérica.

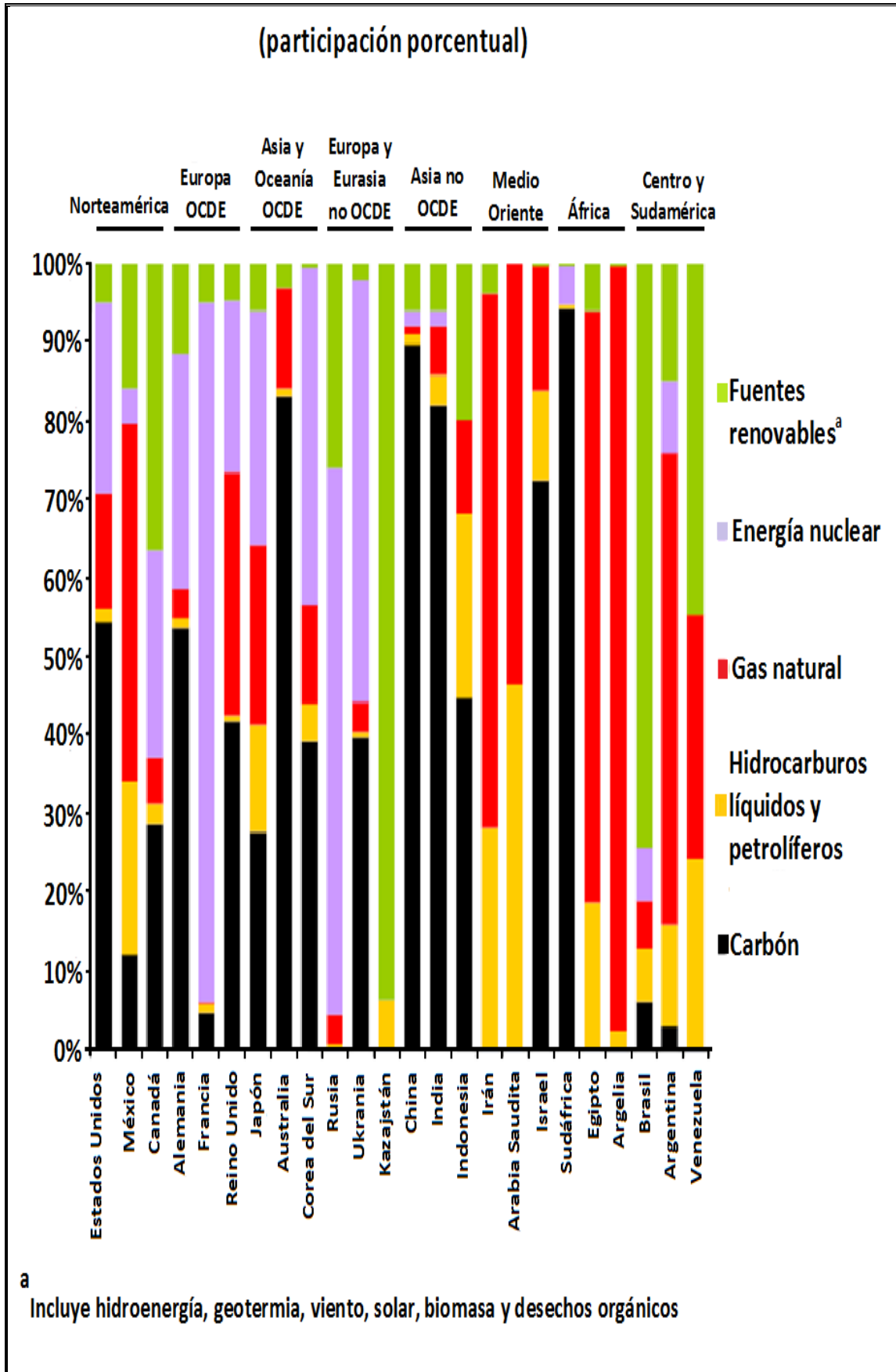


Figura 1.30 Utilización de combustibles para generación de electricidad en algunos países, 2007 (SENER, 2009)



FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIA: CASO 2

Tabla 1.6 Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente en generación eléctrica (SENER, 2009)

Países OCDE<sup>1</sup>

País	Emisiones	Generación	tCO <sub>2</sub> e/MW
	(MtCO <sub>2</sub> e)	(GWh)	H
Australia	213.79	230,217	0.929
Grecia	35.94	52,022	0.691
EUA	2,215.53	3,965,847	0.559
Reino Unido	176.87	351,388	0.503
México <sup>2</sup>	112.46	225,079	0.5
Holanda	20.56	41,708	0.493
Alemania	252.02	516,149	0.488
Italia	96.44	210,17	0.459
Turquía	69.55	159,61	0.436
Portugal	18.42	42,406	0.434
Japón	377.83	972,884	0.388
España	94.94	264,321	0.359
Canadá	104.21	554,622	0.188
Austria	7.02	49,245	0.143
Francia	26.37	541,355	0.049
Suecia	0.2	129,969	0.002

Países No-OCDE<sup>3</sup>

País	Emisiones	Generación	tCO <sub>2</sub> e/MW
	(MtCO <sub>2</sub> e)	(GWh)	H
India	587.77	699,041	0.841
China <sup>4</sup>	2,103.89	2,535,892	0.83
Sudáfrica	195.93	244,92	0.8
Israel	39.16	49,843	0.786
Indonesia	88.13	127,362	0.692
Arabia Saudita	107.24	176,124	0.609
Chile	16.53	49,941	0.331
Ecuador	4.02	13,404	0.3
Ucrania	55.13	186,055	0.296
Argentina	25.55	105,765	0.242
Venezuela	19	101,544	0.187
Perú	4.11	25,499	0.161
Colombia	6.29	51,566	0.122
Uruguay	0.79	7,684	0.103
Brazil	20.49	403,032	0.051
Costa Rica	0.11	8,252	0.013

FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAC: CASO 2

Tabla 1.6 (Continuación) Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente en generación eléctrica (SENER, 2009)

Países OCDE <sup>1</sup>				Países No-OCDE <sup>3</sup>			
País	Emisiones	Generación	tCO <sub>2</sub> e/MW	País	Emisiones	Generación	tCO <sub>2</sub> e/MW
	(MtCO <sub>2</sub> e)	(GWh)	H		(MtCO <sub>2</sub> e)	(GWh)	H
Noruega	0.12	115,918	0.001	Rusia	0	953,086	0
Islandia	0	8,493	0	Asia (excluyendo China)	1,038.49	1,599,645	0.65
Suiza	0	58,377	0	Medio Oriente	400.07	639,982	0.63
OCDE Norte América	2,433.16	4,745,548	0.513	África	342.47	565,908	0.61
OCDE Asia Pacífico	766.25	1,611,876	0.475	América Latina	142.66	905,8	0.157
OCDE Europa	890.03	2,803,242	0.318	<b>TOTAL NO-OCDE</b>	<b>4,181.10</b>	<b>7,847,524</b>	<b>0.533</b>
<b>TOTAL OCDE</b>	<b>4,089.43</b>	<b>9,160,666</b>	<b>0.446</b>	<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>8,306.56</b>	<b>18,306,725</b>	<b>0.454</b>

<sup>1</sup>Datos de 2006

<sup>2</sup>El dato de emisiones para México corresponde a lo publicado en el Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012

<sup>3</sup>Datos de 2005

<sup>4</sup>Incluye Hong Kong

En las Figuras 1.33 y 1.34 se presentan las tasas de crecimiento promedio anual registradas en el consumo nacional de energía eléctrica y sus componentes, con fines comparativos, para los periodos históricos (1990-2008) y prospectivo (2009- 2024). De dicha información, destaca la desaceleración del consumo autoabastecido, que, partiendo de una demanda relativamente pequeña en la década 1990, durante el lapso 2002-2004 experimentó un crecimiento importante al instalarse varias sociedades de autoabastecimiento en el Norte y Bajío del país. Este incremento redundó en un crecimiento promedio anual de 6.2%, mientras que para el periodo 2009-2024 se estima una variación de 2.2%, debido a la ausencia de nuevos proyectos de capacidad en gran escala (excepto los proyectos eólicos en el Istmo de Tehuantepec, los cuales tienen importantes avances de obras)(SENER, 2009).

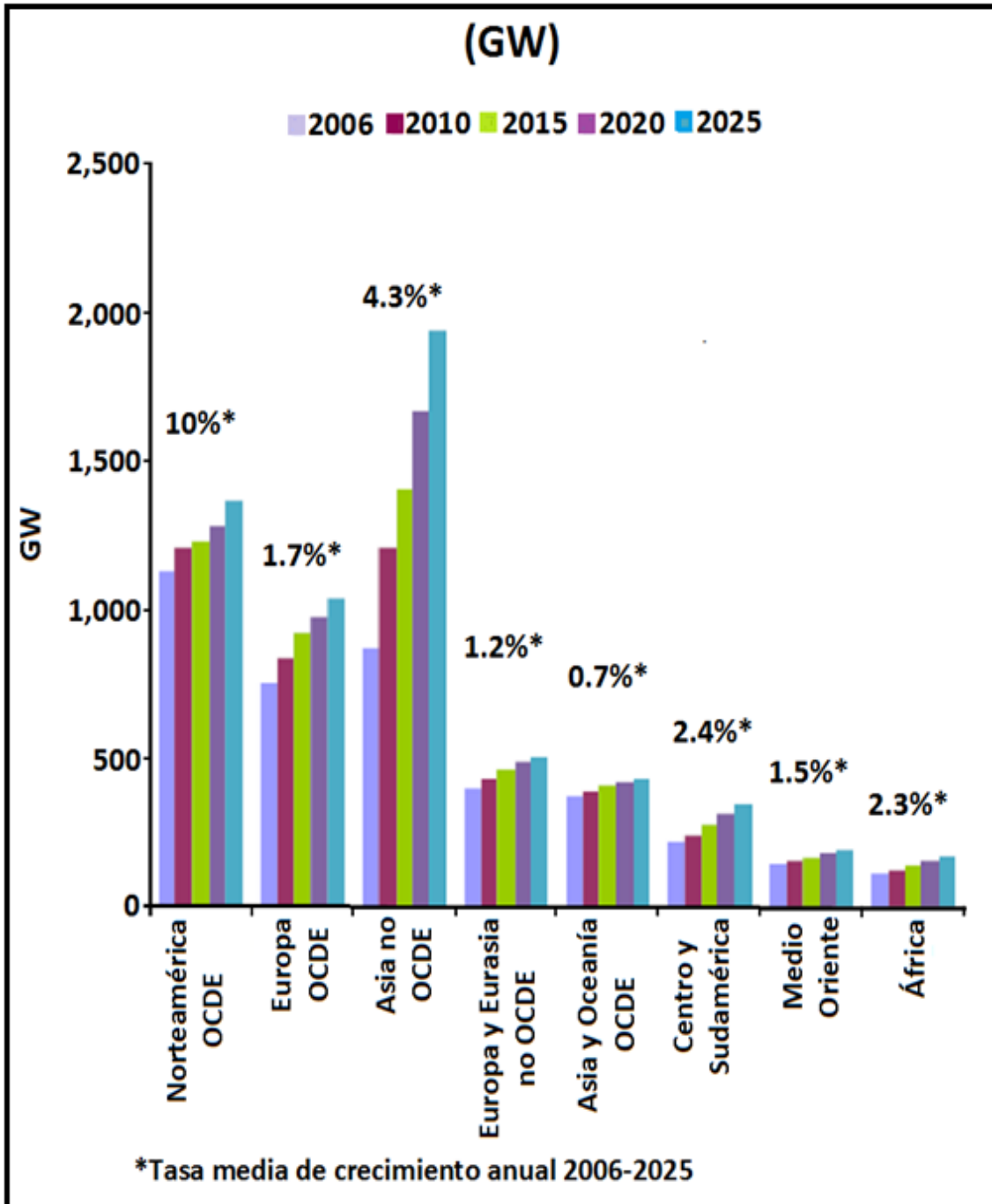


Figura 1.31 Capacidad mundial de generación de energía eléctrica por región, 2006- 2025(SENER, 2009)

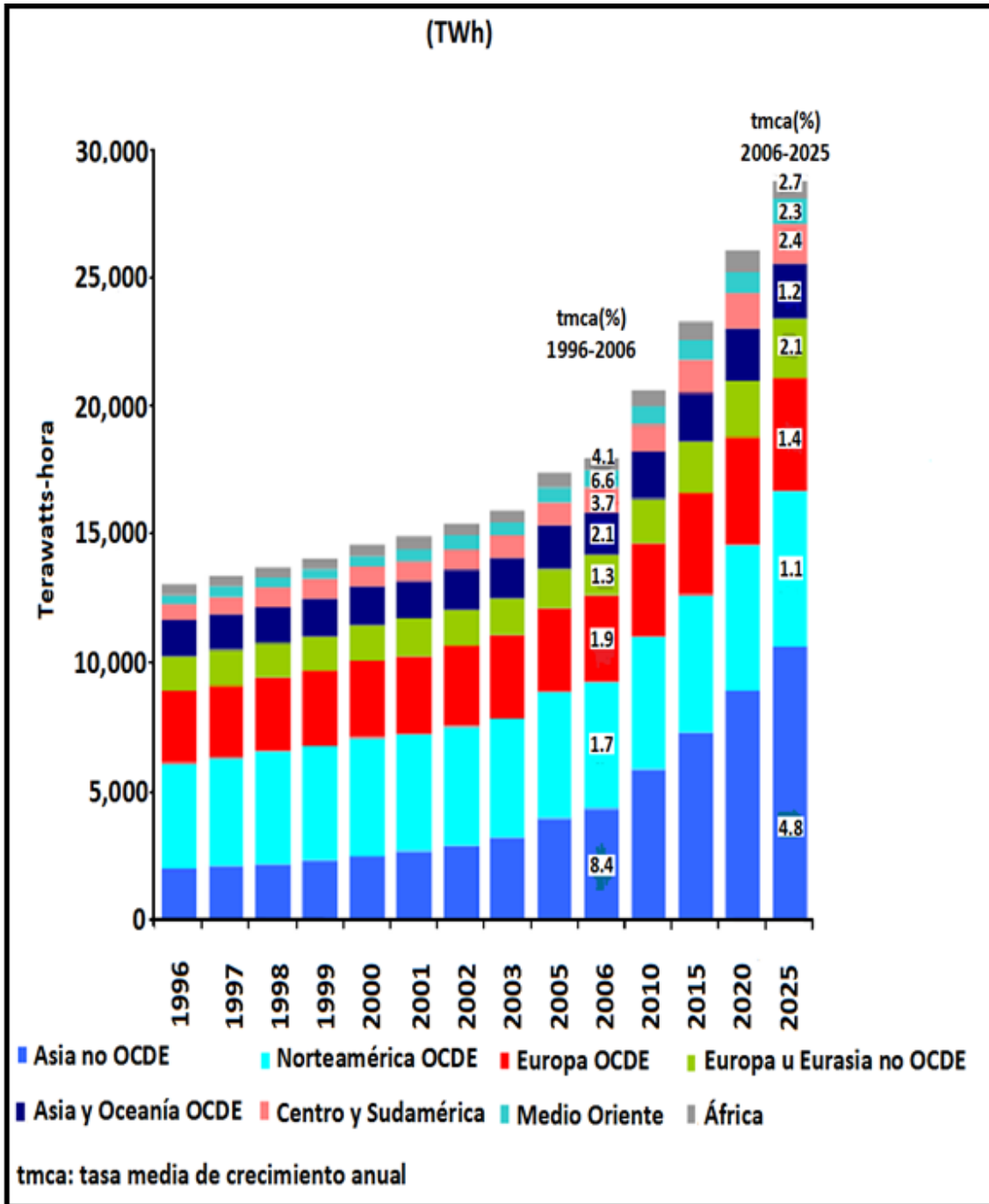


Figura 1.32 Evolución de la generación mundial de energía eléctrica por región, 1996 – 2025(SENER, 2009)

Ésto es se tuvieron resultados de menores expectativas de desarrollo de proyectos de autoabastecimiento en gran escala, que para su realización dependen estrechamente del desempeño de la economía nacional y de los mecanismos regulatorios e incentivos del mercado del autoabastecimiento.

En 2012 la participación de la capacidad con recursos renovables se incrementará a 7.7%. Este valor resultará superior a la meta establecida en el Programa Especial para el Aprovechamiento de las Energías Renovables. Al incorporar las grandes centrales hidroeléctricas y las mayores a 30 MW, la participación aumenta a 27.7%. En el 2024 la participación en capacidad con fuentes renovables —de acuerdo con el Programa de Requerimientos de Capacidad (PRC) — equivaldrá a 5.5%. Parte de la capacidad definida en el Programa de Requerimientos de Capacidad (PRC) como tecnología libre, tendrá

que desarrollarse con fuentes de energía renovable, para atender los lineamientos de política energética establecidos (SENER, 2009).

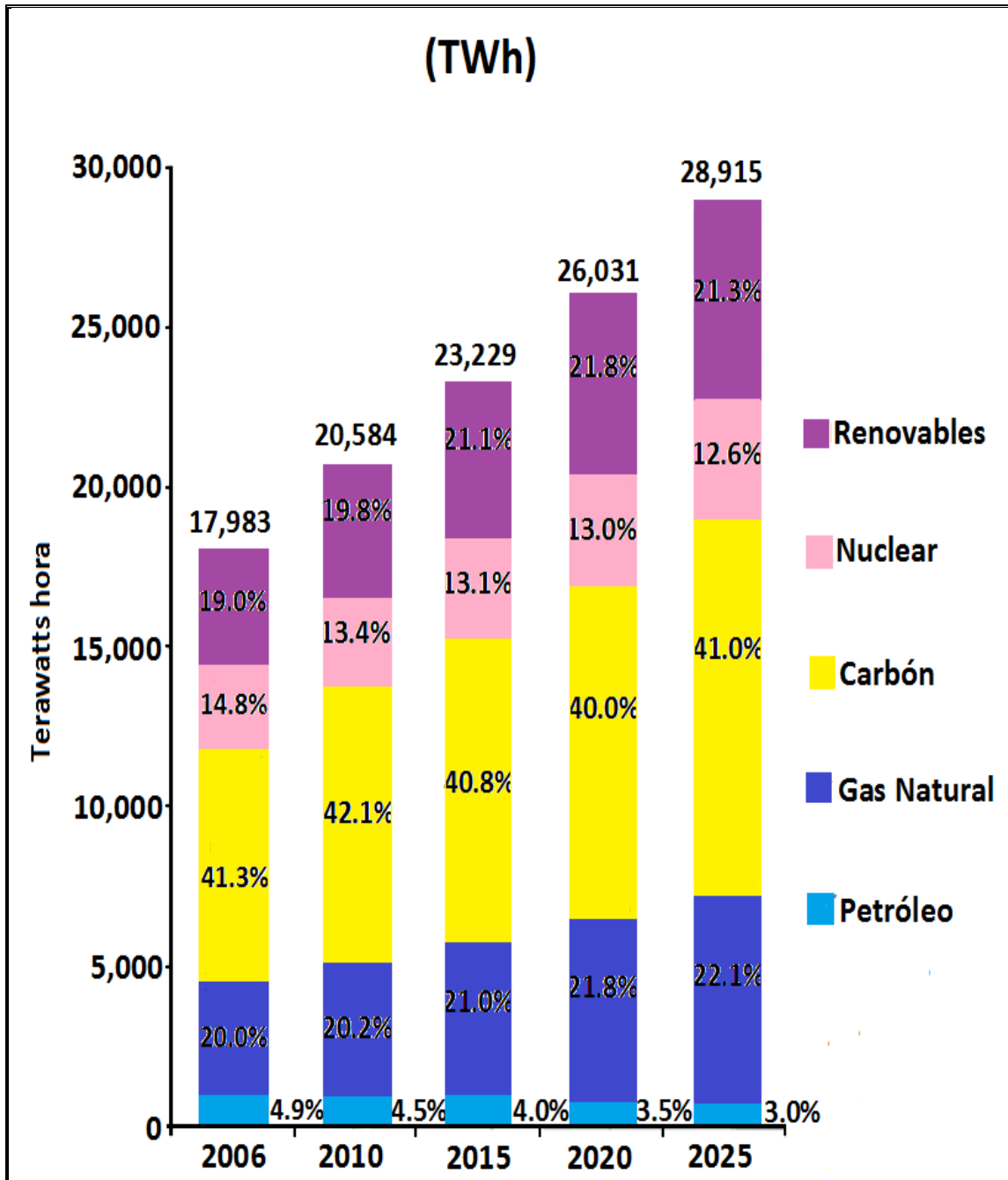


Figura 1.33 Combustibles y fuente de energía para la generación eléctrica mundial, (2006 -2025) (SENER, 2009)

Durante el periodo 2009-2024, se espera que en la capacidad de generación eléctrica a nivel nacional en el servicio público se registre un incremento neto de 27,301 MW, al pasar de 51,105 MW a 78,406 MW. La región con el mayor incremento será la Sur-Sureste, donde la capacidad total tendrá adiciones netas por 7,544 MW, debido al incremento en la instalación de centrales hidroeléctricas, eólicas y carboeléctricas, así como capacidad libre que en función de las necesidades y posibilidades de la región será asignada a las tecnologías que resulten de mayor conveniencia conforme al marco regulatorio vigente. En el caso de la región Centro, se instalarán 3,253 MW en centrales de ciclo combinado,

renovables y tecnología aún por definir (libre). Al cierre de 2008, la generación de energía eléctrica del servicio público ascendió a 235,871 GWh, lo cual representó un incremento de 1.4% respecto a 2007. La generación de electricidad para 2009 incluye cifras reales de enero a septiembre y se estima que la electricidad generada se incrementará en 4.1% en promedio anual durante el periodo 2009-2024, para ubicarse en 415,899 GWh hacia el último año (SENER, 2009).

En la Figura 1.35 se estima una reducción de -4.1% en la participación de la tecnología de ciclo combinado durante el periodo 2009-2024. Para lograrlo, se requerirá promover y orientar la capacidad libre hacia fuentes alternas al gas natural, como pueden ser las fuentes renovables (eólicas, hidroeléctricas menor y mayor, geotermia, biomasa, entre otras), el carbón, los residuales de refinerías como el coque de petróleo, así como la opción de expandir la capacidad nucleoelectrica (SENER, 2009).

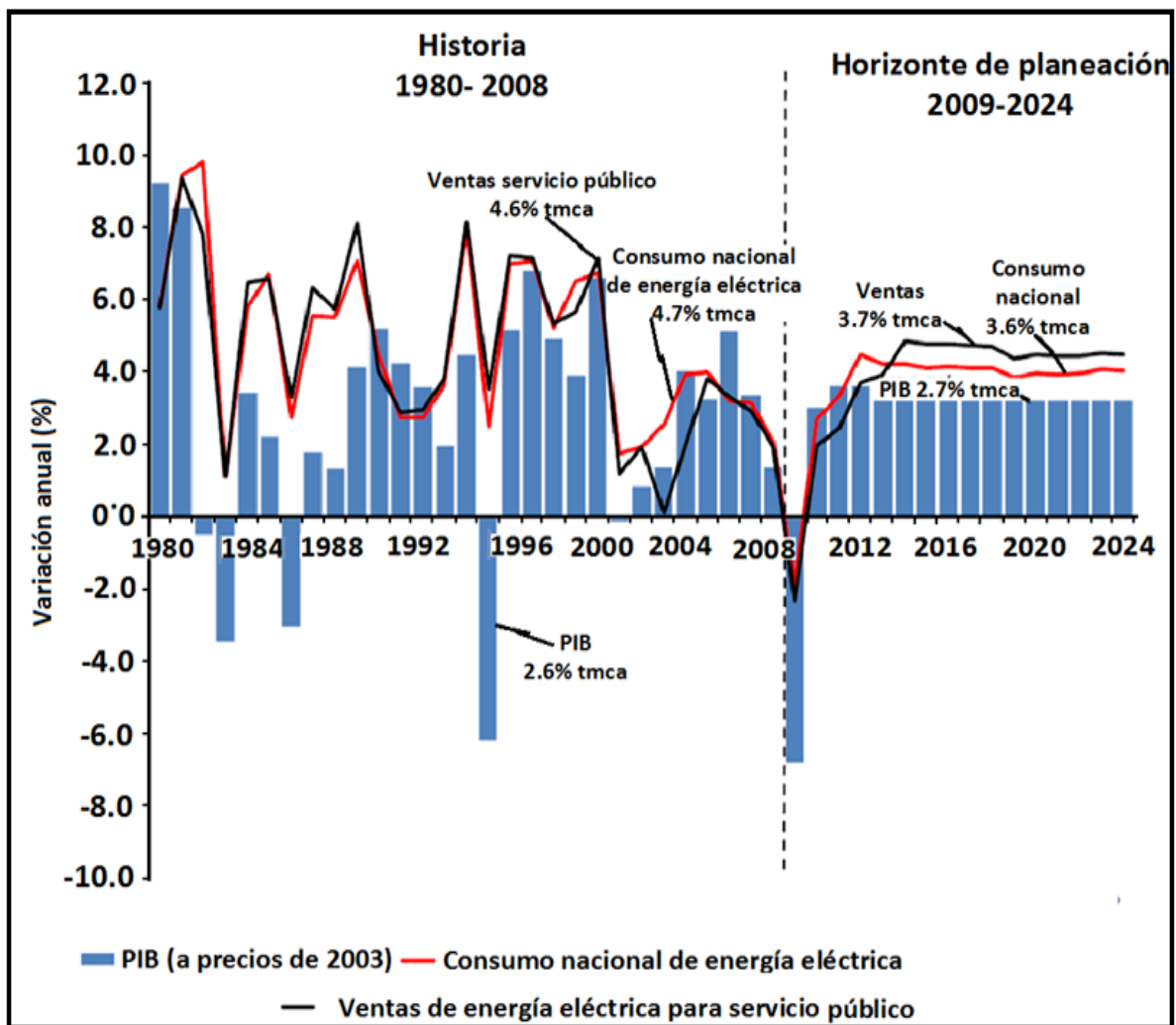


Figura 1.34 Variación promedio anual del consumo nacional de energía eléctrica y PIB, 1980 – 2024 (SENER, 2009)

Esto tiene entre sus principales ventajas: Ser una opción energética que en su proceso de producción de electricidad prácticamente no emite gases de efecto invernadero; los avances tecnológicos actuales y esperados en los reactores ofrecen una mayor seguridad en la operación; los precios y la disponibilidad del uranio observan una mayor estabilidad, la alta disponibilidad y un factor de planta anual elevado, entre otras.

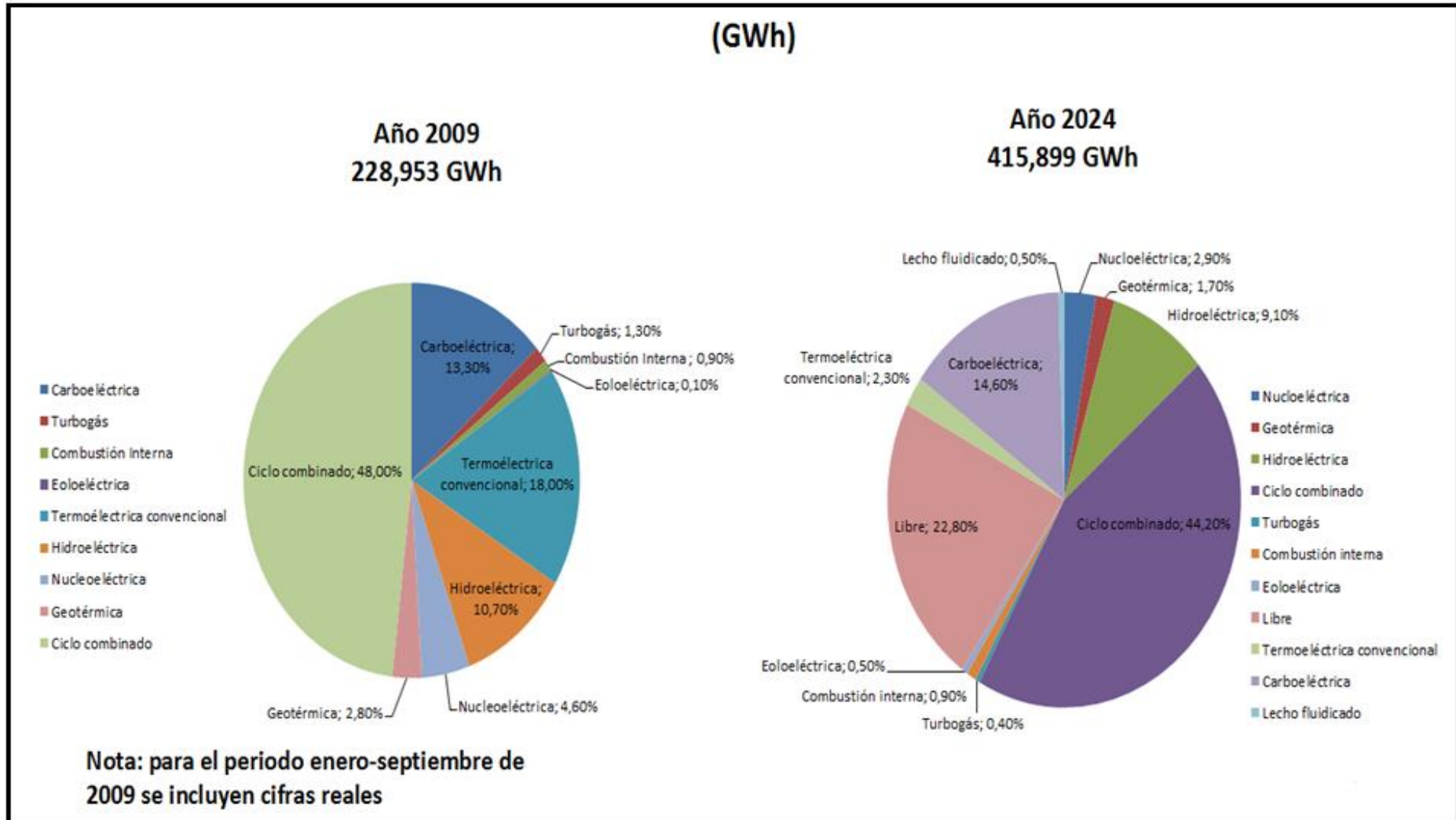


Figura 1.35 Generación bruta de servicio público por tipo de tecnología (SENER, 2009)

## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAC: CASO 2

Para el periodo 2010-2024, los recursos estimados para cumplir con el programa de expansión del sistema eléctrico nacional, ascienden a 1, 193,296 millones de pesos de 2009. Esta cantidad considera los rubros de inversión en generación, transmisión, distribución, mantenimiento y otras inversiones. En el total estimado de recursos se incluye la inversión a realizarse por medio de los esquemas de obra pública financiada, producción independiente de energía, así como la inversión presupuestaria de CFE (SENER, 2009).

La composición de la inversión total es la siguiente: 49.0% para generación, 18.5% para transmisión, 20.1% para distribución, 11.6% para mantenimiento y 0.8% para otras inversiones. Del total requerido, 30.1% corresponde a obra pública financiada; 8.2% a producción independiente de energía; 41.9% a obras presupuestales y el restante 19.8% a esquemas financieros aún por definir. En la Tabla 1.7 se muestra la capacidad instalada por tipo de energía en México en el 2008 (SENER, 2009).

Actualmente se cuenta con el apoyo del Banco Mundial para la electrificación rural con energías renovables en los estados de Oaxaca, Veracruz, Guerrero y Chiapas (en una primera etapa), mediante el "Proyecto de Servicios Integrales de Energía". Este proyecto tiene como propósito dotar de electricidad a un aproximado de 2,500 comunidades rurales que no cuentan con servicios de energía eléctrica y que por su alto grado de dispersión y el escaso número de viviendas por comunidad, difícilmente serán integradas a la red eléctrica nacional. Se pretende utilizar las tecnologías renovables que se adecuen mejor a las condiciones geográficas de la zona (SENER, 2009).

**Tabla 1.7 Capacidad y generación eléctrica en México por tipo de energía (SENER, 2009)**

Capacidad y Generación Eléctrica en México por Tipo de Energía (2008)**					
Tecnología	Desarrollador	CAPACIDAD		GENERACIÓN	
		Anual (MW)	% Total	Anual (GWh)	% Total
Eoloeléctrica	CFE	85.250	0.15%	231.505	0.09%
Eoloeléctrica	Permisionarios	0.000	0.00%	0.000	0.00%
<b>Total Eoloeléctrica</b>		<b>85.250</b>	<b>0.15%</b>	<b>231.505</b>	<b>0.09%</b>
Pequeña hidroeléctrica	CFE	270.128	0.16%	1309.525	0.53%
Pequeña hidroeléctrica	LFC	23.330	0.04%	52.988	0.02%
Pequeña hidroeléctrica*	Permisionarios	83.492	0.14%	228.053	0.09%
<b>Total Hidroeléctrica</b>		<b>376.950</b>	<b>0.65%</b>	<b>1590.566</b>	<b>0.64%</b>
Geotermoeléctrica	CFE	964.500	1.66%	7057.768	2.86%
Biomasa y biogás*	Permisionarios	498.116	0.86%	819.345	0.33%
<b>Total</b>		<b>1924.816</b>	<b>3.31%</b>	<b>9699.184</b>	<b>3.93%</b>
Total servicio público y permisionarios	58105.537	100%	246785.00%	100.00%	
Participación Renovables		<b>3.31%</b>		<b>3.93%</b>	

\* Incluyen proyectos Híbridos.

\*\*Proyectos en operación al cierre del 2008.

El programa contempla también el apoyo concurrente a actividades productivas asociadas a la electrificación que permitan incentivar el crecimiento y el desarrollo económico en dichas comunidades. Del mismo modo, existe el "Proyecto de Energías Renovables a Gran Escala" (PERGE) del Gobierno Federal, el cual entró en vigor en abril de 2007, y tiene como objetivo global ambiental reducir las emisiones de gases de efecto invernadero así como las barreras para la interconexión de tecnologías renovables a la red eléctrica en México. Con él, se busca apoyar a nuestro país para el desarrollo de la



experiencia inicial de un proyecto de energía renovable interconectado con base en criterios comerciales de 100 MW (SENER, 2009).

El "Proyecto de Energías Renovables a Gran Escala" cuenta con un donativo del Banco Mundial, el cual se utilizará para:

- 1) El apoyo directo al proyecto eoloelectrico: La Venta III, yAsistencia técnica en:
  - a) Desarrollo de proyectos y negocios (promoción de inversiones y diseño de un sistema de permisos intercambiables de energía renovable y energía verde);
  - b) Determinación del potencial eólico (desarrollo del mapa eólico y adquisición y capacitación para la instalación y uso de estaciones anemométricas);
  - c) Planeación regional (evaluación ambiental estratégica para el sur del Istmo de Tehuantepec y desarrollo de un plan de desarrollo regional de largo plazo para dicha área);
  - d) Sistema de determinación de menor costo con consideraciones sobre la diversificación, externalidades y reducción de emisiones, e
  - e) Integración de energías renovables en los sistemas operativos, protocolos, flujo de carga y despacho.

### 1.3 Ahorro económico por uso de energías renovables

A través de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico(PAESE), Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica(FIDE) y Programa para el Ahorro Sistemático Integral (ASI) del Fideicomiso para el Aislamiento Térmico (FIPATERM), se instrumentan programas nacionales y regionales para el ahorro de energía en las viviendas mexicanas, particularmente en iluminación, aislamiento térmico, sellado de puertas y ventanas, y sustitución de equipos de aire acondicionado y refrigeradores, principalmente. Se estima que mediante estas acciones y programas, se logró durante 2007, un ahorro de 1,188 GWh/ año (4.277 PJ) en el consumo de energía eléctrica y se evitó la emisión de 0.97 MtCO<sub>2e</sub>/ año (SENER, 2007).

La importancia relativa de los programas en el ahorro total de energía térmica y eléctrica puede describirse con los siguientes porcentajes: la normalización de la eficiencia térmica tuvo una participación de 71.3%, igual a 95.536 PJ; las instalaciones industriales, comerciales y servicios, 20.8%, igual a 27.892 PJ; el Horario de Verano, 3.4%, igual a 4.601 PJ; el del sector doméstico, 3.2%, igual a 4.277 PJ y del sector transporte, 1.3%, con 1.746 PJ (Tabla 1.8, Figuras 1.36 y 1.37)(SENER, 2009).

La tasa media crecimiento anual (TMCA) entre 1998 y 2007 del ahorro total de energía, fue de 14.7%, al pasar de 38.873 PJ a 134.052 PJ, respectivamente. Históricamente el programa de normalización de la eficiencia energética ha sido el más eficaz para ahorrar energía en México, con una TMCA de 16.1%, al pasar de 24.871 PJ en 1998 a 95.536 PJ en 2007. La relación entre ahorro de energía y el consumo final total ha tenido variaciones importantes, al pasar de 1.0% en 1998 a 3.0% en 2007 (Figura 1.38)(SENER, 2009).

### 1.4 Contribución ambiental por el uso de energías renovables

Como contribución ambiental importante se puede destacar la no emisión de gases contaminantes como los resultantes de la combustión de combustibles fósiles, responsables del calentamiento global del planeta (CO<sub>2</sub>) y de la lluvia ácida (SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>) y la no generación de residuos peligrosos de difícil tratamiento y que suponen durante generaciones una amenaza para el medio ambiente como los residuos radiactivos relacionados con el uso de la energía nuclear. Otras a señalar de las energías renovables son su contribución al equilibrio territorial, ya que pueden instalarse en zonas rurales y

## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAC: CASO 2

aisladas, y a la disminución de la dependencia de suministros externos, ya que las energías renovables son autóctonas, mientras que los combustibles fósiles sólo se encuentran en un número limitado de países. Las energías renovables tienen una importancia creciente por su contribución al desarrollo sostenible, a la diversificación y autonomía energética, al desarrollo económico e industrial, a la creación de empleo y a la transferencia de tecnología, constituyendo uno de los sectores energéticos de mayor crecimiento en los últimos años (Enríquez, 2009).

**Tabla 1.8 Ahorro de energía por programas institucionales, 1998- 2007 (petajoules) (SENER, 2007)**

Concepto	Normalización de la eficiencia energética	Instalaciones industriales, comerciales y de servicios	Horario de verano	Sector doméstico	Sector Transporte	Ahorro total de energía
1998	24.871	9.463	3.643	896	0.000	38.873
1999	33.26	7.289	3.931	979	0.000	45.459
2000	39.959	23.465	4.255	1.008	0.000	68.688
2001	47.873	31.326	3.356	1.022	0.650	83.646
2002	58.072	30.323	4.025	1.044	0.585	94.049
2003	55.832	35.212	4.194	1.076	0.699	97.014
2004	65.175	43.907	4.633	1.490	0.757	115.963
2005	74.995	41.372	4.684	3.481	1.037	125.568
2006	85.047	40.557	4.072	4.475	1.233	135.384
2007	95.536	27.892	4.601	4.277	1.746	134.052
TMCA%	16.100	12.800	2.600	19.000	73.100	14.700

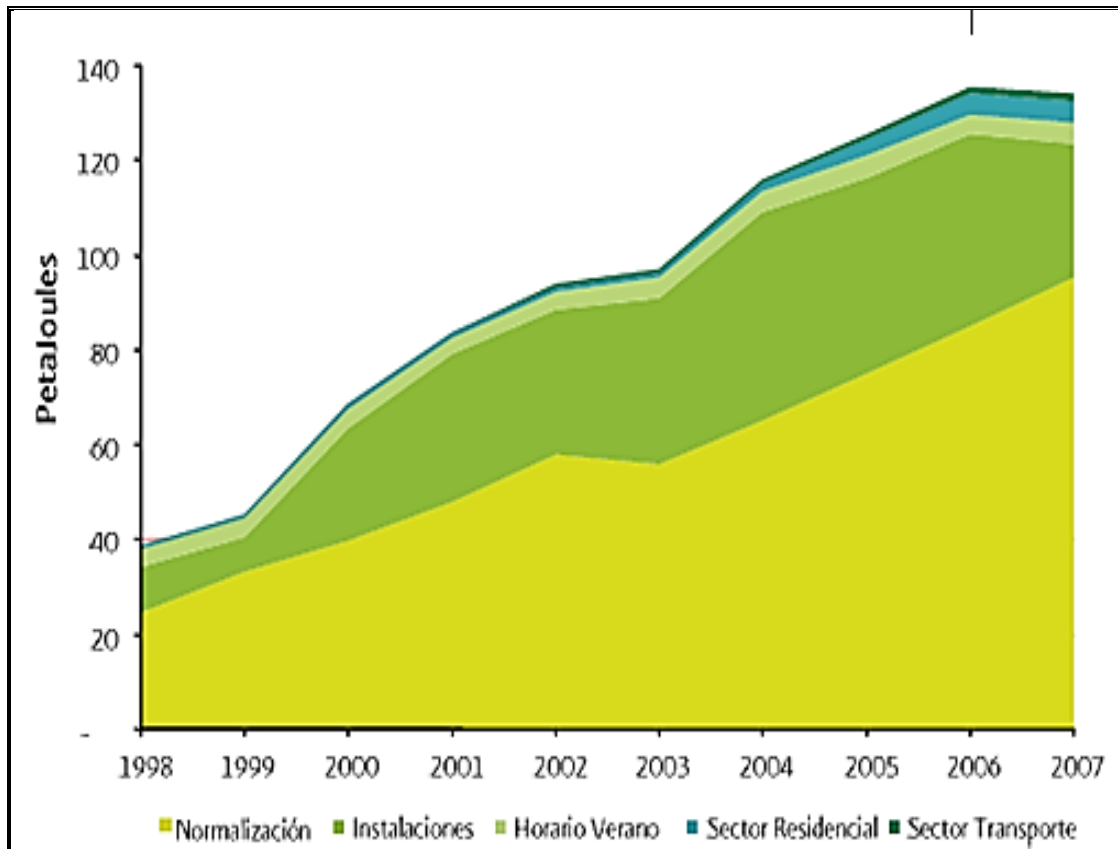


Figura 1.36 Estimación de ahorro de energía por programas institucionales, 1998 – 2007 (SENER, 2007)

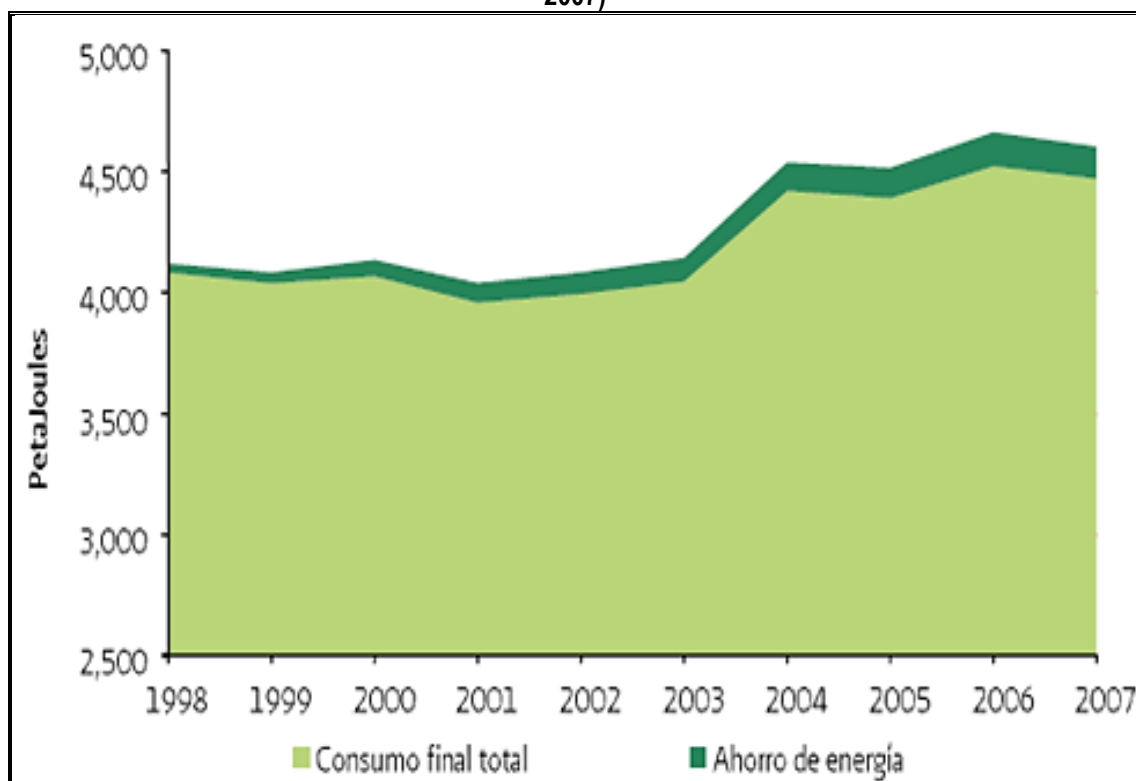
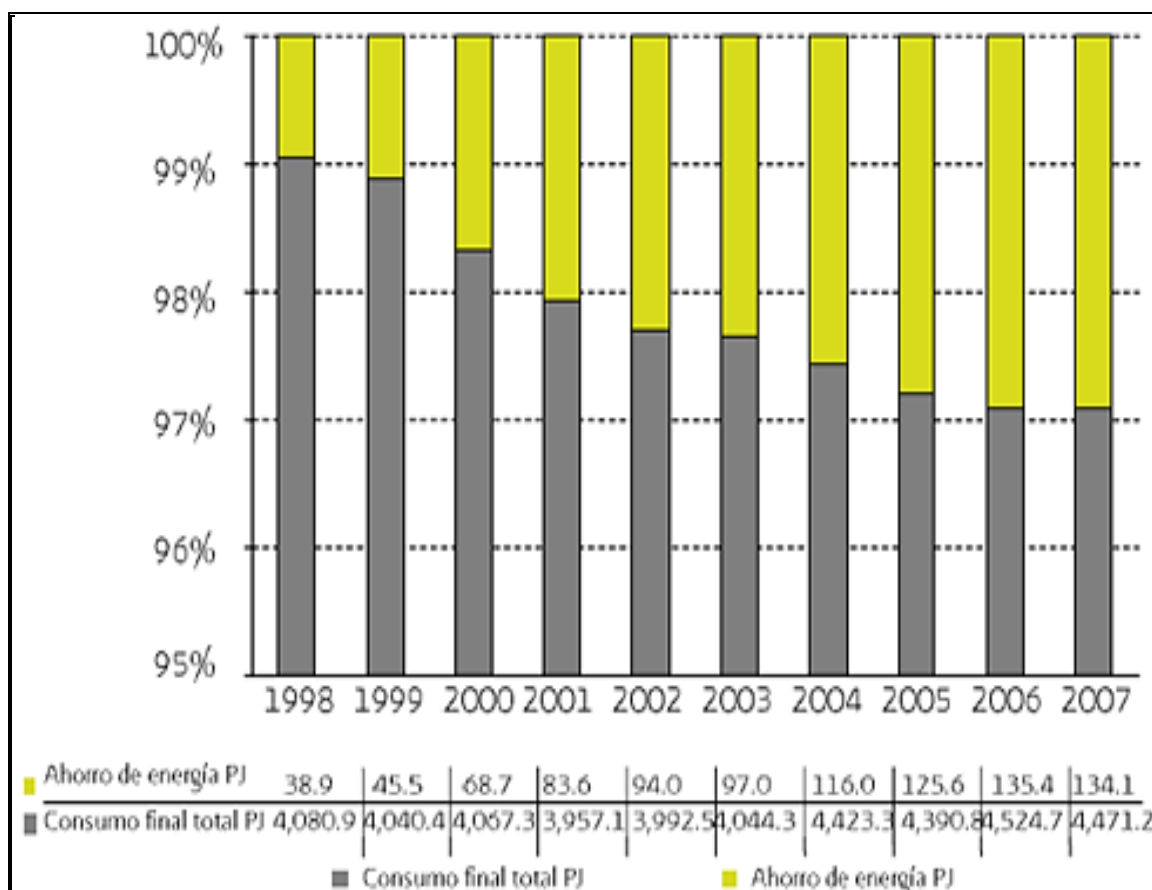


Figura 1.37 Evolución del ahorro de energía respecto al consumo final total, 1998 – 2007 (SENER, 2007)



**Figura 1.38 Importancia relativa del ahorro de energía vs. consumo final total, 1998 -2007 (SENER, 2007)**

### 1.5 El aporte social

Como aporte social se tiene las llamadas ecotecnias. Las ecotecnias son sistemas amigables con el medio ambiente que permite hacer un mejor uso de nuestros recursos naturales: agua, tierra y energía solar. Permite el reciclado de materiales, la reutilización y aprovechamiento de aquellos que se consideran "basura" como: llantas, envases de plástico, madera, entre otros o bien de aquellos que se pueden considerar desechos: orina, estiércol de animales, paja, fibra de coco, por mencionar algunos. Para su implementación se parte de principios sencillos, requiriendo escasos recursos para su instalación, fomentando el uso de la imaginación para hacer un mejor aprovechamiento de nuestros recursos (SEMARNAT, 2006).

Son sistemas de instalación para cualquier espacio: Casas, escuelas o como iniciativas para emprender pequeñas empresas. Estos sistemas son aconsejables de instalarse en zonas urbanas aunque también son factibles para zonas rurales y pueden considerarse como una opción para implementar mecanismos de adaptación ante el cambio climático. Con estos sistemas se pueden satisfacer los requerimientos de agua en casa o empresas o gobierno, mediante la captura de agua de lluvia, producir nuestros propios alimentos de forma sana y libres de fertilizantes químicos mediante la producción de hortalizas y verduras orgánicas, o bien conservar los alimentos por más tiempo a través de deshidratadores solares, o bien producir productos inocuos, con alto contenido en proteína como es el hongo seta y carne de aves, ganado y conejo libre de hormonas.

Asimismo para volver a un hogar o espacio más sustentable, empleando el mínimo de recursos naturales, ahorrar dinero al momento de pagar servicios como electricidad, impermeabilizantes, pintura, agua, e incluso fortalecer nuestro sistema inmunológico, favorecer nuestra salud en gastar menos en acudir al médico, reducir nuestra basura o re aprovechar los desechos. Los ejemplos son muchos para optar por lo verde entre los que destacan 2 tipos como las azoteas verdes o azoteas blancas, pintura natural con base a elementos orgánicos, estufas solares, baños y regaderas ahorradores de agua, energía eólica o solar, calentadores solares y jabones naturales por mencionar alguno.

Las beneficiarias podrán elegir las ecotecnias que mejor atiendan sus necesidades y se adapten a su entorno, usos y costumbres, así como a los materiales disponibles en su comunidad. Aquí algunas ventajas

- Limitan el impacto humano sobre la biosfera
- Mantienen el patrimonio biológico
- Utilizan racionalmente los recursos naturales no renovables
- Mejoran la salud de las personas
- Hay reciclaje y manejo de desechos de forma adecuada
- Ahorran agua y energía

Aquí se citan algunas características de las principales ecotecnias conocidas en la actualidad:

**Pintura natural:** Consiste en utilizar la baba extraída de raquetas de nopal, diluida en agua y mezclada con cal, cemento blanco, sal y, si se requiere, algún color vegetal. La mezcla resultante se aplica en muros como pintura, con excelentes se tuvieron resultados.

**Impermeabilizante natural con baba de nopal:** Es un compuesto semejante a la pintura natural anterior. Adicionado con elementos como el pegazulejo, la arena gris, el jabón de pasta y el alumbre y aplicado en capas sucesivas, permite la impermeabilización económica de techos y azoteas.

**Compost (abonos orgánicos):** Es un fertilizante natural y mejorador de suelos que estimula la diversidad y la actividad microbiana. Beneficia la estructura del suelo y favorece la filtración de agua. De color café oscuro, con olor y apariencia de la tierra formada por los suelos boscosos, resulta del reciclaje de los residuos orgánicos producidos por los hogares. El proceso de compostaje consiste en la descomposición de materiales orgánicos: verduras, frutas, hierbas y pasto, entre otros. El proceso se acelera acumulando los materiales en una pila, añadiendo agua y revolviendo para permitir la aireación. La composta puede hacerse al aire libre o en contenedores.

**Lombriz composta, humus de lombriz o vermi composta:** Es el material que resulta (excremento de lombrices) de la transformación de residuos orgánicos, como restos de cosecha, hojas secas, desperdicios de cocina, estiércol de animales domésticos y ceniza o cal, además de lombrices y composta como alimento de las mismas.

**Digestor:** Consiste en un depósito aislado en su totalidad donde, con la acción de microorganismos anaerobios, se transforman los residuos orgánicos. Se utiliza para el tratamiento de excretas de animales, la producción de biogás, la purificación de aguas residuales y la elaboración de biofertilizantes. Se disminuye el uso de la leña.

**Estufa de aserrín:** Es una alternativa para el ahorro de combustible, ya que utiliza solamente aserrín seco compactado en un bote rectangular metálico de 20 litros, con un conducto en forma de "L" que hace la función de chimenea durante la combustión. Dura encendida aproximadamente cinco horas.

**Bomba de mecate:** Es una tecnología mecánica y manual para sacar agua de pozos superficiales. Se recomienda para uso familiar. Los componentes son de uso común y económico: Una cuerda, llantas usadas, cuadro y rueda de bicicleta vieja y tubo de plástico.

**Hidroponía:** Es la técnica para producir alimentos vegetales en ausencia de suelo o tierra. Se utilizan sustratos y agua en la que se disuelven los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas.

**Cama biointensiva de hortalizas:** La diferencia entre hortalizas en surcos y la siembra intensiva radica en que ésta es más profunda y se coloca una cubierta plástica para captar el calor (microtúneles). El cultivo es muy abundante y nutritivo, por lo tanto es recomendable para un espacio pequeño.

**Captación de agua de lluvia:** Es un procedimiento necesario para ahorrar y aprovechar el recurso agua proveniente de la lluvia. Consiste en su recolección y almacenamiento para uso posterior: lavar trastos y vidrios, trapear y regar, entre otros. Lo único para lo que está prohibida esa agua es para beber o preparar comida.

**Cisterna de ferrocemento:** Alternativa altamente eficiente para el almacenamiento de agua potable y pluvial. Su costo de construcción se reduce hasta en 50 por ciento con relación a las cisternas normales. La construcción es de forma cilíndrica, con malla electrosoldada hexagonal.

**Letrina seca:** Existe un alto porcentaje de habitantes de zonas marginadas que carecen de un sistema de drenaje. Por lo tanto, esta alternativa es sumamente económica y evita la contaminación que produce la defecación al aire libre. No utiliza agua y los residuos sirven como materia orgánica para el suelo.

**Taller de reuso de bolsas metálicas:** Las bolsas de papitas están constituidas básicamente de plástico y metal (aluminio), combinación que es muy difícil de separar y reciclar. Por ello, se propone su reutilización para generar objetos útiles: bolsas de mano, gorras, cinturones o portarretratos, sólo hay que acopiarlas, limpiarlas, cortarlas, doblarlas junto con papel periódico, tejer los fragmentos en tiras y unir éstas con hilo para elaborar el artículo final (SEMARNAT, 2006).

### 1.6 Normatividad

Actualmente están vigentes 18 Normas de eficiencia energética, de las cuales 16 están relacionadas directamente con el consumo de energía eléctrica y dos con el ahorro de combustibles. Con

## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAC: CASO 2

la aplicación efectiva de las normas de eficiencia “eléctrica”, se estima que en 2007, se alcanzaron ahorros de 17.963 GWh/año (64.666 PJ) en el consumo de energía eléctrica y se evitó la emisión de 17.44 millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente al año (MtCO<sub>2e</sub>/año). De manera similar, los se tuvieron resultados de normas de eficiencia “térmica” (calentadores de agua y aislantes térmicos industriales) fueron del orden de 5.26 millones de barriles de petróleo crudo equivalente al año (Mbep's/año) (30.869 PJ), evitando la emisión de 1.73 MtCO<sub>2e</sub>/año (Tabla 1.9) (SENER, 2007).

**Tabla 1.9 Impacto de las normas oficiales mexicanas de eficiencia energética (SENER, 2007)**

NOM de Eficiencia Energética	Sólo con los equipos y sistemas normados, instalados en el 2007		Con equipos y sistemas normados en operación de 2007	
	GWh/ año	MW	GWh/ año	MW
NOM -001-ENER Bombas verticales	7	3	145	52
NOM -004-ENER Bombas centrífugas	1	14	34	125
NOM -005-ENER Lavadoras de ropa	108	0	647	0
NOM -006-ENER Sistemas de bombeo	n.d	n.d	2,312	52
NOM -007-ENER Alumbrado en edificios	143	5	1,373	55
NOM -008-ENER Envolvente en edificios	60	15	314	77
NOM -010-ENER Bombas sumergibles	12	5	120	39
NOM -011-ENER Acondicionadores tipo central	40	6	281	39
NOM -013-ENER Alumbrado en vialidades	2	0	22	5
NOM -014-ENER Motores monofásicos	36	22	375	279
NOM -015-ENER Refrigeradores electrodomésticos	734	152	6,318	1,296
NOM -016-ENER Motores trifásicos	214	76	2,415	806
NOM -017-ENER Lámparas fluorescentes	34	0	173	4
NOM -018-ENER Aislantes térmicos para edificaciones	3	0	83	7
NOM -021-ENER Acondicionadores tipo cuarto	269	48	2,192	325
NOM -022-ENER Refrigeración comercial	232	28	1,158	139
<b>Total ahorro eléctrico</b>	<b>1,898</b>	<b>374</b>	<b>17,963</b>	<b>3,299</b>
	<b>(6.832 PJ)</b>		<b>(64.666 PJ)</b>	
	<b>Mbep's/año</b>		<b>Mbep's/año</b>	
NOM -003-ENER calentadores de agua		0.56		4.68
NOM -009-ENER Aislantes térmicos industriales		0.06		0.58
<b>Total ahorro térmico</b>		<b>0.62 (3.656 PJ)</b>		<b>5.26 (30.869 PJ)</b>

### 1.7 Ley de energías renovables

Además de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, el marco jurídico de estas fuentes de energía incluye las siguientes disposiciones:

### Ley del servicio público de energía eléctrica

ARTICULO 3o.- No se considera servicio público:

- I.- La generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción;
- II.- La generación de energía eléctrica que realicen los productores independientes para su venta a la Comisión Federal de Electricidad;
- III.- La generación de energía eléctrica para su exportación, derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción;

ARTICULO 36.- La Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, considerando los criterios y lineamientos de la política energética nacional y oyendo la opinión de la Comisión Federal de Electricidad, otorgará permisos de autoabastecimiento, de cogeneración, de producción independiente, de pequeña producción o de importación o exportación de energía eléctrica, según se trate, en las condiciones señaladas para cada caso:

I.- De autoabastecimiento de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de personas físicas o morales, siempre que no resulte inconveniente para el país a juicio de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal. Para el otorgamiento del permiso se estará lo siguiente:

a) Cuando sean varios los solicitantes para fines de autoabastecimiento a partir de una central eléctrica, tendrán el carácter de copropietarios de la misma o constituirán al efecto una sociedad cuyo objeto sea la generación de energía eléctrica para satisfacción del conjunto de las necesidades de autoabastecimiento de sus socios. La sociedad permisionaria no podrá entregar energía eléctrica a terceras personas físicas o morales que no fueren socios de la misma al aprobarse el proyecto original que incluya planes de expansión, excepto cuando se autorice la cesión de derechos o la modificación de dichos planes; y b) Que el solicitante ponga a disposición de la Comisión Federal de Electricidad sus excedentes de producción de energía eléctrica, en los términos del artículo 36-Bis.

II.- De cogeneración, para generar energía eléctrica producida conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria, o ambos; cuando la energía térmica no aprovechada en los procesos se utilice para la producción directa o indirecta de energía eléctrica o cuando se utilicen combustibles producidos en sus procesos para la generación directa o indirecta de energía eléctrica y siempre que, en cualesquiera de los casos:

a) La electricidad generada se destine a la satisfacción de las necesidades de establecimientos asociados a la cogeneración, siempre que se incrementen las eficiencias energética y económica de todo el proceso y que la primera sea mayor que la obtenida en plantas de generación convencionales. El permisionario puede no ser el operador de los procesos que den lugar a la cogeneración.

b) El solicitante se obligue a poner sus excedentes de producción de energía eléctrica a la disposición de la Comisión Federal de Electricidad, en los términos del artículo 36-Bis.

III.- De Producción Independiente para generar energía eléctrica destinada a su venta a la Comisión Federal de Electricidad, quedando ésta legalmente obligada a adquirirla en los términos y condiciones económicas que se convengan. Estos permisos podrán ser otorgados cuando se satisfagan los siguientes requisitos:

a) Que los solicitantes sean personas físicas o personas morales constituidas conforme a las leyes mexicanas y con domicilio en el territorio nacional, y que cumplan con los requisitos establecidos en la legislación aplicable;

b) Que los proyectos motivo de la solicitud estén incluidos en la planeación y programas respectivos de la Comisión Federal de Electricidad o sean equivalentes.

La Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, conforme a lo previsto en la fracción III del artículo 3o., podrá otorgar permiso respecto de proyectos no incluidos en dicha planeación y programas, cuando la producción de energía eléctrica de tales proyectos haya sido comprometida para su exportación; y c) Que los solicitantes se obliguen a vender su producción de energía eléctrica exclusivamente a la Comisión Federal de Electricidad, mediante convenios a largo plazo, en los términos del artículo 36-Bis o, previo permiso de la Secretaría en los términos de esta Ley, a exportar total o parcialmente dicha producción.

IV.- De pequeña producción de energía eléctrica, siempre que se satisfagan los siguientes requisitos:

a) Que los solicitantes sean personas físicas de nacionalidad mexicana o personas morales constituidas conforme a las leyes mexicanas y con domicilio en el territorio nacional, y que cumplan con los requisitos establecidos en la legislación aplicable;

b) Que los solicitantes destinen la totalidad de la energía para su venta a la Comisión Federal de Electricidad. En este caso, la capacidad total del proyecto, en un área determinada por la Secretaría, no podrá exceder de 30 MW; y

c) Alternativamente a lo indicado en el inciso b) y como una modalidad del autoabastecimiento a que se refiere la fracción I, que los solicitantes destinen el total de la producción de energía eléctrica a pequeñas comunidades rurales o áreas aisladas que carezcan de la misma y que la utilicen para su autoconsumo, siempre que los interesados constituyan cooperativas de consumo, copropiedades, asociaciones o sociedades civiles, o celebren convenios de cooperación solidaria para dicho propósito y que los proyectos, en tales casos, no excedan de 1 MW;

V.- De importación o exportación de energía eléctrica, conforme a lo dispuesto en las fracciones III y IV del artículo 3o., de esta Ley.

En el otorgamiento de los permisos a que se refiere este artículo, deberá observarse lo siguiente:

1) El ejercicio autorizado de las actividades a que se refiere este artículo podrá incluir la conducción, la transformación y la entrega de la energía eléctrica de que se trate, según las particularidades de cada caso; 2) El uso temporal de la red del Sistema Eléctrico Nacional por parte de los permisionarios, solamente podrá efectuarse previo convenio celebrado con la Comisión Federal de Electricidad, cuando ello no ponga en riesgo la prestación del servicio público ni se afecten derechos de terceros. En dichos convenios deberá estipularse la contraprestación en favor de dicha entidad y a cargo de los permisionarios;

3) La Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, oyendo la opinión de la Comisión Federal de Electricidad, podrá otorgar permiso para cada una de las actividades o para ejercer varias, autorizar la transferencia de los permisos e imponer las condiciones pertinentes de acuerdo con lo previsto en esta Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas, cuidando en todo caso el interés general y la seguridad, eficiencia y estabilidad del servicio público;

4) Los titulares de los permisos no podrán vender, revender o por cualquier acto jurídico enajenar capacidad o energía eléctrica, salvo en los casos previstos expresamente por esta Ley; y



5) Serán causales de revocación de los permisos correspondientes, a juicio de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, el incumplimiento de las disposiciones de esta Ley, o de los términos y condiciones establecidos en los permisos respectivos.

### **Metodología para la determinación de los cargos por servicios de transmisión de energía eléctrica para fuentes de energía renovable**

El presente documento tiene por objeto establecer la Metodología de Transmisión para Fuente de Energía Renovable que deberá seguir la Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro al calcular los cargos correspondientes a solicitudes de Servicios de Transmisión.

### **Contrato de interconexión para fuentes de energías renovables**

El objeto de este Contrato es realizar y mantener durante la vigencia del mismo, la interconexión entre el Sistema y la Fuente de Energía Renovable; así como establecer las condiciones generales para los actos jurídicos que celebren las partes relacionados con la generación y, en su caso, con la transmisión a sus Puntos de Carga. Para los casos de Permissionarios que entreguen energía eléctrica exclusivamente a instalaciones de municipios, o de entidades federativas o del gobierno federal con cualquier energía renovable del tipo intermitente o no intermitente, será aplicable el presente Contrato y Convenios asociados

### **Convenio para el servicio de transmisión de energía eléctrica para fuentes de energía renovables**

Objeto del Convenio. Establecer las bases, procedimientos, términos y condiciones para que el Suministrador proporcione al Permissionario el Servicio de Transmisión, para transportar la energía eléctrica de éste, que le entregue el Permissionario en el Punto de Interconexión, hasta el (los) Punto(s) de Carga con los siguientes límites de transmisión asociados a cada Punto de Carga en particular.

### **Ley de promoción y desarrollo de los bioenergéticos**

Artículo 12.- Para los efectos de la presente Ley, la SENER tendrá las siguientes facultades:

III. Otorgar y revocar permisos para la producción, el almacenamiento, el transporte y la distribución por ductos, así como la comercialización de bioenergéticos;

### **Ley del impuesto sobre la renta**

Artículo 40. Los por cientos máximos autorizados, tratándose de activos fijos por tipo de bien son los siguientes:

XII. 100% para maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables.

Para los efectos del párrafo anterior, son fuentes renovables aquéllas que por su naturaleza o mediante un aprovechamiento adecuado se consideran inagotables, tales como la energía solar en todas sus formas; la energía eólica; la energía hidráulica tanto cinética como potencial, de cualquier cuerpo de agua natural o artificial; la energía de los océanos en sus distintas formas; la energía geotérmica, y la energía proveniente de la biomasa o de los residuos. Asimismo, se considera generación la conversión sucesiva de la energía de las fuentes renovables en otras formas de energía. Lo dispuesto en esta fracción será aplicable siempre que la maquinaria y equipo se encuentren en operación o funcionamiento durante un periodo mínimo de 5 años inmediatos siguientes al ejercicio en el que se efectúe la deducción, salvo en los casos a que se refiere el artículo 43 de esta Ley. Los contribuyentes que incumplan con el plazo

mínimo establecido en este párrafo, deberán cubrir, en su caso, el impuesto correspondiente por la diferencia que resulte entre el monto deducido conforme a esta fracción y el monto que se debió deducir en cada ejercicio en los términos de este artículo o del artículo 41 de esta Ley, de no haberse aplicado la deducción del 100%. Para estos efectos, el contribuyente deberá presentar declaraciones complementarias por cada uno de los ejercicios correspondientes, a más tardar dentro del mes siguiente a aquél en el que se incumpla con el plazo establecido en esta fracción, debiendo cubrir los recargos y la actualización correspondiente, desde la fecha en la que se efectuó la deducción y hasta el último día en el que operó o funcionó la maquinaria y equipo.

### **Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (evaluación del impacto ambiental)**

ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;

ARTICULO 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

### **Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de impacto ambiental.**

I. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelctricas, eoloelctricas o termoelctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;

II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;

III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y

IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW.

Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas.

### **Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (areas naturales protegidas)**

ARTÍCULO 64.- En el otorgamiento o expedición de permisos, licencias, concesiones, o en general de autorizaciones a que se sujetaren la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos en áreas naturales protegidas, se observarán las disposiciones de la presente Ley, de las leyes en que se

fundamenten las declaratorias de creación correspondiente, así como las prevenciones de las propias declaratorias y los programas de manejo.

### **Ley de aguas nacionales**

ARTÍCULO 64.- En el otorgamiento o expedición de permisos, licencias, concesiones, o en general de autorizaciones a que se sujetaren la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos en áreas naturales protegidas, se observarán las disposiciones de la presente Ley, de las leyes en que se fundamenten las declaratorias de creación correspondiente, así como las prevenciones de las propias declaratorias y los programas de manejo.

ARTÍCULO 81. La explotación, el uso o aprovechamiento de aguas de subsuelo en estado de vapor o con temperatura superior a ochenta grados centígrados, cuando se pueda afectar un acuífero, requerirán de la concesión previa para generación geotérmica u otros usos, además de evaluar el impacto ambiental.

### **Reglamento de la ley de aguas nacionales**

ARTICULO 119.- En las solicitudes de concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales para la producción de fuerza motriz o energía eléctrica, el solicitante deberá presentar a “La Comisión” el proyecto constructivo que trate de desarrollar, la aplicación que se le dará, el sitio de devolución del agua y las acciones a realizar en materia de control y preservación de la calidad del agua y en materia de impacto ambiental, prevención y control de avenidas, y la no afectación de los flujos de las corrientes.

ARTICULO 120.- No se requerirá de concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de agua, en los términos del artículo 80 de la “Ley”, cuando sea para generación de energía hidroeléctrica en pequeña escala, entendida como tal aquella que realizan personas físicas o morales aprovechando las corrientes de ríos y canales, sin desviar las aguas ni afectar su cantidad ni calidad, y cuya capacidad de generación no exceda de 0.5 Megavatios.

Sin perjuicio de lo anterior, las personas físicas o morales a que se refiere este precepto deberán cumplir, en todo caso, con lo dispuesto en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento.

ARTICULO 121.- “La Comisión” podrá aprovechar las aguas nacionales y la infraestructura hidráulica federal para generar energía eléctrica destinada a la prestación de los servicios hidráulicos federales a su cargo, y disponer de los excedentes, en los términos que señale la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica y su reglamento, conforme a lo dispuesto en el artículo 79 de la “Ley”.

ARTÍCULO 122.- “La Comisión” otorgará a la Comisión Federal de Electricidad sin mayor trámite, la asignación de aguas nacionales para la generación de energía eléctrica con base en la programación hidráulica a que se refiere el Título Tercero de la “Ley” y a las reservas decretadas para tal uso conforme al Título Quinto de la misma.

ARTÍCULO 123.- La coordinación en los estudios y programación que realicen la Comisión Federal de Electricidad y “La Comisión”, en los términos del artículo 78 de la “Ley”, se realizará en el seno de su respectivo órgano de gobierno y consejo.

### **1.8 Ejemplos de usos de tecnologías de energías renovables**

## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAC: CASO 2

La meta de los ejemplos de desarrollo con energía renovable debe ser proporcionar servicios necesarios, como cuidado de la salud, a la vez que se contribuye al crecimiento local del mercado y a la sustentabilidad. Se realizan en regiones económicamente deprimidas donde la posibilidad del consumidor para pagar es baja y la infraestructura de abastecimiento es inadecuada o inexistente. Aunque los ejemplos son por sí mismos inherentemente sustentables, son justificables y pueden hacer contribuciones socialmente significantes y pueden usarse como catalizador para desarrollar cuidadosamente mercados para tecnologías de energía renovable.

En la Tabla 1.10 se enlistan tipos de tecnologías y usos en que aplica a base de energías renovables.

**Tabla 1.10 Ejemplos de usos de tecnologías de energías renovables (SENER, 2006)**

Recurso	Tecnología	Elementos	Aplicación
<b>Solar</b>	Fotovoltaica	Celdas Solares	Electricidad
	Térmica	Colectores	Calor, electricidad
	Pasiva	Muros, ventanas, etc.	Calor, iluminación
<b>Eólica</b>	Generación eléctrica	Aerogeneradores	Electricidad
	Fuerza motriz	Aerobombeo	Fuerza motriz
<b>Biomasa</b>	Degradación anaerobia	Degradación anaerobia	Biogás combustible
	Gasificación	Gasificador	Gas combustible
	Pirolisis	Pirolisador	Combustible
	Fermentación Alcohólica	Destilería	Bioetanol
	Esterificación	Unidad de esterificación	Biodisel
	Combustión	Hornos calderas	Calor, electricidad
<b>Hidráulica</b>	Centrales Hidroeléctricas	Pequeñas centrales Hidráulica	Electricidad
	Pequeños aprovechamientos	Rueda	Fuerza motriz
<b>Océanos</b>	Mareas	Barreras, turbinas	Electricidad
	Olas	Flotadores, columnas, aparatos focalizadores	Electricidad
	Diferencias de temperaturas	Turbinas de condensadores	Electricidad
	Corrientes Marinas		Electricidad
<b>Geotermia</b>	Generación eléctrica	Plantas de energía	Electricidad
	Usos directos	Aguas termales	Calor, recreación, salud

## CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTOS

### 2.1 Gasto energético habitacional

Los patrones de entendimiento en el consumo de energía suministrada a los usuarios finales son importantes para el desarrollo de las proyecciones para el consumo de energía mundial. Fuera del sector de transporte, que en la actualidad está dominado por los combustibles líquidos, la combinación del uso de energía en los sectores residencial, comercial e industrial varía mucho según la región, en función de una combinación de factores regionales. Tales como la disponibilidad de los recursos energéticos, los niveles de desarrollo económico, y político, social, y los factores demográficos.

El uso de energía en el sector residencial, que representó el 15 % del mundo el consumo de energía entregada en el 2006, se define como la energía consumida por los hogares, excluidos los usos de transporte. Para los edificios residenciales, el tamaño físico de las estructuras es un indicador clave de la cantidad de energía utilizada por sus ocupantes. Casas más grandes requieren más energía para proporcionar calefacción, aire acondicionado y la iluminación, y tienden a incluir más aparatos, con utilización de energía, tales como televisores y equipos de lavandería. Estructuras más pequeñas por lo general requieren menos energía, debido a que contienen menos de espacio que se calienta o se enfría, producen menos transferencia de calor con el medio ambiente al aire libre, y suelen tener menos ocupantes. Por ejemplo, el consumo de energía en los hogares es menor en China, donde el promedio de residencia en la actualidad tiene un estimado de 300 pies cuadrados de espacio o menos por persona, que en los EE.UU., donde el promedio de residencia tiene un estimado de 680 pies cuadrados de espacio habitable por persona (EIA, 2009).

El tipo y la cantidad de energía utilizada por los hogares varían de país a país, dependiendo de los niveles de ingresos, los recursos naturales, el clima, la energía y la infraestructura disponible. En general, los hogares típicos de países de la OCDE utilizan más energía que en los países no OCDE, en parte porque los niveles de ingresos más altos de la OCDE permiten a las familias tener casas más grandes y adquirir más equipos que utilizan energía. En los EE.UU., por ejemplo, el PIB per cápita en 2006 fue de aproximadamente \$ 43,000 (en dólares de 2005 reales por persona), y el uso de energía residencial per cápita se estimó en 36,0 millones de Btu. En contraste, China, el ingreso per cápita en 2006, a 4,550 dólares, fue sólo una décima parte del nivel de EE.UU., y en energía residencial per cápita fue de 4,0 millones de Btu (EIA, 2009).

Aunque las proyecciones IEO2009 cuentan para el uso de energía comercializada únicamente, los hogares en muchos países de la OCDE siguen dependiendo mucho de las energías tradicionales, las fuentes de energía no comercializable, incluida la madera y los residuos, para la calefacción y para cocinar. Gran parte de África sigue siendo ajeno a las redes de poder, y la Internacional Agencia para la Energía estima que la mayoría de los hogares en el África todavía dependen de la leña y el carbón vegetal para cocinar. Más del 95 % de los hogares rurales en Angola, Benín, Camerún, Chad, Congo (Kinshasa), Etiopía, Ghana, Sudán y Zambia, entre otros todavía utilizan leña y carbón vegetal para cocinar. Algunas zonas de China y la India también dependen en gran medida de la leña, los residuos de madera y carbón vegetal para cocinar. En China, alrededor del 55 por ciento de la población rural utiliza biomasa para cocinar, como lo hace el 87 por ciento de la población rural en la India (EIA, 2009).

En el período 2006 a 2030, el crecimiento mundial del PIB real en una paridad del poder adquisitivo se prevé que un promedio del 3.5 por ciento anual en el caso de referencia (Tabla 2.1) (EIA, 2009).

Tabla 2.1 Grueso de producto doméstico mundial agrupado por país (billones de dólares, 2005)  
(EIA, 2009)

Región	2006	2010	2015	2020	2025	2030	Promedio Anual Porcentaje Cambio, 2006-2030
<b>OCDE</b>	35,221	37,133	42,403	47,466	52,996	59,264	2.2
<b>Norte América</b>	15,331	16,073	18,789	21,341	24,283	27,802	2.5
<b>Europa</b>	14,224	15,015	16,839	18,811	20,894	23,105	2.0
<b>Asia</b>	5,667	6,045	6,775	7,314	7,819	8,357	1.6
<b>No-OCDE</b>	24,717	31,723	41,529	52,907	65,062	78,220	4.9
<b>Europa y Eurasia</b>	3,159	3,940	4,865	5,725	6,536	7,381	3.6
<b>Asia</b>	13,408	17,934	24,606	32,726	41,428	50,834	5.7
<b>Medio Oriente</b>	2,053	2,484	3,030	3,621	4,300	5,102	3.9
<b>África</b>	3,757	2,870	3,612	4,384	5,182	5,958	4.0
<b>Centro y Sur América</b>	59,939	4,495	5,415	6,450	7,615	8,945	3.7
<b>Total Mundial</b>	59,939	68,856	83,932	100,373	118,058	137,484	3.5

En el largo plazo, es la capacidad de producir bienes y servicios (la oferta), que determina el potencial de crecimiento de la economía de cualquier país. El potencial de crecimiento está influido por el crecimiento demográfico, tasas de participación laboral, la acumulación de capital, y las mejoras de la productividad. Además, para las economías en desarrollo, el progreso en la creación de capital humano y físico, las infraestructuras, el establecimiento de mecanismos creíbles de reglamentación para regular los mercados y garantizar la estabilidad política juegan un papel relativamente más importante en la determinación de su medio y el potencial de crecimiento a largo plazo.

### A nivel nacional

El sector residencial, comercial y público consumió 893.5 PJ en el 2007, cifra superior en 4.2% respecto al valor observado en 2006, que fue de 857.1 PJ. Durante el 2007, del total de estos sectores, 82.9% corresponde al residencial. En la Figura 2.1 se muestra la evolución del consumo energético y en la Tabla 3.2 se muestra el consumo de energía en el sector residencial.

Para satisfacer las necesidades de cocción de alimentos, iluminación, calefacción, calentamiento de agua, usos comerciales y servicio público, entre otras, se utilizó gas licuado de petróleo. El cual participó con el 40.7% del consumo total del sector, la leña representó el 27.6%, la electricidad el 26.6%, el gas seco el 4.4% y los querosenos el 0.5% como se muestra en la Figura 2.2(EIA, 2009)..

### 2.2 Tecnologías para ahorro energético en casa habitación

Con los tiempos de crisis actuales, es importante que busquemos soluciones para poder controlar gastos y ahorrar en aquellos que son imprescindibles, como la energía para el hogar. Las energías renovables se han posicionado como uno de los recursos más prácticos e inteligentes para poder llevar a cabo ese objetivo, ya que mejoran considerablemente el bolsillo por dos motivos: solo hay que pagar la instalación y el mantenimiento, porque el combustible (es decir, el sol o el viento) son gratuitos.

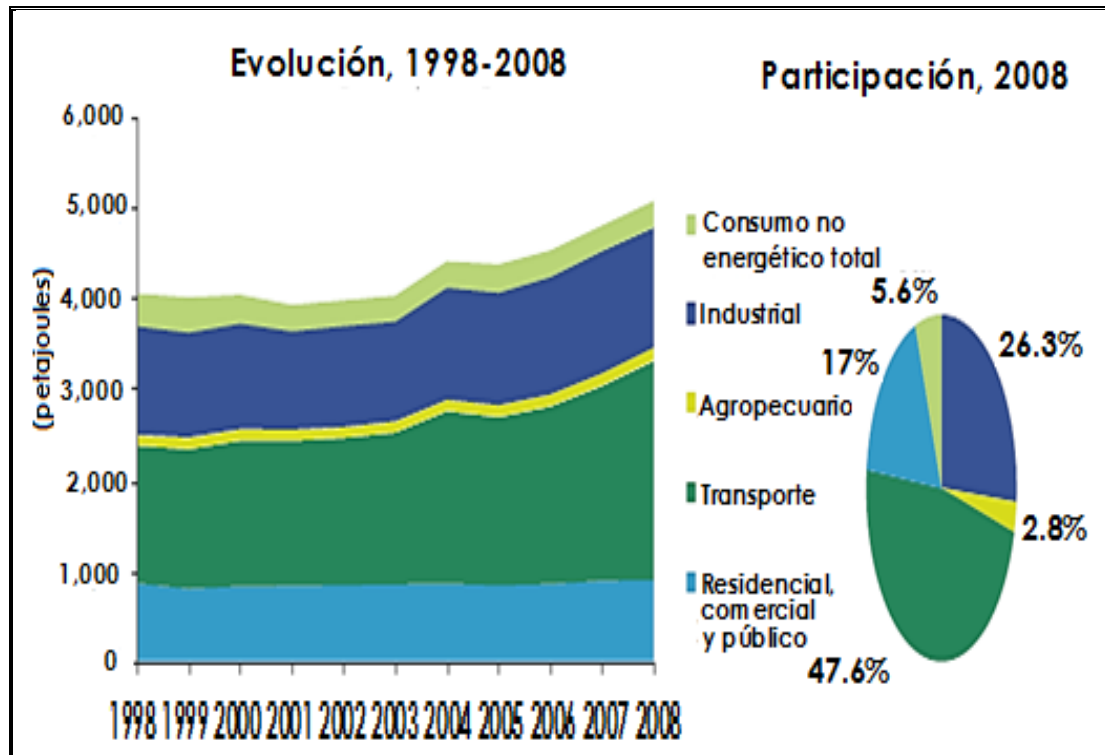


Figura 2.1 Evolución y participación del consumo energético (SENER, 2008)

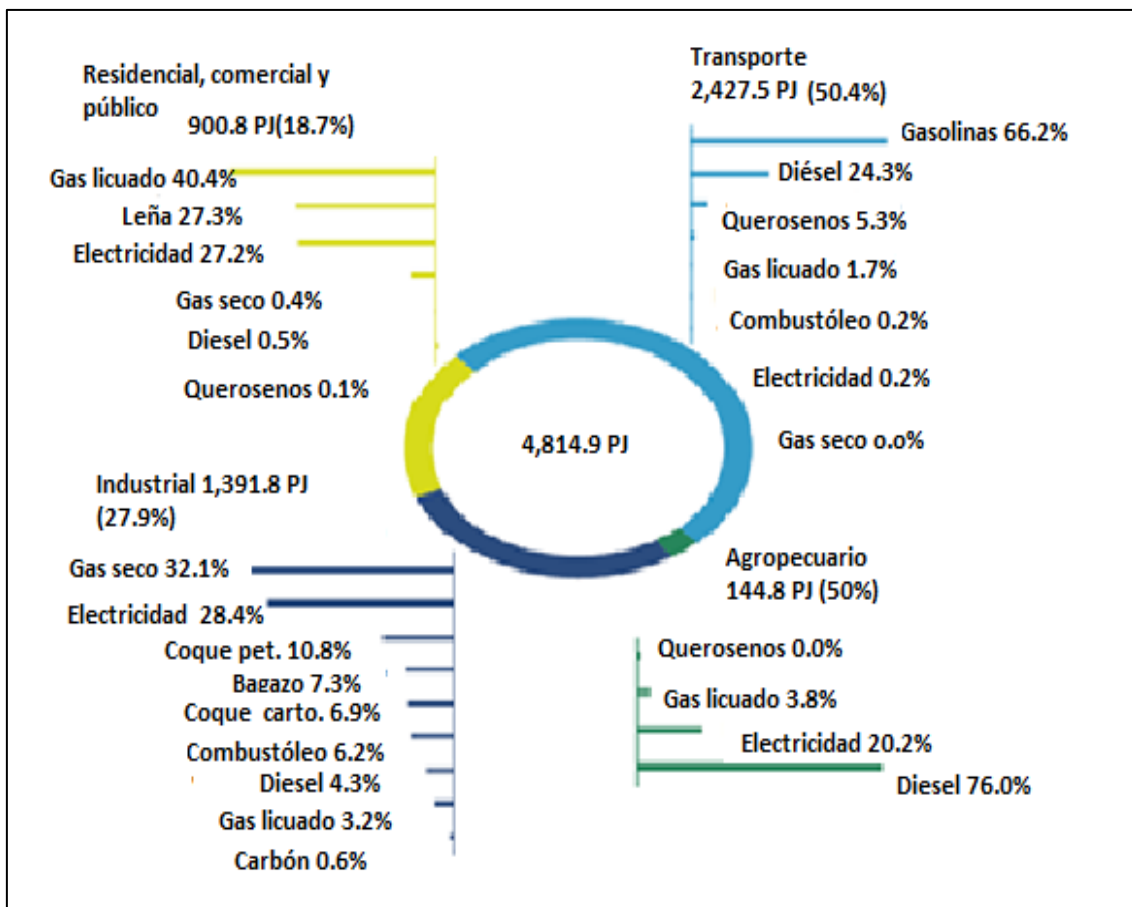


Figura 2.2 Consumo final energético por sector y tipo de energético 2008 (SENER, 2008)

Tabla 2.2 Consumo de energía en el sector residencial (SENER, 2008)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Residencial</b>	706.70	677.96	694.81	696.50	701.09	712.68	719.38	704.55	710.97	743.12	750.13
<b>Leña</b>	248.59	250.19	249.97	249.50	249.03	248.57	248.11	247.65	247.20	246.75	246.31
<b>Total de petrolíferos</b>	323.61	288.04	294.10	286.82	286.66	292.16	294.44	273.65	274.13	300.58	302.29
<b>Gas licuado</b>	322.02	286.47	292.74	285.23	285.06	290.92	293.01	272.17	272.28	298.83	301.46
<b>Querosenos</b>	1.59	1.57	1.36	1.59	1.60	1.25	1.43	1.48	1.85	1.76	0.83
<b>Gas Seco</b>	20.41	19.60	20.67	22.15	24.89	28.45	30.20	30.14	29.61	30.78	30.71
<b>Electricidad</b>	114.08	120.14	130.06	138.04	140.52	143.50	146.64	153.11	160.03	165.01	170.82

La mayoría de las instalaciones de energías renovables se amortizan en un periodo aproximado de cinco a siete años, por lo que hace falta relativamente poco tiempo para que se recupere ahorrando en energías tradicionales (gas, petróleo) lo que se gastó en la instalación inicial. La duración útil de esta suele ser de más de veinte años, simplemente teniendo que desembolsar alguna cantidad de vez en cuando relativa a la limpieza y mantenimiento del aparato (CONAFOVI, 2006).

Asimismo, la obligatoriedad de instalar energías renovables en viviendas de nueva construcción supone un gran avance en su generalización, y conseguirá una reducción en su precio. También, la mejora de las tecnologías ha alargado la vida útil de estas instalaciones, con lo que el beneficio crece considerablemente.

Entre las principales alternativas se pueden encontrar en el mundo de las energías renovables, una de las más interesantes es la energía solar fotovoltaica conectada a la red general, excelente para instalar en comunidades de vecinos por el gran ahorro energético y económico que suponen. Los paneles se instalan en los tejados de las viviendas, y la electricidad producida se vende a la red general, a un precio muy superior del que la comunidad paga por la electricidad tradicional, por tanto se amortiza pronto la inversión inicial. De igual forma, si se vive en urbanizaciones o viviendas apartadas, también se puede instalar individualmente energía solar térmica, cuyo manejo, mantenimiento e implementación es muy fácil para el usuario. Proporcionando de forma prácticamente gratis entre el sesenta y el ochenta por ciento de la calefacción y agua caliente que se usa a nivel doméstico. Su larga vida garantiza la amortización del gasto inicial por muchos años.

Aparte de la energía solar, una gran alternativa es utilizar otros recursos, como el viento (energía eólica). Es un hecho comprobado que los días nublados es cuando más fuerte sopla, cediendo el protagonismo al sol cuando los días son despejados. Aprovechando esta circunstancia, una buena táctica es instalar aparatos que combinen al mismo tiempo el uso de la energía solar y la eólica, ya que así se podrá alcanzar un grado de cobertura de las necesidades eléctricas y térmicas del hogar en casi un cien por cien (CONAFOVI, 2006).

Se muestra un listado de opciones para instalar energías renovables en casa:

1. Instalación de energía solar fotovoltaica conectada a la red general
2. Instalación simple de energía solar térmica en unifamiliar para cubrir parte del consumo de agua caliente
3. Instalación solar térmica de media temperatura para agua caliente y calefacción
4. Calefacción de biomasa



Este tipo de instalación de energía renovable es la versión actual de los antiguos hogares y estufas de leña. El principal punto crítico para utilizarla es la disponibilidad de combustible, que depende mucho de las circunstancias locales.

5. Instalación de energía solar fotovoltaica para autoabastecimiento (parcial o total) de electricidad
6. Sistema híbrido eólico-solar
7. Instalación energía solar térmica de baja temperatura para calentar el agua de una piscina.
8. Aprovechamiento de masas térmicas en la casa solar.
9. Instalaciones micro eólicas para autoconsumo (microgeneración)
10. En los casos en que es posible una instalación para aprovechar la energía geotérmica permite reducir el consumo para climatización y agua caliente a la mitad.

### 2.3 Energía en apoyo a las comunidades rurales

En México se ha alcanzado una cobertura en servicio eléctrico del 96%, quedando aproximadamente 5 Millones de personas sin electricidad en sus hogares. Gran parte de ellos habitan en localidades aisladas, donde la extensión de la red convencional no representa una solución económicamente viable (SENER, 2006).

Para proveer de energía a este rezagado sector de la población se diseñó el Proyecto Banco Mundial/SENER/ GEF "Servicios Integrales de Energía para Pequeñas Comunidades Rurales en México (SIEPCRM)". El escenario prospecto para el año 2030 se muestra en la Figura 2.3, para la oferta de energía primaria el petróleo sigue a la alta con un 51% seguido del gas natural con un 32%, del lado de generación de electricidad como dos principales está el gas natural con un 53% y el petróleo con un 22%.

Otros Programas de Electrificación Rural IIE-CFE: Con su apoyo se han instalado más de 60,000 sistemas fotovoltaicos en 20 estados del país con fondos aportados por el gobierno federal. También se tiene experiencia con sistemas híbridos solar-eólico para electrificar comunidades en Baja California Sur.

Programas del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO): El FIRCO ha fomentado programas de electrificación rural, en convenios suscritos al 2005:

- Convenio de Colaboración con los Laboratorios Nacionales Sandia de los EE.UU.. - Con este convenio se instalaron 195 sistemas, y se apoyó a más de 3,500 productores.
- Convenio de Donación con el Fondo Mundial del Medio Ambiente a través del Banco Mundial. Con este convenio, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) promovió un donativo por 32 millones de dólares, el Gobierno Federal aporta 13.5; los productores 9.6 y el Gobiernos de Estados Federales aporta 8.9.

Los programas apoyados consisten en la generación de energía eléctrica a través de la insolación de paneles solares, que se utiliza para bombear agua de pozos y norias ganaderas. Los resultados alcanzados con estos programas incluyen más de 1,000 sistemas instalados (SENER, 2006). En la Figura 2.4 se muestra la cobertura nacional que tenemos en nuestro país del sector eléctrico.

El Servicios Integrales de Energía para Pequeñas Comunidades Rurales en México (SIEPCRM) pretende, en los próximos 5 años, impulsar proyectos de electrificación rural con Energías Renovables (ER), en los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Veracruz, dotando de electricidad a 50,000 viviendas. El 60% de las localidades a electrificar son de población indígena. Se llevará a cabo en estrecha colaboración con la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), en el marco de su programa de apoyo en infraestructura básica (PIBAI) en los 50 municipios más pobres del país.

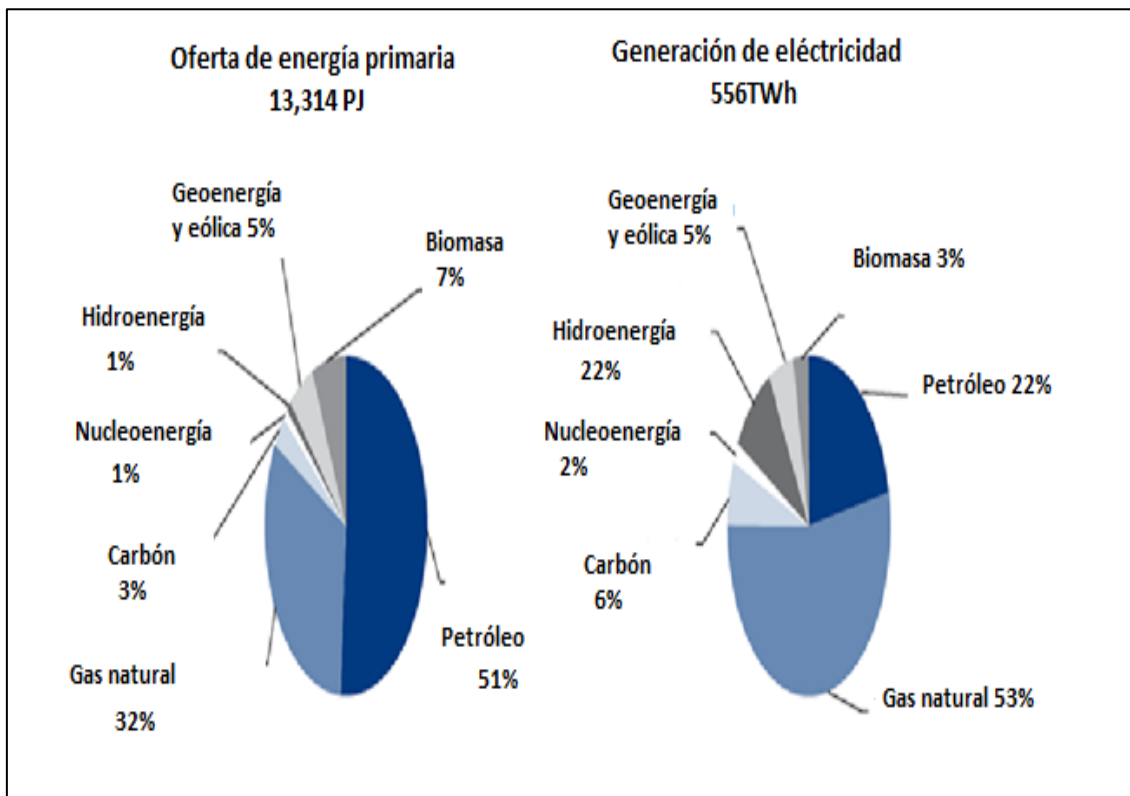


Figura 2.3 escenario prospectivo al 2030 sobre la producción de electricidad (SENER, 2006)

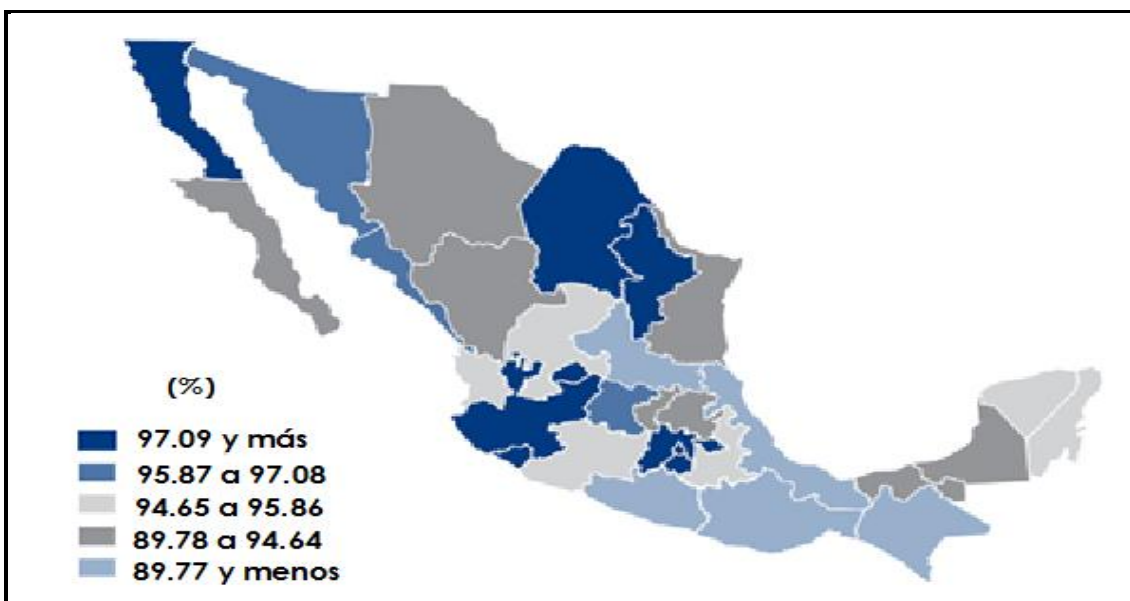


Figura 2.4 cobertura del Sistema Eléctrico Nacional (SENER, 2006)

Para ello se utilizarán diversas tecnologías incluyendo celdas fotovoltaicas, turbinas eólicas, plantas micro-hidráulicas, pequeñas plantas generadoras con biomasa y sistemas híbridos Energías Renovables (ER)-diésel.

El Servicios Integrales de Energía para Pequeñas Comunidades Rurales en México (SIEPCRM) aportará a las localidades piloto capacitación para el desarrollo de actividades productivas relacionadas a la energía. Además, proveerá con capacitación técnica local para dar mantenimiento a los equipos y

coadyuvará en la formación de estructuras inter-institucionales para el desarrollo de proyectos de electrificación rural con ER; asegurando así, la réplica del proyecto piloto en comunidades aledañas.

Los recursos para su desarrollo consistirán de una donación Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), a fondo perdido por 15 de USD, y un préstamo de Banco Mundial por 15 millones USD, que apalancarán una inversión estatal y municipal por 60 millones USD.

Adicionalmente se buscará una coinversión de programas federales como Micro-Regiones de Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y Programa de Apoyo a Infraestructura Básica (PIBAI) de Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI); así como privada por 10 millones de USD para tener una bolsa total de 100 millones USD a invertir en 5 años (SENER, 2006).

### **2.4 Residuos sólidos en México**

En México año con año se generan alrededor de 40 millones de toneladas de residuos, 35.3 millones corresponden a residuos sólidos urbanos (RSU) y 5 y 6 millones aproximadamente son de residuos peligrosos (RP). La infraestructura para el manejo de RP y RSU es insuficiente, el país debe optimizar su aprovechamiento, recolección y reciclaje. Es primordial el manejo de residuos peligrosos y biológicos infecciosos, así como promover su manejo integral.

#### **2.4.1 Aspectos de limpieza pública**

Los aspectos de limpieza pública en ciudades pequeñas y zonas rurales atraviesan por siete etapas:

1. Producción o generación
2. Almacenamiento
3. Barrido
4. Recolección
5. Transporte
6. Reciclaje
7. Disposición final

#### **2.4.2 Clasificación de residuos sólidos**

La diversidad y heterogeneidad de los residuos sólidos dificultan su clasificación y manejo de los mismos. Se plantea una clasificación, en la que se utiliza la fuente genética del origen del residuo, las fuentes específicas y los residuos que son generados en esas fuentes es decir en residuos comunes, residuos potencialmente peligrosos, por su forma de manejo y disposición o por su contenido de materiales peligrosos (Tabla 2.3) (INE, 2007).

#### **2.4.3. Opción para reducir el impacto ambiental de los residuos sólidos**

Para reducir su impacto ambiental se deberá favorecer la valorización de sus residuos, así como el diseño y construcción de infraestructura apropiada que permita la recolección, separación, reciclaje y disposición final de estos. Su aprovechamiento puede ser a partir de desechos orgánicos para:

- Producción de biogás y la generación de electricidad
- Proyectos de reciclaje, separación de basura, reutilización, confinamiento de desechos y creación de centros de acopio

- Promover desarrollos de la infraestructura apropiada para la gestión integral de desechos peligrosos
- Regulaciones y controles para la gestión integral de residuos sólidos

### Digestor

Un Digestor está hecho a partir de un contenedor llamado reactor, el cual está perfectamente hermético, dentro de él se deposita materia orgánica es decir excremento (animales/ humanos) y desechos vegetales, excepto cítricos que acidifican. La materia orgánica se fermenta con cierta cantidad de agua, produciendo gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio. Un sistema sencillo de conseguir solventar la problemática energética – ambiental, así como un adecuado manejo de residuos sólidos tanto en humanos como animales (Rojas, 2009).

Componentes de un digestor (Figura 2.5):

- Tubo de admisión de desechos
- Fosa de separación sólidos gruesos
- Fermentador y bolsa de almacenamiento
- Tubo afluente
- Tubo de metano

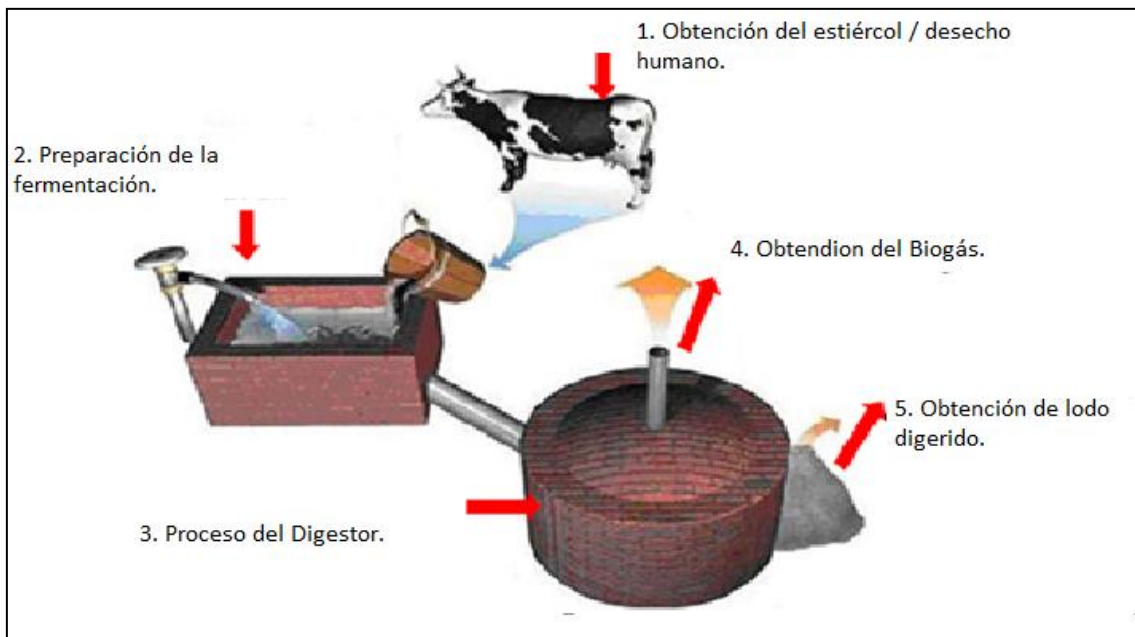


Figura 2.5 Desarrollo de un sistema digestor (Rojas, 2009).

### 2.5 Factibilidad económica

#### Estudio financiero

Un estudio financiero es una síntesis cuantitativa que demuestra con un margen razonable de seguridad, la realización del proyecto con los recursos programados y la capacidad de pago de la empresa. La metodología para medir la rentabilidad de un proyecto, la estructura financiera futura de una empresa, tanto en un entorno de estabilidad económica como de inflación, considera los precios y costos constantes, a menos que se indique lo contrario.

Tabla 2.3 Clasificación de residuos sólidos (INE, 2007).

Fuente	Origen específico	Tipos de residuos
<b>Domiciliarios</b>	Casas habitación	Clasificación de residuos comunes
<b>Institucionales</b>	Escuelas básicas (preescolar a secundaria)	por propiedades físicas:
	Educación preparatoria y superior	*materiales inertes
	Museos	Vidrio
	Iglesias	Plástico
	Oficinas de gobierno	Enseres domésticos
	Patrimonio histórico	Material ferroso
	Bancos	Chácharas
	Reclusorios	Material no ferroso
	Calles y avenidas.	Materiales fermentables
	Carreteras federales o estatales	Residuos alimenticios
<b>Aéreas y vías públicas</b>	Parques y jardines	Residuos de jardinería
	Aéreas abiertas	Hueso
	Zonas federales	Flores (desechos).
	Balnearios	Materiales combustibles
	Zoológicos	Algodón
	Playas	Papel
	Aéreas arqueológicas	Cartón
	Parques nacionales	Tetra pack y tetrabrik
	Mercados, tianguis y centros de abasto	Textiles naturales
	Hoteles y moteles	Textiles sintéticos
	Oficinas	Pañales
	Rastros	Madera
	Panteones	Residuos industriales no peligrosos(*)
	Restaurantes	Residuos potencialmente peligrosos(**)
	Tiendas	Llantas
	Presentaciones artísticas	Lodos
	Circos	Secreciones
	Cines	Materiales empapados de sangre
	Teatros	Aceites y grasas
	Estadios	Autos abandonados
<b>Comercial y de servicio</b>	Hipódromos	Equipos de refrigeración electrónicos y otros animales muertos
	Galgodromos	Alimentos caducados
	Parques deportivos	Objetos punzocortantes
	Autódromos	Residuos peligrosos:
	Velódromos	Los que sean considerados como tales en la normatividad correspondiente y provenientes de micro generadores
	Plazas de toros	Otros:
	Frontón	Cascajo
	Terminales	
	Marítimas	
	Terrestres	
	Aéreas	

(\*) No corrosivo, reactivos, explosivos, tóxicos e inflamables

(\*\*) Por su forma de manejo y disposición o por su contenido de materiales peligrosos.

### **Fuentes internas de financiamiento**

Las expectativas de los requerimientos financieros de un proyecto se basan en las condiciones financieras actuales de la empresa, y en los resultados derivados de los estudios de mercado y técnicos ya realizados para el proyecto. En gran medida, los requerimientos financieros estimados para un proyecto se analizan a través de los estados financieros y de los presupuestos del flujo de efectivo, que para tal fin se elaboran. Los estados financieros proforma permiten proveer sistemáticamente las proyecciones de los requerimientos financieros mensuales, trimestrales o anuales, lo que da acceso a la cuantificación anticipada de los montos de recursos propios que se van a utilizar, muestran la necesidad de solicitar préstamos bancarios o emitir títulos de capital. Los presupuestos de flujo de efectivo del proyecto coadyuvan a definir las cantidades de fondeo requeridas y auxilian en la selección de procedimientos para obtener los recursos monetarios, a fin de afrontar dichos requerimientos con capital propio o generando algunos pasivos.

### **Fuentes externas de financiamiento**

Los estados financieros y el presupuesto de los flujos de efectivo muestran las necesidades de financiamiento externo a través de bancos, inversión gubernamental, organizaciones como Nacional Financiera, Banco de Comercio Exterior, FIDE, Banobras, etc. Por lo regular los grandes y medianos proyectos utilizan una combinación de estas fuentes de financiamiento. Al examinar el propósito del préstamo, los analistas de los bancos solicitan información completa del total de los montos del préstamo, así como del uso que se les darán expresado en porcentajes del capital invertido y activos circulantes, los cuales deberán ser adecuados, ya que de otra manera es posible que más tarde se necesiten más fondos para terminar el proyecto y se ponga en riesgo el éxito del mismo por falta de liquidez.

### **Estimación de costos de operación**

De acuerdo a lo anterior es posible conocer de una forma a priori los costos de instalación de captación pluvial, los costos de operación y con ayuda de los proveedores y fabricantes de los equipos, también podemos conocer los costos en los que se incurre por mantenimiento. Los costos no son más que un efecto de las determinaciones realizadas en el estudio técnico. Un error en el costo de producción generalmente es atribuible a errores del cálculo en el estudio técnico y el proceso de costo en producción es más una actividad de ingeniería que de contabilidad.

### **Flujo de efectivo**

El estado de cuenta que refleja cuanto "efectivo" queda después de los gastos, pagos, intereses y el capital inicial, es el flujo de efectivo.

### **Evaluación económica**

Por lo general, a las personas interesadas en invertir su dinero en algún proyecto, les es de gran ayuda para tomar una decisión de conocer las técnicas, que les permitan comparar y decidir entre diferentes opciones de inversión de capitales, dado que generalmente se inclinan por la más conveniente desde el punto de vista económico.

La justificación económica permite tomar una decisión final sobre la realización del proyecto.

La mayoría de los recursos escasos en la naturaleza se pueden medir en valor monetario (dinero) y por lo general este valor aumenta conforme pasa el tiempo, por esta razón una de las claves para comprender un estudio económico es reconocer que el dinero tiene un valor en el tiempo. La ingeniería

económica nos permite a través del concepto de tasa de interés una manera de expresar el valor del dinero en el tiempo, también conocida como tasa de costo de oportunidad o tasa de descuento.

**Valor Presente Neto (VPN)**

El VPN indica el valor "al día de hoy" del flujo de efectivo generado por el proyecto en el horizonte de evaluación y puede definirse como el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos de efectivo descontados a la inversión inicial.

Sumar los flujos descontados en el presente y restar la inversión inicial equivale a comparar todas las ganancias esperadas contra todos los desembolsos necesarios para producir dichas ganancias, en términos de su valor equivalente en este momento o tiempo cero

Para calcularlo se utiliza una tasa de descuento (r), el cual refleja el costo de oportunidad de los recursos. La expresión matemática para calcular el VPN es la siguiente:

$$VPN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{FE_t}{(1+r)^t} \dots\dots\dots(2.1)$$

Donde

"FE<sub>t</sub>" representa el flujo de efectivo en cada periodo de tiempo "t",

La tasa de descuento o costo de oportunidad del dinero está representada por "r",

"n" es la vida útil de la inversión medida en años y;

"Σ" es la sumatoria del valor presente de los flujos de efectivo descontados.

La regla de decisión de este indicador consiste en que si el VPN es positivo, entonces el proyecto es rentable, y que invertir en el proyecto generará más riqueza al ser ejecutado, por el contrario si el VPN es negativo indica que se tendrán pérdidas en caso de llevarlo a cabo y por lo tanto, la realización del proyecto no es conveniente.

**Tasa Interna de Retorno (TIR)**

La TIR indica la rentabilidad de realizar u proyecto y a su vez es la tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero. Su expresión matemática es la siguiente:

$$VPN = \sum_{t=0}^{t=n} \frac{FE_t}{(1+TIR)^t} = 0 \dots\dots\dots(2.2)$$

La regla de decisión para este indicadores aceptar los proyectos cuya TIR sea igual o mayor a la tasa de descuento. La TIR sólo es útil, cuando los proyectos se comportan normalmente, es decir, cuando los primeros flujos de efectivo son negativos y los siguientes son positivos; lo anterior se debe a que si cambia el signo más de una vez de los flujos netos del proyecto, se pueden obtener diferentes valores de TIR. Por último, es importante mencionar que la TIR, por ser una tasa, no se puede utilizar como criterio de comparación entre proyectos y debe ser siempre acompañada por el VPN.

**Relación Costo/Beneficio (CB)**

El beneficio económico es la ganancia que se obtiene de un proceso económico. Se basa en el valor presente, y consiste en dividir el valor presente de los ingresos menos gastos entre el valor presente de la inversión.

$$\text{Relación (B/C)} = \frac{\text{VPNB}}{\text{VPNI}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dónde:

VPNB; es el valor presente neto de los beneficios

VPNI; es el valor presente neto de la inversión

Si el índice es mayor a 1 se acepta el proyecto, si es inferior no es aceptado ya que esto significa que la rentabilidad del proyecto es inferior a la inversión.

### **Análisis de sensibilidad**

Al hacer cualquier análisis económico proyectado al futuro, siempre hay un elemento de incertidumbre asociado a las alternativas que se estudian y es precisamente esa falta de certeza lo que hace que la toma de decisiones sea bastante difícil. El análisis de sensibilidad de un proyecto de inversión es una de las herramientas más sencillas de aplicar y que nos puede proporcionar la información básica para tomar una decisión acorde al grado de riesgo que decidamos asumir. Los flujos de efectivo que se usan para determinar la aceptabilidad de un proyecto están determinados por los pronósticos de acontecimientos inciertos, como las condiciones económicas en el futuro y la demanda esperada de un producto. Entonces se sabe que los flujos de efectivo que se usan para determinar el VPN de un proyecto podrían ser muy diferentes de lo que en realidad pase en el futuro. Pero esas cifras representan el mejor, y más confiable, pronóstico respecto de los flujos de efectivo esperados con un proyecto y si una de las variables de entrada cambia, como las unidades vendidas, el VPN del proyecto cambia.

El análisis de sensibilidad es una técnica que muestra exactamente cuándo cambiará el VPN en respuesta de un cambio determinado en una variable de entrada, si todo lo demás permanece constante. Se parte de un caso base cuyo desarrollo está en función de los valores esperados de cada entrada. Después cada variable se cambia por puntos porcentuales específicos por encima o por debajo del valor esperado, y todo se mantiene constante, después se calcula un VPN nuevo para cada uno de los valores (Besley, 2008).

### **Periodo de recuperación del capital**

Periodo de recuperación de capital son los años necesarios para recobrar el costo de un proyecto. En el método ordinario se prescinde de los flujos de efectivo posteriores al periodo y tampoco tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Con todo ofrece una indicación del riesgo del proyecto y su liquidez, porque muestra cuanto tiempo el capital invertido estará "en riesgo". El uso del periodo de recuperación para tomar decisiones de presupuesto de capital se basa en el concepto de que es mejor recuperar la inversión de un proyecto más pronto que tarde. Como regla general se considera que un proyecto es aceptable si su periodo de recuperación es menor que el tiempo de recuperación del costo máximo que la empresa establece (Besley, 2008).



**Caracterización del modelo de evaluación económica**

Con el objeto de estudiar como inciden los parámetros en los indicadores, se realizó una evaluación económica en moneda constante, la evaluación financiera, propiamente dicha, involucra un manejo más detallado de la forma en la que se puede completar el monto de inversión entre los recursos de socios (capital) y financiamiento externo (prestamos). Con la ayuda de las herramientas de Excel, se puede obtener con mayor facilidad los resultados de nuestros indicadores económicos. Primero se acomodaron los egresos y los ingresos de cada periodo en dos columnas y posteriormente a los ingresos se le restaron los egresos para obtener el flujo de efectivo por periodo (Tabla 2.4).

**Tabla 2.4 Flujo de efectivo para el cálculo en hoja de excel**

	A	B	C	D
1	t	Flujo efectivo		Flujo efectivo
2	años	Ingresos	Egresos	(a final de periodo)
3	0	0		
4	1			
5	2			
6	3			
7	4			

Para determinar el valor del VPN se escribe en una celda libre la siguiente expresión:

$$=VNA(TASA,D4:D7)+D3$$

Para el cálculo de la TIR se escribe en otra celda libre la expresión:

$$=TIR(D4:D7)$$

Y para el cálculo de la Relación C/B se escribe en otra celda vacía:

$$=VNA(TASA,D4:D7)/(-D3)$$

La TASA es un valor que es proporcionado de acuerdo a la cantidad que los inversionistas deseen obtener por cada peso invertido, para nuestro caso de estudio se fijó en el valor de 0.12 ó 12%, por ser el valor mínimo necesario para garantizar el pago al banco.

**CAPÍTULO 3 - METODOLOGÍAS APLICADAS A CASA HABITACIÓN**

### 3.1 Ahorro de energía eléctrica

La población humana ha crecido exponencialmente, la evolución del consumo energético no sólo ha estado acompañando al crecimiento de los habitantes. Debido también a la industrialización y la transformación cultural que ha se tuvieron resultados la conversión de una sociedad del consumo, por lo que ha habido una progresión del consumo de energía desde la Revolución Industrial hasta nuestros días. El ahorro de energía eléctrica consiste en la optimización del consumo eléctrico, con el fin de la disminución del uso de energía pero produciendo los mismos se tuvieron resultados finales. La eficiencia energética es más alta cuanto menos energía se pierda durante su extracción, transformación, distribución y uso.

La eficiencia energética consiste en usar la energía disponible de la mejor forma posible, de manera inteligente. Es decir dar un rendimiento óptimo a los recursos con la menor cantidad de estos, lo cual contribuye al desarrollo sustentable del país a medida que promueve el mejor uso de los recursos energéticos esenciales para gran parte del quehacer económico y humano. En México existe ineficiencia energética en materia a iluminación. Su consumo de energía eléctrica se clasifica en cinco sectores: Industrial, residencial, comercial y servicios municipal y bombeo agrícola, el sector industrial es el principal consumidor. Sin embargo el sector residencial cuenta con el mayor número de usuarios, y es posible que a mediano plazo, el consumo de energía eléctrica en edificios de uso residencial y comercial supere al industrial.

#### 3.1.1. Iluminación actual en México

México enfrenta un importante incremento en el gasto para el suministro de electricidad. La prospectiva del sector eléctrico 2007-2016 estima que los sectores residenciales, comercial y de servicios crecerán anualmente a un 5.2 por ciento en conjunto, es decir, el consumo de energía eléctrica aumentará. De acuerdo con la encuesta mensual industrial del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), se estima que del total de lámparas incandescentes vendidas anualmente, más del 95% se usan para la iluminación en residencias, comercios y servicios (focos de 25W, 75W, 100W y más de 1000W) y el restante se usa para la industria automotriz, eléctrica y electrónica. Se estima que en un hogar se usan en promedio 8 focos, el sector industrial, comercial y de servicios usan alrededor de 19 focos.

La prohibición de la comercialización de lámparas incandescentes en el país no es solo una medida de mitigación de los efectos del cambio climático, también una oportunidad de ahorro de subsidios evitados y en consumos de electricidad. Por otro lado, el ahorro obtenido en potencia diaria, si se prohibiera el uso de lámparas incandescentes equivaldría a 11,986 MW. Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) estima que la cifra de focos a sustituir en el país es de 160 millones en el sector residencial y 45 millones en el sector comercial y de servicios, por lo que considera que esta medida lograría una reducción del consumo nacional de electricidad mayor a 5 % anual y, representaría para el año 2012, un ahorro de 45,370 GWh y se evitarían 30,280 miles de toneladas de CO<sub>2</sub>.

La prohibición de lámparas incandescentes debe representar una oportunidad de lámparas ahorradoras, de hecho, algunas compañías están promoviendo estas medidas. Son varios países que ya erradicarán la fabricación y venta de estas lámparas desde grandes productores hasta países que son grandes consumidores, todos coinciden en la necesidad y urgencia para adoptar esta medida, México aún no lo concreta. Actualmente más del 90 % por ciento de las lámparas fluorescentes compactas que se usan en el país proceden de China y las principales empresas que comparten el mercado, son Philips, General

Electric y Osram que tienen instaladas sus plantas en el país, por cuestiones laborales (GREENPEACE, 2008).

### 3.1.2 Fuentes luminosas artificiales

Aquellos objetos capaces de emitir radiaciones electromagnéticas con longitudes de ondas para el ojo humano. Las de mayor importancia las lámparas, existen diversas alternativas:

#### A) Bombillas de tungsteno

Ésta consta de un filamento de un fino hilo de tungsteno arrollado en forma de bobina, encerrado en el vacío por una bombilla de vidrio. Su funcionamiento es simple la corriente eléctrica lo calienta y así emite un halo de luz amarillenta que además representa una fuente, aunque mínima de calor, que convierte a las lámparas en ideales para iluminar ciertos sectores. Se venden en diferentes tonalidades, lo que permite darle a cada ambiente un toque personal. El rendimiento de estas lámparas es bajo pues el 100% de la bombilla absorbida por el filamento solo del 10 al 12 % son radiaciones visibles y el resto radiaciones infrarrojas manifestadas en forma de calor (Tabla 3.1) (Philips, 2009).

Ventajas:

- Tamaño compacto que permite poner en áreas pequeñas
- Bajocosto
- Varias tonalidades por su luz cálida resaltan todos los colores
- Operación con corriente continua y alterna

Desventajas:

- Bajorendimiento
- Corta vida (750-1200 horas)
- Baja eficiencia (19 lummen por watt)
- Disipador de calor

#### B) Lámpara fluorescente

Estas lámparas son de un tipo de luz de descarga eléctrica. La luz se produce por la fluorescencia del fósforo excitado por la energía de los rayos ultravioleta. Energía proveniente del choque de electrones con átomos de mercurio vaporizado, están formadas por un tubo de vidrio con un electrodo de tungsteno en cada extremo, contienen un gota de mercurio, acompañado de un gas inerte de baja presión o mezcla de gases para su encendido.

Ventajas:

- Alta eficiencia luminosa (67 lummen por watt)
- Mayor rendimiento (respecto a calor)
- Gran duración (12,000 horas)

Desventajas:

- Gran tamaño en relación a su potencia
- Necesidad de un balastro o reactor que le proporcione una corriente y voltaje adecuados

## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2

- Sus colores son los siguientes. Blanco frío, blanco cálido, blanco, blanco frio de lujo, blanco cálido de lujo y luz de día.

**Tabla 3.1 Datos lámpara incandescente o bombilla de tungsteno (Philips, 2009)**

watss	Volts Tension de operacion	Lumenes nicipales	Vida en horas	Eficiencia lumenes / watss	Factor de depreciación	bulbo	Acabado perla o claro	Longitud en centigrados
40	125	485	1,600	12	0.875	A-19	*	11.3
80	125	560	1,000	15	0.930	A-19	*	11.3
60	220	566	1,000	10	0.930	A-20	*	11.3
75	125	1,190	750	16	0.920	A-19	*	11.3
100	125	1,750	760	18	0.905	A-19	*	11.3
100	220	1,085	2,500	11	0.900	A-21	*	13.5
150	125	2,790	750	19	0.805	A-23	*	16.0
150	220	2,050	1,000	14	0.870	PS-25	*	15.0
200	125	3,750	750	19	0.850	PS-25	*	17.8
200	220	3,040	1,000	15	0.900	PS-30	*	20.5
300	125	6,103	1,000	20	0.825	PS-30	*	20.5
300	220	4,735	1,000	16	0.090	PS-30	*	20.5
500	125	10,100	1,000	20	0.890	PS-40	*	24.8
500	220	9,720	1,000	18	0.870	PS-40	*	24.8
1000	220	17,500	1,000	18	0.820	PS-52	*	33.1

Los colores blanco-frío, blanco cálido y blanco tienen una mayor eficiencia en cuanto a flujo luminoso, pero débiles en el color rojo, los colores blanco frio de lujo y blanco cálido de lujo están diseñadas para un mejor rendimiento en color. Las lámparas fluorescentes requieren de un balastro para operar. Estas lámparas se clasifican en:

- Arranque instantáneo

Estas lámparas no requieren de calentamiento previo ni arrancador, pero requieren de un elevado voltaje de arranque. El balastro enciende las lámparas en serie una detrás de la otra, una vez encendida las dos lámparas una parte del balastro deja de operar, si alguna de ellas se funde la otra sigue operando, así mismo el balastro sigue operando.

- Arranque rápido

Las lámparas encienden suave y con un ligero retardo de hasta dos segundos. El balastro suministra una tensión menor que en el caso de las lámparas de arranque instantáneo, el balastro hace que los cátodos de las lámparas estén permanentemente calientes.

- Arranque por precalentamiento

Estas lámparas requieren de un arrancador además del balastro ya que para poder operar tienen que pasar por una corriente mayor que la de operación normal, con lo que calientan sus cátodos, estas lámparas prácticamente son inexistentes (Philips, 2009).

### C) Lámparas ahorradoras o lámparas fluorescentes compactas

Funcionan bajo un principio similar al del tubo fluorescente, su interior esta relleno de vapor de mercurio a presión que al contacto con la descarga eléctrica produce luz ultravioleta posteriormente al reacción con

el polvo fluorescente que recubre el interior del tubo obtiene luz normal. Se pueden utilizar dos tipos de lámparas fluorescentes compactas:

Lámparas PL<sub>1</sub>, de una sola composición, tienen un tamaño compacto y pueden durar hasta 50,000 horas, tienen una eficiencia de 50 lúmenes por watt. Por lo que tienen una eficiencia de energía de más de 300% en comparación a las incandescentes.

Lámpara SL, diseñada principalmente para colocarse en una iluminaria incandescente, esta lámpara tiene un balastro integrado. A diferencia de las tradicionales, tienen la capacidad de convertir la energía en luz y no en calor, Se aconseja utilizarlas en áreas que necesiten iluminación prolongada, dado a que su desventaja es que consumen mayor energía al ser encendidas.

### D) Lámparas halógenas (dicróicas)

Estos sistemas halógeno se diferencia de los anteriores por su brillantez lumínica, que no decae como en las bombillas de bajo consumo o incandescentes, que sufren un ennegrecimiento en su halo de luz un poco antes de culminar su vida útil. Por su gran potencia tienden a iluminar exteriores, se pueden adaptar a menor potencia para interiores (adaptándole un transformador de 12 ó 24 vatios), tienen una duración de más de 3,000 a 4,000 horas (OSRAM, 2009).

### E) Lámparas Leeds

En la búsqueda de nuevas tecnologías, tenemos el uso de leds. Un led es un componente electrónico que pasa energía eléctrica del lado positivo al negativo y desprende un fotón que produce luz electrónica no incandescente, como las tradicionales bombillas de alógeno e incluso a las bombillas de bajo consumo. Cada arreglo de led trabaja con 3V y con corrientes de 20 mA aproximadamente, por lo que cada uno consume una potencia de 0.06W, su temperatura de operación es de 25°C. La luz que emite es monocromática, es decir de un solo color a diferencia de las lámparas fluorescentes o incandescentes que emiten un espectro en un rango amplio de longitudes de onda. Existen diversos colores en focos led's rojo, naranja, amarillo, verde, azul, violeta, ultravioleta e infrarrojos, los dos últimos no son visibles al ojo humano. El color deseado se obtiene con diferentes valores de corriente para cada led, a fin de lograr distintas intensidades de cada color primario, la unión de los tres produce el color deseado (OSRAM, 2009).

Ventajas:

- Alta eficiencia luminosa (60-80 lúmenes / watt)
- Totalmente reciclable
- Mayor duración
- Brinda un ahorro del 70 y 80% de energía
- Mayor rendimiento
- Gran duración (50,000 a 60,000 horas)-encendido constante aprox. 6 -10 años

Desventajas:

- Alto costo

En varios países han iniciado un trabajo muy profundo de investigación sobre el led para mejorar su capacidad, encapsulados en pequeños lentes de distintos colores (Vigil, 2009).

### F) Lámparas de inducción magnética

Este tipo de lámpara innovadora a partir de una bobina de inducción sin filamentos y una antena acopladora, que al aplicar una descarga de frecuencia, el centro de la lámpara es la bobina de inducción a la cual le provee potencia un generador de alta frecuencia (Figura 3.1). El ensamble de vidrio circulante contiene un material electrón – ion plasma y esta relleno con un gas inerte. La porción interior del vidrio está recubierta con un recubrimiento de fósforo el cual es similar al que se encuentra en las lámparas fluorescentes. La antena transmite la energía generada por el primario de la bobina de un sistema de inducción al gas que se encuentra dentro de la lámpara, por lo cual se crea una radiación ultravioleta, la cual es luego transformada a fuentes visibles de luz por medio del recubrimiento de fósforo en la superficie de vidrio como se muestra en la Figura 3.2 (Electricasas, 2009).

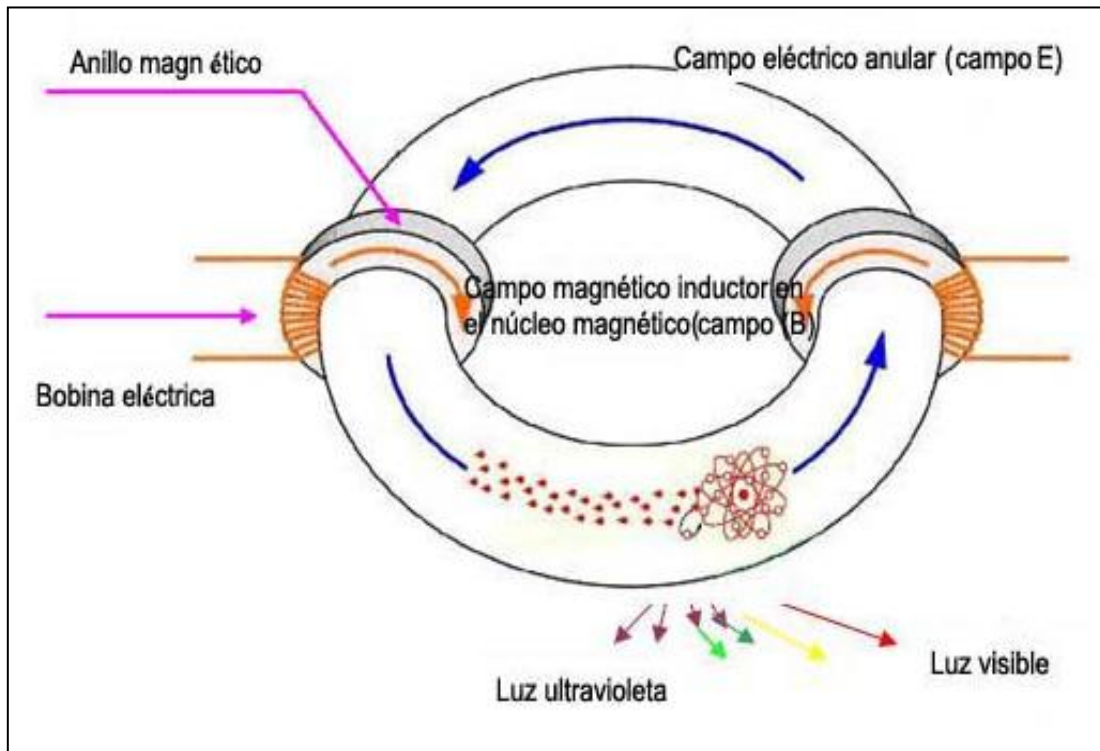


Figura 3.1 Bobina de inducción magnética, al centro de la lámpara (Electricasa, 2009)

Ventajas:

- Encendido instantáneo
- Elimina los parpadeos
- Produce todo su flujo desde el primer instante
- Gran duración (100000 horas de vida útil)
- No necesita mantenimiento, cambio de focos y balastro
- No utiliza gases a presión o tóxicos
- Protección contra variaciones de voltaje, evita cualquier daño a iluminarias
- No tiene pérdidas de energía
- Mejor intensidad de luz
- Mejor nivel de luxes
- Peso ligero
- Usa generador de frecuencia de 100,00 vida útil.
- Genera poco calor y consume menos energía.
- Anti explosiva al no contener filamentos

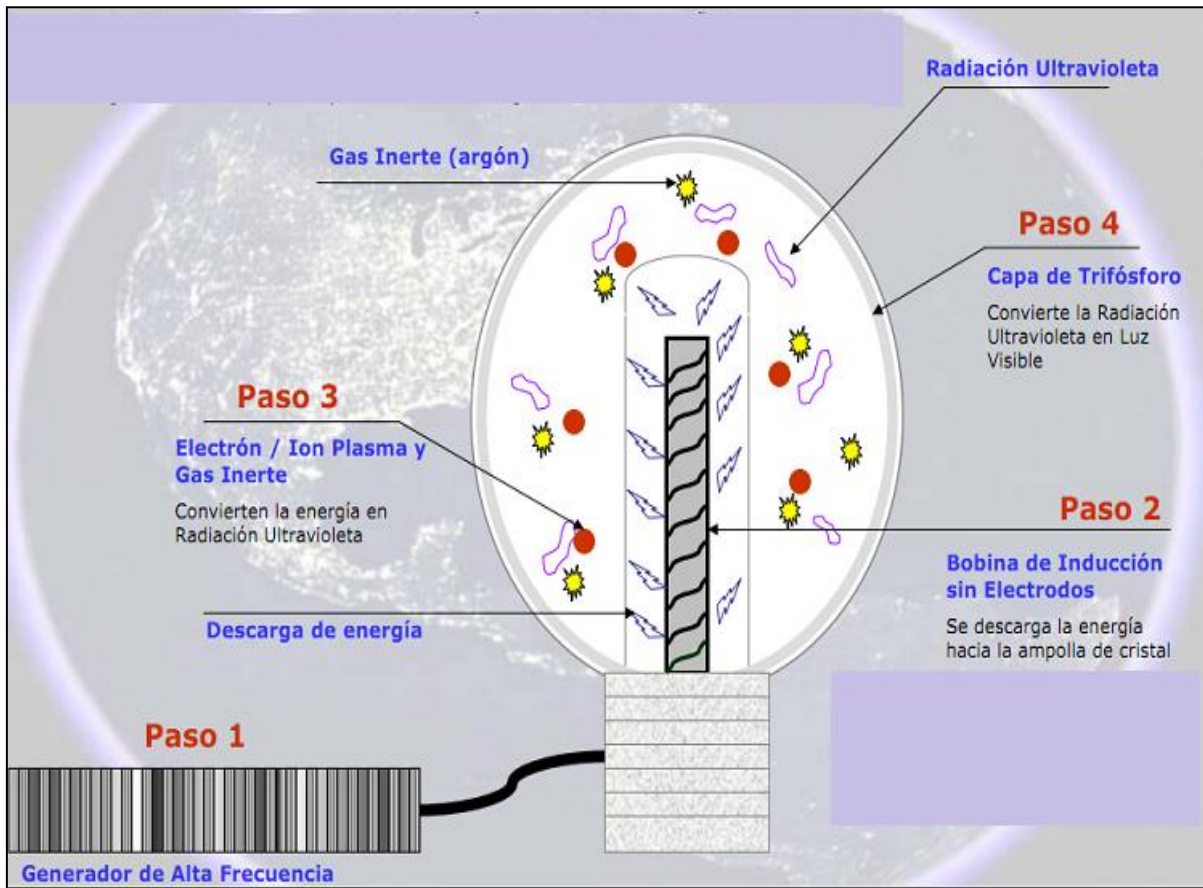


Figura 3.2 Componentes de lámpara de inducción magnética (Telpacific, 2011).

Desventajas:

- Alto costo

Las lámparas de inducción magnética nos aportan mayor iluminación a comparación de otras, a menor Watts (Tablas 3.2 y 3.3).

Tabla 3.2 Comparativa de watts (Electricasa, 2009)

Inducción	Aditivosmetálicos
40 w	80 w
80 w	150w
100 w	250 w
150 w	300 – 325 w
200 w	400 w
400 w	1000 w

Tabla3.3Comparativa (Osram, 2009)

Tipo de focos	Energía	Tiempo de vida
Incandescentes	90% calor y 10% luz	1,000 horas
Ahorraadores	20% calor y 80% luz	6,000 horas
Halógeno	78% calor y 22% luz	4,000 horas
Led's	20% calor y 80% luz	60,000 horas
Inducciónmagnética	20% calor y 80% luz	100,000 horas

### 3.1.3. Energía fotovoltaica

Un sistema fotovoltaico es un conjunto de equipos construidos e integrados para realizar funciones tales como:

- Transformar directamente y eficientemente la energía solar en energía eléctrica
- Almacenar adecuadamente la energía eléctrica generada
- Proveer adecuadamente la energía producida (el consumo) y almacenada
- Utilizar eficientemente la energía producida y almacenada

Los encargados de realizar dichas funciones son:

Módulo o panel fotovoltaico. Son placas modulares formadas por un conjunto de celdas fotovoltaicas, protegidas por un marco de vidrio y aluminio anodizado.

La batería. Almacenan energía en periodos de abundante radiación solar o bajo consumo de energía eléctrica, así mismo provee de energía eléctrica necesaria en periodos de baja o nula radiación solar, estable y adecuando para la utilización de aparatos.

El regulador de carga. Este dispositivo controla tanto el flujo de la corriente de la carga proveniente de los módulos hacia la batería, como el flujo de la corriente de descarga que va desde las baterías hacia las lámparas y demás aparatos que utilizan electricidad.

El inversor. Componente que transforma la corriente directa a corriente alterna.

Contador. Elemento que contabiliza la cantidad de electricidad que inyectamos en la red, deberá ser un contador independiente del que registra el consumo que se hace de la red.

Las cargas de aplicación (el consumo). Aparatos de uso doméstico como lámparas, televisores, radios, teléfonos etc. Para uso productivo bombas y motores (FOCER, 2009).

La energía solar fotovoltaica es la solución cuando la red eléctrica no llega a una casa o la conexión a la red es demasiado cara. Existen varias opciones:

#### **Instalación fotovoltaica sin conexión a la red**

Apropiada para lugares donde no cuentan con red eléctrica ya sea por la lejanía de las centrales eléctricas, la red eléctrica no es fiable por cortes de energía o bien su costo es alto. Los sistemas fotovoltaicos independientes también son excelentes si no se necesita mucha energía. Las instalaciones más sencillas son las que generan electricidad continua, que puede ser utilizada en el momento, que no se necesita cableado, almacenamiento y los sistemas de control. Por lo que son muy fáciles de instalar y transportar (Figura 3.3).

#### **Instalación fotovoltaica sin conexión a red con baterías para almacenamiento de energía.**

La energía solar sin conexión a red con baterías para almacenamiento de energía es excelente para producir electricidad en cualquier lugar, por remoto que sea, y a cualquier hora. Estas instalaciones son especialmente convenientes en áreas donde no hay red eléctrica o la conexión a la red es demasiado cara. Almacenan energía en periodos de abundante radiación solar o bajo consumo de energía eléctrica, es decir durante el día los módulos solares producen más energía de la que se consume en ese momento, por lo que la que no se utiliza se almacena.





**Figura 3.3 Celdas fotovoltaicas en techo de casa (ES, 2009)**

Provee la energía eléctrica en periodos de baja o nula radiación solar, por lo regular la energía eléctrica se utiliza intensamente durante la noche para hacer funcionar, lámparas, televisores, radio, bombillas etc. Así la energía almacenada en las baterías hacen funcionar a los aparatos correctamente dado a que la batería provee de energía eléctrica a un voltaje relativamente constante y permite operar aparatos eléctricos que requieran de mayor corriente de la que pueden producir los paneles.

Las instalaciones de energía solar con baterías funcionan conectando paneles fotovoltaicos a una o varias baterías, y las baterías, a su vez, al cableado eléctrico. Durante el día, los paneles fotovoltaicos cargan las baterías, y las baterías proveen de energía a la instalación eléctrica según se necesite. Un dispositivo eléctrico llamado regulador de la carga se encarga de que las baterías se carguen correctamente y ayuda a prolongar su vida protegiéndolas de cargas excesivas y de descargas completas. Las baterías que se utilizan en las instalaciones de energía solar son similares a las baterías de coche (Figura 3.4), pero permiten utilizar más cantidad de la energía almacenada. Las baterías para energía solar necesitan el mismo mantenimiento que las baterías para coche: comprobar el líquido periódicamente, y protegerlas contra el frío extremo.



**Figura 3.4 Baterías para un sistema fotovoltaico (ES, 2009).**

La cantidad de electricidad que se puede utilizar después de la puesta de sol o en días nublados está determinada por la cantidad de paneles fotovoltaicos y por el número de baterías que tenga la instalación.

### **Instalación fotovoltaica sin conexión a red con generador de refuerzo**

Cuando no existe posibilidad de conectar a la red eléctrica, se necesita mayor cantidad de energía de la que la instalación fotovoltaica puede proveer. Se necesita añadir un generador eléctrico de refuerzo (Figura 3.5) que trabaja en conjunto con el sistema fotovoltaico para proveer la electricidad que sea necesaria. Al utilizar dicho generador, la instalación sería más pequeña. Durante el día, los paneles fotovoltaicos se encargan de las necesidades energéticas diarias y cargan las baterías. Si las baterías empiezan a agotarse, el generador se pone en marcha para cargar las baterías. Contar con el generador de refuerzo, permite producir electricidad en cualquier momento y su instalación fotovoltaica para un hogar es sencillo (Figura 3.7.)

### **Instalación fotovoltaica con conexión a red eléctrica.**

Son los sistemas fotovoltaicos para áreas ya electrificadas con la red general (Figura 3.6), la producción solar fotovoltaica puede constar de un autoabastecimiento con apoyo a la red eléctrica en momentos en que falte la energía o para volcar los excedentes de energía.



Figura3.5Generadoreléctrico (ES, 2009)

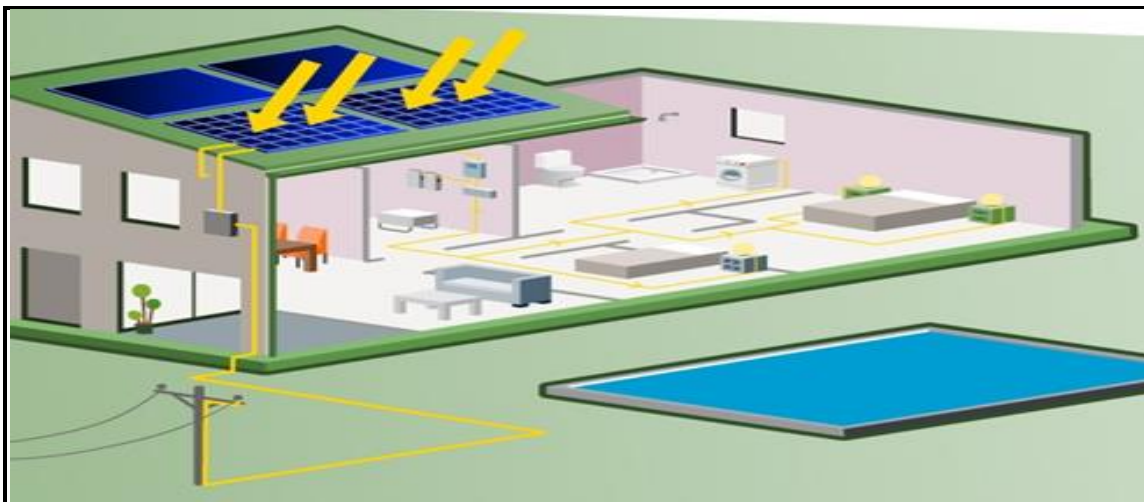


Figura 3.6 instalación fotovoltaica con conexión a la red eléctrica (ES, 2009)

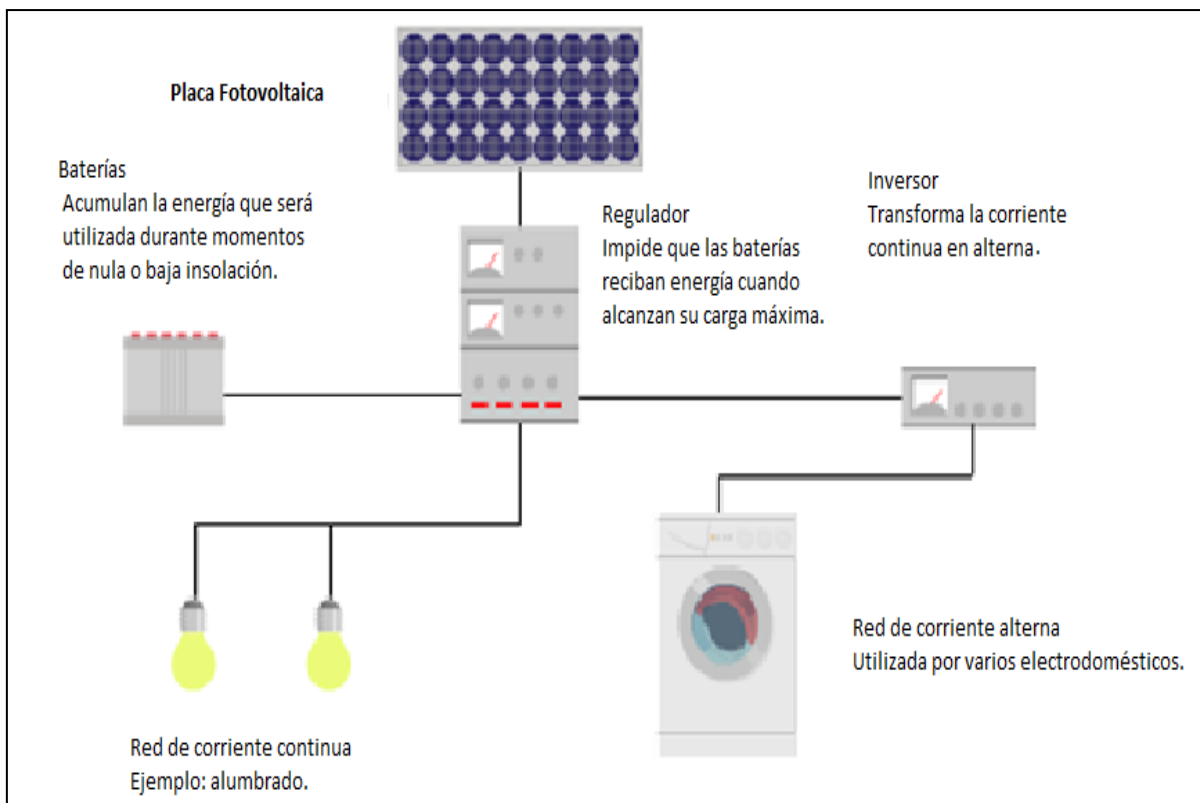
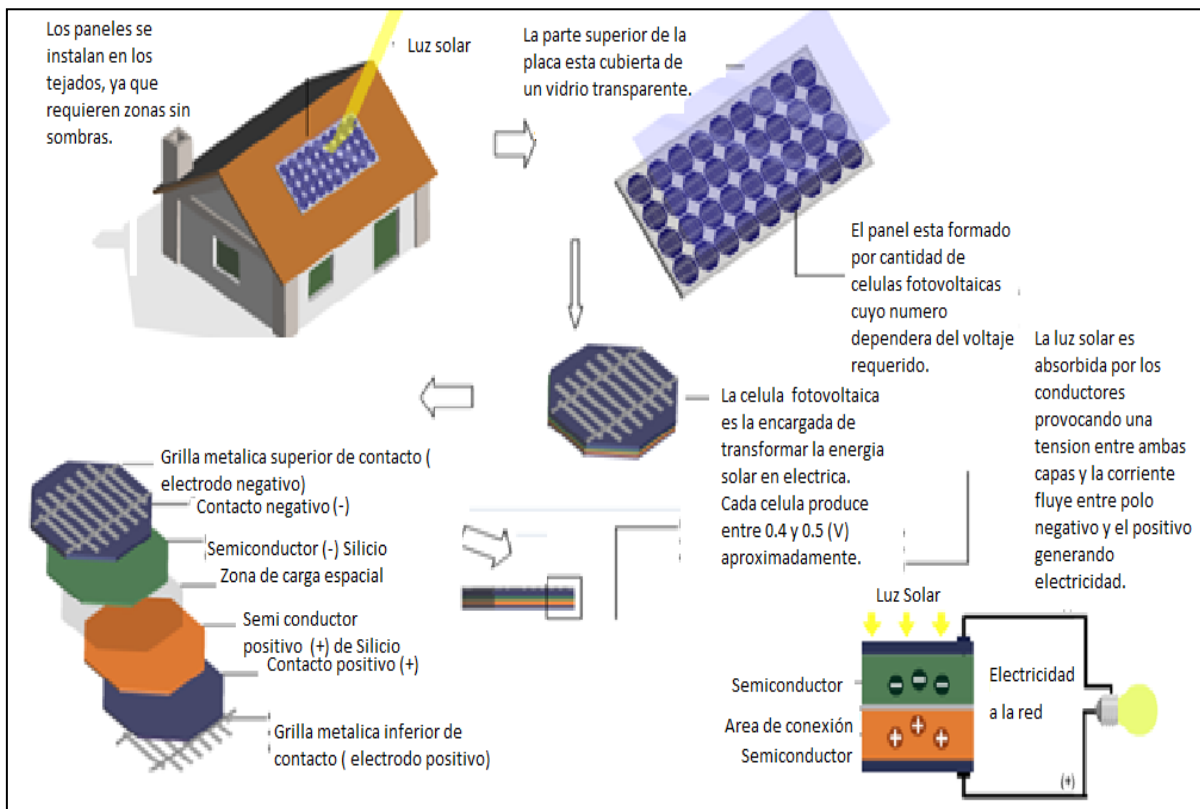


Figura 3.7 instalación fotovoltaica para un hogar (ES, 2009)

### 3.2 Equipos de ahorro de agua

Aunque el agua es el elemento más frecuente en la tierra, únicamente 2.53% del total es de agua dulce y el resto es agua salada. Aproximadamente las dos terceras partes del agua dulce se encuentran inmovilizadas en glaciares y al abrigo de nieves perpetuas (Marín, L. 2009).

Se estima que a mediados del presente siglo 7,000 millones de personas en 60 países sufrirán escasez de agua, en el peor de los casos, y en el mejor se tratará de 2,000 millones de personas en 48 países. Las cuencas naturales hidrográficas, de las cuales su destrucción ha causado una crítica escasez de la misma, afectando extensas áreas y poblaciones. Sin embargo, a través de la tecnología conocida como captación del agua, granjas y comunidades pueden asegurar el abastecimiento del agua para uso doméstico y agrícola (Marín, L. 2009).

#### 3.2.1. Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico es el proceso de circulación del agua entre los distintos compartimentos de la hidrósfera (Figura 3.8). Este consiste en la evaporación del agua desde la superficie de la tierra, comienza una evaporación, regresa a la tierra en forma de lluvia, nieve, granizo o neblina. Al caer, parte de la lluvia fluye superficialmente por canales naturales de drenaje. Esta agua de escorrentía eventualmente llega a ríos, lagos y océanos. Sin embargo, la mayor parte de esta precipitación se infiltra en el suelo y pasa a ser parte del agua subterránea. Antes de su evaporación, el agua puede ser represada sobre la superficie de la tierra para su posterior (Marín, L. 2009).

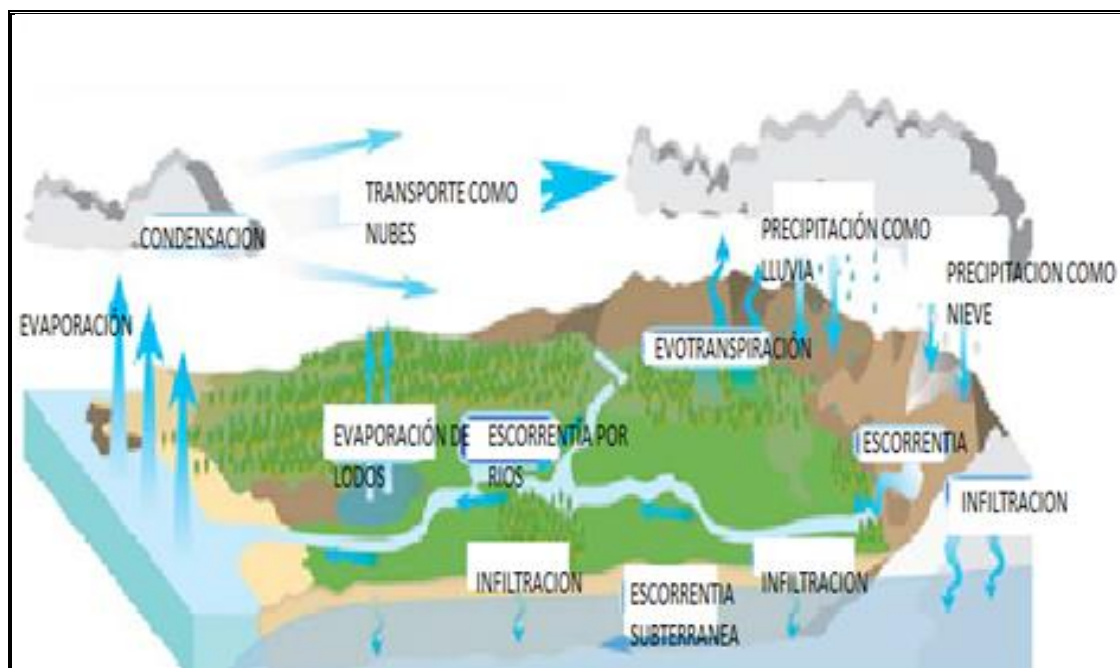


Figura 3.8 Esquema sintético del ciclo hidrológico (AM, 2009)

#### 3.2.2. Situación Actual en México

En su geografía es un país árido o semiárido en un 56 por ciento y un 67 por ciento llueve en los meses de junio a septiembre. Actualmente México es considerado como un país con escasez de agua. En el país se consume aproximadamente 1 mil 511 kilómetros cúbicos de agua al año, el equivalente a una piscina de un kilómetro de profundidad del tamaño de la capital del país, el Distrito Federal, lo

equivalente a 711 milímetros, comparado con otros países no es de gran magnitud. Más del 70 % del agua que llueve en México se evapora y regresa a la atmósfera, esto equivale aproximadamente a 1,084 km<sup>3</sup>, el resto se va hacia los ríos o arroyos o bien se infiltra, en los estados del norte llueve en un 25 %, en la parte angosta un 27.5 % y 49.6 % los estados del sureste donde existen mayor índice de lluvia. Entre los estados más secos está Baja California: Tan sólo llueve un promedio de 199 mm por año. En contraste está Tabasco, que recibe 2,588 mm de agua cada año (Marín, L. 2009).

En México llueve cada vez menos por lo que dispone de 5 mil m<sup>3</sup> por habitante, situación que preocupa a los que distribuyen dicho elemento, no sólo por la impresionante cifra, sino por la reducción de volumen que se debe considerar debido a la gran cantidad existente de volumen de agua contaminada en el país. Aunado a esto, existen alarmantes probabilidades que indican que en 15 años la población rebasará los 120 millones de personas, lo que incrementará sus actividades y necesidad de agua, pese a su baja disponibilidad, hoy cerca de 12 millones de habitantes carecen todavía de agua potable y 23 millones de alcantarillado (Tabla 3.4) (CONAGUA, 2008). La agricultura y la ganadería consumen 77%. Alrededor de 6.3 millones de hectáreas son de riego. Luego está el consumo municipal y doméstico con 13%. Y la industria, al final, con 10%.

**Tabla 3.4 Consumo de agua en las grandes urbes (AM, 2008)**

<b>En la ducha de cinco minutos</b>	<b>100 litros</b>
<b>Descarga del baño</b>	16 litros
<b>Lavado de ropa</b>	30 litros
<b>Lavado de platos</b>	27 litros
<b>Jardín</b>	18 litros
<b>Lavar y cocinar alimentos</b>	15 litros
<b>Otros usos como beber y lavarse las manos</b>	10 litros

Es difícil estimar la cantidad de agua que se necesita para mantener estándares de vida aceptables o mínimos. Además, las diferentes fuentes de información emplean diferentes cifras para el consumo total de agua y para el uso del agua por sector de la economía. Datos realizados en la Universidad Nacional Autónoma de México, detectaron que cerca del 40% del agua que abastece a la Ciudad de México se pierde por diferentes tipos de fugas. La Tabla 3.5 se presentó por la Asamblea Legislativa del DF.

**Tabla 3.5 Datos relacionados con el agua y el Distrito Federal (AM, 2009)**

<b>Sobreexplotación de acuíferos</b>	<b>120%</b>
<b>Centímetros de hundimiento del DF al año</b>	30%
<b>Cuerpos de agua altamente contaminados</b>	70%
<b>Agua residual tratada</b>	20%
<b>Agua que se reutiliza</b>	5%
<b>Agua potable que se pierde en fugas</b>	35%
<b>Agua que traemos de otras entidades</b>	30%
<b>Tomas clandestinas existentes</b>	20%
<b>Cobro por agua de uso doméstico</b>	50%
<b>Agua que consume el sector doméstico</b>	80%
<b>Precio promedio del agua potable de uso doméstico</b>	\$2/ m <sup>3</sup>
<b>Precio promedio del agua de pipa</b>	\$15/ m <sup>3</sup>
<b>Precio promedio de agua de garrafón</b>	\$1,000/m <sup>3</sup>
<b>Precio promedio del agua embotellada</b>	\$10,000/m <sup>3</sup>
<b>Agua proveniente del Sistema Cutzamala para el DF</b>	12m <sup>3</sup> /seg
<b>Agua que se fuga por la red</b>	11 m <sup>3</sup> /seg

### 3.2.3 Captación de agua pluvial

Consiste en la recolección y almacenamiento de agua proveniente de diversas fuentes para cualquier uso. El hombre puede captar el agua eficientemente en ciertos puntos de éste ciclo. La escases de agua en ciertas regiones del mundo pueden solucionarse captando el agua de escorrentía.

Existen varios criterios para determinar el método ideal para dicha captación de agua.

- Pendiente del terreno
- Características del subsuelo
- Costos de construcción
- Cantidad, intensidad y distribución estacional de las lluvias
- Factores sociales como la tenencia de la tierra y prácticas tradicionales del agua

### 3.2.4 Sistema de captación del agua pluvial

Este sistema ancestral es un medio fácil y sensato de obtener agua para el consumo humano y para el uso agrícola, opción óptima para lugares con alta o media precipitación o que no se cuenta con una cantidad suficiente, calidad de agua para el consumo humano. El agua de lluvia puede ser interceptada, colectada y almacenada en depósitos especiales para su uso posterior. Dicho sistema nos traerá grandes ventajas en temporada de secas, así como en los pronósticos de un futuro de sequía por el mal uso del agua y por factores como la deforestación masiva en el planeta; por lo que este sistema de captación de agua pluvial será un mecanismo de sobrevivencia. Existen diversos factores que se deben tomar en cuenta para un sistema de captación de agua pluvial.

- Precipitación media por año
- Precipitación mínima por año
- Precipitación máxima por día
- Consumo diario
- Superficies recolectadas
- Superficies de riego disponibles
- Consistencia del subsuelo
- Existencia de drenaje pluvial
- Espacio para almacenamiento
- Componentes de un sistema de captación de agua pluvial
- Los componentes del agua de lluvia a nivel familiar y comunitario.
- Área de captación
- Sistema de conducción
- Infraestructura de almacenamiento
- Filtración y tratamiento

#### a) Áreas de captación de agua pluvial

Para la captación puede hacer uso de la superficie de los techos en casas habitación, escuelas, bodegas, invernaderos y laderas revestidas o tratadas con materiales que la impermeabilizan. Es importante que los materiales con que estén construidas no desprendan olores, colores y sustancias que puedan contaminar el agua pluvial o alterar la eficiencia de los sistemas de tratamiento.

#### a.1) tipos de techos para la captación pluvial

Techo. Están contruidos de concreto, aleación de lámina galvanizada y antimonio.

Techo cuenca (Figura 3.9). Estructuras diseñadas para la recolección directa del agua de lluvia compuesta básicamente de dos secciones: el techo que funciona como área de contribución y retardador de evaporación, abajo se encuentra el tanque o cisterna del almacenamiento (Hernández, 2009).



**Figura 3.9 Techo cuenca (Hernández, 2009)**

Laderas (Figura 3.10). Cuando el sistema de captación en los techos es insuficiente se selecciona una superficie o ladera que requiere de mínimas actividades de movimiento de tierra (relleno, nivelación y captación).



**Figura 3.10 Ladera cubierta con concreto en forma de abanico (Hernández, 2009)**

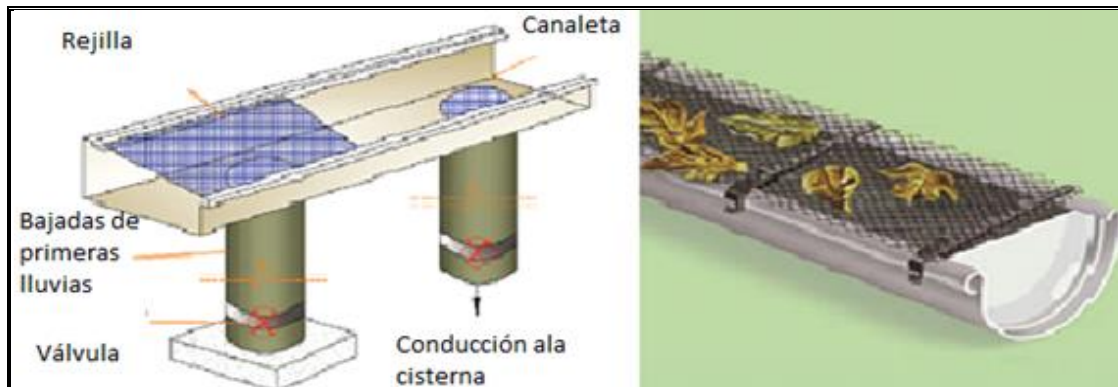
### **a.2) sistema de conducción**

Este es un conjunto de canaletas o tuberías de diferentes materiales y formas que conducen el agua de lluvia del área de captación al sistema de almacenamiento a través de bajadas con tubo PVC (Figura 3.11).



**Figura 3.11 Forma de canaletas de acuerdo al sitio (Hernández, 2009).**

Las canaletas se instalan en los bordes bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo, el material debe ser fácil de unir entre sí, debe combinar con los acabados de la casa, que no contamine con compuestos orgánicos e inorgánicos para esto se puede utilizar mallas (Figura 3.12).



**Figura 3.12 Canaletas con mallas para impedir la contaminación del agua por hojas o basura (Hernández, 2009)**

### **b) almacenamiento del agua de lluvia**

Son cisternas o tanques donde se almacena el agua de lluvia captada, los materiales utilizados para su construcción son.

- Plásticos
- Metales
- Concreto
- Madera

Cisterna de cemento- tabique son de baja flexibilidad, no resisten desplazamientos u movimientos sísmicos, en dimensiones mayores resulta a un alto costo.

Cisterna de metal. Para construcción de cisternas y tanques que almacenan agua, el acero galvanizado no es resistente a la corrosión, pero es más resistente a la oxidación. En estos tanques puede existir un exceso de zinc por lo que puede afectar el sabor del agua de lluvia almacenada.

Tanque polietileno. Son ampliamente utilizados para el almacenamiento de agua ya que estos varían en forma, tamaño y color, pueden ser usados superficialmente o enterrados, son fáciles de transportar e instalar, durables, flexibles, con acabados sanitarios para agua potable. Con presentación de 0.5 a 25 m<sup>3</sup>(Hernández, 2009)

Cisterna de madera. Actualmente este tipo de cisternas tienen una presentación estética, a veces resulta una opción deseable ya que son construidos de pino, cedro y ciprés y envuelto de cables de acero de alta tensión. Mantienen el agua a una temperatura agradable en verano, debe protegerse del congelamiento en invierno; son desmontables y móviles, suelen ser costosas.

### **c) filtración del agua pluvial**

El proceso de filtración sirve para separar un sólido de un líquido, al hacerlos pasar en un medio poroso (filtro) y por el cual el líquido puede pasar fácilmente. Cuando el agua de lluvia es captada de los techos, se debe instalar un tanque para almacenar temporalmente las primeras lluvias contaminadas por basura, hojas y polvo. El dispositivo es sencillo que consiste en colocar una malla a la mitad de un bote de 19 litros aproximadamente en la parte del fondo se adapta a la tubería en línea de conducción (Figura 3.13). Un



filtro modular de sedimentos, su construcción consiste en un cuerpo de PVC hidráulico, con un sistema filtrante de arenas y gravas silicas; su ubicación es la parte superior de la cisterna cementada a la red principal justo antes de la descarga del agua pluvial (Hernández, 2009).



**Figura 3.13 Trampa de basura para las primeras lluvias (izquierda) y válvula para drenaje (derecha) (Hernández, 2009)**

Su objetivo es eliminar partículas pequeñas, sólidos y sustancias químicas disueltas, o metales pesados que pudieran ser nocivos. Si el agua se va a destinar a usos potables, también se deberá eliminar (o reducir) en esta fase el color, olor y sabor del agua; así como la presencia de sales y minerales en caso necesario. Existen filtros disponibles o caseros, según la necesidad y presupuesto. Lo primordial es el medio filtrante es decir al material que se use para filtrar; por lo que se debe tomar en cuenta:

Carbón activado: de tipo granular en forma de polvo o gránulos se asemeja a un ladrillo o bloque de carbón, este elimina el color, olor y sabor del agua.

FDC (flujo de degradación cinético): Consiste en una aleación de cobre y zinc, que genera reacciones químicas de oxidación y reducción al contacto con el agua, eliminando cloro, y diversos metales pesados

Arena sílica: Se utiliza para eliminar una gran variedad de sedimentos y sólidos en suspensión, de capacidad filtrante hasta unas 1000 micras, requiere de lavado frecuente y remplazo ocasional

Ósmosis inversa: También conocida como hiper-filtración, consiste en una membrana finísima por donde se circula el agua a presión, los contaminantes salen por un drenaje mientras que el agua pura pasa al otro lado. Debido a la presión necesaria requiere de electricidad y se desperdicia gran cantidad de agua, ya que solo alcanza a pasar por la membrana una parte del agua tratada

Desinfección: es la eliminación de microorganismos vivos patógenos (que pueden causar enfermedades) existen varios métodos con cloro, ozono, plata coloidal etc.

La utilización de estos equipos en un sistema de captación de agua de lluvia, depende del tratamiento que se requiera darle al agua. Por lo regular se necesita algún sistema de bombeo, o si es posible, se debe diseñar el sistema de captación de tal manera que por gravedad se puede distribuir el agua captada y tratada. Ejemplo de una instalación con filtro y el sistema de bombeo (Figura 3.14)(Adler y col., 2008).



Figura 3.14 Instalación completa con filtros comerciales y sistema de bombeo (Adler y col., 2008)

#### d) mantenimiento

El mantenimiento de un sistema de recolección de agua de lluvia puede ser sencillo, pero es necesario llevarlo a cabo sobre todo cuando empieza la temporada de lluvia o si de preferencia desde unos días antes.

Ésta comienza con la revisión de todos los componentes del sistema desde el área de captación o techo, hasta los contenedores del agua, pasado por canaletas, tuberías, los pre-filtros y los filtros, así mismo se deberá revisar el correcto funcionamiento de las bombas electromecánicas o los sistemas mecánicos u de otro tipo de elevación de agua (Adler y col., 2008).

### 3.3 Ahorro térmico

La energía solar térmica o termo solar es el aprovechamiento de la energía solar para la producción de calor. Dando uso para calentamiento de agua destinada al consumo doméstico, ya sea para agua caliente sanitaria, calefacción o producción de energía mecánica y a partir de ella energía eléctrica.

#### 3.3.1. Sistema solar de generación de agua caliente

La energía solar es un recurso aprovechable en casi cualquier lugar del mundo, aunque lógicamente, el rendimiento de la instalación no es el mismo en todos los sitios. México es un lugar privilegiado para la utilización de este tipo de energía renovable. Un calentador solar de agua reduce dos tercios la necesidad de utilizar el calentador convencional, por lo que minimiza el costo de la electricidad o del combustible fósil para calentar el agua. Al contar con este sistema es posible calentar agua y contar con calefacción (Figura 3.15) (ES, 2009).

El aprovechamiento térmico de la energía solar se divide en tres áreas:

- Aprovechamiento de baja temperatura (menos de 90 °C), aplicado para el calentamiento de agua y preparación de alimentos.
- Aprovechamiento de mediana temperatura (menos de 300 °C), para aplicaciones industriales.
- Aprovechamiento de alta temperatura (hasta 4,000 °C), aplicado para la generación de electricidad (FOCER, 2009).

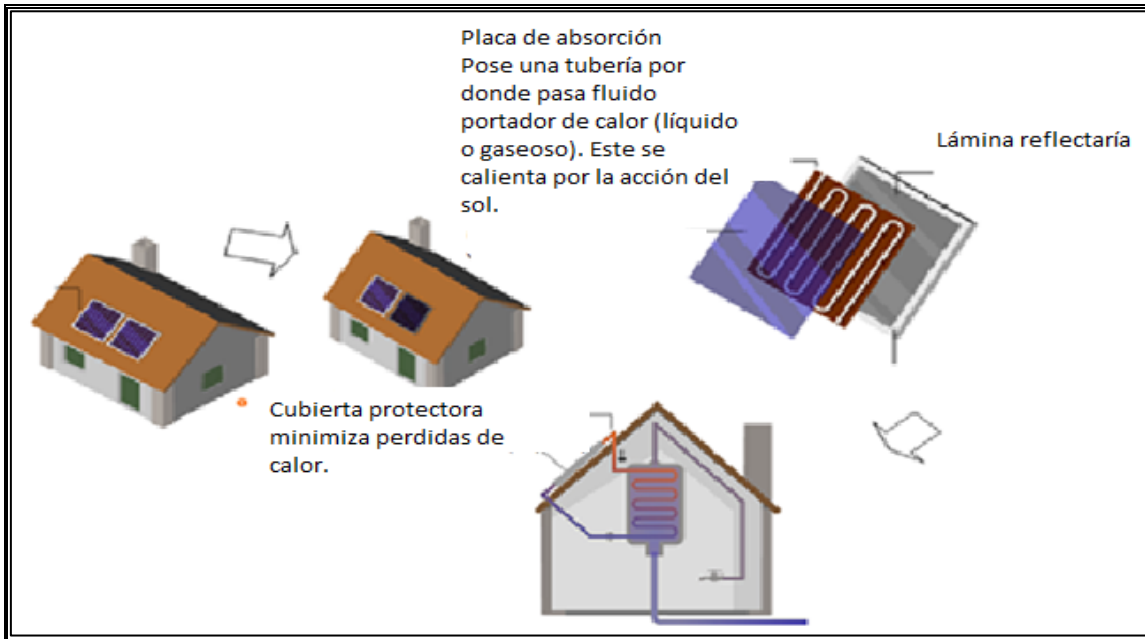


Figura 3.15 Funcionamiento de un sistema solar para calentamiento de agua (ES, 2009)

### 3.3.2. Tipos de sistemas solares térmicos

- a) **agua caliente con termosifón.** Es muy conocido en climas cálidos, donde no hay peligro de congelación, completamente mecánico y sencillo de instalar. El colector solar tiene un depósito de agua y no es necesario ningún sistema de control electrónico ni bomba hidráulica, ya que el agua caliente cae hasta el grifo de la vivienda por acción de la gravedad. Su instalación es normalmente en el techo y el tanque tiene que estar ubicado en una posición superior del colector (Figura. 3.16) (FORCE, 2009).

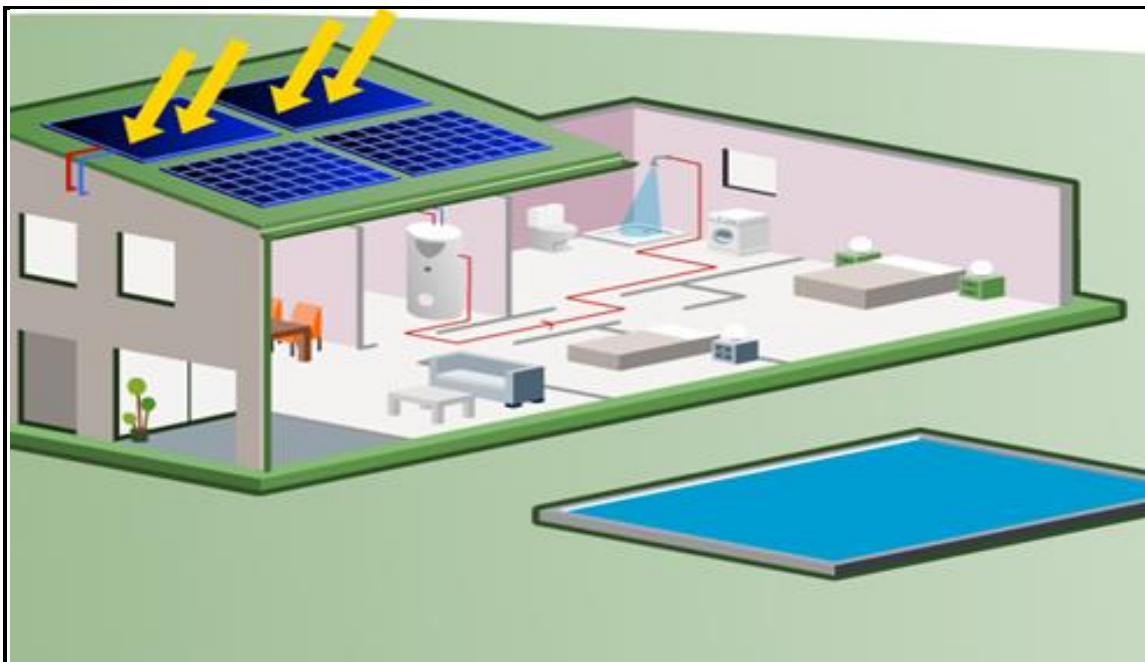


Figura 3.16 Sistema de agua caliente con termosifón sin depósito de agua(ES, 2009)

El sistema de termosifón funciona con un colector que capta la radiación solar directa y, por el efecto de termosifón (Figura3.17). El agua caliente del colector sube hasta el tanque y la más fría, que es la más

pesada, baja al colector para ser calentada. El tanque debe contar con un buen aislamiento que solo permita pérdidas de calor mínimas durante la noche. Opcionalmente se puede instalar una resistencia eléctrica (encendido o apagado automático) para garantizar siempre agua caliente en condiciones de climas adversas, cuando no haya radiación solar, o bien conectar en serie con el boiler (FOCER, 2009).

- b) **sistema forzado.** En este sistema solo hay que instalar el o los colectores sobre el techo, se determina forzado porque requiere una fuerza (bomba de recirculación) que transporte el agua al colector para ser calentada y viceversa. El sistema solar forzado siempre se ve más estético que un sistema de termosifón; sin embargo, requiere más material.

Funciona por un regulador termodiferencial, uno ubicado en la parte más caliente del colector y otro en la más fría del tanque. Enciende la bomba de recirculación (consume 38W, menos que un bombillo incandescente) apenas para que el sensor del colector mida una temperatura más caliente que la del tanque. La bomba lleva el agua fría del tanque hacia el colector, regresa al tanque. Si la temperatura del colector es la misma que la del tanque, el regulador apaga la bomba (FOCER, 2009).

### 3.3.3. Calefacción Solar

Es un proceso de incremento de temperatura de un espacio cerrado. El calor puede ser transmitido al espacio por convección, radiación o conducción. En términos generales la calefacción eleva la temperatura en un espacio determinado, con respecto a la temperatura de la atmósfera, a un nivel satisfactorio. La energía solar térmica es la que aprovecha la radiación infrarroja del sol para generar calor. Esta transferencia de energía puede ser utilizada para calentar agua y aire. Por lo que la calefacción solar es aquella que aprovecha energía solar térmica para transferir calor al aire dentro de un espacio. En general, las calefacciones solares pueden proporcionar del 40% al 60% de las necesidades de calefacción. Por lo que su eficiencia depende de las dimensiones del espacio, cantidad de calor que se genera con un sistema de apoyo, el sistema seleccionado, características climáticas y el fluido caloportador. Para transferir calor dentro de un espacio, el sistema de calefacción puede calentar diversos fluidos en forma líquida o gaseosa.

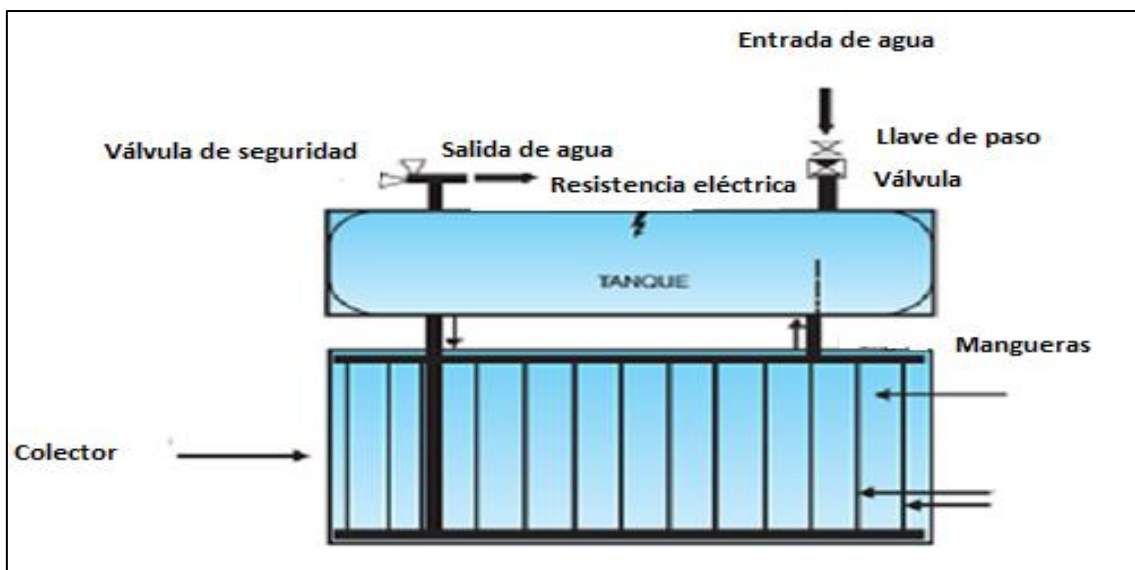


Figura 3.17 Sistema de termosifón (FORCE, 2002).

La calefacción solar puede consistir en un sistema pasivo, un sistema activo, o una combinación de ambos. Los sistemas pasivos son normalmente más baratos y menos complejos que los sistemas activos.

Sin embargo, los sistemas activos pueden ser la única opción para la calefacción mediante energía solar térmica en algunos casos (SE, 2008).

### Calefacción solar pasiva

La calefacción solar pasiva por medio del uso del sol ayuda a satisfacer las necesidades energéticas de un edificio, por lo que utiliza el calor y características del diseño, como ventanas grandes enfocadas hacia el sur y materiales en el suelo o paredes que absorben durante el día y desprenden ese calor durante la noche. Un invernadero es un buen ejemplo de la calefacción pasiva.

Los sistemas solares pasivos de diseño tienen generalmente uno de los siguientes tres diseños:

- a) **calefacción solar pasiva de ganancia directa:** El sol incide directamente en un edificio y calienta los materiales, como azulejos o cemento, que almacenan y desprenden la energía térmica almacenada lentamente, por lo que es un sistema simple. Hay que tener cuidado de no sobrecalentar el espacio.
- b) **calefacción solar pasiva de ganancia indirecta:** Similar a la ganancia directa utiliza materiales que mantienen, almacenan, y desprenden calor; los materiales se sitúan entre el sol y el área de vida, normalmente la pared.
- c) **calefacción solar pasiva de ganancia aislada:** Recoge la energía solar de un lugar alejado del área de vida principal, por ejemplo, un solárium unido a una casa genera aire caliente que fluye de forma natural al resto de la casa.

### Calefacción solar activa

Las instalaciones de calefacción solar activa usan la radiación solar para proveer calefacción por medio de equipamiento especial, como la combinación de colectores que absorben y recogen la radiación solar, ventiladores eléctricos y bombas para transferir y distribuir el calor solar. Las instalaciones de calefacción solar activas generalmente también tienen un **sistema de almacenamiento de energía** para proporcionar calor cuando no hay sol o se agota el calor almacenado. Los dos tipos básicos de calefacción solar activa utilizan líquido o aire como medio de transferir el calor de sus colectores de energía solar:

- a) **calefacción solar activa por líquido** calienta el agua o una solución anticongelante en un colector (Figura 3.18).
- b) **calefacción solar activa por aire** calienta el aire en un colector de aire.

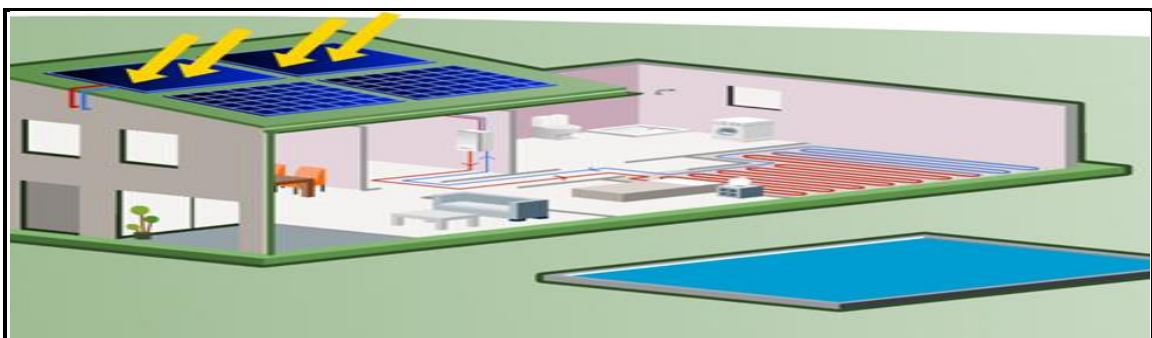


Figura 3.18 Sistema de calefacción activa por calentamiento de líquido (ES, 2009)

### 3.3.3.1 Comparación entre sistemas de calefacción solar por agua y por aire

Dado a que su principal comparación radica en que la pasiva nos permite producir energía sin necesidad de ningún medio mecánico, el aire presenta determinadas ventajas respecto al agua. El calor específico del agua es de 1 cal/gr frente a la del aire que es de 0.24 cal/gr. Por otro lado la densidad del agua es también mayor que la del aire siendo de 1,000 kg/ m<sup>3</sup> frente a los 1,225 kg /m<sup>3</sup> (valor para aire seco a nivel del mar a temperatura de 15 grados a presión atmosférica estándar). De acuerdo con estos datos, significa que necesita aproximadamente 3,400 veces más volumen de aire que de agua para transportar la misma cantidad de calor. Dado a que el aire es inmune al congelamiento y a la ebullición hacen innecesarios determinados dispositivos y estrategias que se adoptan en las instalaciones de agua para evitar estos fenómenos. Las instalaciones solares por aire tienen un menor costo ya que es un sistema simple, solo requieren colectores por donde el fluido pasa, conductos y un aerocirculador. Al trabajar en un circuito abierto con la atmósfera, no existen problemas de fugas (SS, 2009).

Para la calefacción solar por agua solo se puede hacer en combinación con un suelo radiante, es decir se tendrá que hacer una instalación compleja, tomada en cuenta en el momento de la construcción de la casa. Por lo que al requerir colectores, nos enfrentamos a problemas significativos, la energía captada durante el verano es mayor que la del invierno, con esto podemos arruinar la instalación por el excedente de calor. Así que resulta más redituable la calefacción solar por aire ya que es inmune al exceso de calor (SS, 2009).

### 3.3.3.2 Componentes para las instalaciones de calefacción solar de aire

#### a) colectores

Un colector de agua o de aire es un dispositivo que transforma la energía radiante en energía térmica. Cuenta con un vidrio para provocar el efecto invernadero, las tuberías son más grandes, por lo que el aire circula libremente por la superficie absorbiendo calor, su entrada y salida son más grandes que el colector de agua. La eficiencia de un colector de aire varía dependiendo del modelo, dado a que no existe un modelo concreto o bien estandarizado. Tipos de colectores en función al absorbedor y el vidrio, se presentan a continuación:

Colector simple de circulación delantera Cuenta con una placa absorbidora al fondo de la caja, sobre un aislante, el aire circula entre el vidrio y la placa (Figura 3.19).

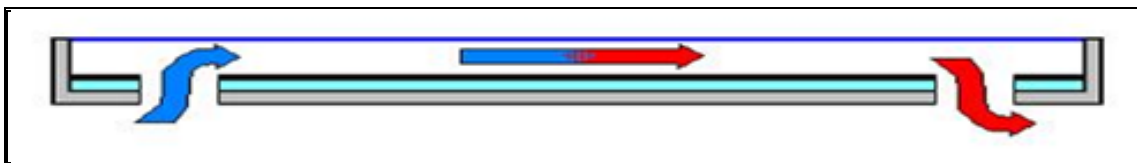


Figura 3.19 Placa absorbidora de simple circulación y menor rendimiento (SS, 2009)

Colector de placa intermedia. La placa se localiza en medio de la caja, por lo que la circulación de ida es por atrás y la de retorno adelante del absorbedor o bien viceversa (Figura 3.20).

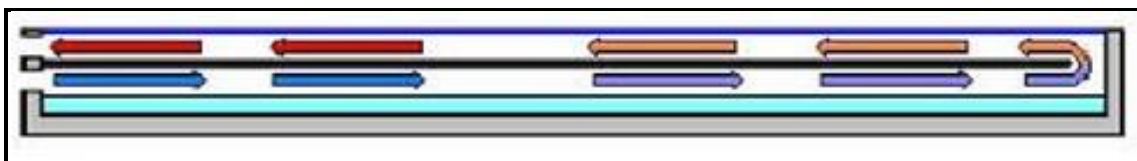


Figura 3.20 Colector de placa intermedia, circulación adelante y atrás (SS, 2009)

Colector de placa intermedia con doble vidrio. En este modelo el absorbedor está agujerado por lo que el aire circula libremente, por lo que el aire pasa entre los espacios por delante y por detrás. Para una mayor eficiencia es necesario ponerle doble cristal (Figura 3.21).

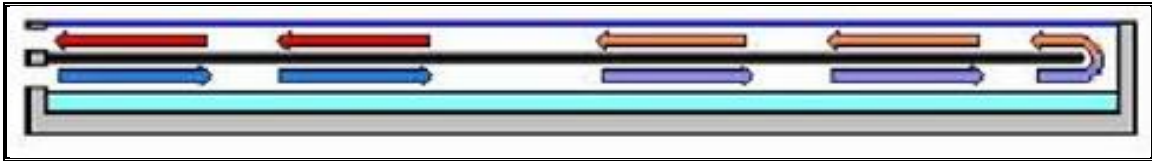


Figura 3.21 Colector de pala intermedia agujerada con doble vidrio (SS, 2009)

Colector de circulación trasera. El absorbedor se encuentra a una altura intermedia dentro de la caja, la circulación se realiza por detrás de ella existiendo en el espacio entre el absorbedor y el vidrio una cámara de aire estanco (Figura 3.22).

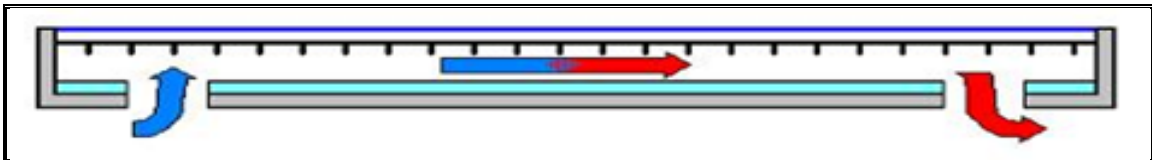


Figura 3.22 Colector de circulación con absorbedor en la parte intermedia, circulación solo por detrás entre el absorbedor y el vidrio (SS, 2009)

Colector de aire sin vidrio. Consiste en una plancha de metal negro mate colocada sobre un muro con pequeños agujeros con ayuda de un aerocirculador para ser transportado el aire al interior de un edificio o casa. Considerado dentro de un sistema pasivo (Figura 3.23).

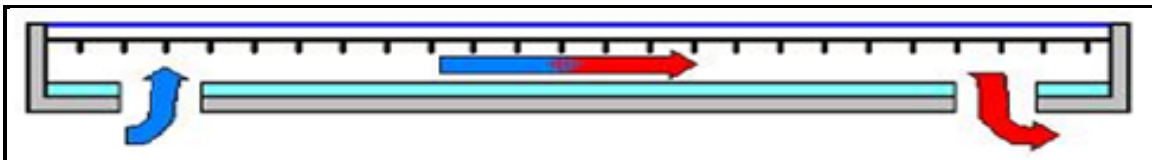


Figura 3.23 Colector de aire sin vidrio, necesita de un aerocirculador para ser transportado el aire al interior de una casa o edificio (SS, 2009).

### b) aerocirculador y ductos de aire

Ductos. Al mantenerse temperaturas superiores al ambiente durante el funcionamiento, existe una pérdida de calor por conducción a través de las uniones del sistema a tierra y por convección y radiación al ambiente, por lo que se debe aislar la instalación para evitar pérdidas de calor.

Aerocirculador. Es el mismo empleado para la ventilación, en el caso de SCSA permite forzar el movimiento del aire hasta la zona donde se desea calefactar.

### c) elementos automatizados de control

Elementos que paran o activan la instalación en función de la ausencia o presencia solar sobre los colectores y de la temperatura del aire al interior del edificio. De esta manera se evita funcionar el aerocirculador en momentos que no hay sol o bien seguir forzando el aire caliente en momentos en que la temperatura en el interior del edificio y en los elementos de los acumuladores ya es la requerida. Son

sensores térmicos adecuadamente dispuestos en colectores y un termostato diferencial que activa o paraliza el aerogenerador en conexión con la información de los sensores.

### d) modelos básicos de circulación de fluido caloportador

Existen dos formas por termosifón (circulación natural) y mediante ventilador (circulación forzada).  
**Instalación por termosifón:** Conformada por a diferencia de temperaturas entre el aire frío y el aire caliente y en donde el aire realiza un movimiento por la gravedad, al calentarse el aire por el sol disminuye su densidad y peso, por lo tanto el aire frío al tener un mayor peso desplaza al aire caliente ascendiendo por ductos, espacio o colector. Esta diferencia de temperaturas se mantendrá mientras haya suficiente diferencia de temperaturas. El colector debe colocarse en vertical sobre la superficie externa del muro, por lo que el aire calentado en el colector asciende y entra al edificio desplazando con este movimiento al aire frío (Figura 3.24) Para poder realizar este diseño, es preciso contar con una fachada de orientación al ecuador sobre el que colocar los colectores, donde no se proyecten sombras.

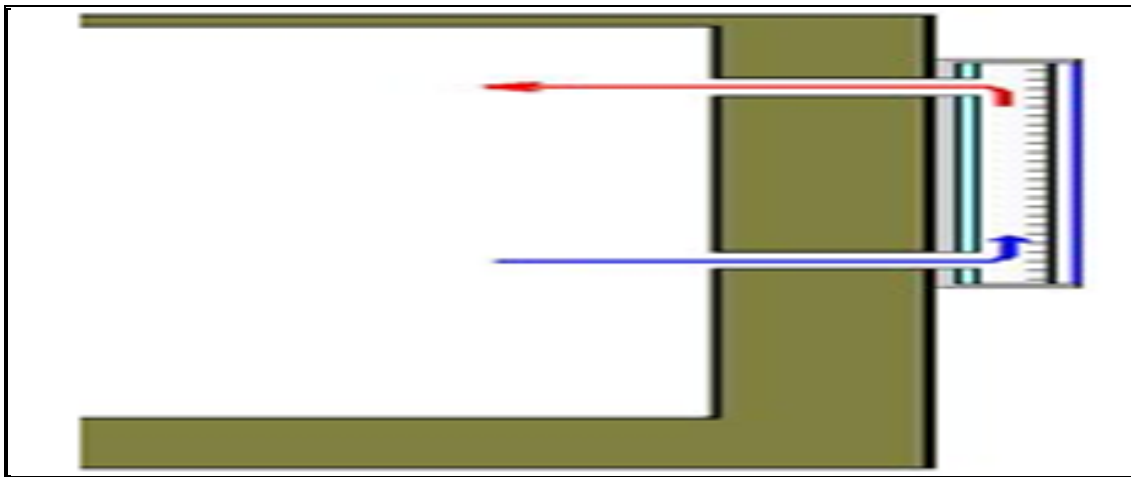


Figura 3.24 Muro transversal con un colector adosado a una fachada (Montejano, 2008)

**Instalación por circulación forzada.** Cuando no es posible utilizar circulación natural (termosifón) por la distancia del colector y el espacio a calefactar o las condiciones propias del sitio, se recurre a utilizar un ventilador (aerocirculador) (Figura 3.25). Integrando al sistema un controlador (termómetro y termostato) cuando el aire llegue a una cierta temperatura es decir sea baja y no cumpla con la temperatura requerida o de confort se active el ventilador. Dicho ventilador es de baja potencia por lo que puede funcionar con paneles solares eléctricos o aerogenerador, sin necesidad de un suministro eléctrico auxiliar.

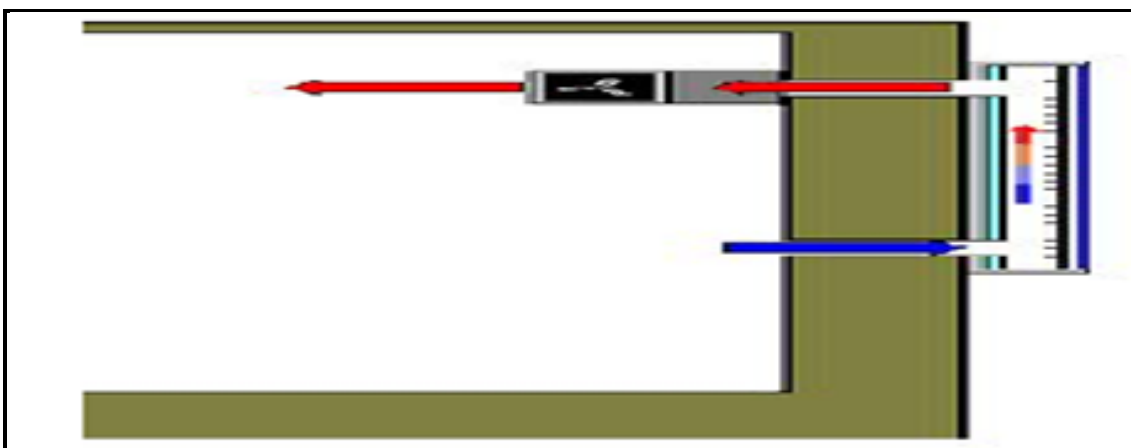


Figura 3.25 Muro transversal con circulación forzada (Montejano, 2008)



**Colectores independientes y circulación forzada.** Su funcionamiento a partir de circulación forzada, colocando el colector en el tejado de una casa o sobre el suelo en lugares de condiciones favorables. Por lo que la entrada de aire hacia el colector es por medio de un aerocirculador donde se calienta y llevarlo directamente al interior de la casa. La toma de aire deberá ser colocado lo más cercana al suelo (Figura 3.26).

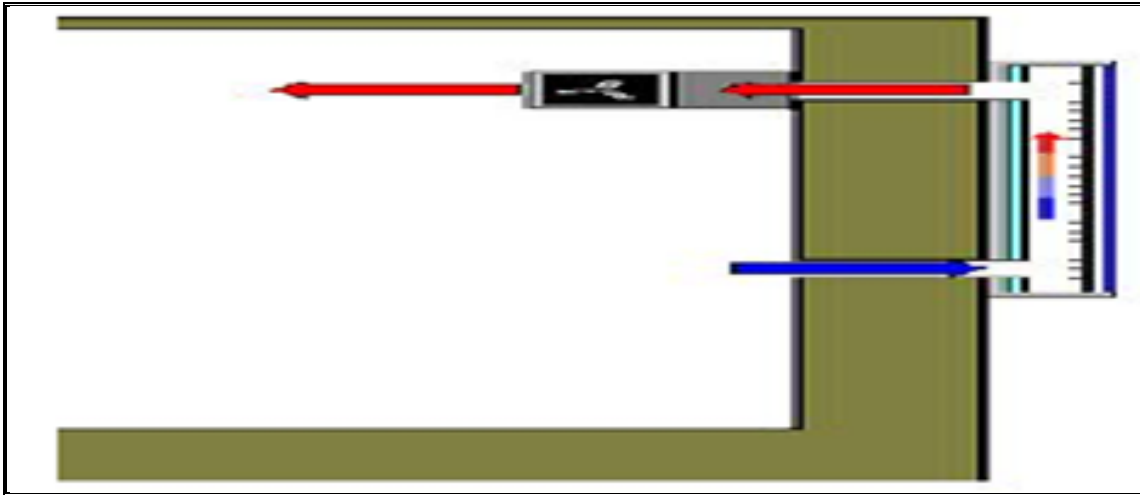


Figura 3.26 Colector en el tejado o suelo por circulación forzada (Montejano, 2008)

**Suelo radiante por aire caliente.** Su funcionamiento a partir de circulación por conductos bajo el suelo, donde irradia el calor al aire del interior del edificio o casa (Figura 3.27). Para realizar esta instalación debe ser previamente planeado al construir la casa ya que de ser posteriormente implica un mayor gasto económico (Montejano, 2008).

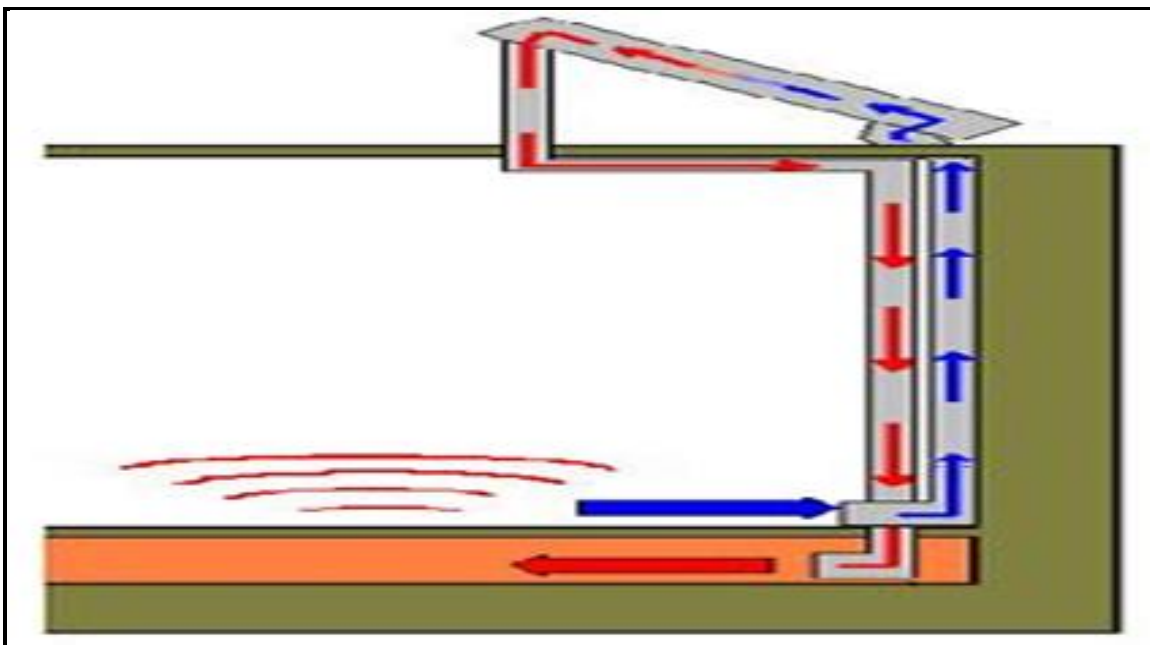


Figura 3.27 colector de circulación de aire por suelo radiante (Montejano, 2008)

## CAPÍTULO 4 - ESTUDIO DEL CASO

### 4.1 Localización

La cuenca del río Magdalena se localiza al límite sur occidental del Distrito Federal y abarca parte de las delegaciones políticas Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos (Figura 4.1). Tiene un intervalo de altitud de 2,570 a 3,850 msnm (Cantoral, 1986).

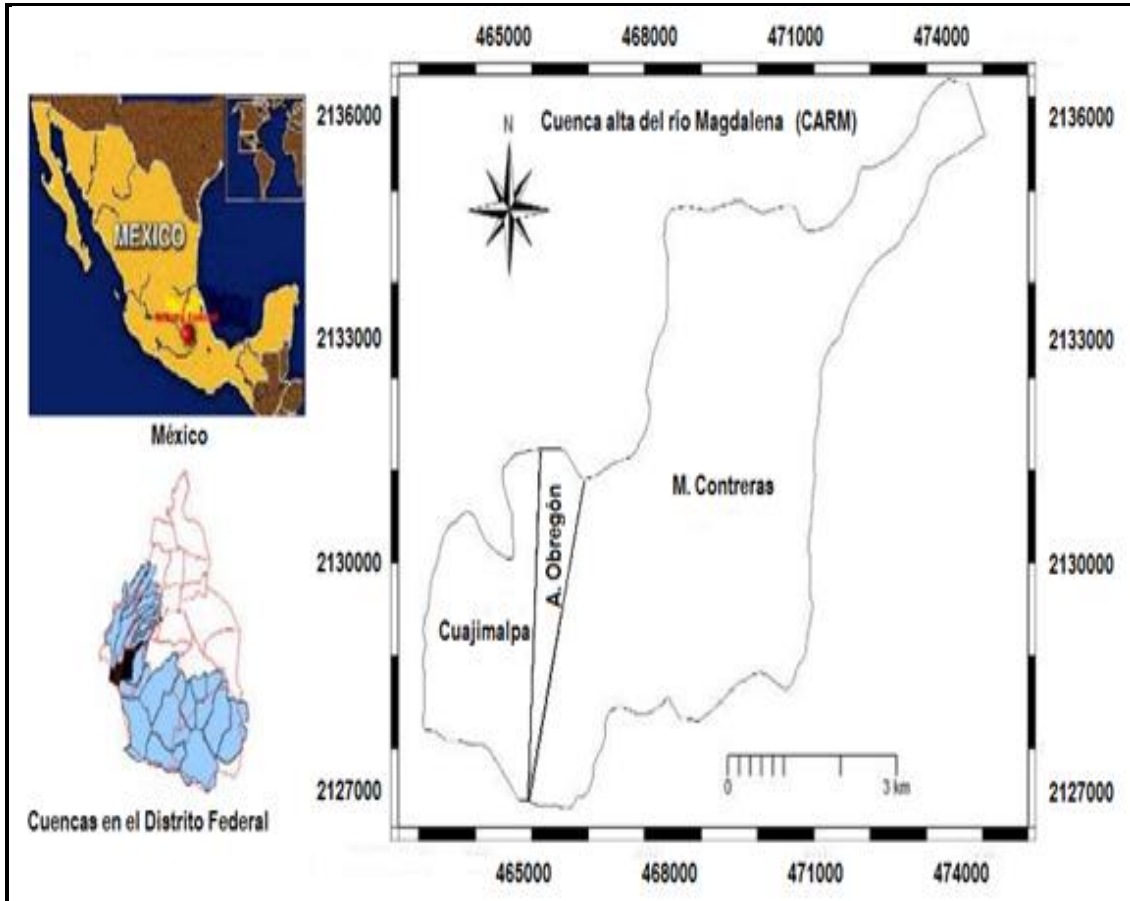


Figura 4.1 Localización de la cuenca del río Magdalena, México, D.F. (Cantoral, 1986)

El río Magdalena nace en las estribaciones de los cerros de la Palma y tiene un cauce de una longitud aproximada de 21,600 m. Presenta dos tipos de clima: el clima templado subhúmedo y el clima semifrío. La precipitación aumenta en cantidad conforme hay ascenso de altitud, registra una mínima de 1,000 mm en la parte baja y hasta los 1,500 mm en las cumbres más altas (Álvarez, 2000).

Se han estimado para esta área 526 especies de plantas fanerógamas equivalentes al 2.3% del total de la estimación para la flora del país (Ávila, 2002). La zona de influencia humana se encuentra al noreste de la cuenca. La mayor extensión e influencia sociopolítica corresponde a la delegación Magdalena Contreras, cuya población actual es de 25,582 habitantes. El régimen de tenencia de la tierra es de tipo comunal y ejidal (Figura 4.2) Instituto Mexicano de Estudios Patrimoniales (IMEP, 1995). Debido a ello existen en la Magdalena Contreras varios litigios entre ejidatarios, comuneros y propietarios privados. Debido a estos conflictos, el manejo de ecosistemas en esta cuenca se ha dificultado.

Las actividades económicas de la cuenca son: La agricultura (desarrollada pobremente) y la ganadería extensiva (Obieta y Sarukhán, 1981). En el año 2000, el programa general de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal estableció como una área natural protegida una superficie de 215 ha., con categoría

de zona protectora forestal, mientras que el resto de la cuenca se designa como Forestal de Conservación y Forestal de Conservación Especial (De Lorenz y Luna, 2008).

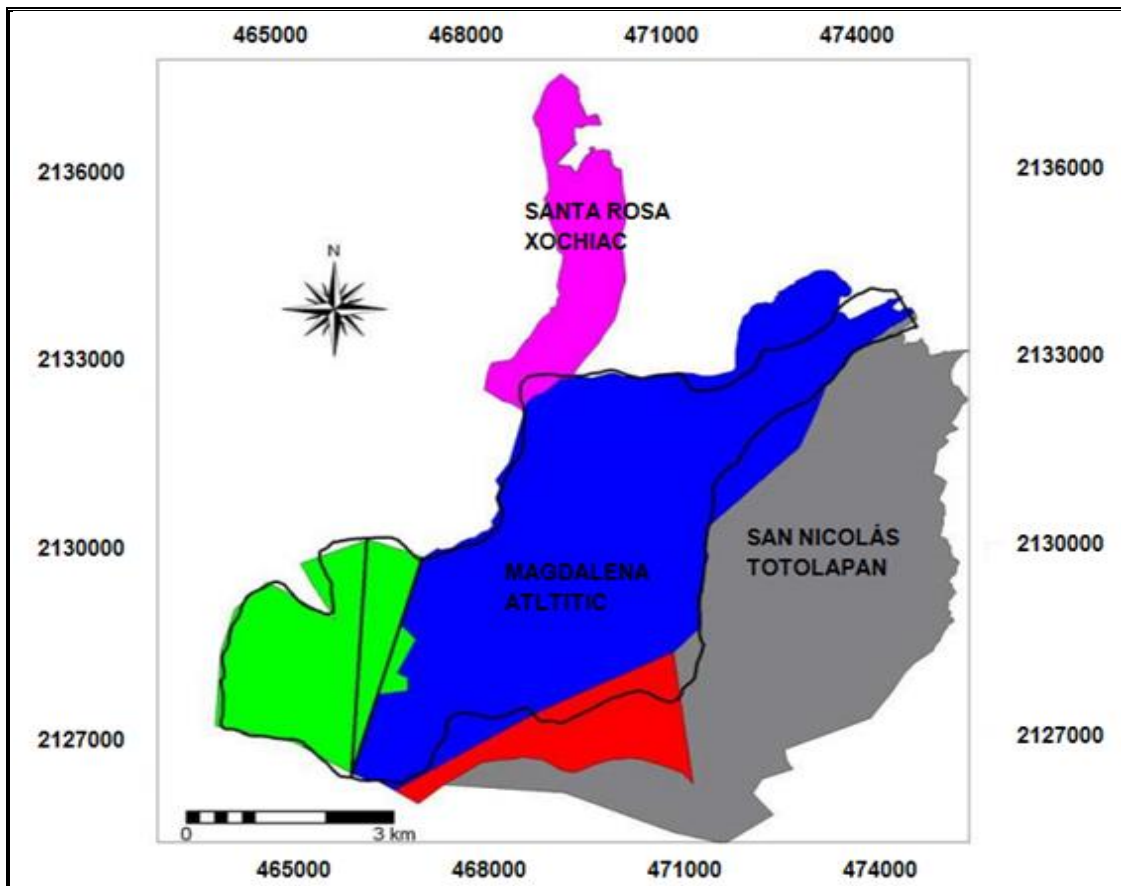


Figura 4.2 Régimen de tenencia de la tierra (IMEP,1995)

### Descripción geográfica

El Parque Nacional Desierto de los Leones se localiza en la región central de la República Mexicana, al suroeste de la Cuenca de México. Pertenece a la unidad geomorfológica Sierra de Las Cruces, que forma parte del sistema montañoso denominado Eje Neovolcánico Transversal (Cantoral, 1986). De acuerdo al plano oficial de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, el parque cuenta con una superficie de 1,529 ha, conforme el artículo primero del decreto de creación publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 1917; sus coordenadas UTM extremas son: 465,261.25 m E y 213,7029.52 m N; 468,996.54 m E y 2,129,839.47 m N.El parque se ubica al poniente de la Ciudad de México, dentro de las delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos, en el Distrito Federal, el cual presenta con las siguientes colindancias de la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Ubicación geográfica

Punto cardinal	Colindancias
Norte	Terrenos en litigio, Delegación Cuajimalpa de Morelos.
Sur	Magdalena Atlitlic, Delegación Magdalena Contreras y parte de la Delegación Álvaro Obregón.
Este	Terrenos en litigio, Delegación Cuajimalpa de Morelos.
Oeste	San Lorenzo Acopilco, Delegación Cuajimalpa de Morelos.

El pueblo se encuentra al poniente de la Ciudad de México sobre la Calzada al Desierto de los Leones. Colinda con los Pueblos de San Bartolo Ameyualco y de San Mateo Tlaltenango. Este último pertenece a la delegación Cuajimalpa de Morelos el cual se muestra en la Figura 4.3.

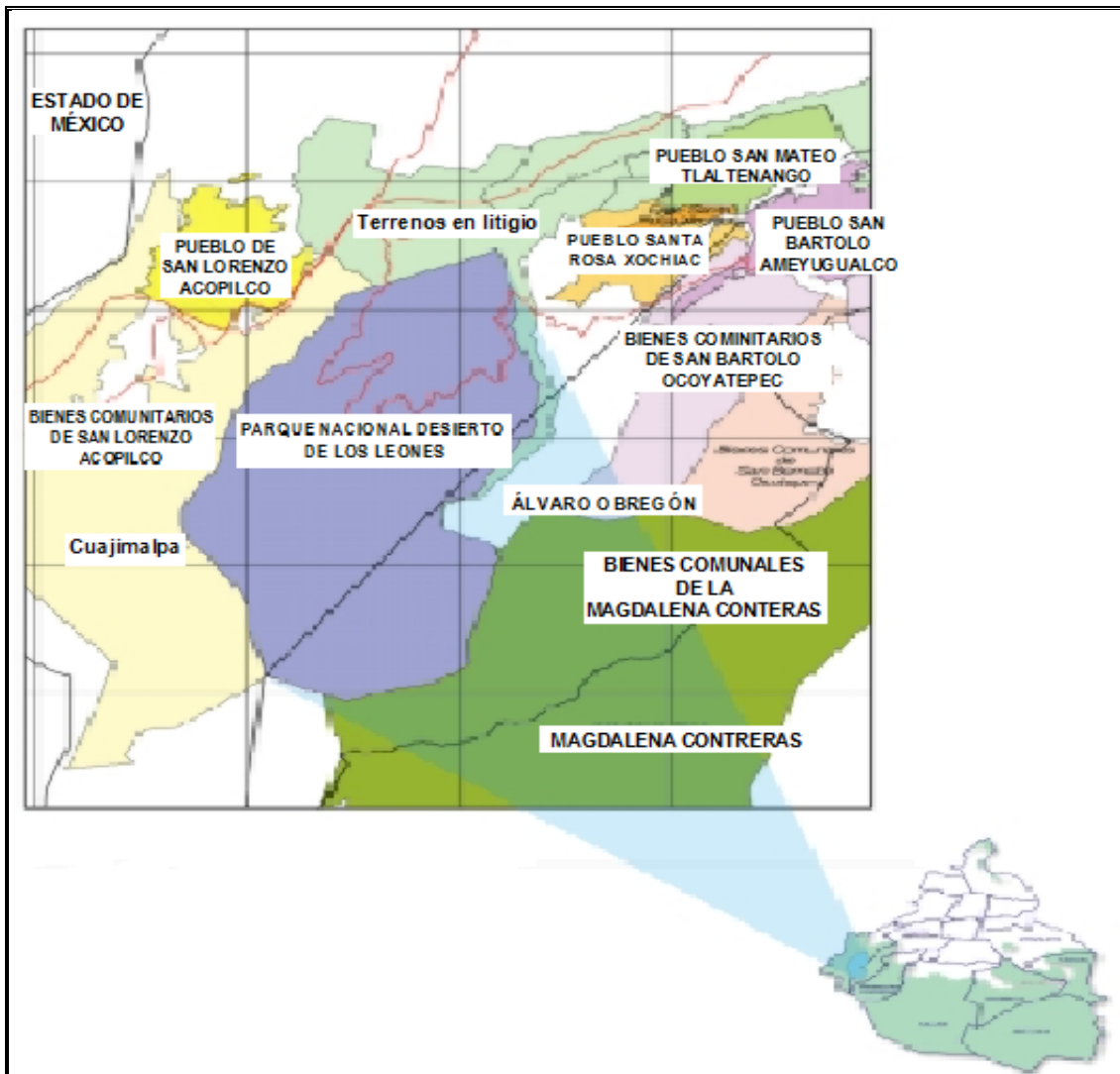


Figura 4.3 Punto cardinal de colindancias

### 4.2 Condiciones ambientales

#### a) topografía

El parque nacional forma parte del Eje Neovolcánico Transversal, el polígono tiene forma alargada de norte a sur, alcanzando 8.2 Km, mientras que su anchura media es de 3.5 Km; se encuentra en la vertiente oriental de la Sierra de Las Cruces. El parque está constituido por dos ramales montañosos de dirección norte y noreste, cuyo vértice es el Cerro de San Miguel. El primer ramal está conformado por los Cerros Caballote, Los Hongos y Colorado; el ramal del noreste, por el Cerro Cruz de Colica, Xometla y Ocotál; además de otros localizados fuera del parque. Ambos ramales se encuentran separados por tres cañadas: San Miguel, Palomas y Trozal, que confluyen en el arroyo Santo Desierto. El terreno del desierto desciende de forma altitudinal, de sur a norte, desde la cima del Cerro San Miguel con una elevación de 3,790 msnm, hasta la zona situada al norte del antiguo convento, con una elevación de 2,700 msnm. La altitud media es de 3,500 msnm, teniendo como las principales elevaciones el cual se presentan en la Tabla 4.2 (IMEP, 1995).

**b) geología**

El origen geológico del área donde se ubica el parque se remonta al Cenozoico, en el periodo Terciario Superior (Mioceno – Plioceno), el cual se caracterizó por una extraordinaria actividad volcánica, misma que representa una estrecha relación con el movimiento de las placas tectónicas que convergen en la llamada Trinchera Mesoamericana, dando lugar a la formación del Eje Neovolcánico Transversal (Arce y Hernández, 1990).

Las emisiones que constituyen la superficie del desierto son rocas de tipo volcánicas extrusivas; rocas efusivas terciarias y postterciarias. Tales emisiones estuvieron constituidas por derrames que corrieron en dirección norte y noreste en dos épocas diferentes, las que fueron caracterizadas litológicamente. En la primera, fueron emitidas andesitas de hornablenda e hiperstena, rocas que actualmente constituyen a los Cerros San Miguel y La Palma. Para la segunda época, se presentaron emisiones de andesitas y piroclastos, formados por brechas, cenizas y arenas volcánicas, que en el presente constituyen bancos de gran espesor (Arce y Hernández, 1990).

En la zona de estudio se localizan dos unidades estratigráficas:

**Formación Las Cruces:** Se asocia con la denominada andesita Ajusco y es considerada posterior al Plioceno Inferior. Comprende las rocas volcánicas que forman la Sierra de Las Cruces, proviene de centros eruptivos interrelacionados y alineados de sur-sureste y norte-noreste. Está constituida en su parte inferior por brechas volcánicas epiclásticas de composición andesítica, con intercalaciones de derrames porfídicos de composición riódacítica.

**Formación Tarango:** Cubre la formación anterior y la del Ajusco, es una secuencia no estratificada, sin orden de tamaño y con espesor de 200 a 300 metros de tobas, aglomerados, grava volcánica de origen fluvial de capas delgadas de piedra pómez. Se caracteriza por el estado caótico en el cual aparecen depositadas las series clásticas, ya que los fragmentos grandes y chicos están juntos en una matriz de arena, grava y suelo (Arce y Hernández, 1990).

**Tabla 4.2 Principales elevaciones del Parque Nacional Desierto de los Leones (CONANP, 2006)**

Elevación	Altitud (msnm)
La Venta	2, 860
Convento	2, 960
Cerro Colorado	3, 090
Cruz Blanca (área recreativa)	3, 160
Cerro Cruz Blanca	3, 180
El Potrero	3, 250
Cerro El Ocotal	3, 530
Cerro Xometla	3, 560
Cerro Cruz de Colica	3, 610
Cerro Cruz de Coloxtitla	3, 500
Cerro Los Hongos	3, 680
Cerro El Caballete	3, 680
Cerro San Miguel	3, 790

### c) fisiografía

La microcuenca se ubica en la zona central del Eje Neovolcánico Transversal, dentro de esta cordillera se encuentra la vertiente original de la Serranía de Las Cruces. El territorio de la microcuenca está definido como una zona tectónica activa; en su límite occidental se puede observar un sistema de fallas principal, en dirección este-oeste. La dinámica actual está representada por movimientos de ascenso y descenso de los bloques, estos movimientos han dejado escarpes de falla, provocando una aceleración de los procesos dinámicos del área. Tales procesos están representados por erosión hídrica y deposición intensa, hundimiento y deslizamiento de suelo en masa.

### d) edafología

Los suelos del desierto de los leones son de origen volcánico, dominan las andesitas; son profundos, relativamente abundantes, bien drenados y fértiles; húmedos la mayor parte del año. Los valores de pH son, por lo general, ligeramente ácidos. De acuerdo con INEGI (2000), en la totalidad del parque nacional el tipo de suelo se clasifica como podzólico y corresponde al tipo café vegetal con textura arcillo-arenosa. Sosa (1952) y Freyermuth (1952) reportan la predominancia de suelos de textura arcillo – silicosa, fértiles, profundos, de hasta dos metros de espesor y con abundante detritus orgánico; subsuelo rocoso e impermeable.

### e) hidrología

El parque nacional se localiza dentro de lo que Rzedowski, (2001) llamarán Valle de México, correctamente Cuenca de México, la cual es una cuenca hidrográfica endorreica, que incluye toda la superficie del Distrito Federal, cerca de la cuarta parte del Estado de México y aproximadamente, el 7 % del estado de Hidalgo, además de pequeñas extensiones de los estados de Tlaxcala, Puebla y Morelos. En el parque tiene origen el Arroyo Agua de Leones y el Río Santo Desierto, que son los afluentes de los Ríos Hondo y Mixcoac, respectivamente. El Arroyo Agua de Leones pierde su nombre al unirse con el Río Borracho, continúa hasta después de confluir con el Río Ajolotes para formar el Río Hondo. El Río San Borja tiene su origen en un conjunto de pequeños afluentes, como son: El Palomas, Piletas, Lloronas, San Miguel, La Portería, Zorrillos, San José Monarca, Arcos de las Canoas, Cuacumac, Ocotes, Capulines, Lobos, San Juan Copa y Corral Atlalco.

La mayor parte del desierto está cubierta por vertientes abruptas, cuyo parteaguas oriental y sur funcionan como referencias naturales del parque, en cuanto a lo largo del sector occidental, las escorrentías de una angosta ladera de pendiente moderada como nivel de base de tres corrientes que sirven también de referencia como los límites del parque (Melo, 1979). Los Cerros El Caballete, Los Hongos, San Miguel, Cruz de Colica y Xometla se encuentran al sur del área, formando un macizo montañoso de altitud mayor a los 3,500 msnm dando origen a la cabecera de la red fluvial (Melo, 1979).

La cabecera de la red fluvial se inicia con tres corrientes. La corriente principal nace del Cerro San Miguel, a una altura de 3,700 msnm aproximadamente; desciende por la cañada del mismo nombre y en su trayecto se alimenta de una serie de manantiales que se forman en el alineamiento cerril del Caballete y Los Hongos. Las dos corrientes restantes se originan en los Cerros Cruz de Colica y Xometla, a una elevación aproximada de 3,500 msnm y fluyen por las cañadas de Las Palomas y El Trozal, respectivamente (Melo, 1979).

Por su ubicación los manantiales se dividen en tres agregados: El primero, denominado Taza Vieja, se localiza en la porción central del parque y está formado por 13 afloramientos: Piletas, San Miguel, Zorrillas, Lagunillas, Lobos, Ruedas, Palmas, Llorona, La Portería, Monarcas, Otates, Arce y Capulines. El segundo, Presa de los Leones, se encuentra al oeste del parque y está constituido por tres manantiales: Agua de Leones, De la Cruz y Llano Grande. El tercero, conocido como Chorro de Agua, se encuentra al

## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2

este del parque y está conformado por tres manantiales: Ajolotes, Agua de Peña y Agua de Gallinas (Gutiérrez y Flores, 1988).

### f) climatología

Con base en la clasificación de Köppen, modificada por García(1988), el tipo de clima para el Desierto de los Leones corresponde a C)(W<sub>2</sub>) W (b')ig, que equivalen a:

- Templado, con lluvias en verano
- Precipitación invernal, con respecto al total es menor de 5%.
- Forma parte del grupo más húmedo de los subhúmedos.
- Isotermal (la diferencia de temperatura entre el mes más cálido y el mes más frío es menor a 5°C.

El Servicio Meteorológico Nacional reporta ocho ambientes climáticos en el Parque Nacional, el cual se presenta en la Tabla 4.3 así como su temperatura y precipitación anual y mensual, el cual se muestra en las Tablas 4.4 y 4.5 (SARH, 1982).

**Tabla 4.3 Ambientes climáticos del “Desierto de los Leones” (SARH, 1982)**

Ambiente climático	Localización	Clima	Temperatura °C	Pp (mm)
1°	Norte	Fresco subhúmedo	12	1,200
2°	Norte	Fresco subhúmedo	9-12	1,200
3°	Norte	Fresco subhúmedo	9-12	1,200-1,300
4°	Oriente-Poniente	Semifrío	9-11	1,300
5°	Paralelo al anterior	Frío húmedo	6-9	1,300
6°	Vertiente-Oriente	Frío húmedo	6-9	1,200-1,300
7°	Taludes superiores	Frío subhúmedo	6-9	1,200
8°	Arriba de 3,725 msnm	Frío subhúmedo	6	1,200

**Tabla 4.4 Temperatura y precipitación anual (INEGI, 2000)**

Temperatura media anual (Grados Centígrados)				
Estación	Período	Temperatura promedio	Temperatura del año más frío	Temperatura del año más caluroso
Desierto de los Leones	1951 a 1988	10.8	8.6	12.0
Precipitación total anual (milímetros)				
Estación	Periodo	Precipitación promedio	Precipitación año más seco	Precipitación año más lluvioso
Desierto de los Leones	1951 a 1988	1 340.6	1 005.5	1 837.6

Tabla 4.5 Temperatura y precipitación media mensual (INEGI, 2000)

Temperatura media mensual													
ESTACIÓN/ CONCEPTO	PERIOD O	Ene ro	Feb rero	Mar zo	Abri l	May o	Junio	Julio	Agost o	Septi embr e	Oct ubr e	Nov iem bre	Dici emb re
<b>Desierto de los Leones</b>													
<b>Promedio</b>	1951 a 1988	8.3	9.4	11.5	12.6	12.9/	12.5	11.5	11.6	11.3	10.5	9.7	8.5
Precipitación total mensual													
<b>Desierto de los Leones</b>													
<b>Promedio</b>	1951 a 1988	12.8	34.2	23.2	38.3	97.4	241.2	275.8	275.9	218.8	96.2	16.5	10.3

**g) características biológicas**

**Vegetación**

El desierto de los leones se encuentra dentro de la Región Mesoamericana de Montaña, formando parte de la provincia florística de las serranías meridionales, a la cual se adscribe el Eje Volcánico Transversal. Esta provincia incluye las elevaciones más altas de México, así como muchas áreas montañosas aisladas, cuya presencia propicia el desarrollo de numerosos endemismos. Localmente, el parque nacional se localiza dentro de lo que llamó el Valle de México (Cuenca de México) (Rzedowski, 2001).

La Cuenca de México es privilegiada en aspectos florísticos con relación a otras regiones de nuestro país ya que, al ubicarse en la mitad meridional de la república, es considerada una de las regiones más ricas en el mundo en cuanto a su flora, al interceptarse en su superficie dos regiones biogeográficas, la neártica y la neotropical, en lo que Halffter (1976) distinguió como “Zona de Transición Mexicana” (Rzedowski, 2001).

**Antecedentes**

Desde el punto de vista biológico, la Cuenca de México es una de las áreas mejor conocidas, esto se debe a la existencia de grandes centros de población y sus consiguientes vías de comunicación desde hace cientos de años. En este sentido, sobresalen los alrededores de la Ciudad de México, en especial el desierto de los leones, en cuanto a estudios realizados sobre flora y vegetación, por lo que tenemos que desde los tiempos de Martín Sessé y José Mariano Mociño –principales botánicos de la Real Expedición de Historia Natural de Nueva España- se han explorado diversos lugares de la Cuenca de México, entre ellos Tacubaya, San Ángel y el Desierto de los Leones entre 1787 y 1788 (Rzedowski, 2001).

Otro estudio importante es el de Eugene Bourgeau, miembro de la Comisión Científica Francesa, que trabajó en México en los tiempos de la intervención (1865-1866), quien ha sido sin duda el primer explorador botánico que en forma sistemática se ocupó de la flora de los alrededores de la Ciudad de México, de donde visitó numerosas localidades, pero los sitios en los que más colectó fueron aparentemente la Sierra de Guadalupe y el Desierto de los Leones (Rzedowski, 2001).



Carlos Reiche, miembro del Instituto Médico Nacional y profesor de la Escuela Nacional de Altos Estudios, realiza en 1914, el estudio de la vegetación en los alrededores de la capital de México, en donde describe la vegetación del desierto de los leones y menciona algunas especies que sobresalen en el mismo Rzedowski (2001), realizan en 1979 la Flora Fanerogámica del Valle de México, en donde citan en repetidas ocasiones al desierto de los leones en específico, como localidad de colecta de especies de la cuenca. Es importante resaltar que existen algunos estudios más que cubren algunas localidades del desierto de los leones, así como otros estudios de otras disciplinas, pero se considera que los trabajos botánicos arriba citados han sido los más sobresalientes a la fecha.

### Descripción de la vegetación

Mediante recorridos de campo por el área de estudio, así como por interpretación de fotos aéreas escala 1:10,000, de fecha 23 de enero de 1999, se logró un mapa de la vegetación que existe en el área; los tipos de vegetación se determinaron con base en la clasificación de Rzedowski (2001), los cuales se describen a continuación:

Bosque de Abies-Pinus-Quercus.- Esta formación vegetal comprende la mayor parte del área del parque (mapa de vegetación) y se ubica al norte de la misma, en un rango altitudinal de 2,800 a 3,000 msnm, en este bosque predominan en el dosel *Abies religiosa* y *Pinus patula*, principalmente. Según Rzedowski (2001) se considera a *P. patula* como especie introducida y aparentemente naturalizada. En el estrato arbóreo bajo encontramos diferentes especies de *Quercus*, como *Q. laurina*, *Q. castanea*, *Q. laeta*, entre otros, pero *Q. laurina* parece ser la más abundante, junto con *Salix paradoxa*; los encinos están acompañados de elementos aislados de *Berberis moranensis*, *Garryalaurifolia*, *Arbutus xalapensis*, *Buddleia cordata* y de *Clethra mexicana*. En el estrato arbustivo encontramos a *Senecio barba-johannis*, *Symphoricarpos microphyllus*, *Cestrum anagyris*, *Solanum cervantesii*, *Physalis viscosa*, *Fuchsia microphylla*, entre otras. Por último, en el estrato herbáceo se presentan *Geranium seemannii*, *Valeriana clematidis* y *Archibaccharis hirtella*. Respecto a los hongos macromicetos presentes, principalmente durante la época de lluvias, se tienen *Cantharellus cibarius*, *Phlogiotishelvelloides*, *Amanita*, *Citrina*, *Geastrum triplex*, *Ramaria sp.*

Bosque de Abies religiosa.- Este bosque se ubica en la parte central del parque, por arriba de los 3,000 msnm, donde la especie dominante es *Abies religiosa*.

En el estrato arbóreo bajo se encuentra acompañado por *Garryalaurifolia*, *Salix paradoxa* y *Buddleia cordata*. En el estrato arbustivo encontramos *Baccharis conferta*, *Senecio angulifolius*, *S. platanifolius*, *S. barba-johannis*, entre otras.

En el estrato herbáceo se pueden encontrar *Acaena elongata*, *Sigesbeckia ajorullensis* y *Alchemilla procumbens*. En la Cuenca de México generalmente este tipo de vegetación se encuentra en laderas de cerros o cañadas protegidas contra la acción de vientos fuertes e insolación, aunque no es raro encontrarla en el parque, en las cimas de los cerros pequeños. Así mismo existen macromicetos como *Lactarius salmonicolor*, *Tylopilus sp.*, *Morchella sp.*, *Inocybe geophylla*, *Hebeloma fastibile*, entre otros, el cual se presenta en la siguiente Tabla 4.6.

### Aspectos relevantes de la vegetación

Los bosques de *Abies religiosa* son escasos en la república y por consiguiente, en la Cuenca de México, en donde su distribución coincide con los parques nacionales:

Desierto de los Leones, Cumbres del Ajusco, en la serranía de Las Cruces; Izta- Popo, en la Sierra Nevada; y el Mineral del Chico en la Sierra de Pachuca (Melo, 1979).

**Tabla 4.6 Superficie ocupada por tipos de vegetación (CONANP, 2006)**

Tipo de Vegetación	Superficie (ha)
<b><i>Abies.Pinus.Quercus</i></b>	680.65
<b><i>Abies religiosa</i></b>	183.03
<b><i>Abies perturbado por incendio</i></b>	421.37
<b><i>Abies – Pinushartwegii</i></b>	59.90
<b><i>Pinushartwegii-Pastizal</i></b>	93.49
<b>Vegetación secundaria</b>	65.15
<b>Área de reforestación</b>	19.36
<b>Total</b>	<b>1,523.95</b>

De la misma manera, los bosques de *Pinushartwegii* son bosques que en la cuenca se confinan a las cumbres más elevadas de las sierras y los manchones significativos por su espesura y grado de conservación se localizan en los volcanes Popo-Izta, Ajusco, Papayo y Telapón; mientras que las superficies más reducidas y dañadas se encuentran en los Cerros Pelado, Cuatzin y Tláloc (Melo, 1979), por lo que contar con la presencia de esta comunidad vegetal dentro del parque representa un reto para su conservación y manejo adecuado.

La comunidad de *P. hartwegii* se caracteriza por formar bosques con una fisonomía de aparente subdesarrollo o arboledas poco densas y el estrato herbáceo dominado principalmente por pastos amacollados (Velázquez y Romero, 1999). Por lo que erróneamente se piensa que es un bosque que necesita reforestación, la cual hay que evitar o hacerla de una manera coherente con las características naturales de esta comunidad. Por otro lado, la gran extensión de bosque mixto de *Abies-Pinus-Quercus* presente en el área, que abarca aproximadamente el 50 % de la misma, representa la parte en donde se concentra la mayor diversidad del área, al conjuntarse en su composición especies tanto de lugares muy altos, propias de bosques de *Abies*, como especies propias de bosques de *Quercus*, de lugares más bajos. Es importante mencionar que este tipo de asociación está más expuesto a impactos, ya que se concentra en la Zona de Uso Público.

La declinación se describe como síndrome de una enfermedad de origen no patógeno que consiste en la acumulación de varios síntomas, causados por factores abióticos y bióticos que propician el deterioro gradual del árbol, hasta causar su muerte (Alvarado, 2001). Lo grave de la declinación es que es un proceso constante, cuya solución no depende directamente de los propios recursos naturales, ya que el principal factor es la contaminación que se produce en la zona urbana del Distrito Federal. Alvarado (2001), menciona que desde 1983 fueron evidentes los efectos de declinación en los Parques Nacionales Ajusco y Desierto de los Leones, los que afectaron de manera considerable las especies *Abies religiosa* y

## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2

*Pinushartwegii*. Se menciona que este proceso se atribuye a diversos factores, sin embargo algunas evidencias indirectas consideran la contaminación atmosférica como el principal agente causal.

Con relación a la gran superficie de vegetación secundaria que existe en el área, es importante mencionar que al comparar la foto aérea de 1989 con la de 1999, el área en cuestión no ha cambiado en los últimos 10 años, es decir, no se ha recuperado desde entonces. Lo cual, al parecer tiene causas edafológicas, ya que en ese sitio el suelo está compuesto por cenizas volcánicas que lo hacen un suelo muy fino y suelto que cuenta con características químicas especiales.

### Flora

México cuenta con una de las floras más diversas del mundo, estimada en 22,000 especies (Rzedowski, 1991), considerado por esto como el cuarto país con el mayor número de especies vegetales, sólo superado por Brasil, Indonesia y Colombia; Presenta con un gran número de endemismos, calculado en casi un 60% del total de las especies existentes en el país y posee prácticamente todos los grandes tipos de vegetación que se conocen en nuestro planeta reportan 2,300 especies, aproximadamente, de fanerógamas (angiospermas y gimnospermas) para la Cuenca de México. Por otro lado, (Velázquez y Romero, 1999) reportan 913 especies de plantas para la región de montaña del sur de la cuenca.

Con lo anterior, se reportan 378 especies para el Parque Nacional Desierto de los Leones, repartidas en 219 géneros y 74 familias, siendo la familia *Asteraceae* la mejor representada con 40 géneros y 87 especies (Anexo I Lista florística). En la Tabla 4.7 se resume el número de familias, géneros y especies registrados (sólo angiospermas y gimnospermas); además, se comparan con los datos de tala registrados en la flora del Valle de México y a nivel nacional (Velázquez y Romero, 1999).

### Flora de importancia especial

De acuerdo a la NOM-059- SEMARNAT -2001, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo y a los registros de flora en el parque se encuentran presentes ocho especies con alguna categoría de riesgo, el cual se presenta en la Tabla 4.7

**Tabla 4.7 Lista de especies de flora con alguna categoría de riesgo reportadas en NOM-059-SEMARNAT-2001(CONANP, 2006)**

Genero y Especie	Nombre Común	Categoría
<i>Litsea glaucescens</i>	Laurel	En peligro de extinción
<i>Echeveria secunda</i> ( <i>E. elegans</i> *)	Oreja de ratón	En peligro de extinción
<i>Jeniperus monticola</i>	Cedrón	Sujeta a protección especial
<i>Gentiana spathacea</i>	Flor de hielo	Sujeta a protección especial
<i>Comarostaphylis discolor</i>	Madroño borracho	Sujeta a protección especial
<i>Monótropa hypopitys</i> ( <i>hipopitys murtliora</i> *)	Pipa de indio	Sujeta a protección especial
<i>Carollorhizamacantha</i>		Sujeta a protección especial
<i>Cupressus lusitánica</i>	Cedro blanco	Sujeta a protección especial

## Hongos

En México se estima la existencia de más de 120 mil especies de hongos, sin embargo, sólo se encuentran descritas en publicaciones y herbarios alrededor de 7000 especies (Guzmán, 1998). En décadas pasadas el parque nacional fue visitado por grupos de investigadores y alumnos para estudiar este grupo de organismos y aunque se colectaron especímenes fúngicos intensivamente para los herbarios, a la fecha no se ha publicado una lista integrada de las especies de macromicetos que existen en el parque. Con base en una revisión bibliográfica; una revisión de ejemplares del herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y en el programa de monitoreo de macromicetos del parque, se reportan hasta el momento 102 especies de macromicetos (Anexo II Lista de Hongos) que corresponden a 14 géneros de Ascomycetes de 6 distintas familias y a 47 géneros de **Basidiomycetes** de 22 familias. La familia con mayor diversidad de especies es **Tricholomataceae** con 18 especies y le siguen **Polyporaceae** (10), **Amanitaceae** (ocho), **Boletaceae** (siete), **Morchellaceae** (seis) y **Pezizaceae** (seis).

### Hongos de importancia especial

De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001 en el parque se distribuyen siete especies de hongos bajo la categoría "Amenazada", el cual se presenta en la Tabla 4.8.

**Tabla 4.8 Lista de especies de hongos presentes en el Parque Nacional Desierto de Los Leones bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001.**

Genero y Especie	Nombre Común	Categoría
<b><i>Morchellaconica</i> Pers. ex Fr.</b>	Mazorquita, mazorca, pancita, elotito, elote.	Amenazada
<b><i>Morchella elata</i> bull. ex Fr.</b>		Amenazada
<b><i>Morchellaescuntenta</i> Pers. ex Fr.</b>	Mazorquita, mazorca, pancita, elotito, elote.	Amenazada
<b><i>Morchellacostata</i> (vent.) Pers.</b>		Amenazada
<b><i>Morchellaangusticeps</i> peck.</b>		Amenazada
<b><i>Amanita muscaria</i> (L. ex Fr.) Hook</b>	Hongo matamoscas, hongo mosquero	Amenazada
<b><i>Boletus edulls</i> (bull. ex Fr.)</b>	pambazo	Amenazada

## Fauna

La Cuenca de México se encuentra enclavada en una provincia que abarca parte del Altiplano y del Eje Volcánico Transversal (Provincia Biótica Volcánico-Transversal), que se caracteriza por presentar tres fenómenos fisiográficos: altitud superior a los 2,000 msnm, alto número de depósitos lacustres y un activo vulcanismo. Esto da como se tuvieron resultados una gran biodiversidad, siendo en su mayor parte de afinidad neártica (Ceballos y Galindo, 1984).

Los estudios de fauna realizados en el Parque Nacional Desierto de los Leones son escasos; destaca el realizado para el presente programa de conservación y manejo se recurrió a los se tuvieron resultados obtenidos por el Programa de Monitoreo de Fauna que se realiza en el parque nacional. Además, se tomaron en cuenta registros de especímenes colectados dentro del área y depositados en el Instituto de Biología y en el Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias, ambos pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México. Se han reportado 57 familias de vertebrados, de las cuales tres corresponden a anfibios, cinco a reptiles, 35 a aves y 14 a mamíferos, con 136 especies en total (Anexo III Lista faunística). En cuanto a representación, las familias mejor

representadas son: *Plethodontidae* (Clase Amphibia), con cinco especies, *Phrynosomatidae* (Clase Reptilia) con tres especies, *Parulidae* (Clase Aves) con 13 especies y *Muridae* (Clase Mammalia) con siete especies. Estas especies representan para los anfibios el 58.3% y para los reptiles el 30.7% con respecto a la lista potencial de especies reportadas para la Cuenca de México y los mamíferos representan el 32.1% de los reportados para la Cuenca de México (Ceballos y Galindo, 1984) y la Sierra del Ajusco y las aves, el 29.1% de las señaladas para la Ciudad de México y el 44.5% de las citadas por (Velázquez y Romero, 1999).

Se tienen 30 especies endémicas de vertebrados que representan el 22% de las especies reportadas para el área. De éstas, *Amphibia* y *Reptilia* presentan el mayor porcentaje con 100% de endemismos; seguida de *Mammalia*, con 18.5%; y *Aves*, con 10.6%. De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001, 15 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo (amenazada o sujeta a protección especial) y constituyen el 11% del total de especies registradas. Cinco especies de anfibios (71.4%), tres de reptiles (37.5%) y siete especies de aves (7.4%) se ubican en alguna categoría de riesgo (Velázquez y Romero, 1999).

#### 4.3 Análisis del sitio

El Distrito Federal está dividido en 16 delegaciones, entre las que se encuentran Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón, las cuales resultan de gran importancia ya que dentro de ellas se encuentra situado el Parque Nacional Desierto de los Leones. Debido a que la población influye directamente sobre el parque, a continuación se mencionan algunos de los aspectos más relevantes. Es importante resaltar el hecho que dentro del parque nacional no existe ningún asentamiento humano. La población total de las dos delegaciones es de 567,719 habitantes (INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000) y se distribuye de la siguiente manera: Distribución poblacional en las Delegaciones Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón, el cual se muestra en la siguiente Tabla 4.9.

**Tabla 4.9 Distribución de población en las Delegaciones Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón (INEGI, 2000)**

Cuajimalpa		Álvaro Obregón	
Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
71,870	79,952	327,431	359,589
<b>Subtotal</b>	<b>151,222</b>	<b>687,020</b>	
<b>Total</b>	<b>848,242</b>		

#### Social

De manera específica, el parque nacional está influenciado de manera positiva y negativa por asentamientos urbanos, éstos se localizan dentro de cuatro Áreas Geográficas de Estadística Básica (AGEB), según el INEGI(2000) dos de éstas se encuentran dentro de la delegación Cuajimalpa (025-0 y 024-6); y las otras dos, en la delegación Álvaro Obregón (135- A y 172-O), donde se destacan algunos de los rasgos más relevantes. La población total de las cuatro AGEB es de 13,895 habitantes, de los cuales 6,960 son mujeres (50.09%) y 6,935 (49.91%) son hombres. Con relación a los rangos de edad: 1,655 (11.91%) son de 0 a 5 años; 3,173 (22.83%), de 6 a 15 años; 8,540 (61.46%), de 15 a 65 años; y de 65 a más, 527 (3.79%). Con relación al estado civil, 7,551 (54.34%) se ubica entre 12 años y más y son solteros (INEGI, 2000).

El nivel educativo de los habitantes de la zona de influencia es el siguiente: la población alfabeta es de 80.30% (11,157); la que no tiene instrucción, es de 4.30% (597); cuenta con primaria completa el 13.08%

## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2

(1,817); con secundaria completa, el 12.42% (1,725); y el 5.92% (823), con instrucción superior; mientras que el 51.13% (7,105) no tiene instrucción superior. Asimismo, se encuentra que 30.60% (4,253) del total de la población de la zona de influencia se encuentra económicamente activa ocupada; mientras que el 0.82% (115), económicamente activa desocupada. De la población con 12 años y más, el 15.38% (2,137) son estudiantes; el 20.49% (2,848), se dedica a quehaceres del hogar (INEGI, 2000).

Se registra un total de 2,069 viviendas, de las cuales 81.57% (2,177) son propias y 10.68% (285) son rentadas; el 67.44% (1,800) de las mismas cuenta con techo de losa de concreto; el 27.80% (742) tiene techo de lámina de asbesto, cartón o metálica. Del total de viviendas, 86.89% (2,319) cuenta con paredes de tabique; 7.19% (192) con paredes de adobe; y el 2.85% (76) con paredes de madera. Asimismo, el 79.47% (2,121) de las viviendas tienen piso de cemento y el 14.20% (379), de mosaico, madera u otro recubrimiento. Del total de viviendas particulares habitadas, el 94.98% (2,535) usan gas para cocinar; 54.74% (1,461) cuentan con drenaje conectado a calle; y 23.57% (629) tiene el drenaje conectado al suelo o fosa séptica. También de este total de viviendas habitadas, el 98.31% (2,624) dispone de energía eléctrica; el 35.37% (944) cuenta con agua entubada en la vivienda; 29.26% (781) en el predio; y el 11.76% (314) tiene agua de llave pública (INEGI, 2000).

La Tabla 4.10 muestra los servicios públicos con que cuentan las comunidades que colindan con el Parque Nacional Desierto de los Leones. En cuanto a salud, existen centros de salud comunitarios; en educación, aparecen escuelas públicas y privadas, desde los niveles básicos hasta el nivel medio superior; finalmente, para abasto se tienen mercados y tianguis, establecidos y ambulantes, el cual se muestra en la Tabla 4.10

**Tabla 4.10 Servicios públicos de las comunidades colindantes con el Parque Nacional Desierto de los Leones (INEGI, 2000)**

	SALUD	EDUCACIÓN			ABASTO		
		Básico	Medio Básico	Medio Superior	Mercado	Tianguis fijo	Tianguis ambulante
San Bartolo Ameyalco	1	4	1	1		1	1
Santa Rosa Xochiac		5	1				1
San Mateo Tlaltenango	1	3	1		1		1
San Lorenzo Acopilco	1	2	1		1	1	1

### Infraestructura

Existe un camino asfaltado de 8.5 Km que atraviesa el parque en su parte norte (SARH, 1994), el cual fue construido en 1933. Parte de la localidad de San Ángel, por la ruta conocida como camino al desierto, llega al poblado de Santa Rosa Xochiac, atraviesa el parque de este a oeste y desemboca en la carretera federal y autopista México-Toluca por el pueblo de La Venta. A lo largo de esta carretera se encuentra la mayor parte de la infraestructura de servicios al visitante. Hay diez áreas recreativas de mesa-bancos-hornillos, siete de las cuales están a la orilla de la carretera, tres de ellas tienen kioscos rústicos (SARH, 1994). Asimismo, se cuenta con una amplia red de brechas primarias y secundarias. Algunas de ellas ya no son utilizadas.

En las dos entradas al parque nacional, Santa Rosa Xochiac y La Venta, se ubican casetas de acceso y vigilancia, mismas que son manejadas y controladas desde 1978 por personal de la Delegación Cuajimalpa.

### 4.4 Comunidad Santa Rosa Xochiac

Un pueblo muy antiguo, actualmente perteneciente a la Delegación Álvaro Obregón y Cuajimalpa y que por su cercanía a la Ciudad de México (el periférico se encuentra a 20 minutos y el Centro Comercial Santa Fe a menos de 10). Podría pensarse que se ha asimilado a ella, pero no es así. Santa Rosa se mantiene diferente, tal vez debido a su historia la cual habla de un origen indígena, de un lugar poco comunicado con la Ciudad de México, de una comunidad dedicada a la agricultura y la explotación forestal, de un pueblo que continua con sus tradiciones relacionadas con el cultivo de la tierra y sus festividades.

Los paseantes dijeron que ese era un lugar muy bello y como ahí había muchas flores se debería llamar Santa Rosa Xochiac. Ellos mismos regalaron la imagen de Santa Rosa de Lima que se venera actualmente. Ahora el pueblo se llama Santa Rosa Xochiac, Santa Rosa en honor a la virgen de lima y Xochiac de Xuchilt, palabra del mexicano que quiere decir flor. Como pueblo católico, Santa Rosa Xochiac tiene numerosas fiestas religiosas a lo largo del año, unas más grandes, otras más pequeñas; la mayoría con danzantes, juegos pirotécnicos, feria, puestos ambulantes, cohetes, bandas de música, etcétera. Otras, a las que podrán llamar festividades son más modestas, y se celebran según el ciclo agrícola. La primera, por su lugar en el año, es el día de la Candelaria. Después de las nueve posadas y de arrullar al niño, las personas del pueblo preparan los vestidos del Niño Dios y lo llevan a bendecir a la iglesia el día 2 de febrero. En la actualidad son muy pocas las personas que junto con su Niño Dios llevan a bendecir la semilla que han de sembrar y la candela tradicional.

En aquellos tiempos, el ciclo agrícola tenía una gran importancia en la vida cotidiana y los alimentos que consumían eran básicamente los que se cosechaban, se tenían animales entre los cuales se encontraban gallinas y huevos que daban las mismas, además las amas de casa junto con sus hijas hacían las tortillas a mano y cocían sus alimentos con leña. Tenían la costumbre de tomar pulque extraído de la gran cantidad de magueyes que existieron hace tiempo. Muy pocas eran las personas que bajaban al centro, la Calzada del Desierto de los Leones, principal vía de acceso al pueblo, se construyó en los años 30 y antes solo bajaban a la ciudad los leñeros y alguna otra mujer que quería vender frutas o flores. Su medio de transporte era a través de mulas, en los burros o en caballos y hacían entregas de sus productos en Portales, Tacubaya, Mixcoac, Coyoacan y San Lorenzo, el dinero que obtenían compraban alimentos que eran difíciles de conseguir en Santa Rosa Xochiac. La mayoría de la gente ha sido campesina gran parte de su vida, pero en su juventud fueron leñeros (De Lorenz y Luna, 2008).

En la actualidad la comunidad presenta diversos grados de afectación ocasionados por la tenencia de la tierra que tiene efectuado el gobierno desde el 30 de mayo del 2000 y que se encuentra en resolución, por lo cual se vive una situación más o menos estable, en cambio los habitantes que viven a orillas del parque es más radical, ya que se presentan menos oportunidades de empleo, menor acceso a los servicios y al mismo tiempo sufren del deterioro ecológico (De Lorenz y Luna, 2008).

### 4.5 Legislación

La certeza legal en todos los aspectos del parque, principalmente en lo referente a la tenencia de la tierra, es básica para su manejo y administración. Un marco legal adecuado permitirá que las actividades que se desarrollan en él se realicen de manera más eficiente, integrada y ordenada, evitando

con ello impactos negativos sobre los recursos naturales del área. La fortaleza para el cumplimiento de los objetivos del programa, la constituye básicamente la correcta y eficiente coordinación de acciones entre la Secretaría del Medio Ambiente (SMA) y la Delegación Cuajimalpa de Morelos, en el ámbito de sus respectivas competencias y atribuciones, lo que permitirá aglutinar e integrar otros esfuerzos de diversas instancias de gobierno, además de lograr la participación efectiva de los núcleos agrarios y poblados. Por lo anterior, resulta urgente establecer procedimientos y realizar acciones para ordenar toda actividad dentro del parque y de manera simultánea, atender los problemas legales que éste enfrenta.

### **Marco ambiental**

Decreto de creación del parque (D.O.F., 17 de noviembre de 1917).

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Modificación D.O.F.; 13 de diciembre de 1996).

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (D.O.F., 30 de mayo de 2000).

Reglamento de Áreas Naturales Protegidas (D.O.F., 30 de noviembre de 2000).

Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios.

Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Agua Ley Ambiental del Distrito Federal y su Reglamento.

Recursos hidrológicos y edafológicos.

Ley de Aguas Nacionales

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. (aclaración d.o.f. 30-abril-1997) Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

Flora y fauna silvestres

Ley General de Vida Silvestre

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Norma Oficial Mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000, Especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional.



## CAPÍTULO 5 - RESULTADOS

### 5.1 resultados del análisis de caso

Descripción de la casa habitación. La casa habitacional con una superficie de terreno de 1,166.29m<sup>2</sup>, 180.44 m<sup>2</sup> de construcción de dos plantas con una altura de 2.20 m<sup>2</sup>, la planta baja, donde comedor, cocina y cuarto de servicio están orientados al sur, cocina, baño y sala, entrada principal y entrada 2 orientadas al norte. La planta alta cuenta con una habitación con orientación al sur; así como, una habitación y pasillo al norte y una la habitación principal en ambas orientaciones y esta es ocupada por 5 habitantes.

Los materiales que componen el inmueble son muros (exterior e interior) compuesto de ladrillo rojo, aplanado con cemento, con pintura vinílica de color verde al exterior y al interior de color blanco. Por lo que el material que compone la casa hace aún más fría la casa (Figura 5.1).

Se evaluó la viabilidad de captar el agua de lluvia para ya no generar gastos exorbitantes en agua potable así como en el gasto eléctrico y gas, ya que se tiene un gasto energético anual en: consumo eléctrico de 15,606.07kWh como se muestra en la Figura 5.1 y 5.2, consumo de agua potable de 360,000 litros como se muestra en la Figura 5.3, consumo de gas de 3,600 litros de gas como se muestra en la Figura 5.4 y consumo de leña de 5,088 pesos como se muestra en la Figura 5.5, por lo cual se obtuvieron resultados por gasto anual de energías en \$41,952, (Tabla 5.1).

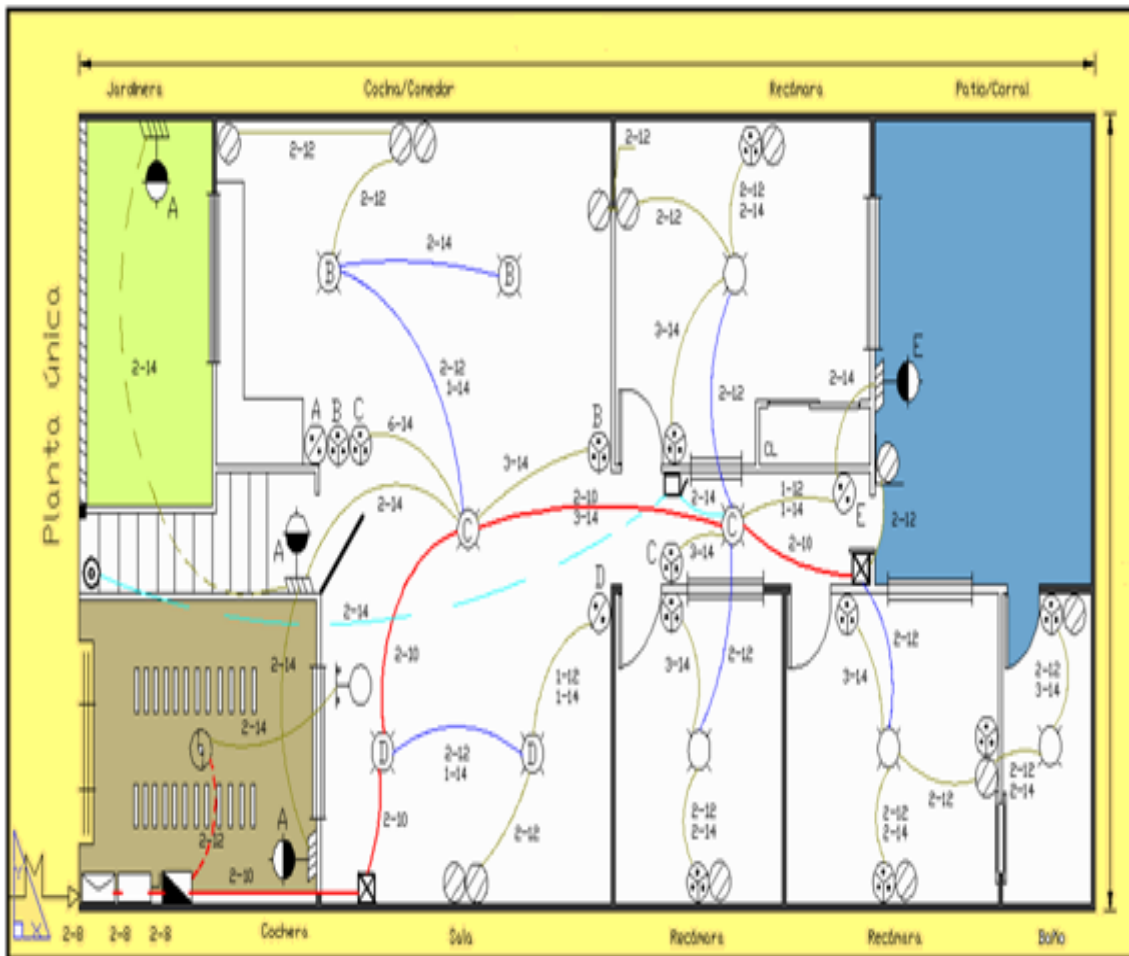


Figura 5.1 Diagrama de instalación eléctrica planta baja

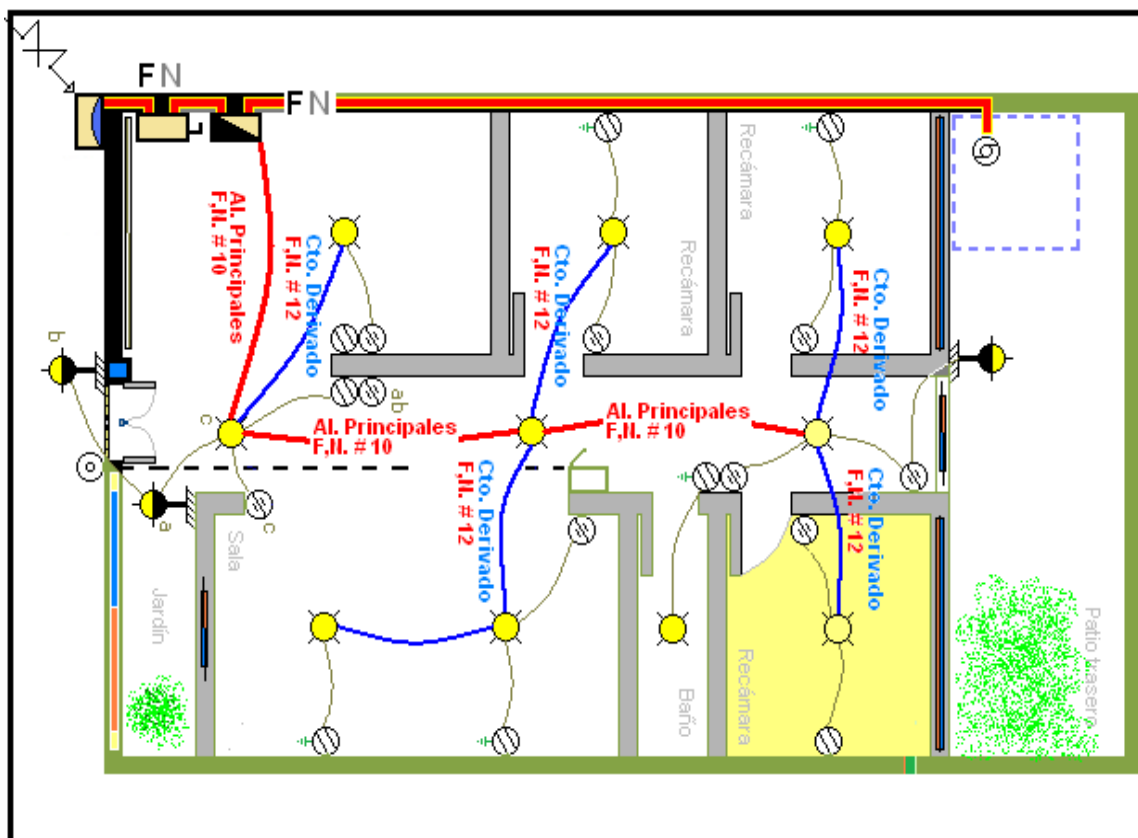


Figura 5.2 Digrama de instalacion electrica planta alta

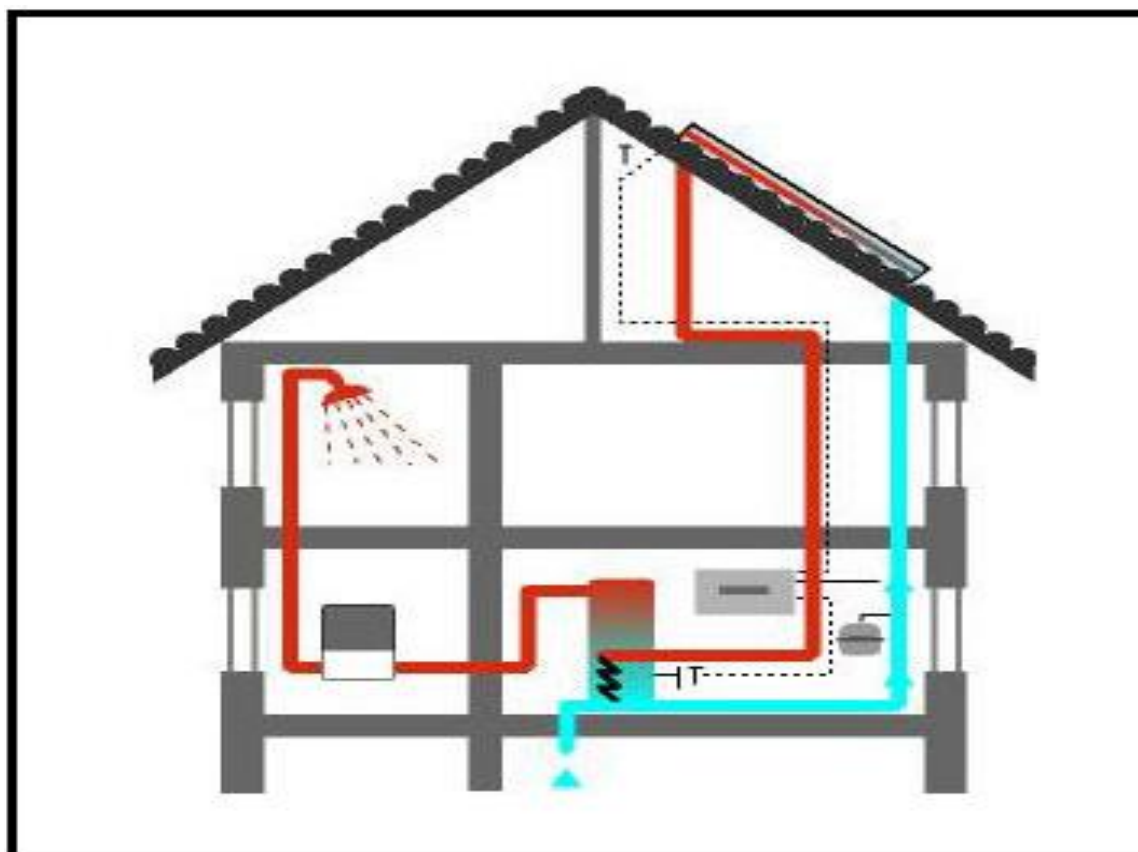


Figura 5.3 Diagrama de instalación de agua potable

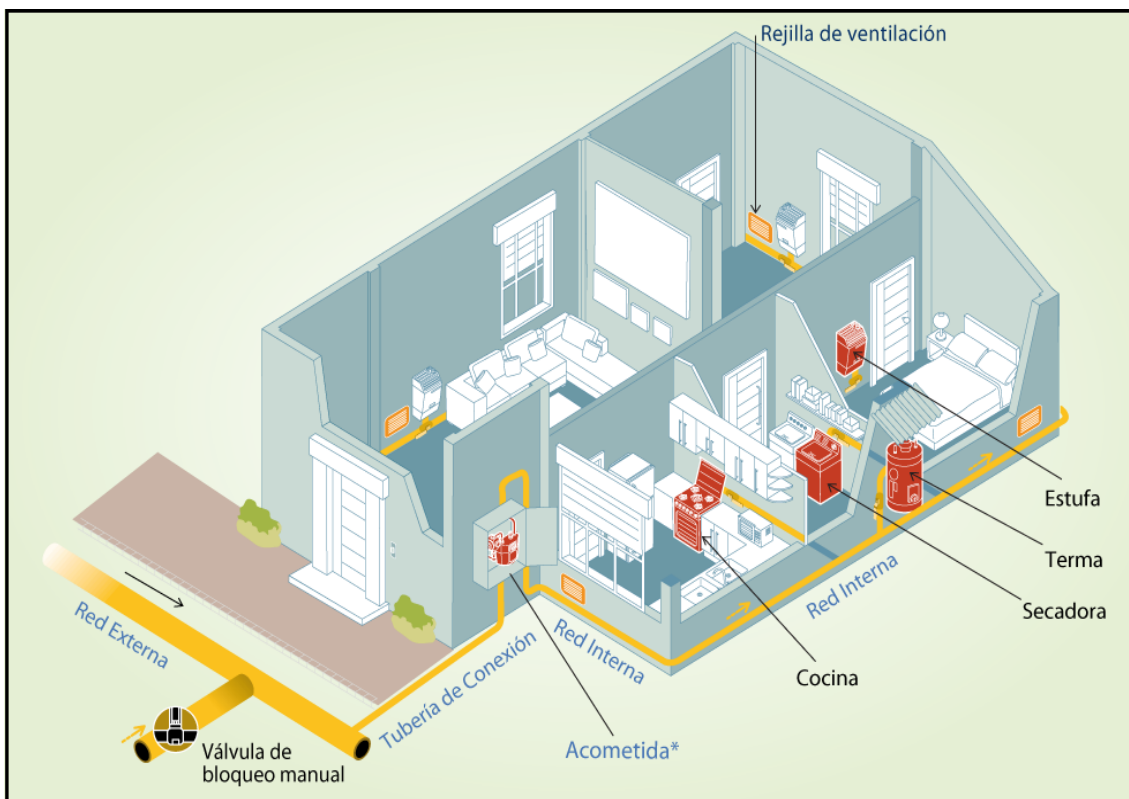


Figura 5.4 Diagrama de instalación de gas

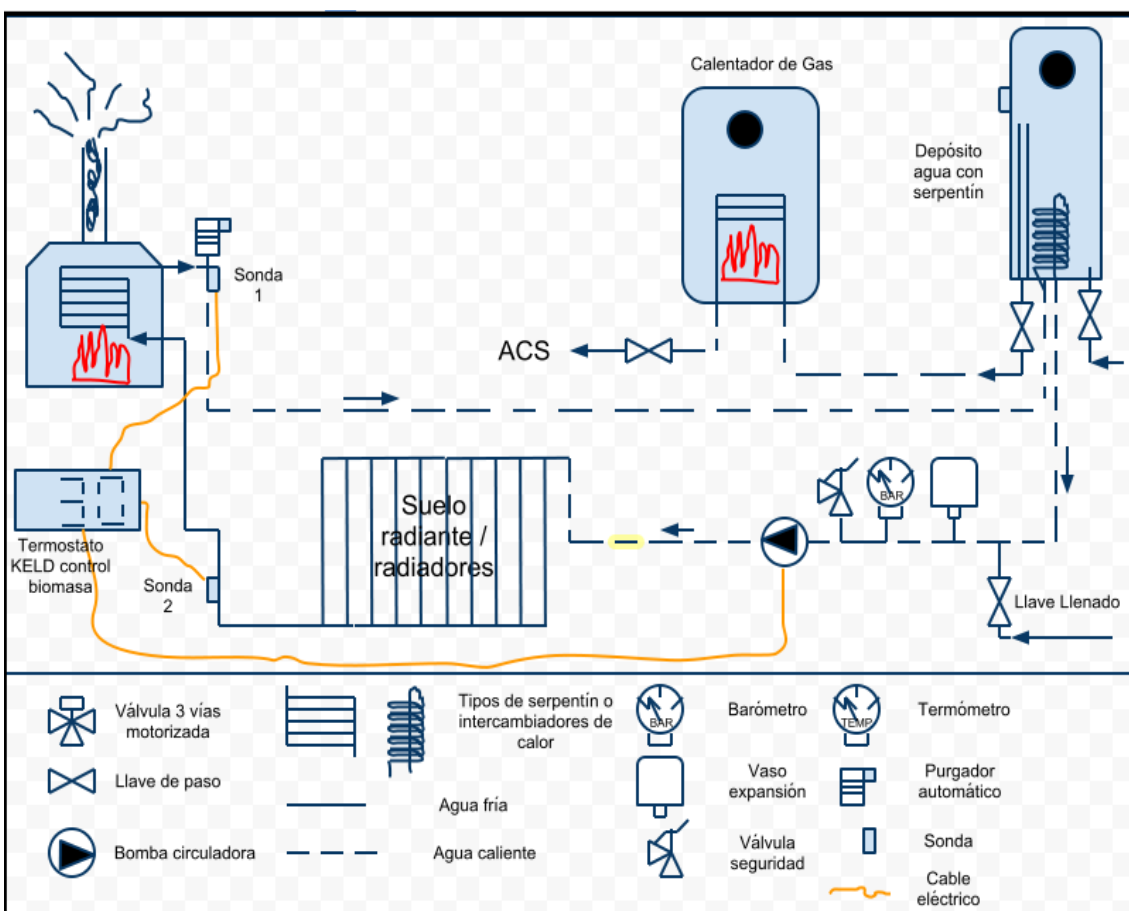


Figura 5.5 Diagrama de instalación de calefacción por chimenea

Tabla 5.1 Balance de energía sin propuestas

Costos anuales				
Mes	Consumo	Litros	kWh	Costo
Enero - Diciembre	Gas L.P.		3,600	\$14,088
Enero - Diciembre	Agua potable	360,000		\$14,400
Enero - Diciembre	Luz eléctrica		15,606.07	\$13,464
<b>TOTAL</b>				<b>\$41,952</b>

## 5.2 Propuesta de ahorro térmico

Para un ahorro térmico, en la casa habitación, se propone la instalación de 2 sistemas de calefacción solar por aire, con un sistema pasivo. Dado que se tienen calefactores eléctricos para primer piso y segundo piso y para un mayor confort el aprovechamiento de la energía solar a partir de un muro. El captor del cual se pueden encontrar numerosas ventajas; tales como:

- Facilidad de construcción
- Materiales de fácil obtención
- No requiere de combustible
- Calor confortable
- Ningún tipo de mantenimiento
- No tiene parte móviles
- No contamina el medio ambiente
- Bajo costo

Este sistema será instalado en puntos donde la posición del sol permita absorber el calor. El muro se basa en la captación solar y la circulación de aire que se produce por la diferencia de temperaturas, entrega calor en temporada de fríos; así mismo permite mejorar la temperatura en temporada de calor. La casa cuenta con una temperatura fría todo el año, por lo que solo será necesario calor confortable.

Se propone la instalación de un muro captor en 3 puntos esenciales de la casa habitación, los lugares que se desea calefactar son principalmente sala, comedor y habitaciones. La cual al ser implementada esta tecnología se mejorara la eficiencia de la chimenea de la cual una chimenea convencional tiene 12% de eficiencia por cada Kg de leña. Siendo esa tecnología tradicional generadora de múltiples desventajas como se muestra en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2 Desventajas de una chimenea en el sitio del caso

Chimenea de Leña	
Desventajas	La combustión se realiza en un lugar abierto
	No es posible controlar la velocidad de combustión
	Bajo rendimiento debido a las pérdidas de calor por la salida de humos.
	El tiro incontrolado produce pérdidas de calor en la vivienda, por el caudal de aire evacuado por la salida de humos
	Pérdidas de temperatura incluso con la chimenea apagada debido a la estratificación del aire.

Al implementar el muro captor se le da aprovechamiento de su construcción, además del aprovechamiento de la biomasa del lugar, dado que es rico en flora, sin tener que talar o afectar el medio ambiente y hacer su uso prácticamente nulo a partir de la calefacción solar por aire.

La segunda propuesta es un calentador de agua solar, ya que el combustible que más se ocupa es el gas l.p., el uso del agua caliente es para servicios es decir 3 regaderas y el lavado de ropa. El calentador brindará agua caliente por medio de la energía solar, será instalado en el techo de la casa orientado hacia el sur y al implementar; ésta nos proporciona los siguientes beneficios:

- No requiere combustible
- Fácil construcción
- No requiere mantenimiento
- Inversión recuperable a corto plazo
- No contamina el medio ambiente

Y al ser implementada esta tecnología se mejorará la eficiencia de calentador eléctrico que tiene una potencia de 1,000 W, con una eficiencia de 90%. Se dejarían de utilizar los dos calentadores de agua por gas LP hasta un 50% ya que su eficiencia es de 62% y proporciona agua caliente con una capacidad de 16 litros por minuto. El uso del calentador es para 3 baños y lavadora, esa tecnología convencional nos genera múltiples desventajas como se muestra en la Tabla 5.3.

**Tabla. 5.3 Ventajas y desventajas de la calefacción eléctrica**

Calefacción Eléctrica	
Ventajas	No precisa de mantenimiento
	Puede instalarse en todo tipo de viviendas y locales sin importar las dimensiones
	No requiere de tuberías
	No representa riesgo de explosión
Desventajas	Se tiene de un mayor gasto eléctrico
	Mayor gasto económico
	Favorece al calentamiento global

La casa presenta dos tipo de clima; clima templando subhúmedo y clima semifrío, a su alrededor una gran extensión de diversos árboles que hacen aún más húmedo y frío la temperatura al interior de la casa. Por lo que cuenta con dos tipos de sistemas de calefacción convencionales chimenea y calefacción eléctrica. Cuenta con una chimenea abierta de leña, ubicada en el segundo piso, recámara principal, el cual calienta una habitación amplia(Figura 5.6).

**Análisis de temperatura**

El ser humano en estado sano es un animal homotérmico, su temperatura corporal se mantiene prácticamente constante a 37 °C, la comodidad del ser humano depende de las variables del medio ambiente como:

- La temperatura
- Humedad del aire
- Velocidad del aire
- Radiación térmica de los cuerpos circulantes.

Donde se dan las cuatro estaciones, las personas modifican su sentido de apreciación de calor o del frío según la variación del ritmo vital en la medida en que se adaptan al nuevo período estacional. Es decir la

situación geográfica influye en la sensibilidad térmica de una persona, pues si vive en un país frío tolerará más las bajas temperaturas y menos las altas (Figura 5.7) Esta zona del Desierto de los Leones cuenta con temperaturas bajas, es decir al año se tienen temperaturas que se presentan en las Tablas 5.4 y 5.5.



Figura 5.6 Salida de la chimenea de la casa de estudio

Tabla 5.4 Temperatura y precipitación media mensual (INEGI, 2000)

Estación	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
TEMP.[°C] MEDIA	8.3	9.4	11.5	12.6	12.9	12.5	11.5	11.6	11.3	10.5	9.7	8.5

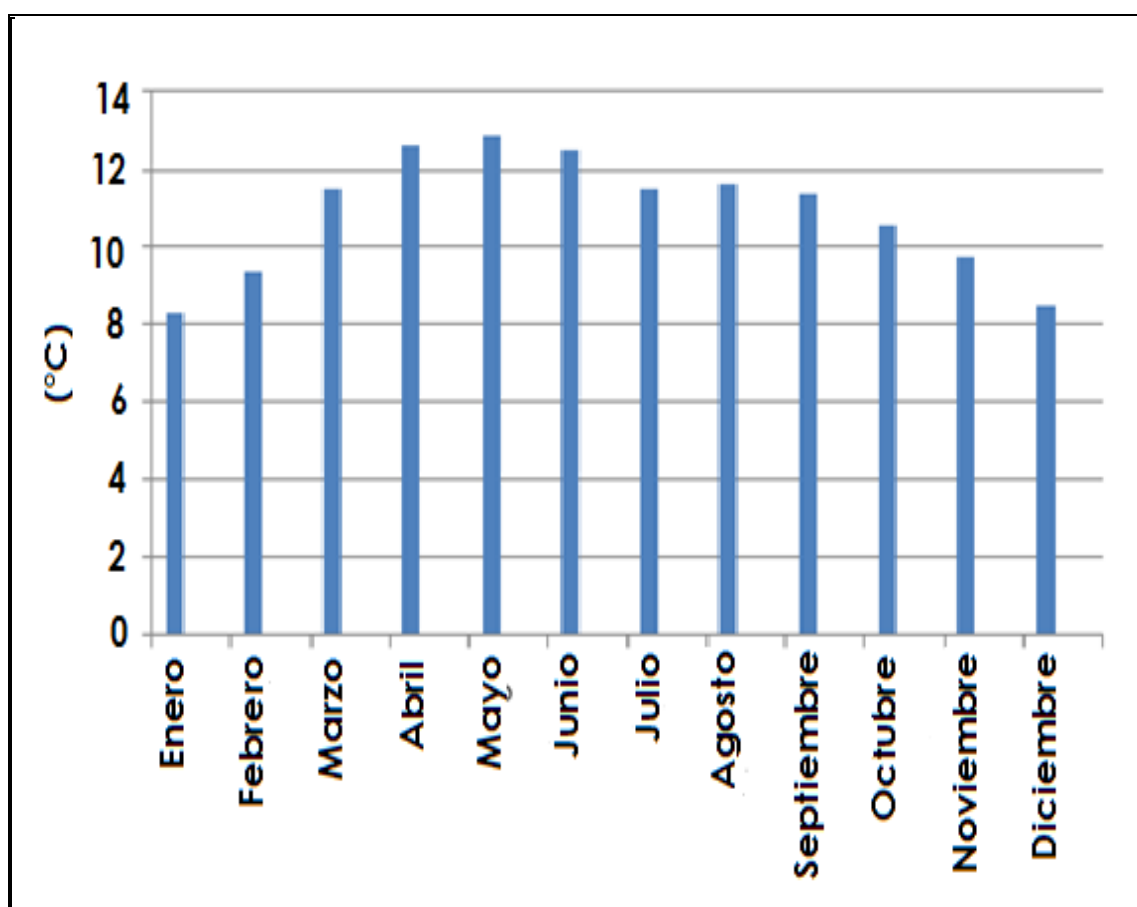


Figura 5.7 Temperatura y precipitación media mensual (INEGI, 2000)

Tabla 5.5 Humedad relativa tabulada de normales climatológicas de la estación EDL, dado en % (Montejano, 2008)

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Min	44	42	39	39	43	47	52	52	54	50	47	46
Media	71	68	63	62	64	68	71	72	71	71	69	71
Max	97	94	87	86	86	89	90	91	91	91	92	96

Se estableció un día y una hora específica para verificar si existe una temperatura de confort, la temperatura al interior de la casa el día 14 Diciembre es de 8.5 °C a las 2:00 pm al interior del inmueble (Tabla 5.7). Lo que indica que no alcanza un confort. Esta región maneja temperaturas similares todo el año. Se observa en la Tabla 5.6 en temporada invernal, los índices de temperatura son menores a 8.5 °C así como en la parte exterior (Figura 5.8)

Tabla 5.6 Temperatura registrada al exterior del inmueble

Horario	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
TEMP.[°C]	6	6	7.5	8.5	8.7	9.8	11.5	12.2	13.3	15	14.5	10
MEDIA												

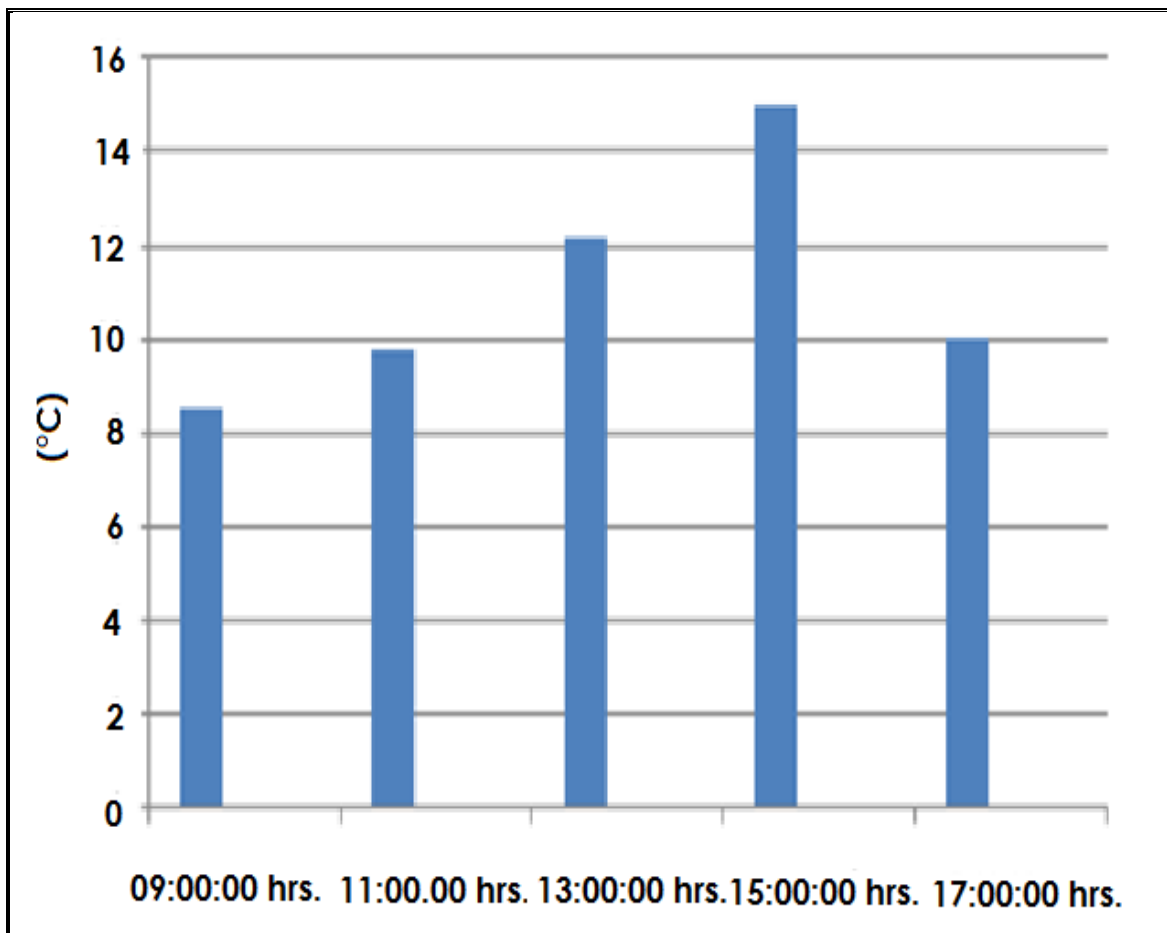


Figura 5.8 Temperatura registrada al exterior del inmueble

Como se observa la temperatura más elevada en temporada invernal es a las 15:00 hrs., donde se registra una temperatura 15°C. De igual forma se observa que la temperatura más alta al interior del inmueble es a las 15:00 hrs con una temperatura de 12.2 °C.

Tabla 5.7 temperaturas registradas al interior del inmueble

Horario	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
TEMP.[°C]	5.8	6.0	6.2	7.5	7.9	8.2	8.5	10	11.6	12.2	11.5	9
MEDIA												

## 5.2.1 Propuestas a implementar

### 5.2.1.1 Sistema solar por aire

La calefacción solar pasiva por medio del uso del sol ayuda a satisfacer las necesidades energéticas de un edificio, es decir la energía transferida se da para una edificación por lo que solo intervienen flujos de energía debidos a las condiciones cambiantes del clima. Conducción, convección y radiación.

### 5.2.1.2 Muro captor

Este sistema de calefacción solar por aire, tiene semejanza con un muro trombe el cual está basado en conceptos de la radiación solar, la inercia térmica y diferencia de densidad entre el aire frío y el aire caliente. El muro captor estará compuesto de un muro interior de gran inercia térmica, en este caso lámina metálica pintada de negro para la absorción de los rayos y la lámina en ambos extremos formando una caja. Se proponen separadores para tener un espacio tanto por el muro interior y el cristal para obtener un espacio delimitado debido a que la radiación solar y la aportación del muro siempre tendrán una temperatura mucho mayor que la exterior y la interior. Por último dos orificios con tubería hacia la habitación que se desea calefactar y sus respectivas compuertas o papalotes.

Este tipo de calefacción será forzada, por medio de un ventilador para el buen flujo de aire, con un sensor de temperatura y un swich manual, el ventilador funcionará cuando la temperatura del calefactor sea superior a 25 °C. Para calefacciones libres de combustibles, se tuvieron diversas propuestas, las cuales no se consideran ideales. Existe un sistema de calefacción con serpentines, el cual a través de tubos de acero inoxidable pasa agua caliente en el piso de la habitación, para mantener en una temperatura de confort. Este tipo de sistema tiene diversas desventajas como condiciones de salud, dado que las temperaturas altas en la planta de los pies provocan falta de circulación y problemas respiratorios. Por lo que se descartó esta opción, a pesar de que este sistema mantiene gran parte alta temperatura y es mucho más eficiente que la propuesta postulada.

La idea esencial era la instalación de un Muro Trombe. Este tipo de sistema calefactor se instala en el muro de la casa orientado hacia el sur, no es posible que funcione correctamente ya que la cantidad de árboles alrededor de la casa hacen sombra. Por lo que se perdería eficiencia. Además de interferir con la fachada, dado que el dueño del inmueble no está de acuerdo (Figuras 5.9 y 5.10).

Ambos muros tendrán las mismas medidas, así como el mismo tipo de material.

- Lámina metálica ondulada
- Lámina metálica lisa
- Varilla
- Pintura negra
- Brocha



Para el primer muro captor se propone instalar al sur-oeste de la casa, en el techo, este muro tendrá medidas de 3 metros de largo por 2 metros de altura. Por lo que abastecerá de calor en la planta baja, por medio de conductos de PVC circular a partir de la sala, distribuyendo hacia comedor y cocina.

El segundo muro captor se propone instalar en el techo de la habitación 1, este captador abastecerá planta alta. El conducto entrará por la habitación 1 y tendrá conexión con conductos de PVC circular a las demás habitaciones.



Figura 5.9 Lugar propuesto muro 1

En base a la Tabla 5.7. Se puede determinar la eficiencia del Muro Captor.

$$\eta = 0.526 - 0.96(x) - 0.526(x^2)$$

Donde  $\eta$  es la eficiencia del sistema o muro captor

$$x = [\Delta T / HFT]$$

$$\eta = 0.526 - 0.96(0.0025) - 0.526(0.0025^2)$$

$$\eta = 0.643 \approx 64\%$$



Figura 5.10 Punto propuesto muro 2

5.2.1.3 Calentador solar

La energía del sol es recibida por radiación en el panel o la cama de los tubos al alto vacío en forma continua durante el día en  $Kwh/m^2$ . El promedio de insolación en la ubicación de la casa es de  $6.3 Kwh/m^2$ -día. Por lo que el calentador deberá estar orientado al sur ya que el sol viaja de oriente a poniente (Figura 5.11).

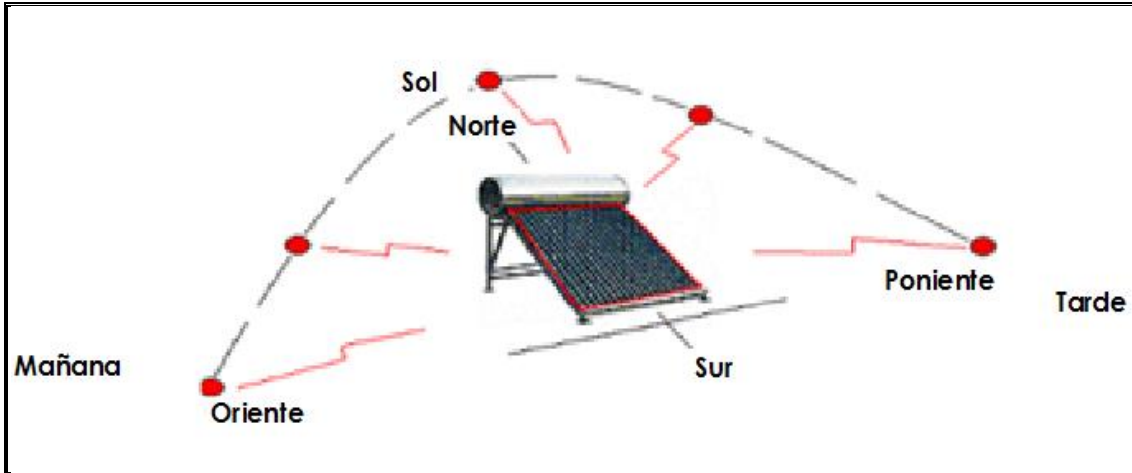


Figura 5.11 Representación de la trayectoria solar en un calentador solar (AXOL, 2010)

Su principio de funcionamiento es por medio de un sistema pasivo está conformado el colector solar. Este sistema de diferencia de temperaturas que hace que circule a través del colector y nuevamente hacia el acumulador. La diferencia en densidad (peso) entre el agua fría (más pesada) y la caliente (más liviana) hace que se genere un movimiento termosifón que impulsa el agua caliente del tanque colector hacia la entrada del tanque de reserva, la que será remplazada por una entrada igual de agua fría. Para evitar desabasto de agua caliente en climas nublados, el calentador debe instalarse en serie con el boiler, al anochecer el calentador solar cesa de funcionar; por lo que el termo-tanque conservará la temperatura del agua caliente por lo menos 72 horas, dependiendo del proveedor (Figura 5.12).

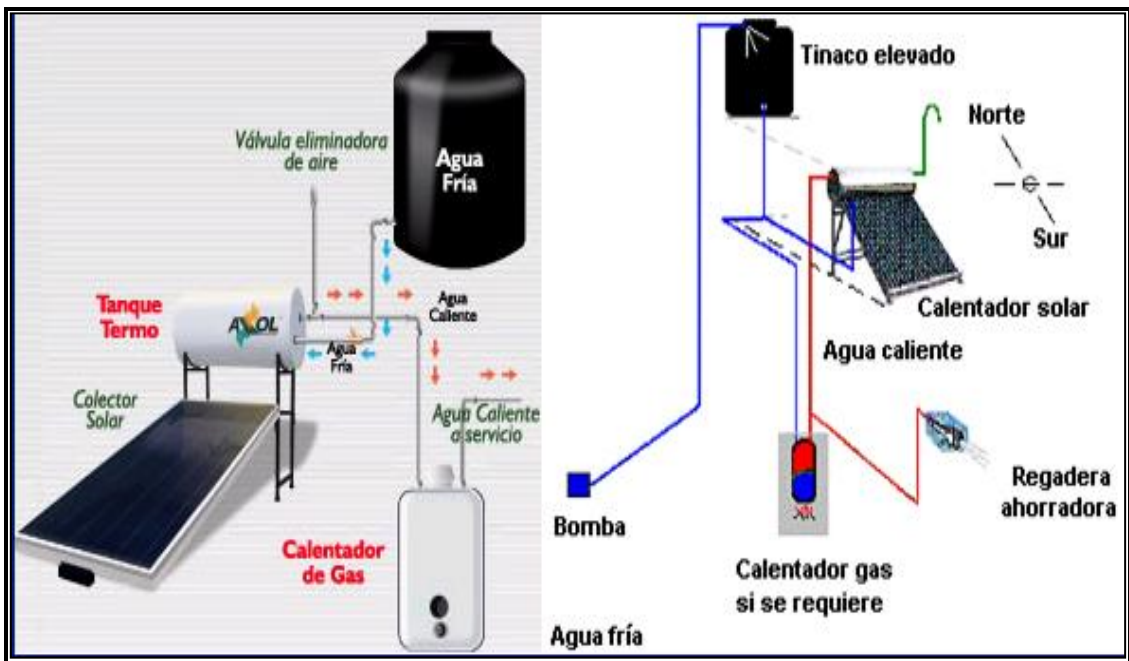


Figura 5.12 Instalación de un sistema calentador solar de agua (AXOL, 2010)

El tinaco debe estar aproximadamente 1 metro elevado del calentador solar, la ubicación de los tinacos en la vivienda nos facilita su instalación. Los requerimientos para cotizar un calentador solar son:

- Temperatura de agua
- Cantidad de agua
- Espacio de su azotea
- Su azotea es plana
- Elevación de tinaco

Se calcula el volumen aproximado de agua por persona que ocupan las regaderas diariamente; así como el número de lavadoras.

Número de personas. 5

Lavadora de Ropa. 2 – solo una lavadora tiene toma de agua caliente.

Total= 6 servicios

6 Servicios x 30 lts. = 180 lts.

Es necesario considerar si se necesita un sistema a presión; es decir un sistema hidroneumático o bien un sistema por gravedad. La mejor elección es un sistema por gravedad, ya que se cuenta tinacos en la azotea. La mayoría de los proveedores manejan tablas con litros por equipo, modelo, y precio, por lo que en esa equivalencia se basan para un buen presupuesto. Existen innumerables empresas dedicadas a calentadores de agua solares en México. Por lo que se eligió para este estudio, un proveedor que satisfaga tanto en costo como eficiencia.

Saecsa Energía Solar cuenta con diversos modelos de calentadores solares, el más conveniente es el modelo Plus, el cual entrega temperaturas de 50°C y abastece 6 servicios, está diseñado para ser alimentado por tinaco y soporta presiones altas. Está integrado por dos colectores solares con doble cámara de aire, de 1.3 m<sup>2</sup> de área de captación de cada colector que nos da un total de 2.6 m<sup>2</sup>, apto para áreas extremas de sol o nublados, soporta riesgos de congelamiento de tubería, se integra un termo-tanque modelo Plus de 200 lts. Con base metálica. Para su instalación se tiene que considerar un área de azotea de 3m de ancho por 1.5 m de largo con orientación hacia el sur libre de sombras, el termo-tanque y colector llenos de agua tienen un peso aproximado de 320 kg. Los consumos de agua aproximados son de 30 lts. Por persona (Figura 5.13).

El calentador debe ser instalado cerca del tinaco abastecedor, libre de sombras. Se propone instalarlo (Figura 5.14), por la dimensión del calentador tiene suficiente espacio para colocarlo. El ángulo de inclinación los proveedores lo manejan con un promedio de 20°. El primer tinaco de agua será asignado solo para agua fría. El segundo tinaco abastecerá exclusivamente el calentador solar; al igual que el boiler ya que ambos están seriados.

### 5.2.1.4 Chimenea

La casa cuenta con chimenea en la recámara 1. Existe un consumo excesivo de leña sólo para esa habitación, por lo que se sustituirá dicha chimenea por una de mayor eficiencia. Opciones de chimeneas eficientes se presentan en la Tabla 5.7 (Hergom, 2010).

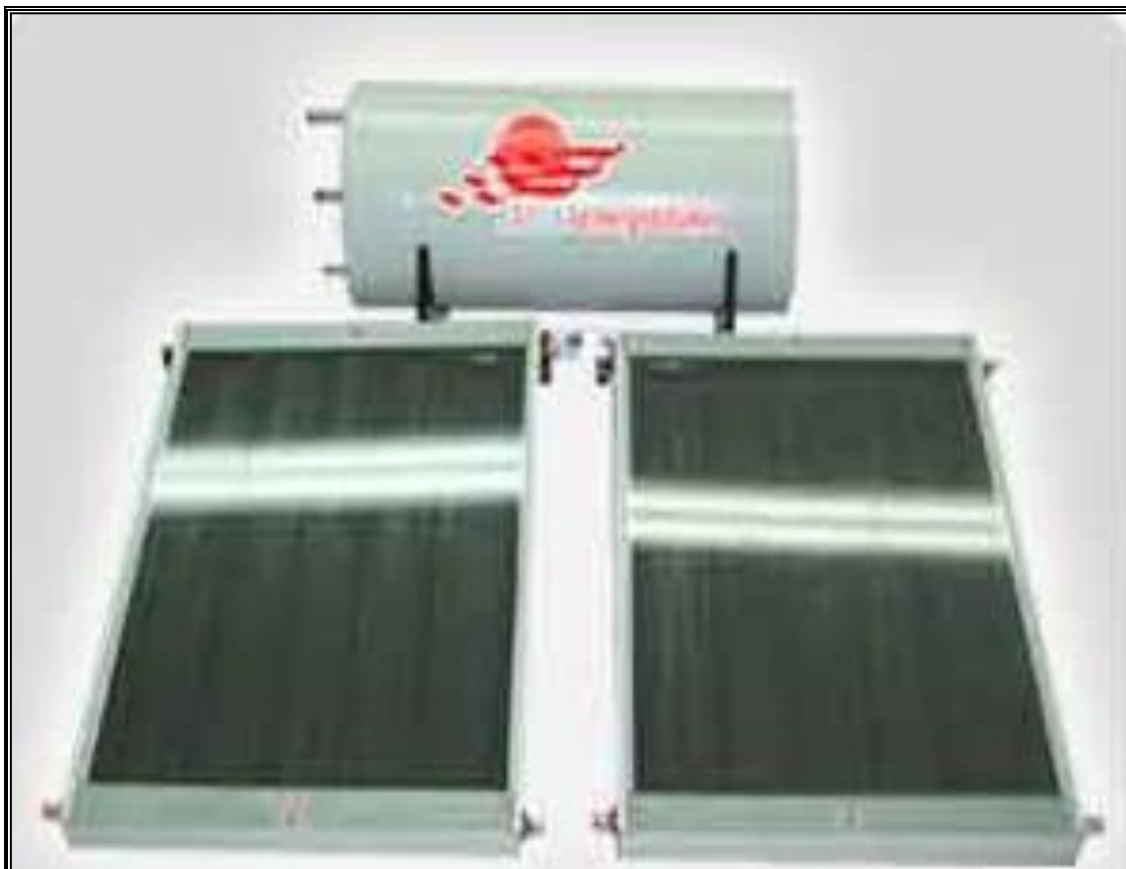


Figura 5.13 Calentador modelo Plus (Saecsa, 2010)



Figura 5.14 Lugar propuesto para el calentador solar

**Tabla 5.8 Chimeneas Hergom aptas para el tipo de habitación (Hergom, 2010)**

Tipo de chimenea	Tipo de combustible	
<b>Bennington</b>	Leña / gas lp.	Para casas de grandes dimensiones. 15,000 Kcal/h, admite troncos de leña de 570 mm. Medidas: Alto 570 mm Ancho 536 mm Peso 210Kg.
<b>Killington</b>	Gas lp	Aparato de gran categoría, su potencia útil nominal es de 6.235 Kcal/h. Peso neto. 67 Kg, cuenta con diversas medidas
<b>H-03 Hogar</b>	leña	Construida de hierro fundido, con un excelente rendimiento, decorativa, sus medidas 70 y 80 cm. Potenciaútil. 9.900Kcal/h.

Existe una gran variedad de chimeneas eficientes Hergom. La mejor elección para el tipo de casa y área a calentar es el modelo Killington ya que se adapta al espacio de chimenea que tiene la casa. Así mismo tiene un buen funcionamiento automático mediante termostato, ventilador automático de dos velocidades para una mejor distribución uniforme del calor. Su funcionamiento es a través de gas propano o natural. Este tipo de chimeneas son de baja emisión de carbón, son más eficientes, a diferencia de los modelos de leña que producen mayor número de emisiones a comparación de una chimenea de gas propano o natural; En particular el modelo killington es arquitectónico(Tabla 5.9).

**Tabla 5.9 Gasto energético por la chimenea**

Características	Gas propano		Gas natural	
<b>Potencia útil nominal</b>	6,235 Kcal/h.	7.25 Kw.	6,450 Kcal/h.	7.5 Kw.

Una avanzada tecnología y los mejores componentes garantizan su seguridad, además de crear un ambiente de confort, contiene un sistema intercambiador de calor. Es decir la convención es forzada mediante ventiladores permite tener un mayor rendimiento. Por lo que se tiene un mayor rendimiento, dando lugar a un menor gasto de combustible y una disminución importante de pérdidas de calor por la chimenea. Puede funcionar sin corriente eléctrica, el termostato en la pared enciende o apaga automáticamente con el fin de mantener la habitación a la temperatura deseada.

#### 5.2.1.5 Factibilidad económica del proyecto en su ahorro térmico

Al implementar el sistema de ahorro térmico se tienen que generar los siguientes gastos, los costos del proyecto se describen en la Tabla 5.9.

**Tabla 5.10 Costo del proyecto para ahorro térmico**

Costo del proyecto	Pesos
Calentador de agua SAECSA	\$11,650
Muro Captor	\$12,500
Chimenea Killington	\$54,000
Mano de Obra	\$8,200
<b>Total Proyecto</b>	<b>\$ 86,350 pesos</b>

Supone egresos anuales por concepto de:

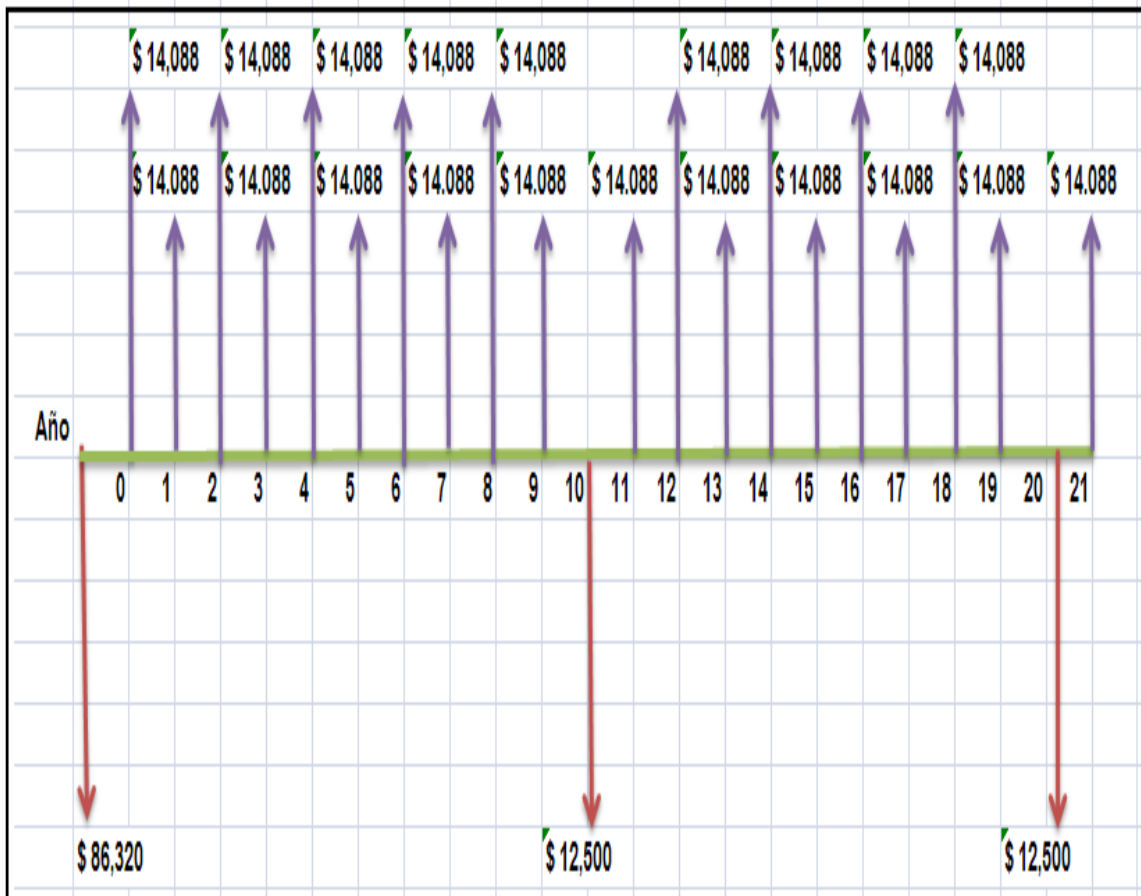
Consumo propio de combustible de la casa: **\$ 14,088**

**FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAC: CASO 2**

Ya que éste se genera por el consumo propio de combustible mensual de la casa durante 12 meses como se muestra en la Tablas 5.11 y 5.12.

**Tabla 5.11 Ahorro de consumo de combustible durante 12 meses**

Mes	Consumo Mensual Gas (Litros)	Consumo de mensual Leña	Gasto Mensual
Enero	600	848	\$2,348
Febrero	450	636	\$1,761
Marzo	150	212	\$587
Abril	150	212	\$587
Mayo	0	0	\$0
Junio	0	0	\$0
Julio	150	212	\$587
Agosto	300	424	\$1,174
Septiembre	300	424	\$1,174
Octubre	450	636	\$1,761
Noviembre	450	636	\$1,761
Diciembre	600	848	\$2,348
<b>Total</b>	<b>3,600</b>	<b>5,088</b>	<b>14,088</b>



**Figura 5.15 Flujo de efectivo del proyecto de evaluación a 21 años de la propuesta térmica**

Tabla 5.12 Flujo de efectivo anual para un periodo de 21 años

t	Flujo Efectivo		Flujo Efectivo	Flujo Efectivo
	Ingresos	Egresos	(a final de periodo)	Acumulado
0	0	-86,350	-86,350	-86,350
1	-14,088	0	14,088	-72,262
2	-14,088	0	14,088	-58,174
3	-14,088	0	14,088	-44,086
4	-14,088	0	14,088	-29,998
5	-14,088	0	14,088	-15,910
6	-14,088	0	14,088	-1,822
7	-14,088	0	14,088	12,266
8	-14,088	0	14,088	26,354
9	-14,088	0	14,088	40,442
10	-14,088	-12,500	1,588	42,030
11	-14,088	0	14,088	56,118
12	-14,088	0	14,088	70,206
13	-14,088	0	14,088	84,294
14	-14,088	0	14,088	98,382
15	-14,088	0	14,088	112,470
16	-14,088	0	14,088	126,558
17	-14,088	0	14,088	140,646
18	-14,088	0	14,088	154,734
19	-14,088	0	14,088	168,822
20	-14,088	-12,500	1,588	170,410
21	-14,088	0	14,088	184,498

## a) Valor Presente Neto (VPN)

La Figura 6.15 representa el flujo de efectivo del proyecto, cada periodo de evaluación corresponde a un año, evaluando al proyecto con una vida útil de 21 años.

Por lo tanto el VPN en el caso de estudio es:

$$\text{VPN} = 23,327$$

## b) Tasa Interna de Retorno (TIR)

Por lo cual, para el caso de estudio se tiene un valor de:

$$\text{TIR} = 15.54 \%$$

## c) Relación Costo/Beneficio (CB)

Para el caso de estudio éste VPN de los beneficios de toda la vida útil es de: \$ 109,322

Y el VPN de la inversión son los: \$ 86,350

Por lo tanto la R(C/B) es igual a:

$$R(C/B) = \frac{109322}{86,350} = 1.26$$

De acuerdo al se tuvieron resultados obtenido por R(C/B) es >1, el proyecto de ahorro térmico es factible.

### 5.3 Propuesta de ahorro eléctrico

En esta parte se propone una instalación con energía fotovoltaica para abastecer todo la demanda eléctrica de la casa. Actualmente la casa cuenta con 3 recámaras, cocina, servicio de lavado, sala, comedor, 4 baños, así como pasillos y escaleras (interiores y exteriores)(Figura 5.16).

Presenta una demanda de aproximadamente 123 Kw-h, así como se muestra en sus recibos de la luz de un periodo que abarca del 2007 al 2009 (Figura5.17). La propuesta se hará en base a la demanda eléctrica que puede llegar a tener en un futuro, pues en la actualidad el consumo se basa en la utilización de 2 recámaras, 2 baños, cocina, centro de lavado y algunos pasillos como escaleras. También se le mencionará medidas preventivas o consejos para que tenga un buen ahorro de energía eléctrica.



Figura5.16 Vista de Casa



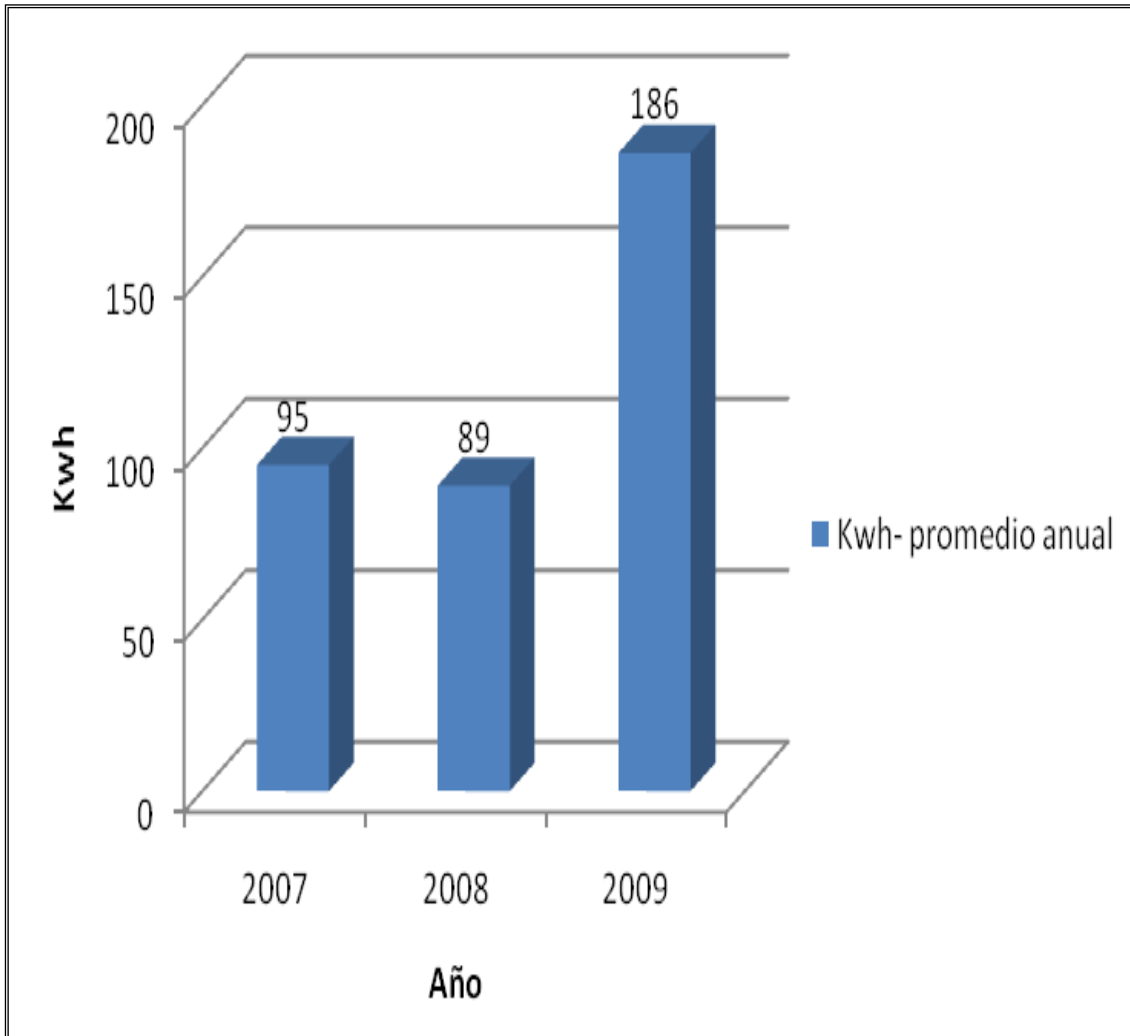


Figura 5.17 Kwh-promedio anual – mensual

El primer paso a realizar es el diseño del sistema fotovoltaico. Para esto se determinará la demanda diaria de la carga de la aplicación, en su caso la casa. La demanda total de la carga se calcula sobre la base de la potencia nominal (en watts) de todos los electrodomésticos que se usan a diario. Esta potencia nominal se multiplicará por el número de horas que cada electrodoméstico que se va a operar por día, adicionalmente a la electricidad usada por los electrodomésticos, el propio sistema consume algo de potencia. Hay que considerar que existen algunas pérdidas de energía debido a las pérdidas  $RI^2$  en conductores y también en el proceso de conversión de C.D. a C.A. Estas pérdidas de energía se deben considerar durante el proceso de diseño del sistema fotovoltaico, usando un factor en el cálculo final. Por lo general se toma un factor de seguridad de 1.2 para tomar en cuenta estas pérdidas la estimación de la demanda de energía no es fácil, ya que existen numerosos factores que afectan al consumo final de energía eléctrica.

### 5.3.1 Consumo eléctrico de la parte Interior de la casa

Con más de 180.44 metros cuadrados de extensión, logran generar un consumo de energía importante que depende del consumo eléctrico de diferentes equipos en el interior de la casa. En la parte siguiente se muestran las tablas correspondientes a la demanda diaria de carga de la casa habitación en caso de ser usada casi al 100% pues siempre va a existir el riesgo de que existan más cargas y es por eso que se pretende que el sistema tenga conexión con la red eléctrica (Tablas 5.13 a la 5.20).

**FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2**

**Tabla 5.13 Consumo eléctrico en la primera recámara con baño**

Equipo o Electrodoméstico	Watts	Cantidad	Watts Totales	Horas Por día	Watts/Hora Por día
Televisión	210	1	210	1.000	210.00
Foco	22	3	66	1.000	66.00
Lámpara	17	1	17	1.000	17.00
Estéreo	100	1	100	0.500	50.00
Computadora personal	65	1	65	1.500	97.50
DVD	10	1	10	0.012	0.36
<b>Total</b>			<b>468</b>		<b>440.86</b>

**Tabla 5.14 Consumo eléctrico en la segunda recamara con baño**

Equipo o Electrodoméstico	Watts	Cantidad	Watts Totales	Horas Por día	Watts/Hora Por día
Grabadora	33	1	33	2	66
Foco	22	2	44	2	88
<b>Total</b>			<b>77</b>		<b>154</b>

**Tabla 5.15 Consumo eléctrico en la tercera recámara con baño**

Equipo o Electrodoméstico	Watts	Cantidad	Watts Totales	Horas Por día	Watts/ Hora Por día
Computadora personal	65	1	65	2.0	130.0
Foco	22	2	44	1.0	44.0
Grabadora	33	1	33	1.5	49.5
<b>Total</b>			<b>142</b>		<b>223.5</b>

**Tabla 5.16 Consumo eléctrico en el cuarto de servicio**

Equipo o Electrodoméstico	Watts	Cantidad	Watts Totales	Horas Por día	Watts/ Hora Por día
Lavadora	2200	2	4400	0.28	1232
Secadora	2200	1	2200	0.21	462
Plancha	300	1	300	0.21	63
Foco	22	1	22	0.06	1.32
<b>Total</b>			<b>6,922</b>		<b>1,758.32</b>

**Tabla 5.17 Consumo eléctrico en la cocina**

Equipo o Electrodoméstico	Watts	Cantidad	Watts Totales	Horas Por día	Watts/ Hora Por día
Refrigerador	575	1	575	5.00	2,875
Horno de microondas	1000	1	1000	0.21	210
Tostador	1000	1	1000	0.06	60
Foco	22	2	44	0.50	22
Licuadaora	400	1	400	0.17	68
<b>Total</b>			<b>3,019</b>		<b>3,235</b>

**Tabla 5.18 Consumo eléctrico en el comedor**

Equipo o Electrodoméstico	Watts	Cantidad	Watts Totales	Horas Por día	Watts/ Hora Por día
Foco	22	2	44	0.8	35.2
<b>Total</b>			<b>44</b>		<b>35.2</b>

**Tabla 5.19 Consumo eléctrico en la sala**

Equipo o Electrodoméstico	Watts	Cantidad	Watts Totales	Horas Por día	Watts/ Hora Por día
Televisión	210	1	210	1.000	210.00
Estéreo	100	1	100	2.000	200.00
Foco	22	2	44	1.000	44.00
DVD	10	1	10	0.012	0.12
Teatro en casa	1,000	1	1,000	1.000	1,000.00
<b>Total</b>			<b>1,364</b>		<b>1,454.12</b>

**Tabla 5.20 Consumo eléctrico en pasillos, escalera y baño**

Equipo o Electrodoméstico	Watts	Cantidad	Watts Totales	Horas Por día	Watts/ Hora Por día
Foco	22	3	66	0.25	16.5
<b>Total</b>			<b>66</b>		<b>16.5</b>

### 5.3.2 Consumo exterior de la parte exterior de la casa

En la parte exterior de la casa se tiene un consumo eléctrico considerable ya que se tiene grandes cantidades de jardines como muestran las Figuras 5.18 a 5.21 en donde muestran en la Figura 5.20 la parte exterior de la casa donde se utiliza iluminación de alta intensidad dado que las dimensiones a cubrir por la luminaria son extensas considerando su amplio espacio de jardines y en consideración de otros equipos eléctricos como bomba de agua, contactos, etc. (Tablas 5.20 y 5.21).



**Figura 5.18 Fachada exterior de la casa**



Figura 5.19 Entrada principal al domicilio

Tabla 5.21 Consumo eléctrico de la entrada, pasillos y jardín

Equipo o Electrodoméstico	Watts	Cantidad	Watts Totales	Horas Por día	Watts/ Hora Por día
Foco	22.0	2	44.0	0.50	22.000
Bomba	745.7	1	745.7	0.35	260.995
Reflectores	500.0	1	500.0	0.25	125.000
Otros aparatos	20.0	2	40.0	2.00	80.000
<b>Total</b>			<b>1,349.7</b>		<b>487.995</b>

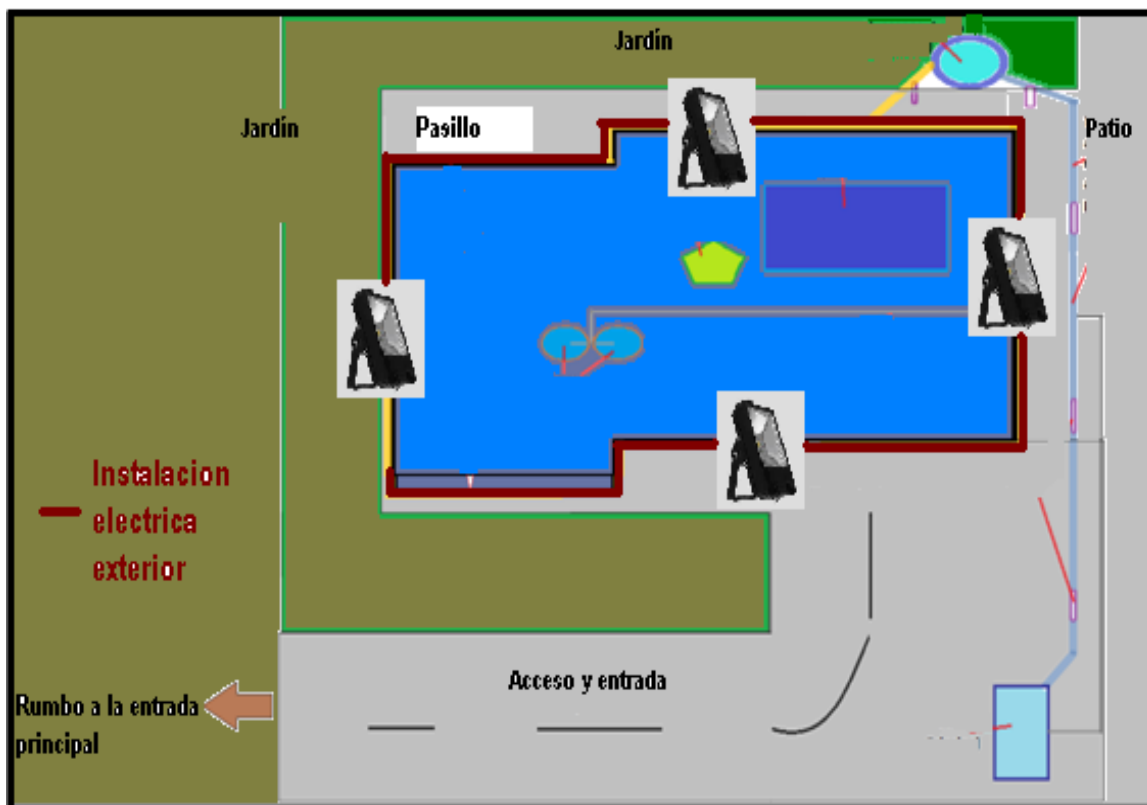


Figura 5.20 Diagrama de instalación eléctrica exterior



Figura 5.21 Parte exterior de la casa y jardines

Tabla 5.22 Total del consumo eléctrico en toda la casa

Equipo o Electrodoméstico	Watts Totales	Watts/Hora Por día
Primer recámara con baño	468.0	440.860
Segunda recámara con baño	77.0	154.000
Tercera recámara	142.0	223.500
Cuarto de servicio	6,922.0	1,758.320
Cocina	3,019.0	3,235.000
Comedor	44.0	35.200
Sala	1,364.0	1,454.120
Pasillos, escaleras y baño	66.0	16.500
Entrada, pasillos y jardín	1,349.7	487.995
<b>TOTAL</b>	<b>15,606.7</b>	<b>7,805.490</b>

### 5.3.3 Implementación de paneles fotovoltaicos

Para la implementación de paneles fotovoltaicos se toma la Tabla 5.22 y se multiplica **7,805.490** por el factor de pérdidas del inversor de 1.2 de manera que:

$$1.2 \times 7,805.490 = 9,366.594 \text{ Wh- día}$$






La influencia de cobertura de nubes sobre la radiación recibida por la tierra, se nota de paso la diferencia entre la radiación directa y la radiación difusa, la llamada radiación global es la suma de la radiación directa y la radiación difusa. En resumen, el sol entrega típicamente en un instante sobre la tierra (como radiación global).

1000 W/m<sup>2</sup> con sol en el zenith y un cielo perfectamente despejado.  
100-500 W/m<sup>2</sup> en un cielo nuboso.

**FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2**

Menos de 50 W/m<sup>2</sup> bajo un cielo totalmente cubierto.

Se menciona esto, dado que es importante señalar que la casa está ubicada en zona de boscosa, se encuentra rodeada de pinos. Por lo que es importante buscar una buena inclinación como ubicación para la puesta de las celdas solares. La casa tiene una orientación sur- oeste, por lo tanto se buscará una inclinación de 30° como se muestra en la Figura 5.22.

INCLINACION ORIENTACION POSIBLE		INCLINACION			
		0°	30°	60°	90°
SUR		93%	100%	91%	68%
SUR-ESTE		93%	96%	98%	66%
SUR-OESTE		93%	96%	98%	66%
ESTE		93%	90%	78%	66%
OESTE		93%	90%	78%	66%

**Figura 5.22 Productividad anual según la inclinación y orientación de los paneles fotovoltaicos (Enríquez, 2009)**

En el diseño se debe tomar en cuenta la insolación, en la Tabla 5.23 se ejemplifica la insolación por estados de la república para nuestro caso del Distrito Federal, en los cálculos se tomará como referencia la de insolación media, es un promedio de cada mes del año.

**Tabla 5.23 Insolación global media inclinación a la latitud en México en kWh/m<sup>2</sup>-Día o HSP (Enríquez, 2009)**

Estado	Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Min	Max	Med
D.F.	Tacubaya	5.4	6	6.4	5.9	5.3	5.1	4.5	4.9	4.5	4.8	5.2	5.2	4.5	6.4	5.3

Con la fórmula se hará el cálculo para obtener el tamaño mínimo del arreglo en watts:

$$\text{Tamaño Mínimo del Arreglo (W)} = 2 \times \text{Demanda del Proyecto (W-h/Día)} \div \text{Recurso Solar (HSP) (Media)}$$

$$\text{Demanda del Proyecto (w-h/ día)} = 9,366.594 \text{ [Wh/día]}$$

$$\text{Recurso Solar [HSP]} = 5.3 \text{ [HSP]}$$

$$\text{Tamaño mínimo del Arreglo (W)} = 2 \times 9,366.594 \text{ [Wh/día]} \div 5.3 \text{ [HSP]} = 3,534.563774 \text{ [W]}$$

El factor 2 en esta relación se obtiene asumiendo un 20% de pérdidas en el módulo debido a que el voltaje de operación es diferente al voltaje óptimo del módulo. Se le agregará un 30% al se tuvieron resultados final por seguridad ya que puede haber una creciente en la demanda del usuario. Por lo tanto:

Tamaño mínimo del Arreglo (W) = 4,594.932906 [W]

El área requerida de un arreglo se puede estimar a partir de la ecuación 5.1:

$$A = \frac{P_{PM}}{\eta_m} \quad (5.1)$$

Donde:

A = Área requerida del arreglo (en m<sup>2</sup>)

P<sub>PM</sub> = Potencia pico deseada del arreglo (KW)

η<sub>M</sub> = Eficiencia del modulo

Se escoge la tecnología a usar, silicio – cristalino para este caso de estudio, se realiza un promedio de la eficiencia y se tiene el siguiente dato: (Tabla 5.24).

Tabla5.24Tecnologíasfotovoltaicas (Enríquez, 2009)

TECNOLOGIA	EFICIENCIA %	
	CELDA	MÓDULO
Silicio cristalino	22	10 – 15
Silicio multicristalino	18	10 – 12
Capa delgada de silicio	17	6 – 8
Película delgada de silicio de Amorfo	13	8 – 11

Por lo tanto, A= 4.594932906 KW / 0.125 = 36.75946325 m<sup>2</sup> ≈ 37 m<sup>2</sup>

Esta tecnología se busca instalar en el techo de la casa, pues cuenta con un ángulo de inclinación de 30°. Se aprovechará para no hacer más gastos y cuenta con el área necesaria, pues tiene una superficie de construcción de 180.44 m<sup>2</sup> que equivale al área aproximada del techo (Figura 5.23 a la 5.25)



Figura 5.23 Techo de la Casa vista I



Figura 5.24 Techo de la casa vista II

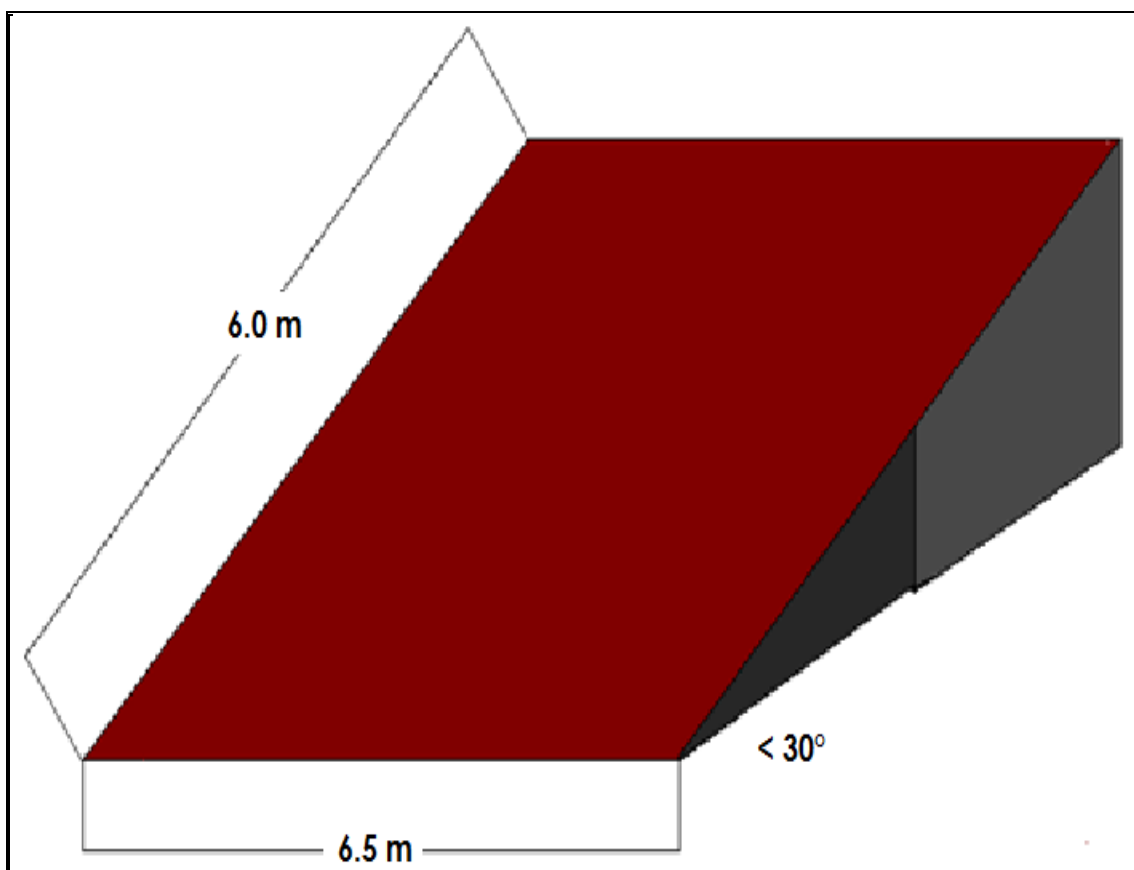


Figura 5.25 Dimensiones del techo para colocar las fotoceldas



## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2

Es importante señalar que para el inversor se buscará encontrar el que mejor convenga (Tabla 5.25).

**Tabla 5.25 Carta de compatibilidad de inversores según el electrodoméstico o equipo.**

No. Serie	Electrodoméstico o equipo	Tipos de inversor		
		Onda Cuadrada	Onda Senoidal Modificada	Onda Senoidal Real
1	Refrigeradores, alumbrado, licuadoras, aspiradoras, computadoras	Aplicable	Aplicable	Aplicable
2	Bombas, lavadoras, ventiladores	Posibilidad de sobrecalentamiento	Posibilidad de sobrecalentamiento usar filtros	Aplicable
3	Televisores, sistemas musicales, radios, monitores	Posible interferencia	Posible interferencia en ocasiones	Aplicable
4	Hornos de microondas, cargadores de baterías	Los hornos operan a menor potencia, las baterías podrían no estar totalmente cargadas	Los hornos operan a menor potencia. Las baterías no pueden estar cargadas,	Aplicable

El inversor a seleccionar se hará con base al Catálogo – AEE\_Solar. Modelo seleccionado según los requerimientos: (Figura 5.26 y Tabla 5.26).



**Figura 5.26 Modelo SMA SB4000US inversor (SMA, 2010)**

468.3294 Kwh/bimestre

234.1647 Kwh/mes

7.805490 Kwh/día

$7.805490/5d = 1.561098 \text{ Kwac}$

$1,561.098 / \text{CCEC EFIC} = 1561.098 / (162.7 \cdot .96) = 9.9947 \approx 10$  Módulos (Ssolarworld sw175 modelo sb4000US)

5 Módulos por arreglo

Donde:

CCEC= 162.7

EFIC=.96

Costo por módulo 1298.05 Dólares

Costo por el arreglo 12,980.5 Dólares

Ejemplo de una fotocelda, se muestra en la Figura 5.27.

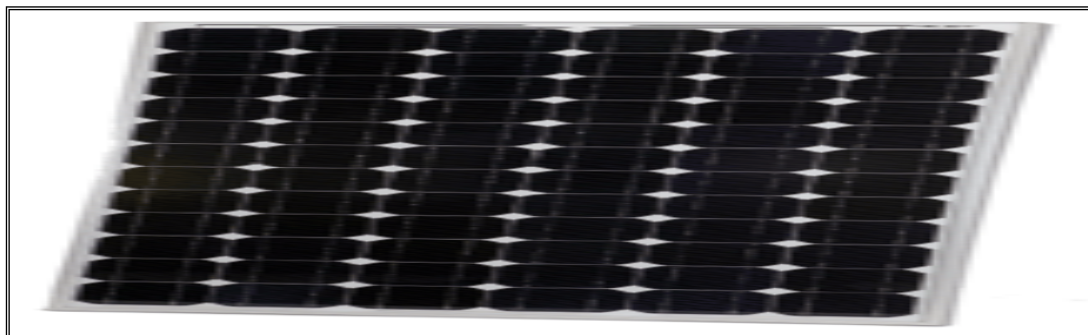


Figura 5.27 Fococelda (SMA, 2010)

Tabla 5.26 Datos del inversor

Modelo	Máxima Potencia Ac	Voltaje de salida Ac	DC arrayvoltage	Pico de potencia	Eficiencia CEC	Max corriente DC	Dimensiones H" x W" x D"	Peso (lbs)	Código del artículo	Precio
<b>SB4000US</b>	3500	208 VAC	250-600	220 – 480	95.50%	18 A	17.8 x 13.8 x 9.3	88.6	88.03084	\$3,750
	400	240 VAC		250 - 480	0.96					

Total del sistema fotovoltaico = Costo por el arreglo 12,980.5 Dólares + inversor 3,750 Dólares =16730.5 Dólares

- 16730.5 US Dollar(s) = 208863 MXN
- 1 MXN = 0.0801025 USD
- 1 USD = 12.484 MXN

En pesos mexicanos = \$ 208,863 pesos

La Tabla 5.27) ilustra el consumo eléctrico en pesos mexicanos de la casa que hasta ahora ha tenido.

Tabla 5.27 Consumo eléctrico de la casa

Año	Promedio mensual	Promedio bimestral	Promedio anual
<b>2007</b>	\$ 57.665	\$ 115.33	\$ 691.98
<b>2008</b>	\$ 90.375	\$ 180.75	\$ 1,084.50
<b>2009</b>	\$ 1,122.000	\$ 2,244.00	\$13,464.00
<b>2010</b>	\$ 423.500	\$ 847.00	\$ 5,082.00

**Medidas preventivas o consejos para que tenga un buen ahorro de energía eléctrica**

Es importante señalar que hay gastos de energía eléctrica que se pueden evitar, a continuación se mencionan consejos para mejorar el consumo de energía eléctrica en la casa:

a) Cada uno de los aparatos eléctricos que se usan en el hogar, consumen diferentes cantidades de energía dependiendo de su eficiencia energética y de cuánto tiempo los utilicen al día o a la semana, así como de otras condiciones.

\* Evitar mantener encendidos innecesariamente televisores, videocassetas, equipos de sonido y todos aquellos aparatos que no se estén utilizando, ya que además de desperdiciar energía, los equipos tendrán un envejecimiento más rápido y acabarán por no servir.

## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAC: CASO 2

\* Picar la comida antes de licuarla, así como afilar las aspas de la licuadora periódicamente y cambiarlas si se rompen.

b) Muchos de los equipos eléctricos al permanecer conectados (como "vampiros") al circuito de alimentación eléctrica, continúan consumiendo energía aun cuando permanezcan supuestamente "apagados" o no estén efectuando su principal función, lo que significa un desperdicio de electricidad que el usuario tiene que pagar, para evitar estos se recomienda desconectar la carga (retirar la clavija del contacto), también se podría usar un interruptor manual o un multicontactos desde el cual se pueda cortar la corriente de suministro.

\* Utilizar todos los aparatos de acuerdo con las recomendaciones de uso, mantenimiento y seguridad que aconseje el fabricante

\* Revisar cuidadosamente aquellos aparatos que al conectarse producen chispas o calientan el cable. No los use antes de resolver el problema. En todo caso, es recomendable que esto lo haga un técnico calificado

\* Desconectar los aparatos desde la clavija, nunca jale el cable. Es importante mantener en buen estado tanto el cable como el enchufe

c) Aprovechar al máximo la luz natural. Apagar la iluminación en las áreas donde se tenga suficiente aportación de luz natural, así como en las áreas exteriores

\* Realizar una buena limpieza en las lámparas que se encuentren sucias, mejorará el nivel de iluminación

\* Pintar las paredes internas de la casa con colores claros; esto ayudará a aprovechar mejor la luz, tanto la natural como la artificial

\* Realizar el mayor número de actividades aprovechando la luz solar. Se puede pensar en hacer una lista de todo lo que puede realizar durante el día y no dejarlo para la noche. Por ejemplo, es mejor lavar, planchar y hacer el aseo durante el día con luz natural

### 5.3.4 Factibilidad económica del ahorro eléctrico

Al Implementar el sistema de ahorro eléctrico se tienen que generar los siguientes gastos. Los costos del proyecto se describen en la Tabla 5.28

**Tabla 5.28 Costo del proyecto en el ahorro eléctrico**

Costo del proyecto	
Total del sistema fotovoltaico	<b>\$ 208,863 pesos</b>
Costo de la mano de obra	<b>\$20,000 pesos</b>
Otros materiales (cable, cinta, pijas, etc.)	<b>\$ 10,000 pesos</b>
Total Proyecto	<b>\$ 238, 863 pesos</b>

Nota: En la parte de otros materiales el estudio de mercado se realizó en Condomex, materiales como el cable, cajas, etc.; por lo que se obtuvieron precios y se hicieron promedios y se llegó a dicha cantidad, puede variar en relación al proveedor.

Por otro lado se tiene ingresos por:

**FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAC: CASO 2**

Ahorro en el consumo de eléctrico de la casa: \$ 13,464

Ya que este se genera por el consumo propio de luz de la casa durante 1 año. El cálculo del flujo efectivo anual para un periodo de 36 años se presenta en la Tabla 5.29.

**Tabla 5.29 Flujo de efectivo anual para un periodo de 36 años para el ahorro eléctrico**

t	Flujo Efectivo		Flujo Efectivo	Flujo Efectivo
	Ingresos	Egresos	(a final de periodo)	Acumulado
0	0	-238,863	-238,863	-238,863
1	-13,464	0	13,464	-225,399
2	-13,464	0	13,464	-211,935
3	-13,464	0	13,464	-198,471
4	-13,464	0	13,464	-185,007
5	-13,464	0	13,464	-171,543
6	-13,464	0	13,464	-158,079
7	-13,464	0	13,464	-144,615
8	-13,464	0	13,464	-131,151
9	-13,464	0	13,464	-117,687
10	-13,464	0	13,464	-104,223
11	-13,464	0	13,464	-90,759
12	-13,464	0	13,464	-77,295
13	-13,464	0	13,464	-63,831
14	-13,464	0	13,464	-50,367
15	-13,464	0	13,464	-36,903
16	-13,464	0	13,464	-23,439
17	-13,464	0	13,464	-9,975
18	-13,464	0	13,464	3,489
19	-13,464	0	13,464	16,953
20	-13,464	0	13,464	30,417
21	-13,464	0	13,464	43,881
22	-13,464	0	13,464	57,345
23	-13,464	0	13,464	70,809
24	-13,464	0	13,464	84,273
25	-13,464	0	13,464	97,737
26	-13,464	0	13,464	111,201
27	-13,464	0	13,464	124,665
28	-13,464	0	13,464	138,129
29	-13,464	0	13,464	151,593
30	-13,464	0	13,464	165,057
31	-13,464	0	13,464	178,521
32	-13,464	0	13,464	191,985
33	-13,464	0	13,464	205,449
34	-13,464	0	13,464	218,913
35	-13,464	0	13,464	232,377
36	-13,464	0	13,464	245,841

**a) Valor Presente Neto (VPN)**

La Figura 5.28 representa el flujo de efectivo del proyecto, cada periodo de evaluación corresponde a un año, evaluando al proyecto con una vida útil de 35 años.

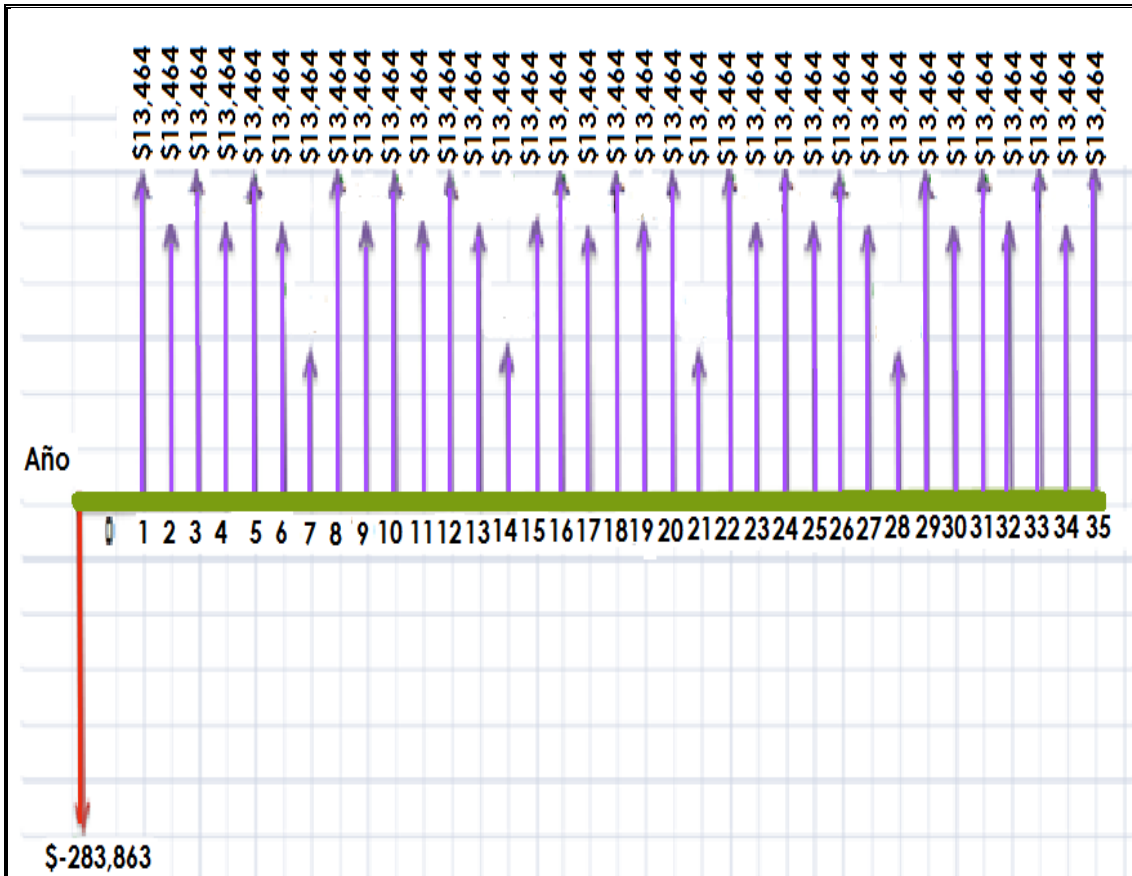


Figura 5.28 Flujo de efectivo del proyecto de evaluación a 35 años en el ahorro eléctrico

Por lo tanto el VPN en el caso de estudio es:  $VPN = 128,560$

**b) Tasa Interna de Retorno (TIR)**

Por lo cual, para el caso de estudio se tiene un valor de:  $TIR = 4.47\%$

**c) Relación Costo/Beneficio (CB)**

Para este caso de estudio nuestro VPN de los beneficios de toda la vida útil es de:  $\$ 110,303$

Y el VPN de la inversión son los:  $\$ 238,863$

Por lo tanto la R(C/B) es igual a:

$$R(C/B) = \frac{\$ 110,303}{\$ 238,863} = 0.4617$$

De acuerdo al se tuvieron resultados obtenido por la relación, que es  $>1$ , el proyecto de ahorro eléctrico no es factible.

**5.4 Propuesta de ahorro de agua**

La propuesta para el ahorro de agua en la casa habitacional será por captación de aguas pluviales; el consumo de ésta es efectuada por 5 integrantes. El sistema consiste en filtrar el agua de lluvia, captada en la superficie de su techo a dos aguas a través de una canaleta en el contorno superior de la casa, la construcción cuenta con una superficie de  $180.44m^2$ . Al captar la mayor cantidad de agua se pretende

almacenarla en un depósito que tenga como mínimo la capacidad para satisfacer las necesidades de agua de la casa. La casa cuenta con 2 plantas y con una distribución mostrada en la Figura 5.29 y 5.30.

Como se obtiene agua potable todo el año por medio de camiones cisternas, entonces el sistema es totalmente viable para su instalación y así proporcione el abastecimiento al 100%; ya que el abasto de la casa depende de pipas de agua.

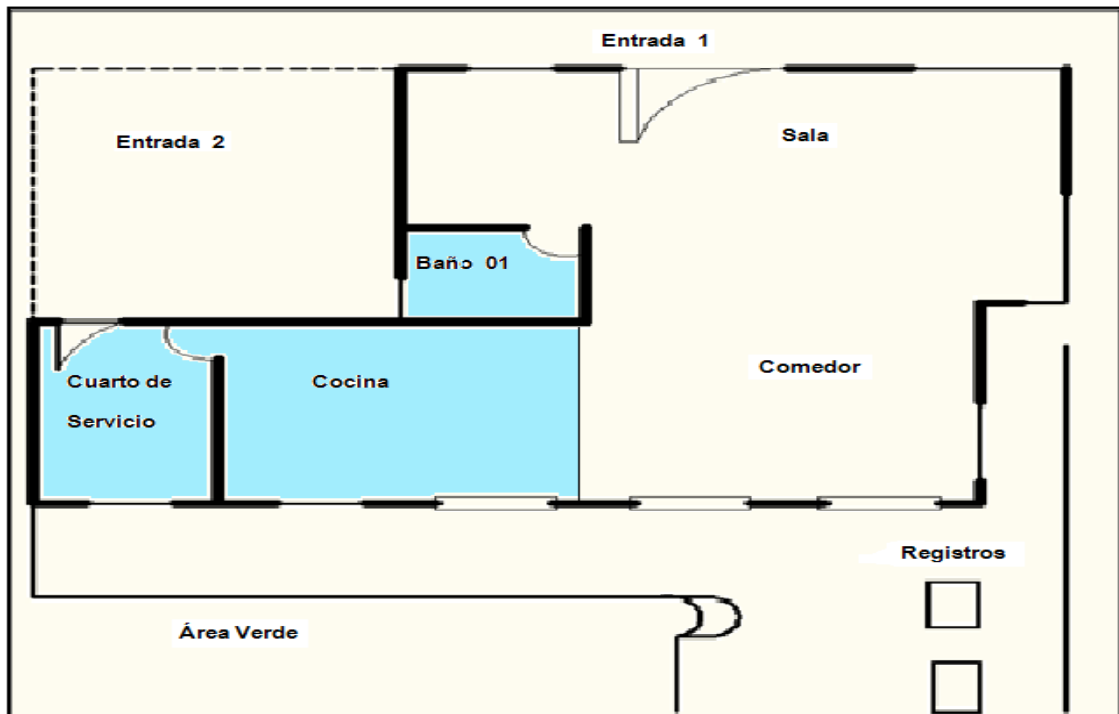


Figura 5.29 Distribución de servicios en planta baja de la casa en estudio

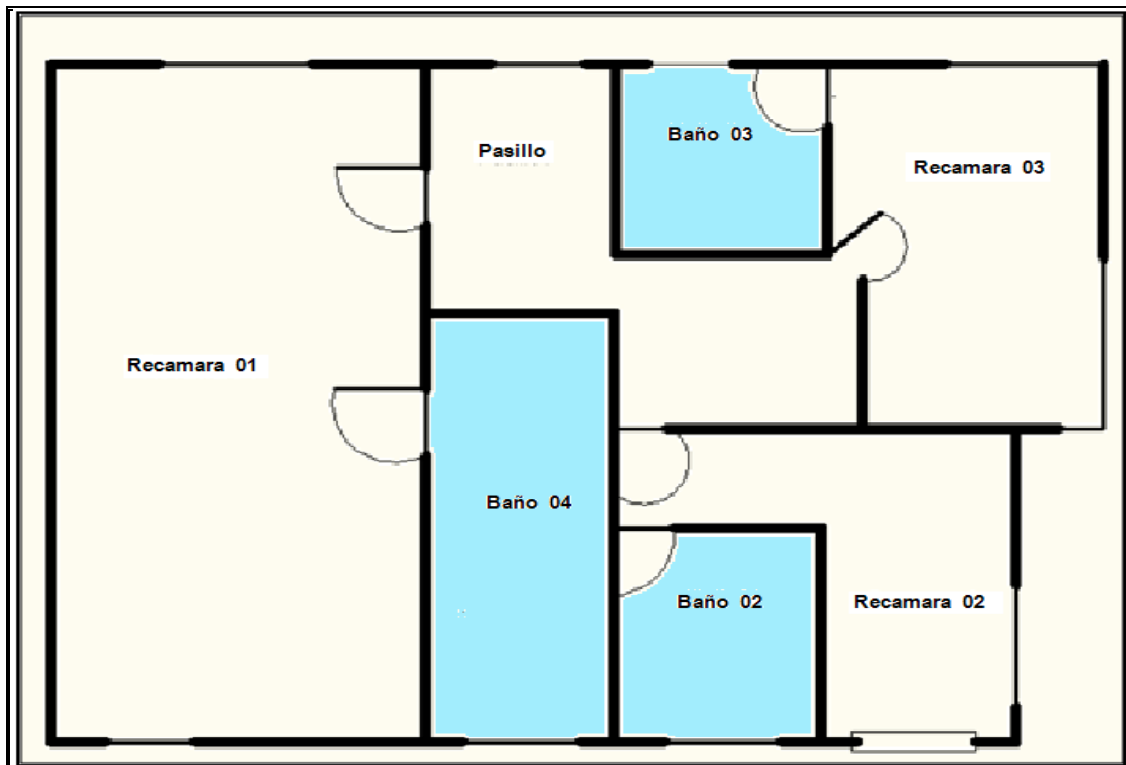


Figura 5.30 Distribución de servicios en planta alta de la casa en estudio

## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2

La cual se distribuirá a través de un circuito hidráulico independiente de la red de agua potable a través del depósito de agua y así ahorrar fácilmente hasta un 50% del consumo de agua potable en casa ya que nos proporciona muchas ventajas como son:

- Ahorro evidente y creciente en la factura del agua ya que se puede suponer un 80% del total de agua demandada por la casa habitación
- Uso de un recurso gratuito y ecológico
- Contribución a la sostenibilidad y protección del medio ambiente
- Disponer de agua en periodos cada vez más frecuentes de restricciones y prohibiciones
- Contribución al lavar nuestra ropa; al ser el agua de lluvia mucho más blanda que la del grifo, estamos ahorrando hasta un 50% de detergente
- Mitigan el efecto erosionador de las avenidas de aguas por la actividad pluvial
- Existen riesgos mínimos de averías y apenas requiere de mantenimiento

La implementación de éste mejorará la eficiencia del suministro de agua, será aprovechando su construcción, y no afecta el medio ambiente y con el tiempo hacer de su uso una actividad consiente y responsable.

La obtención específica de captación de agua pluvial se sitúa en un rango de 180.44m<sup>2</sup> de construcción efectiva y contara con 5 procesos: Canaletas, Tuberías, Filtro, y Cisterna 01 y cisterna 02.

Para la captación pluvial se hará un diseño sobre el consumo mensual - anual de agua en la casa habitacional con sistemas enfocados en satisfacer la demanda de captación y del consumo durante el mayor tiempo a través del consumo actual de agua, en este caso, no se tienen datos históricos de precipitación mensual en las delegaciones Cuajimalpa y Álvaro Obregón, que es donde se encuentra ubicado el Desierto de los Leones. Por ello se utilizaran los datos de precipitación promedio mensual y anual del Desierto de Los Leones en el Distrito Federal del periodo comprendido de 1971 - 2000, que son los datos más actuales proporcionados por el INEGI.

En la Tablas 5.30 y 5.31 se muestran los datos de Precipitación pluvial normal mensual y anual en el Desierto de Los Leones, en el periodo 1971-2000 (milímetros) tomados de la Tabla 5.4 y 5.5.

**Tabla 5.30 Precipitación media mensual en la zona de estudio (INEGI, 2000)**

<b>Precipitación promedio total mensual</b>	<b>Desierto de los Leones</b>
<b>Estación/ Concepto</b>	<b>Periodo 1971-2000</b>
<b>Enero</b>	<b>9</b>
<b>Febrero</b>	<b>7</b>
<b>Marzo</b>	<b>12</b>
<b>Abril</b>	<b>28</b>
<b>Mayo</b>	<b>65</b>
<b>Junio</b>	<b>157</b>
<b>Julio</b>	<b>181</b>
<b>Agosto</b>	<b>176</b>
<b>Septiembre</b>	<b>147</b>
<b>Octubre</b>	<b>68</b>
<b>Noviembre</b>	<b>12</b>
<b>Diciembre</b>	<b>7</b>

Tabla 5.31 Precipitación anual en la zona de estudio (INEGI, 2000)

Precipitación total anual (milímetros)					
Estación	Periodo	Precipitación promedio	Precipitación año más seco	Precipitación año más lluvioso	
Desierto de los Leones	1971 - 2000	869	1,005.5	1,837.6	

Los datos que se obtuvieron de consumo de agua normal mensual y anual en la casa constan en el periodo de 2008 a 2009 como se muestra en las Tablas 5.32.

Tabla 5.32 Consumo total mensual de agua en la casa de estudio

Mes	Compra de pipas	Costo por pipa (\$)	Gasto mensual (\$)	Capacidad de agua por pipa (litros)	Consumo de agua mensual (litros)
Enero	3	400	1,200	10,000	30,000
Febrero	3	400	1,200	10,000	30,000
Marzo	3	400	1,200	10,000	30,000
Abril	3	400	1,200	10,000	30,000
Mayo	3	400	1,200	10,000	30,000
Junio	3	400	1,200	10,000	30,000
Julio	3	400	1,200	10,000	30,000
Agosto	3	400	1,200	10,000	30,000
Septiembre	3	400	1,200	10,000	30,000
Octubre	3	400	1,200	10,000	30,000
Noviembre	3	400	1,200	10,000	30,000
Diciembre	3	400	1,200	10,000	30,000
<b>Total</b>	<b>36</b>		<b>14,400</b>		<b>360,000</b>

En el primer proceso se muestra el espacio a utilizar en la Figura 5.31 para el agua de lluvia a captar. A través de éste se determinará la capacidad de agua esperada a obtener y el tipo de canaleta más adecuada a utilizar a través de su azotea.

Ya que la cantidad promedio de lluvias en México D.F. es de 869 l/año en cada metro cuadrado únicamente en los meses de mayo hasta octubre de la superficie recolectora (INEGI, 2000).

Y al calcular el volumen de agua a coleccionar por la superficie se obtiene que el **Volumen de agua** (litros/año) =  $0.80 \times \text{área efectiva de captación (m}^2) \times \text{cantidad de lluvia (lts/año/m}^2)$

Así que el volumen total que pueden esperar en un año será de:

$0.80 \times 180.44 \times 755$  litros al año por metro cuadrado = 108,985.76 litros (lo que equivale a  $109\text{m}^3$ ).

**Nota:** El valor 0.80 es un coeficiente de escurrimiento aproximado, y representa la cantidad de agua que se pierde (aprox. 20%) antes de llegar a la cisterna (por evaporación, infiltración, etc.).

Y a través de esta cantidad de agua que se coleccionará se permitirá determinar el tipo de canaleta más adecuada ya que se le pondrán canaletas en toda la superficie de la casa tanto en la parte frontal y



trasera. En ésta se encuentran las caídas de agua por construcción y el material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua. Al efecto se puede emplear materiales, como el bambú, madera, metal o PVC y cada una de estas nos proporciona características como se muestra en la Tabla 5.33.



Figura 5.31 Superficie en el caso de estudio que captará el agua pluvial

Tabla 5.33 Tipos de canaletas propuestas para la recolección de agua pluvial en el caso de estudio

Material	Resistencia (kg/mm <sup>2</sup> )	Dimensiones (cm/6 m)	Durabilidad	Capacidad (Litros)	Costo (\$)	Mantenimiento
Bambú	40	12.70	Variable	1.19	469	Variable
Madera	5	12.00	Variable	1.13	289	Variable
Metal	37	12.62	5 años	1.18	204	nulo
PVC	400	12.81	35 años	2.41	358	nulo

Dado a estas condiciones se determina que las canaletas de PVC son las que más duran, más fáciles de obtener y menos mantenimiento necesita, sin embargo son costosas. Y las canaletas de Metal son más fáciles de obtener, de mayor capacidad, menos mantenimiento, no muy durables y no son muy costosas. Pero su desventaja es que se deterioran por el medio ambiente. Mientras que las canaletas confeccionadas a base de bambú y madera son fáciles de construir pero se deterioran rápidamente por las condiciones del medio ambiente y son relativamente costosas. Y por lo tanto las canaletas a utilizar serán de PVC. Las canaletas se fijarán al techo con gancho galvanizado a una longitud máxima de 9 m de cada tramo conectado al bajante, con la finalidad de evitar que se doble por la cantidad de agua,

cómo se muestra en la Figura 5.32. Los tramos superiores a tres metros deberán de llevar un manguito de dilatación y un bajante de unión con junta elástica como se muestra en la Figura 5.33.

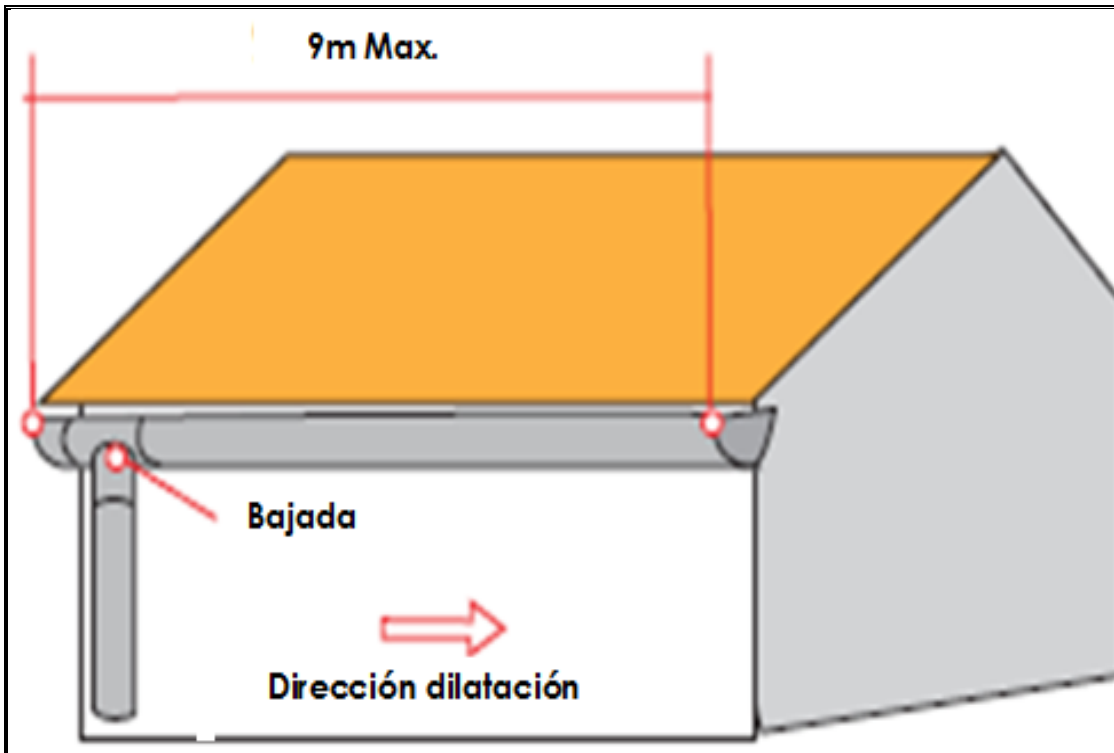


Figura 5.32 Diagrama de instalación de canaletas (bigmart, 2009)

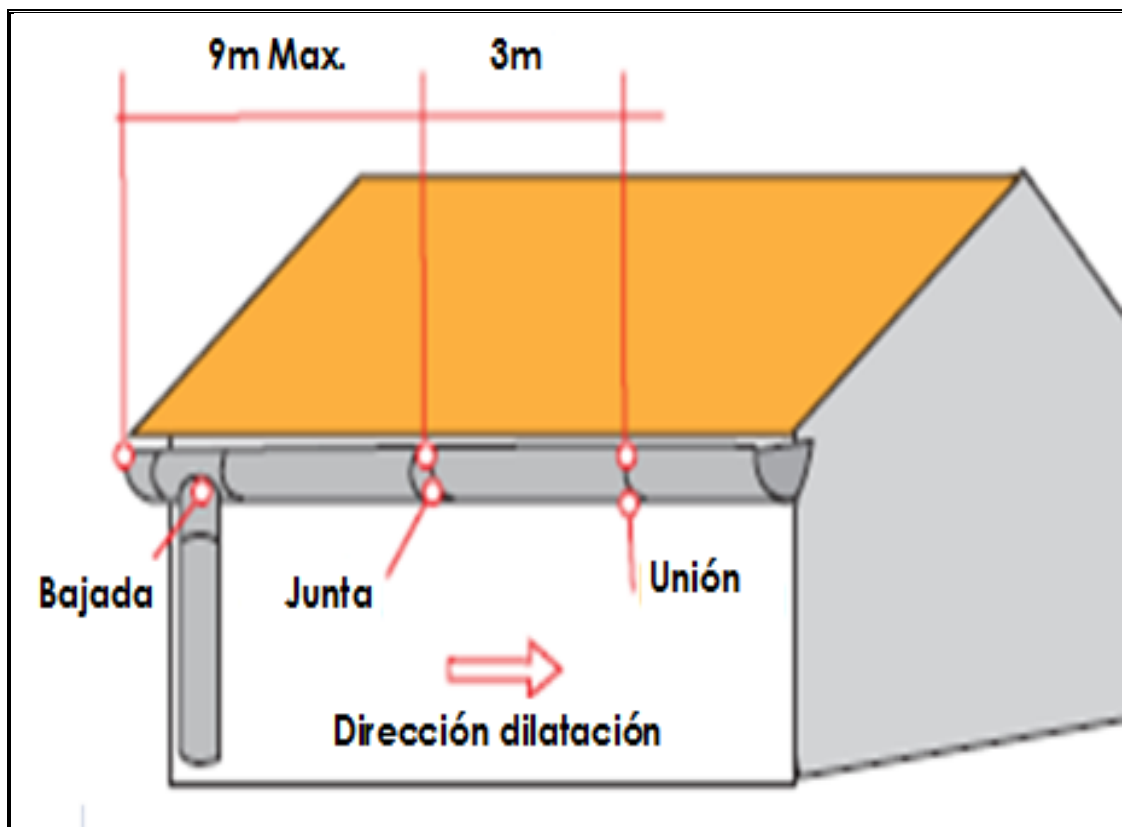


Figura 5.33 Diagrama de instalación de canaletas cuando se necesitan distancias mayores (bigmart, 2009)

Al final los canalones circulares se colocarán con al menos una pendiente máx.  $1\% = 10\text{mm/m}$ . y los ganchos se colocarán en tramos de 50 a 70 cm como se muestra en la Figura 5.34.

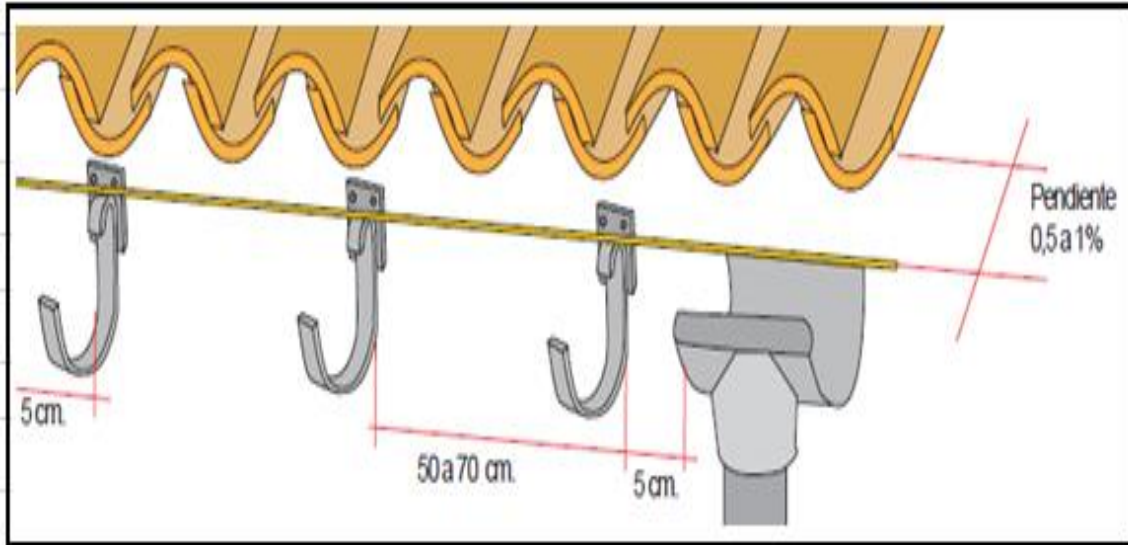


Figura 5.34 Diagrama de ganchos en la instalación de canaletas (bigmart, 2009)

Y a través de éstos pasará el agua recolectada de una superficie de  $180,44\text{ m}^2$  y llegará a un punto de encuentro en la parte trasera de la casa. Por la cual bajará el agua a través de tubos de PVC hasta llegar a un filtro como se muestra en la Figura 5.35 y 5.36.

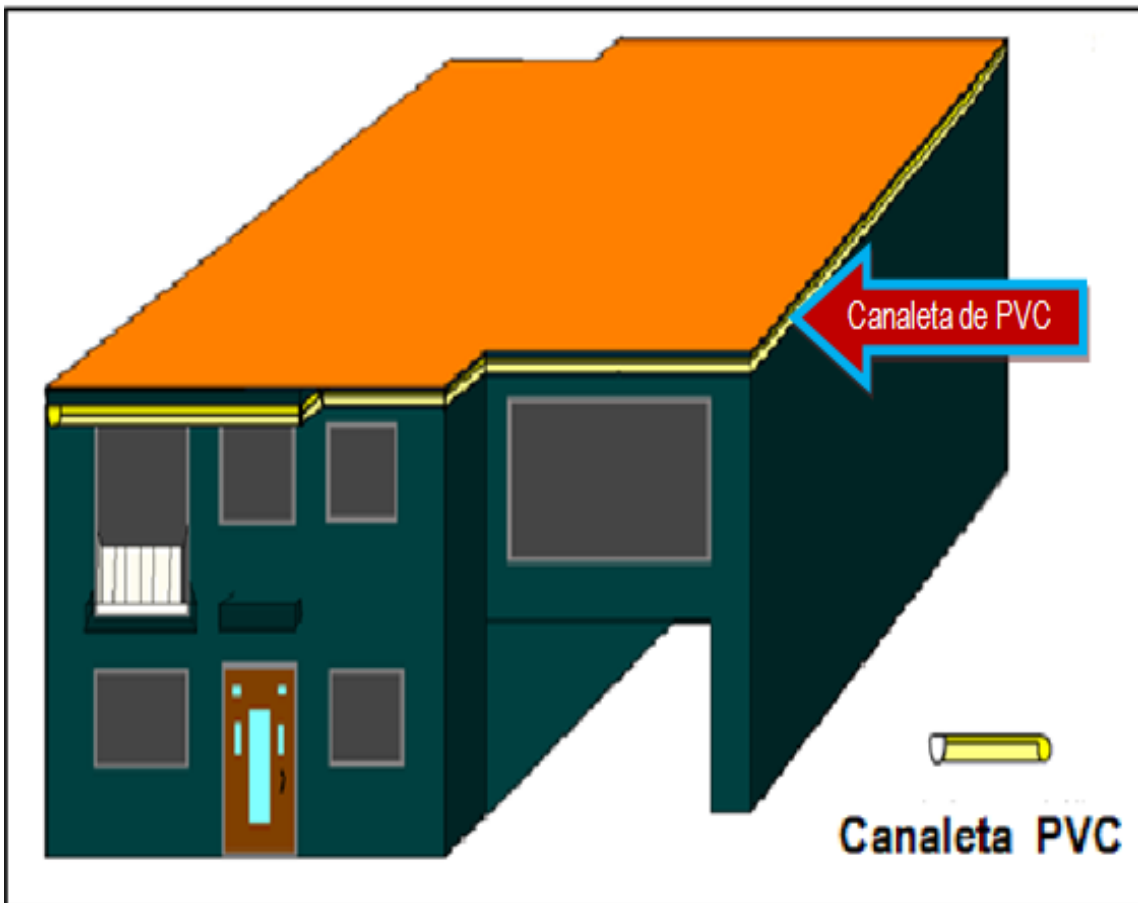


Figura 5.35 Vista de canaletas en la parte frontal de la casa

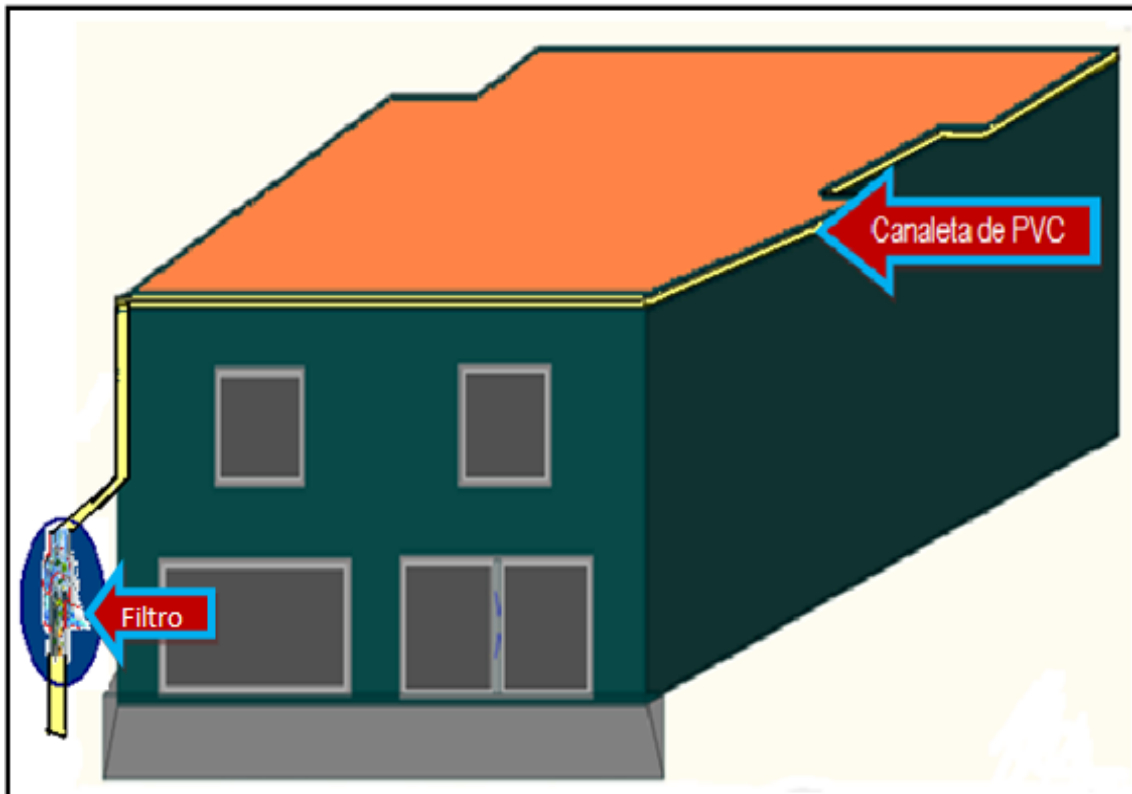


Figura 5.36 Vista de canaletas en la parte trasera de la casa

Debido a la cantidad de agua que se coleccionará se determinará el tipo de tubería más adecuada; ya que éste transportará agua hasta la parte baja del sistema de almacenamiento 02 de la casa y deberá de ser resistente a la cantidad de agua captada a transportar y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua y tener la mayor captación. Por la cual nos proporcionan características como se muestra en la Tabla 5.33.

Tabla 5.34 Tipos de tuberías de pvc

Tipo de Tubería	Capacidad (Litros)	Durabilidad	Dimensiones cm/6m	Mantenimiento	Costo \$ Pesos	País de Origen
PVC Campana y Anillo	2.41	35	12.81	Nulo	650	México
PVC	2.41	35	12.81	Nulo	400	México

Debido a estas especificaciones se determina que la mejor tubería para utilizar será la tubería hidráulica de PVC campana y anillo debido a que cumple con los requerimientos mínimos que demanda la casa y porque cumple con la norma americana ASTM D-2241 2241 y la norma nacional NMX-E-145/1. Sin contar que se consigue en el país y su costo es bajo en comparación a los beneficios que proporciona el tubo de PVC convencional.

#### 5.4.1 Tubería hidráulica de pvc campana y anillo

La Tubería hidráulica de PVC campana y anillo (Ring Tite), se fabrica bajo la norma americana ASTM D-2241 y la norma nacional NMX-E-145/1, y ésta se fabrica con resina (materia prima) virgen 12454-B, y las longitudes de estas tuberías son de 6.0 mts. En tubería nacional y 20 pies (6.10) mts. en tubería de Importación, la temperatura máxima que se recomienda es de 140 °F (60 °C ), su fabricación es de

campana tipo RIEBER o tipo ANGER en uno de sus extremos y el otro es terminación espiga. El color es en blanco en la tubería Nacional y de color azul en la tubería de Importación, esta listada por el NSF-PW Standard 61 Standard 14, y se puede conectar con cualquier conexión de sistema Ingles. La más recomendada sería la conexión fabricada de campana y anillo, incluso la conexión Cedula 40 es compatible para esta tubería.

Y debido a la cantidad de agua que se captara se instalará una tubería hidráulica de PVC la cual irá al final de la unión principal del ramal de canaleta de PVC para la bajada del agua hasta el lugar del filtro. Posteriormente desembocará al centro de almacenamiento 1 y posteriormente hasta el almacenamiento 2 ya que éste proporciona las siguientes ventajas:

- Olor y Sabor

La tubería hidráulica de PVC está listada por NSF y está permitida para instalaciones de conducción de fluidos de agua potable ya que no contamina ni comunica olor ni sabor.

- Coeficiente de Fricción

La superficie interior de la tubería hidráulica de PVC es tersa por lo que reduce en un 10% las perdidas por fricción respecto a las demás tuberías.

- Durabilidad

Para aplicaciones en donde se requiere de resistencia química la tubería hidráulica de PVC es la mejor opción es por eso que el tiempo de vida útil es el de mayor durabilidad.

- Economía

El uso de PVC representa un ahorro significativo en el costo final de la instalación.

- Química

La tubería hidráulica de PVC no permite la corrosión e incrustación de los elementos que conducen.

- Peso

El PVC es ligero y facilita las maniobras de almacenaje, transporte e instalación.

- Instalación

Debido a su ligereza en peso, facilidad de corte y rapidez de instalación no se requiere de herramientas especializadas.

### 5.4.2 Filtro

Debido a la cantidad de agua que se coleccionará se determinará el tipo de filtro más adecuado ya que éste se conectará a la parte baja del sistema de canaletas de la casa y posteriormente a la cisterna. El material del filtro deberá de ser resistente a la cantidad de agua captada, fácil mantenimiento, mayor pureza en el agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua y tener la mayor captación por lo cual nos proporcionan las siguientes características como se muestra en la Tabla 5.34.

Debido a estas especificaciones se determina que el mejor filtro para utilizar será el SPAWis FC debido a que cumple con los requerimientos mínimos que demanda la casa y porque se consigue en el país y su costo es bajo en comparación a los demás como se muestra en la Figura 5.37.

Ya que proporciona a demás las siguientes ventajas:

- Permiten tener agua de lluvia limpia para utilizarse como agua potable
- Se colocan fácilmente en la tubería vertical de la bajada de agua
- Los colectores SFC se pueden utilizar para áreas de techo de hasta 300m<sup>2</sup> cada uno
- La construcción con su colector vertical filtran del agua polvo, lodo, y otros contaminantes como insectos, hojas, y cualquier cosa mayor a 0.28mm. Lo que es más grande que esto se va por la línea de drenaje. Esta filtración tan fina nos permite recuperar agua de lluvia de excelente calidad
- Son sencillos y seguros

- 90% del agua puede ser recuperada

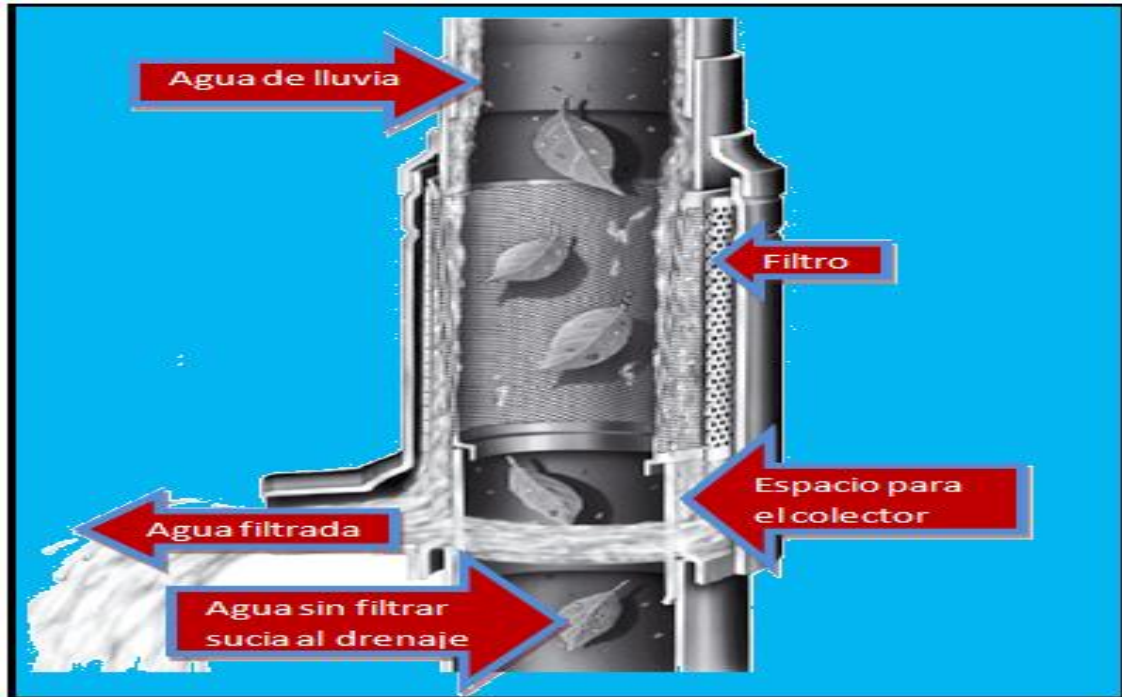


Figura 5.37 Filtro SPAWIsy FC

Tabla 5.35 tipos de filtros para recolección de agua pluvial

Tipo de Filtro	Capacidad de Prcs. (Litros)	Recuperación de Agua	Durabilidad	Mantenimiento	Costo (\$)	País de Origen
SPAWIsy FC	120,000	90%	7	Autolimpiable	6,320	México
Filtro bajante Quattro Twist gri	125,664	90%	10	Autolimpiable	9,540	Alemania
Filtro bajante premium gris	149,600	90%	10	Autolimpiable	11,890	Alemania
Separador de hojas	159,520	90%	10	Autolimpiable	14,700	España
Potfilter	209,440	90%	10	Cada 2 Meses	17,000	España

- Son de muy bajo mantenimiento
- La resistencia a la corrosión está garantizada. El diseño el filtro permite una instalación simple y sencilla

#### 5.4.3 Almacenamiento y distribución

Posteriormente después de captar 108,985.76 Litros de Agua Pluvial y debidamente filtrada durante el transcurso de 5 meses esta deberá de ser almacenada. Y al efecto se puede emplear cisternas de

Resinas de Polietileno, Polietileno, Polietileno Tricapa, Polietileno Sanitario y Polietileno Eternit donde cada una de estas nos proporciona características como se muestra en la Tabla 5.35.

**Tabla 5.36 Tipos de cisternas par almacenamiento del agua pluvial de la propuesta**

Tipo de Cisterna	Material	Capacidad (Litros)	Dimensiones		Durabilidad (Años)	Equipo Adicional	Costo (\$)
			Diámetro cm	Altura cm			
Rotomex CVA-5000	Resinas de Polietileno	5000	183	213	5	Sí	8,600
Cisterna Plus	Polietileno tricapa	10,000	222	287	10	Sí	13,100
Giroplas	Polietileno Sanitario	10,000	244	240	10	Sí	13,350
Rotoplas	Polietileno	10,000	220	320	35	Sí	17,730
Eternit	Polietileno Sanitario	15,000	230	402	15	Sí	24,800
Europlast	Polietileno Eternit	20,000	270	397	18	Sí	29,980
Europlast	Resinas de Polietileno	40,000	2500	8150	30	Sí	35,976

Dado a estas condiciones se determina que la cisterna Rotoplas son las que más duran, son más fáciles de obtener, durables y no son muy costosas tomando en cuenta el tiempo de vida del equipo. Y sin embargo los demás cisternas son de mayor capacidad, no son tan costosas, pero su desventaja es que su periodo de vida es más corto y se deterioran más rápido. Por lo tanto la cisterna a utilizar es un Rotoplas como se muestra en la Figura 5.38.



**Figura 5.38 Cisterna Rotoplas de 10,000 Litros (Rotoplas, 2012)**

Se colocará esta cisterna en la parte exterior – trasera de la casa del lado del estacionamiento ya que este lugar no es utilizado para tal caso debido que este se encuentra en la parte alta de la casa a una altura de 3 metros (Figura 5.39). Dado que las condiciones de la casa permiten instalarlo aquí por lo cual este será el sistema de almacenamiento 01.



Figura 5.39 Lugar propuesto para la cisterna

Debido a esta condición se evita que se excave, se dañe el terreno, la flora, fauna, absorción de agua en su totalidad y que se afecte a la vista de la fachada de la casa. También se Ayuda a que esta misma altura le proporcione al sistema, la fuerza de gravedad necesaria para que el agua pase a través de la red de tubería de PVC hasta el siguiente sistema de almacenamiento como se muestra en la Figura 5.40.

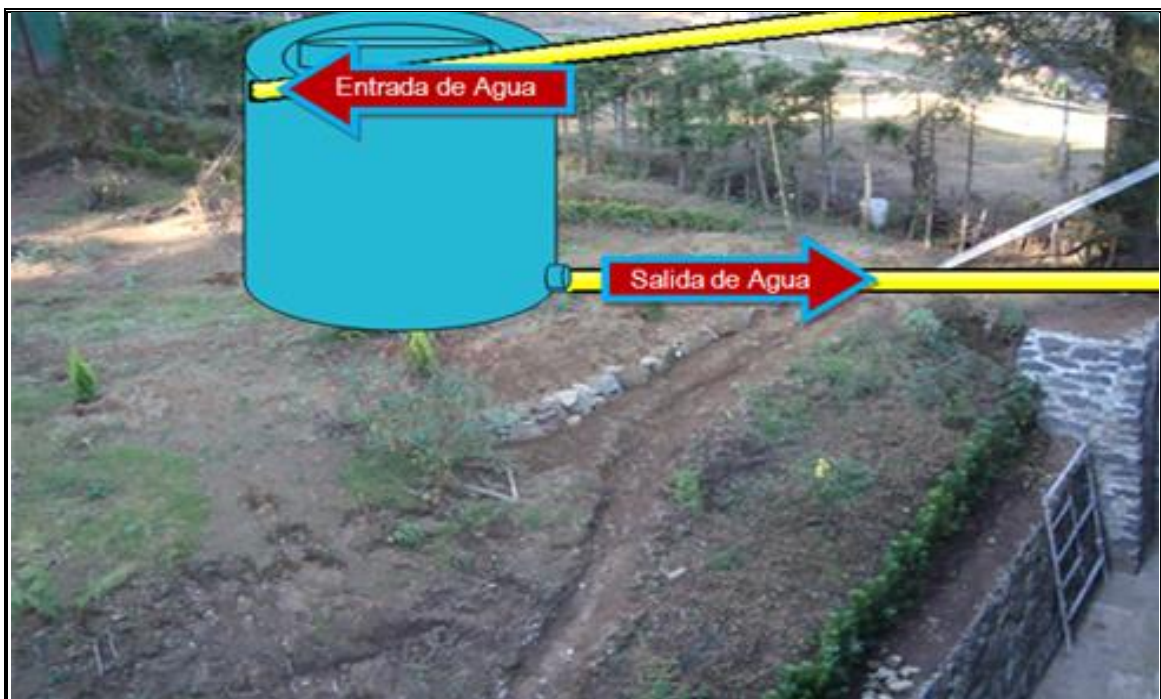


Figura 5.40 Sistema de almacenamiento instalado

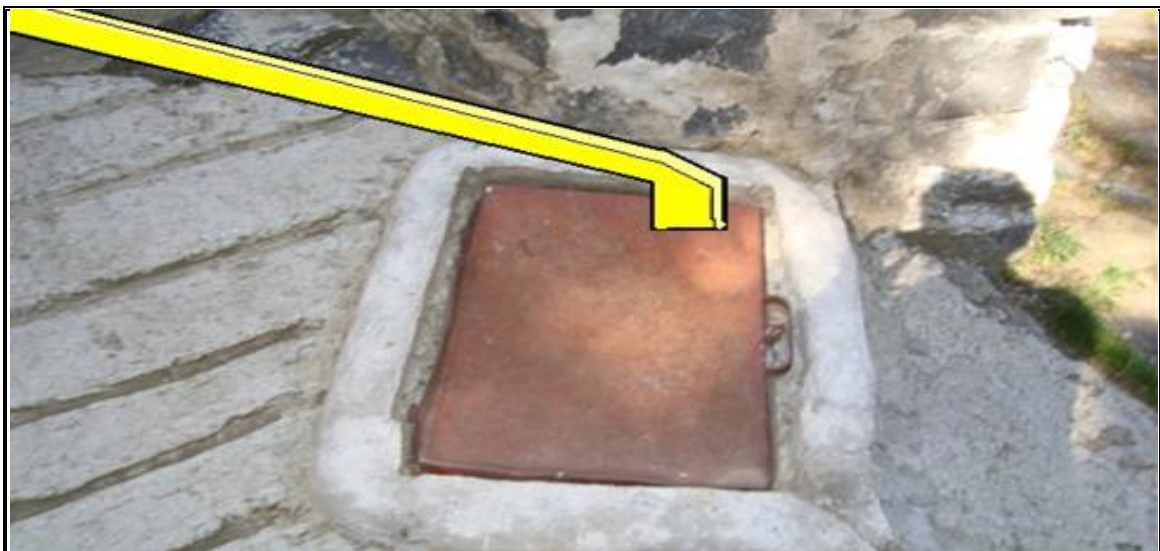


La tubería de PVC transportará el agua captada, almacenada y debidamente filtrada, la cual será llevada a través de la tubería en la parte frontal-lateral de la casa hasta el sistema de almacenamiento 02 como se muestra en la Figura 5.41.



**Figura 5.41 Instalación de tubería de PVC rumbo al almacenamiento 02**

El agua transportada llegará al sistema de almacenamiento 02 como se muestra en la Figura 5.42 y éste será distribuido a través de un sistema hidráulico independiente.



**Figura 5.42 Llegada de tubería de PVC hasta el sistema de almacenamiento 02**

El sistema hidráulico independiente funciona electrónicamente como se muestra en la Figura 5.43 y éste distribuye el agua a los dos tinacos que cuenta la casa para su debida utilización.

Para el sistema de almacenamiento se le dará un tratamiento de bacterias que habrá en el con la finalidad de que el agua no huelga mal y así mantener el agua en optimas condiciones y para dicho efecto se implementarán los sistemas de cloración y  $O_3$ /Ozonización los cuales se describen a continuación.



**Figura 5.43 Sistema hidráulico para la distribución del agua pluvial**

### **Cloración**

El cloro es una opción de tratamiento de bajo costo que se utiliza para mejorar el sabor y la claridad del agua a la vez que se eliminan muchos microorganismos como bacterias y virus. Sin embargo, el proceso tiene sus limitaciones. Giardia y Criptosporidium son usualmente resistentes al cloro a menos que éste se use en dosis más elevadas que aquéllas preferidas usualmente para el tratamiento. La presencia de estos parásitos puede requerir el tratamiento previo del agua fuente.

El cloro elimina además sustancias como el manganeso, hierro y ácido sulfhídrico, el cual puede alterar el sabor del agua. La cloración puede escalarse para adaptarse a la capacidad del sistema. El uso del cloro es también relativamente sencillo, y los sistemas de tratamiento no requieren experiencia técnica extensa.

La cloración se puede lograr con diferentes productos. El cloro se almacena como líquido en recipientes presurizados y se inyecta como gas directamente en el agua fuente. Este proceso debe ser regulado e implementado cuidadosamente, debido a que el gas de cloro es un tóxico peligroso, incluso letal.

Otra opción de cloración, de mayor costo, es el tratamiento con solución de hipoclorito de sodio. Esta solución es corrosiva pero mucho menos peligrosa y más fácil de manejar el gas de cloro. El líquido se diluye simplemente y después se mezcla con el agua fuente para realizar la desinfección.

La cloración se puede lograr también con un desinfectante sólido, hipoclorito cálcico. Este material es corrosivo y puede reaccionar explosivamente cuando entra en contacto con materiales orgánicos. Sin embargo, todos estos polvos, gránulos y tabletas se pueden almacenar a granel y usarse con eficacia hasta un máximo de un año. En todas sus formas, el hipoclorito de calcio se disuelve fácilmente en agua.

Todos estos métodos de cloración requieren de algún tiempo para funcionar — la desinfección no ocurre instantáneamente. Las dosis necesarias cambian también con las variaciones en la calidad del agua de manera que el monitoreo del agua fuente, particularmente de las aguas superficiales, es una parte importante del proceso de tratamiento.

El tratamiento con cloro tiene algunos efectos residuales. Entre los más notorios se encuentra el sabor desagradable en el agua tratada. Pero otros efectos posteriores pueden ser más significativos. Quedan cantidades residuales de cloro en los suministros de agua tratada. Este contenido químico continúa protegiendo al agua tratada contra la reinfeción, y puede ser beneficioso para el agua sujeta a largos períodos de almacenamiento para la lenta distribución en áreas extensas.

Infortunadamente, demasiado cloro residual puede producir también subproductos químicos, algunos de los cuales pueden ser carcinógenos. Sin embargo, estos riesgos para la salud usualmente se consideran menores, comparados con los efectos de los patógenos en el agua sin tratamiento. Es relativamente sencillo y de bajo costo fabricar cloro, y transportarlo como hipoclorito de sodio o de calcio. Además, se requiere de muy poco entrenamiento para usarlo. Estas características lo han vuelto popular como tratamiento en el punto de uso incluso en zonas empobrecidas a pesar de sus limitaciones para eliminar parásitos. En combinación con prácticas seguras de almacenamiento y de manejo del agua y los alimentos, el uso de la cloración ha producido descensos significativos en enfermedades diarreicas en muchos lugares.

### **O<sub>3</sub>/Ozonización**

El ozono (O<sub>3</sub>) es un poderoso agente oxidante y un eficaz desinfectante primario. Esta molécula rica en oxígeno se bombea en sistemas de agua para eliminar contaminantes biológicos como bacterias, virus, Giardia, Criptosporidium y químicos orgánicos. Además, es eficaz para la oxidación y eliminación del hierro, azufre, manganeso y otras sustancias inorgánicas.

El gas de ozono es inestable y se revierte rápidamente a una molécula normal de oxígeno (O<sub>2</sub>) con dos átomos en vez de tres. Debido a esta condición, no se puede almacenar o transportar con facilidad. Por el contrario, las instalaciones de tratamiento crean ozono en el sitio forzando aire seco a través de una serie de electrodos.

Después de crear el ozono, éste se pone en contacto forzoso con el agua fuente y se mezcla durante un tiempo apropiado de contacto. Debido a que el ozono es oxígeno puro no produce sabores ni olores residuales en el agua.

Infortunadamente, no produce protección residual duradera. Si es necesario almacenar el agua por períodos prolongados, o si debe distribuirse a grandes distancias, quizá sea necesario agregar a la ozonización un tratamiento residual duradero como el cloro o las cloraminas.

Se sabe que la ozonización produce subproductos no deseados, como el bromato, los cuales pueden ser perjudiciales para la salud humana.

Los sistemas de ozono se utilizan en varias regiones del mundo; pero requieren de bastante infraestructura, y su implementación puede tener un costo elevado. Además, la operación y mantenimiento de estos sistemas requiere de personal tecnificado que quizá no esté disponible en todas las regiones.

#### **5.4.4 Factibilidad económica del ahorro de agua**

Al Implementar el sistema de captación de agua pluvial se tienen que generar los siguientes gastos, los costos del proyecto que se describen en la Tabla 5.36:

**Tabla 5.37 Costo del proyecto para el sistema de ahorro de agua**

Concepto	Pesos
Canaleta de PVC	\$ 4,370
Tubería de PVC	\$ 5,800
Filtro SPAWisy FC	\$ 6,320
Cisterna Rotoplas	\$ 17,730
Mano de Obra	\$ 2,500
<b>Total</b>	<b>\$ 36,720</b>
<b>Precios tomados a partir de lista de proveedores</b>	

Se suponen egresos anuales por concepto de:

Consumo propio de agua potable de la casa: \$ 8,400

Ya que éste se generará por el consumo propio de agua mensual de la casa durante 7 meses como se muestra en la Tabla 5.37.

**Tabla 5.38 Consumo de agua mensual durante 7 meses**

Mes	Consumo Mensual (L)	Gasto Mensual
Noviembre	30,000	\$ 1,200
Diciembre	30,000	\$ 1,200
Enero	30,000	\$ 1,200
Febrero	30,000	\$ 1,200
Marzo	30,000	\$ 1,200
Abril	30,000	\$ 1,200
Mayo	30,000	\$ 1,200
<b>Total</b>	<b>210,000</b>	<b>\$ 8,400</b>

Por otro lado se tienen ingresos por:

Ahorro en el consumo de agua potable de la casa: **\$ 6,000**

Ya que éste se genera por el consumo propio de agua mensual de la casa durante 5 meses como se muestra en la Tabla 5.38 y el flujo de efectivo (Tabla 5.39).

**Tabla 5.39 Ahorro de consumo de agua mensual durante meses**

Mes	Consumo Mensual	Gasto Mensual
Junio	30,000	\$ 1,200
Julio	30,000	\$ 1,200
Agosto	30,000	\$ 1,200
Septiembre	30,000	\$ 1,200
Octubre	30,000	\$ 1,200
<b>Total</b>	<b>1,500,000</b>	<b>\$ 6,000</b>

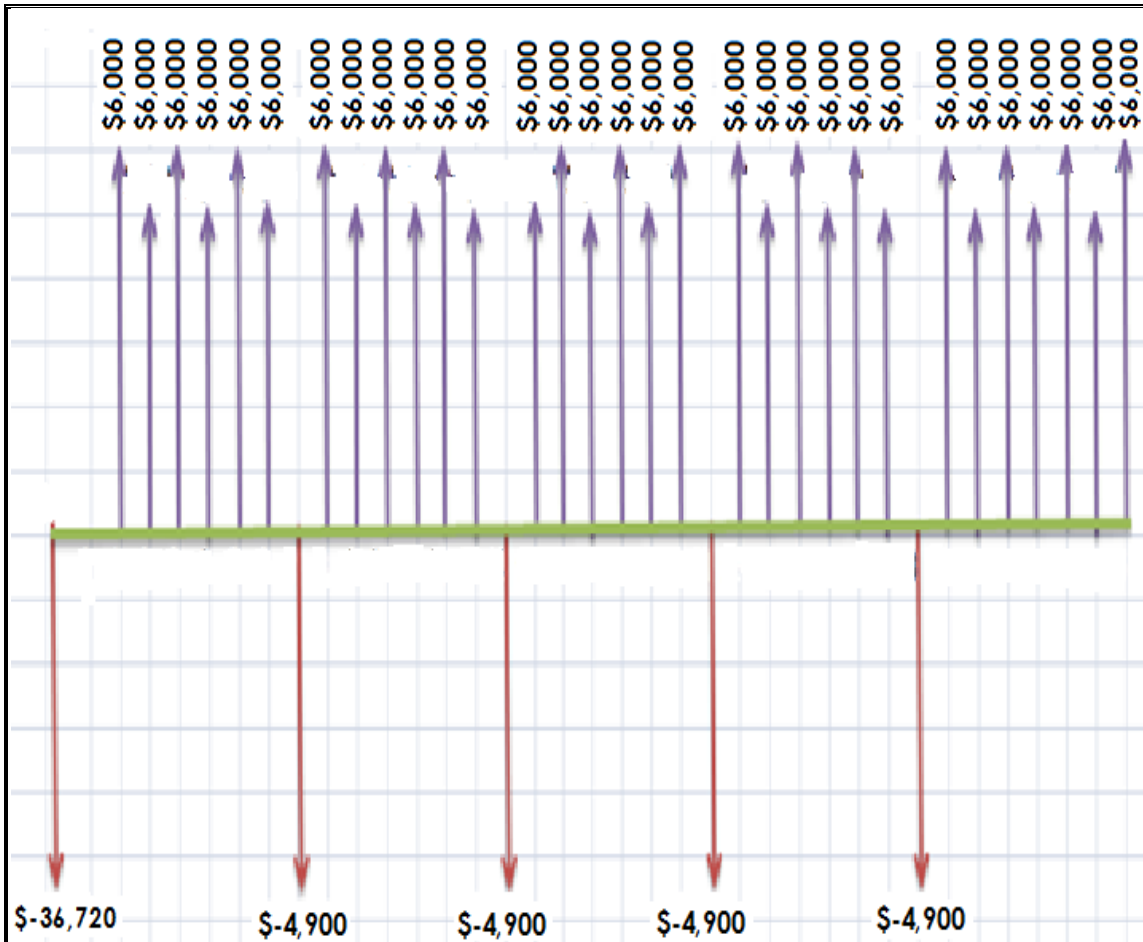


Figura 5.44 Flujo de efectivo del proyecto de evaluación a 35 años

a) Valor Presente Neto (VPN)

La Figura 5.44 representa el flujo de efectivo del proyecto, cada periodo de evaluación corresponde a un año, evaluando al proyecto con una vida útil de 35 años.

Por lo tanto el VPN en el caso de estudio es:

$$\text{VPN} = 3,602$$

b) Tasa Interna de Retorno (TIR)

Por lo cual, para este caso de estudio se tiene un valor de: **TIR = 13.38%**

c) Relación Costo/Beneficio (CB)

Para este caso de estudio el VPN de los beneficios de toda la vida útil es de: **\$ 40,322**

Y el VPN de la inversión son los: **\$ 36,720**

Por lo tanto nuestra R(C/B) es igual a:

$$R(C/B) = \frac{\$ 40,322}{\$ 36,720} = 1.09$$

## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2

De acuerdo al se tuvieron resultados obtenido por la relación, que es  $<1$ , el proyecto de ahorro agua es factible.

**Tabla 5.40** Flujo de efectivo anual para un periodo de 36 años por el ahorro de agua

t	Flujo Efectivo		Flujo Efectivo	Flujo Efectivo
	Ingresos	Egresos	(a final de periodo)	Acumulado
0		-36,720	-36,720	-36,720
1	-6,000	0	6,000	-30,720
2	-6,000	0	6,000	-24,720
3	-6,000	0	6,000	-18,720
4	-6,000	0	6,000	-12,720
5	-6,000	0	6,000	-6,720
6	-6,000	0	6,000	-720
7	-6,000	-10,900	-4,900	-5,620
8	-6,000	0	6,000	380
9	-6,000	0	6,000	6,380
10	-6,000	0	6,000	12,380
11	-6,000	0	6,000	18,380
12	-6,000	0	6,000	24,380
13	-6,000	0	6,000	30,380
14	-6,000	-10,900	-4,900	25,480
15	-6,000	0	6,000	31,480
16	-6,000	0	6,000	37,480
17	-6,000	0	6,000	43,480
18	-6,000	0	6,000	49,480
19	-6,000	0	6,000	55,480
20	-6,000	0	6,000	61,480
21	-6,000	-10,900	-4,900	56,580
22	-6,000	0	6,000	62,580
23	-6,000	0	6,000	68,580
24	-6,000	0	6,000	74,580
25	-6,000	0	6,000	80,580
26	-6,000	0	6,000	86,580
27	-6,000	0	6,000	92,580
28	-6,000	-10,900	-4,900	87,680
29	-6,000	0	6,000	93,680
30	-6,000	0	6,000	99,680
31	-6,000	0	6,000	105,680
32	-6,000	0	6,000	111,680
33	-6,000	0	6,000	117,680
34	-6,000	0	6,000	123,680
35	-6,000	-10,900	-4,900	118,780
36	-6,000	0	6,000	124,780

### 5.5 Propuesta de residuos sólidos

Para la parte de residuos sólidos se hizo la propuesta de hacer el estudio a la propiedad, pero los dueños no aceptaron por el hecho de que piensan que tienen una fosa séptica (Figura 5.45 a la 5.48)



Figura 5.45 Fotografía de fosa séptica desde el exterior de la casa en estudio



Figura 5.46 Fotografía fosa séptica de la casa en estudio (interior)



Figura 5.47 Techo de la fosa séptica de la casa en estudio (interior)



**Figura 5.48 Fotografías de las paredes de la fosa séptica de la casa en estudio**

Se le hizo el comentario a los propietarios de que por la instalación que tenían no correspondía un sistema de digestor, aun así no aceptaron.

### **5.6 Factibilidad económica total del proyecto con los ahorros térmicos, eléctricos y de agua**

Al Implementar todos los sistemas propuestos de ahorro para la casa habitación se tienen que generar los gastos por cada una de las tecnologías implementadas, los costos del proyecto se describen en la Tabla 5.40 que se presenta a continuación:

**Tabla 5.41 Costo del proyecto global**

Concepto	Pesos
Calentador de agua SAECSA	\$11,650
Muro captor	\$12,500
Chimenea Killington	\$54,000
Mano de obra	\$8,200
Sistema fotovoltaico	\$208,863
Costo de la mano de obra	\$20,000
Otros materiales (cable, cinta, pijas, etc.)	\$10,000
Canaletas	\$4,370
Tuberías de PVC	\$5,800
Filtro SPAWlsy FC	\$6,320
Cisterna Rotoplas	\$17,730
Mano de obra	\$2,500
<b>Total</b>	<b>\$361,933</b>



## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2

Suponen egresos anuales por concepto de:

Consumo propio de energía térmica, energía eléctrica y agua potable de la casa: **\$ 35,952**

Ya que se genera por el consumo propio de energía térmica, energía eléctrica y agua potable en el abastecimiento mensual de la casa durante 1 año como se muestra en la Tabla 5.41.

**Tabla 5.42 Consumo de energías al año**

Costos anuales				
Mes	Consumo	Litros	kWh	Costo
Enero- Diciembre	Gas L.P.	300		\$14,088
Noviembre - Mayo	Agua potable	210,000		\$8,400
Enero- Diciembre	Electricidad		15,606.07	\$13,464
<b>TOTAL</b>				<b>\$35,952</b>

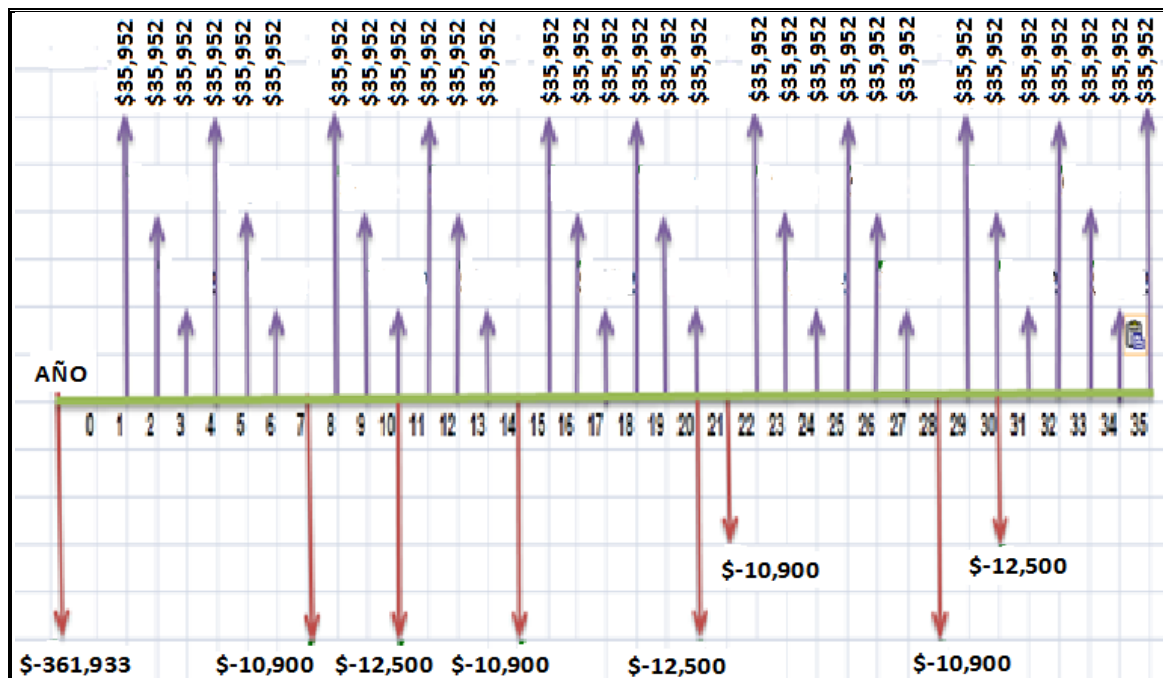
Por otro lado tendrán ingresos por concepto de:

Consumo propio de energía térmica, energía eléctrica y agua potable de la casa: **\$ 35,952**

Ya que éste se generará por el consumo propio del ahorro térmico, eléctrico y de agua siendo este anual en la casa 1 año como se muestra en la Tabla 5.42, 5.43.

**Tabla 5.43 Ahorro de consumos externos**

Costos anuales				
Mes	Consumo	Litros	kWh	Costo
Enero- Diciembre	Gas L.P.	300		\$14,088
Noviembre - Mayo	Agua potable	210,000		\$8,400
Enero- Diciembre	Electricidad		15,606.07	\$13,464
<b>TOTAL</b>				<b>\$35,952</b>



**Figura 5.49 Flujo de efectivo global del proyecto de evaluación a 35 años**

Tabla 5.44 Flujo de efectivo anual para un periodo de 36 años

t	Flujo Efectivo		Flujo Efectivo	Flujo Efectivo
	Ingresos	Egresos	(a final de periodo)	Acumulado
0	0	-361,933	-361,933	-361,933
1	-35,952	0	35,952	-325,981
2	-35,952	0	35,952	-290,029
3	-35,952	0	35,952	-254,077
4	-35,952	0	35,952	-218,125
5	-35,952	0	35,952	-182,173
6	-35,952	0	35,952	-146,221
7	-35,952	-10,900	25,052	-121,169
8	-35,952	0	35,952	-85,217
9	-35,952	0	35,952	-49,265
10	-35,952	-12,500	23,452	-25,813
11	-35,952	0	35,952	10,139
12	-35,952	0	35,952	46,091
13	-35,952	0	35,952	82,043
14	-35,952	-10,900	25,052	107,095
15	-35,952	0	35,952	143,047
16	-35,952	0	35,952	178,999
17	-35,952	0	35,952	214,951
18	-35,952	0	35,952	250,903
19	-35,952	0	35,952	286,855
20	-35,952	-12,500	23,452	310,307
21	-35,952	-10,900	25,052	335,359
22	-35,952	0	35,952	371,311
23	-35,952	0	35,952	407,263
24	-35,952	0	35,952	443,215
25	-35,952	0	35,952	479,167
26	-35,952	0	35,952	515,119
27	-35,952	0	35,952	551,071
28	-35,952	-10,900	25,052	576,123
29	-35,952	0	35,952	612,075
30	-35,952	-12,500	23,452	635,527
31	-35,952	0	35,952	671,479
32	-35,952	0	35,952	707,431
33	-35,952	0	35,952	743,383
34	-35,952	0	35,952	779,335

**a) Valor Presente Neto (VPN)**

La Figura 5.49 representa el flujo de efectivo del proyecto, cada periodo de evaluación corresponde a un año, evaluando al proyecto con una vida útil de 36 años.

Por lo tanto el VPN en el caso de estudio es: **VPN = -81,970**

**a) Tasa Interna de Retorno (TIR)**

Por lo cual, para el caso de estudio setiene un valor de: **TIR = 11.20 %**

**b) Relación Costo/Beneficio (CB)**

Para este caso de estudio el VPN de los beneficios de toda la vida útil es de: **\$ 279,963**

Y el VPN de la inversión son los: **\$ 361,933**

Por lo tanto R(C/B) es igual a:

$$R(C/B) = \frac{\$ 279,963}{\$ 361,933} = 0.77$$

De acuerdo al se tuvieron resultados obtenido por la relación, que es >1, el proyecto global es no factible.

En la tabla siguiente Tabla 5.44 se visualizan las tres factibilidades del proyecto y la factibilidad global de las tres propuestas.

**Tabla 5.45 Factibilidad económica según la propuesta**

Propuesta	VPN	TIR	CB	Factible (si / no)
Ahorro térmico	23,327	15.54%	1.2600	si
Ahorro eléctrico	128,560	4.47%	0.4617	no
Ahorro agua	3,602	13.38%	1.0900	si
<b>Total Global</b>	<b>-81,970</b>	<b>11.20%</b>	<b>0.7700</b>	<b>no</b>

**5.7 Factibilidad ambiental**

En esta parte, es importante señalar que por este caso se sitúa en reserva ecológica, pues su ubicación está contigua a la reserva Desierto de los Leones. La implementación de estas tecnologías es una retribución por el daño que se hizo al ecosistema. Por lo tanto, la implementación de estas tecnologías no causará ningún efecto o daño al sistema, todo lo contrario se pretende que su efecto en este lugar sea lo menos dañino (Figura 5.50). La implementación de estas tecnologías ayudará a la reducción de gases efecto invernadero, ya que la producción de dióxido de carbono que se genera con los combustibles usados actualmente en la casa son las principales causas de contaminantes al medio ambiente como se muestra en la Tabla 5.45. Por el complicado acceso a la casa y las necesidades que se deben de cubrir, como el abasto de agua potable, o suministro eléctrico, se tuvo que destruir gran parte del ecosistema, es decir se talaron numerosas cifras de árboles para la construcción de accesos a las viviendas o su construcción.

Con el uso del muro captor se reducirá el consumo eléctrico y el uso de combustibles en un 70% (este porcentaje está basado en que existen días nublados por lo que disminuye su eficiencia de un 90% a un

70%). Se busca el aprovechamiento de la energía solar para no depender de energías fósiles y tala de árboles. La captación de agua pluvial nos ayuda a contener y revertir la sobreexplotación de los acuíferos y, en consecuencia, reducir la problemática del hundimiento de la ciudad. Ya que a través de Sistemas de recolección de agua pluvial se ayuda a:

- proteger los recursos de agua potable y su alcance
- reducir el costo del tratamiento de agua potable
- reducir los gastos del hogar ya que agua potable cuesta Aún si no tiene medidor instalado, alguien tiene que pagar el costo (todos los ciudadanos)
- bajar desperdicio de energía: El agua tiene que ser bombeada, transportada (a veces más de 100km), filtrada.
- reducir el peligro de inundaciones, ya que la lluvia no se descarga directamente a un sistema de drenaje el cuál no está diseñado para retener tales cantidades
- mantener el nivel de las aguas freáticas en su nivel, lo que es imprescindible tanto para asegurar el futuro suministro de agua potable como para proteger las cimentaciones de cualquier construcción
- y a tener una buena consciencia por mejorar el medio ambiente....

La instalación de celdas fotovoltaicas aparte de reducir el pago a la compañía de luz, también reduce la creación de nuevas instalaciones dedicadas al suministro de electricidad, se evita el deterioro de grandes hectáreas de terreno y por consiguiente destrucción de flora y fauna.

Cada una de estas tecnologías representa una factibilidad positiva para la parte ambiental.



**Figura 5.50 Vista de alrededor de la casa**

**Tabla 5.46 Ahorro de energía kW equivalente a CO<sub>2</sub>**

Energía	Combustible	Cantidad	Potencia Útil	CO <sub>2</sub> Emisiones	Ahorro de CO <sub>2</sub> Emisiones
<b>Electrica</b>	Electricidad	117.08 Kw/h	117.08 KW/h	234.17 Kg	234.17 Kg
<b>Termica</b>	Gas	110 lts	1.279KW/ h	0.64 Kg	0.48 Kg
	Leña	90 kg	385.20 KW/h	192.6 Kg	192.6 Kg

### 5.8 factibilidad social

Este modelo de casa sustentable demuestra que los recursos brindados por la naturaleza, sin necesidad de dañarlos, son útiles en la cotidianidad de la sociedad en global. Su aprovechamiento de estas

propuestas sirve para concientizar a las personas que viven dentro del área de la reserva ecológica, así como mejorar sus condiciones de vida, tanto en lo económico, confort, ambiental y cultural.

Dar un enfoque a la sociedad de que la inversión es redituable a corto y largo plazo, en medida a la implementación ya que en lo eléctrico lo redituable se verá reflejado a largo plazo por el monto total, pero en lo térmico se ve reflejado a corto plazo por el ahorro económico de combustible mensual.

Eliminar la falsedad que se tiene respecto a que el confort de proyectos de ahorro de energía no son iguales a los convencionales, dado a que son mejor o iguales a los convencionales. La calefacción solar es un claro ejemplo de las ventajas que tienen estos modelos, ya que en comparación con la calefacción eléctrica que se sitúa en un sólo punto a comparación de la calefacción solar que nos da un ambiente cálido en todo el entorno por la recirculación del aire caliente en toda la casa. Es importante recalcar que este ambiente cálido lo obtenemos sin pago alguno, el único pago es del material costo que se tendría que aportar es el de la instalación dado que es por medio de energía solar.

El abastecimiento de agua que es un conflicto social actualmente puede solucionarse con la lluvia por medio de los captadores de agua, y que no han sabido aprovechar para beneficiarse y es por ello que nosotros hacemos esta implementación para que vean el gran beneficio, ya que tendrían a su alcance y comodidad agua para el uso doméstico, sin la necesidad de esperar este servicio por medio de pipas.

El agua caliente por medio de la energía solar es un beneficio que se refleja en lo económico y ambiental, este tipo de opción ya es requerido y usado actualmente, se espera que su impacto sea cada día mayor.

Obtener energía eléctrica por medio de celdas solares, es un beneficio óptimo al igual que las anteriores propuestas, solo que el impacto económico en la inversión es mucho mayor, pero a largo plazo es redituable en un 90%, este tipo de alternativa es muy implementada en países extranjeros, su beneficio se ha tenido gran impacto en lo ambiental y en lo económico. En México no es tan implementado por falta de conocimiento respecto a los beneficios que nos brinda esta alternativa y es por ello que la adquisición de este recurso no está al alcance de la sociedad.

### **5.9 Discusión de resultados**

En México se encuentran instaladas casas que hacen uso de energías renovables, así como el uso eficiente de energía y recursos naturales. Algunas de ellas han servido como proyectos demostrativos para la difusión de los beneficios obtenidos y otras para amortizar los altos costos por los servicios que otorga el gobierno o simplemente porque carecen de ellos.

Existe una casa ecológica en el Parque Ecológico de Loreto y Peña Pobre, en la delegación Tlalpan, en la Ciudad de México. Esta casa se construyó en el año de 1994, con el apoyo del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universum, el Instituto Politécnico Nacional, la Lotería Nacional y la Fundación Manantial. En esta casa no hay una familia que la habite, sin embargo puede ser funcional para poder vivir en ella. Se hacen visitas guiadas a los visitantes por la casa de martes a domingo (GDF, 2010). En el Bosque de Chapultepec, en la Ciudad de México, se construyó en 1985 una casa ecológica financiada por la Sociedad de Arquitectos Ecologistas de México. Los objetivos de esta casa eran didácticos y demostrativos. Las técnicas implementadas eran bastante prometedoras e innovadoras y aprovechaba casi todos los potenciales de aprovechamiento energético. En el 2005 fue demolida pues no redituaba lo suficiente a los concesionarios (Deffis, 1990).

Existe otra vivienda sustentable en la Ciudad de México, de domicilio reservado, en la que también cuentan con tecnologías de aprovechamiento de energía y de reutilización de desechos. Esta casa está

## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2

habitada por la familia de uno de los socios de la empresa OP Energía. Ofrecen visitas guiadas ocasionales para quien lo solicite (OE, 2010).

En Santa Rosa Xochiac existe una vivienda sustentable dentro de la Ciudad de México, en la que se cuenta con diversas tecnologías de aprovechamiento de energía y de reutilización de desechos. Esta casa está habitada por una familia la cual carecía de los servicios básicos otorgados por el gobierno y la cual se estudio en la factibilidad en la implementación de ecotecnias en santa rosa xochiac caso 1 (Becerril y Rocillo, 2011).

Estos y muchos otros más son ejemplos de viviendas sustentables en México. Instituciones públicas como la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) ha puesto en marcha el proyecto piloto “Programa para la Vivienda Sustentable”, en la que se otorgan subsidios del 20% a los habitantes para que tengan una vivienda de interés social con uso de energías alternativas. Se han realizado estos proyectos en ciudades como Acapulco, Delicias, Monterrey, Villahermosa, Torreón, Tepic, Reynosa, Querétaro, Mexicali, Hermosillo y Ciudad Juárez. Un objetivo secundario es mejorar las Normas Oficiales Mexicanas a través del desempeño de los proyectos. También los gobiernos de Aguascalientes y el Distrito Federal iniciaron con el proyecto “Fraccionamiento Sustentable” el cual edificará 1518 viviendas (Angulo, 2009; Morillón, 2007; Llanos, 2010).

En la Tabla 5.46 y su complemento la Tabla 5.46y 5.46, se detallan las tecnologías implementadas en los sitios mencionados y el caso en estudio contemplando las propuestas de la presente tesis.

Se consideró que el consumo de agua por vivienda en el Distrito Federal es de 1,635 *l/día*, el consumo de gas L.P. por vivienda en México es de 10.2 *kg/día* y el consumo de electricidad es de 9.7 *kWh/día* (CONAGUA, 2007; SENER, 2008b; CFE, 2010b; Becerril y Rocillo, 2011).

**Tabla 5.47 Comparación de casa con ecotecnias**

Sitio	Construcción	Técnicas Adoptadas	Ahorros
<b>Casa ecológica autoeficiente del parque ecológico de Loreto y Peña Pobre</b>	1994	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción bioclimática</li> <li>- Calentamiento de agua con captador solar</li> <li>- Generacione electrica con paneles fotovoltaicos</li> <li>- Sistema de compost</li> <li>- Captador pluvial</li> <li>- Luminarias eficientes</li> <li>- Tragaluces y ventanales</li> <li>- Huerto</li> <li>- Invernadero</li> <li>- Sepraración de desechos</li> </ul>	<p>Electricidad 8.3 <i>kWh/día</i></p> <p>Gas 7.7 <i>kg/día</i></p>
<b>Casa ecológica autoeficiente del Bosque de Chapultepec</b>	1985	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción bioclimática</li> <li>- Climatización con trampa de calor de piedra</li> <li>- Climatización de la casa con inducción de aire</li> <li>- Invernadero adosado a la casa</li> <li>- Calentamiento de agua con captador solar</li> <li>- Secado de ropa solar</li> <li>- Reutilización de aguas grises</li> <li>- Ahorradores de agua de usó doméstico</li> <li>- Captador pluvial</li> <li>- Eliminación fotovoltaica</li> <li>- Separación de desechos</li> </ul>	<p>Electricidad 5 <i>kWh/día</i></p> <p>Gas 8.2 <i>kg/día</i></p>

FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2

Tabla 5.47(Continuación):Comparación de casa con ecotecnias

Sitio	Construcción	Técnicas Adoptadas	Ahorros
Casa ecológica de la empresa OP Energía	No disponible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calentamiento de agua con captador solar</li> <li>- Captador pluvial</li> <li>- Luminarias eficientes</li> <li>- Tragaluces y ventanas</li> <li>- Ahorradores de agua de uso domestico</li> <li>- Separación de desechos</li> </ul>	<p>Electricidad 4.4 kWh/día</p> <p>Gas 7.7 kg/día</p>
Viviendas con tecnologías sustentables de interés social del programa "Vivienda Sustentable"	Fin de la construcción del proyecto programado a finales del 2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calentamiento de agua con captador solar</li> <li>- Ahorradores de agua de uso domestico</li> </ul>	<p>Gas 5.1 kg/día</p>
Viviendas con tecnologías sustentables de interés social del programa "Fraccionamiento sustentable"	2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calentamiento de agua con captador solar</li> <li>- Sensores para ahorro en iluminación</li> <li>- Iluminación fotovoltaica</li> <li>- Captador pluvial</li> <li>- Reutilización de aguas grises</li> <li>- Separación de basura</li> </ul>	<p>Electricidad 3.9 kWh/día</p> <p>Gas 7.7 kg/día</p>
Factibilidad en la implementación de ecotecnias en Santa Rosa Xochiac caso 1	2011	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calentamiento de agua con captador solar</li> <li>- Climatización de la casa con captador solar y Muro radiante</li> <li>- Sistema de compost</li> <li>- Digestor para tratar las aguas grises</li> <li>- Generación eléctrica con paneles fotovoltaicos</li> <li>- Bombeo de bajo consumo</li> <li>- Captador pluvial</li> <li>- Luminarias eficientes</li> <li>- Sensores para ahorro en iluminación</li> <li>- Contactos de control para aparatos en espera</li> <li>- Tragaluces y ventanales</li> <li>- Separación de desechos</li> </ul>	<p>Electricidad 11.3 kWh/día</p> <p>Gas 9.9 kg/día</p> <p>Agua 4.2l/día</p>
Casa típica en México sin tecnologías de beneficio ambiental y energético		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consumo eléctrico por la red de la CFE</li> <li>- Calentamiento de agua con gas LP</li> <li>- Aparatos con consumo de carga en espera</li> <li>- Luminarias ineficientes</li> <li>- Climatización con maquinas de aire Acondicionado</li> </ul>	<p>Electricidad 9.7 kWh/día</p> <p>Gas 10.2 kg/día</p> <p>Agua 1,635 l/día</p>

Como primera instancia observar que al realizar la parte de factibilidad económica de todo el proyecto se obtiene que el proyecto presenta un costo/ beneficio (C/B) indiferente de 0.77

Al revisar la factibilidad por separado; térmico, eléctrico y agua se presenta un costo/ beneficio de la siguiente forma:

Tabla 5.47(Continuación): Comparación de casa con ecotecnias

Sitio	Construcción	Técnicas Adoptadas	Ahorros
Casa típica en México sin tecnologías beneficiosas ambientales y energéticas		- Calentamiento de agua con captador solar	Electricidad
		- Climatización de la casa con captador solar y muro trombe	117 kWh/día
		- Generación eléctrica con paneles fotovoltaicos	Gas
		- Iluminación fotovoltaica	6.3 kg/día
		- Sensores para ahorro de iluminación	
		- Ahorradores de agua de uso doméstico	Agua
		- Captador pluvial	452 l/día
		- Separación de basura	

$$C/B_{\text{Térmico}} = 1.26$$

$$C/B_{\text{Eléctrico}} = 0.4617$$

$$C/B_{\text{Agua}} = 1.01$$

Dando como se tuvieron resultados que el térmico y agua son totalmente factibles mientras que el eléctrico nos da un se tuvieron resultados no factible.

Al revisar la información que arroja la casa se puede decir que el consumo eléctrico registrado en los recibos no sobrepasa lo calculado como carga eléctrica por el hecho de que los medidores no presentan un consumo alto como se debiese esperar por la magnitud de la propiedad, esto es debido a que las personas que habitan son pocas y por lo tanto se consume solo lo necesario.

El ahorro de agua y térmico son factibles, aparte de cuidar el medio ambiente representa un ahorro reflejado en dinero. Implementar estos sistemas es muy recomendable.

En la Figura 5.51 se presenta un croquis del terreno con la ubicación de las tecnologías implementadas permitiendo apreciar éstas y así poder juzgar las propuestas de este documento comparándolas con los proyectos ya existentes en nuestro país, y consigo apreciar que estas tecnologías no interfieren con el desarrollo humano y mucho menos quitarle apreciación a el domicilio ya que fue la principal recomendación de la dueña.



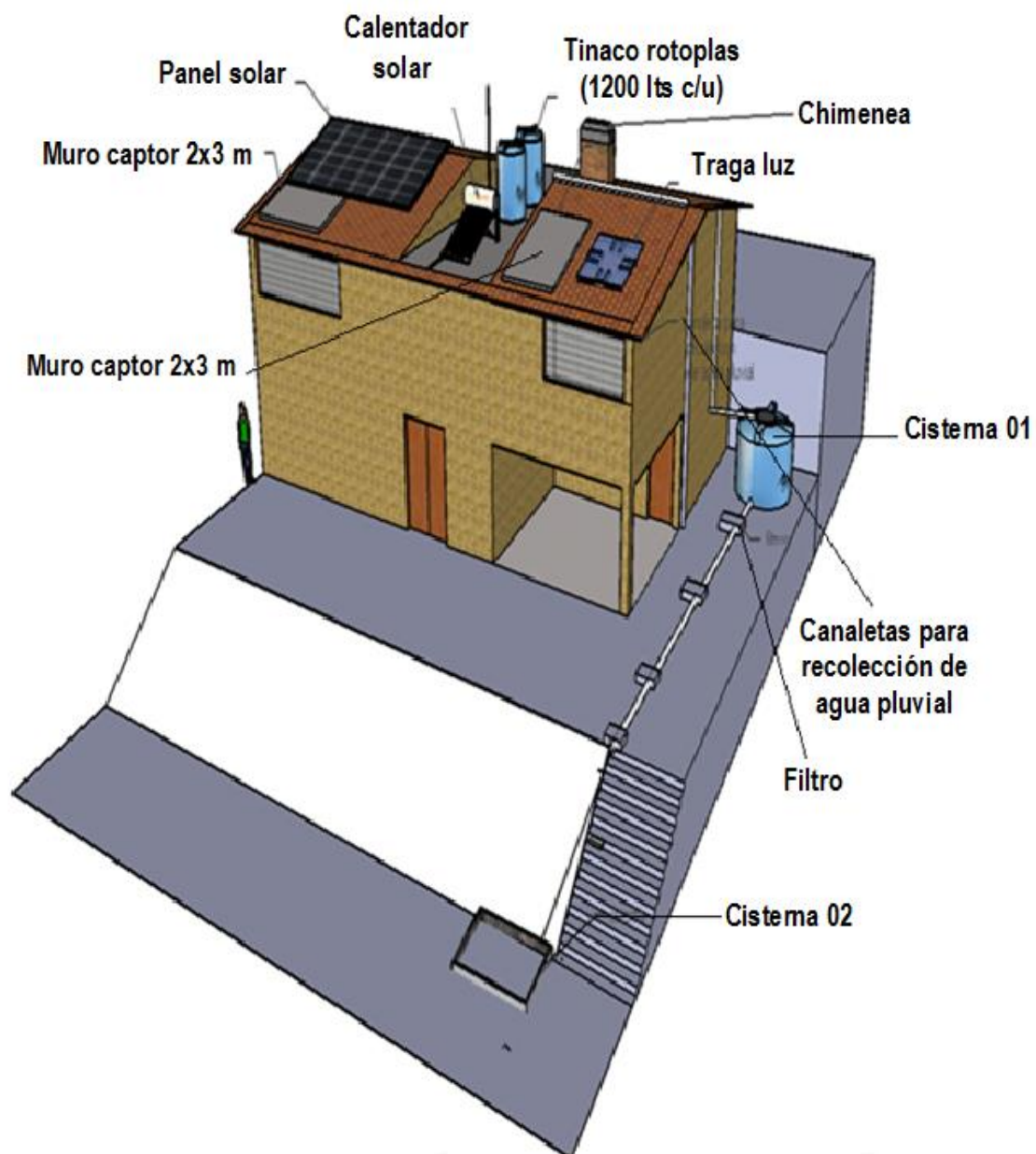


Figura 5.51 tecnologías implementadas en el domicilio

## CAPÍTULO 6 - CONCLUSIONES

La importancia de preservar el medio ambiente en la actualidad como cuidar el agua , preservar nuestros ecosistemas, reducir nuestro consumo de energía eléctrica, gas y racionar el agua potable permitiendo el aprovechamiento del agua pluvial y radiación solar a la solución a estos problemas.

Con base en la información recabada en Santa Rosa Xochiac y el estudio de factibilidad económica, permite la implementación de ecotecnias. La falta de servicios básicos en el lugar, como son drenaje , distribución de gas y abastecimiento de agua; así como la climatización fría de la vivienda.

Siguiendo los objetivos propuestos, se ha tratado de encontrar la forma de reducir los impactos ambientales que provoca el habitar en una casa en suelo de conservación. El método que se eligió fue el de reducir impactos ambientales a través de ahorros energéticos, generación eléctrica alternativa y captación de agua.

Tomando en cuenta los recursos disponibles del lugar y las características del sitio de estudio, se concluye que hay que abastecer de estos servicios básicos al domicilio aplicando ecotecnias, de tal manera que sean reincorporados de manera amigable a los ciclos naturales sin afectar el área.

Para este proyecto la generación de energía eléctrica por medio de paneles solares no factible económicamente, por lo tanto no es recomendable su desarrollo, debido a lo siguiente:

- 1) Inversión inicial demasiado alta
- 2) El periodo de recuperación se acerca demasiado a la vida útil de los paneles
- 3) No es necesario por el bajo consumo de electricidad.

Desde una perspectiva de conciencia ambiental o social, si no se contamina o daña más la zona del parque Desierto de Leones, el proyecto de fotoceldas debería de ser más que justificable, pero desde un aspecto financiero que aloja un resultado completamente negativo y por lo tanto no viable se descarta esta implementación .Siendo más razonable se aconseja quedarse con su conexión directa a la red eléctrica de CFE; pues el consumo generado por los habitantes de la propiedad es pequeño y los picos que han tenido son más bien por un mal uso de la energía, también se le aconsejaría sólo dos acometidas o hilos y no tres como en la actualidad se tiene. Un punto importante es que no se prevé un aumento de personas en la vivienda que en un futuro podrían justificar el costo del proyecto y así ser viable, si este existirá, en un momento dado, sería lo ideal para que se llevara a cabo la implementación del sistema. El diseño sistema fotovoltaico se pensó a un 90 % (Tabla 6.1 y Figura6.2), pero por condiciones del lugar alcanza una eficiencia del 75% (Tabla 6.2 y Figura 6.2).

**Tabla 6.1 Consumo eléctrico en casa**

Resumen	Watts	Watts/Hora	Uso de
	Totales	Por día	electricidad en % por día
Primer recámara con baño	468	440.86	5.65
Segunda recámara con baño	77	154	1.972
Tercera recámara	142	223.5	2.864
Cuarto de servicio	6,922.00	1,758.32	22.526
Cocina	3,019.00	3,235.00	41.445
Comedor	44	35.2	0.451

Sala	1,364.00	1,454.12	18.629
Pasillos, escaleras y baño	66	16.5	0.211
Entrada, pasillos y jardín	1,349.70	487.995	6.252
<b>TOTAL</b>	<b>15,606.70</b>	<b>7,805.49</b>	<b>100</b>

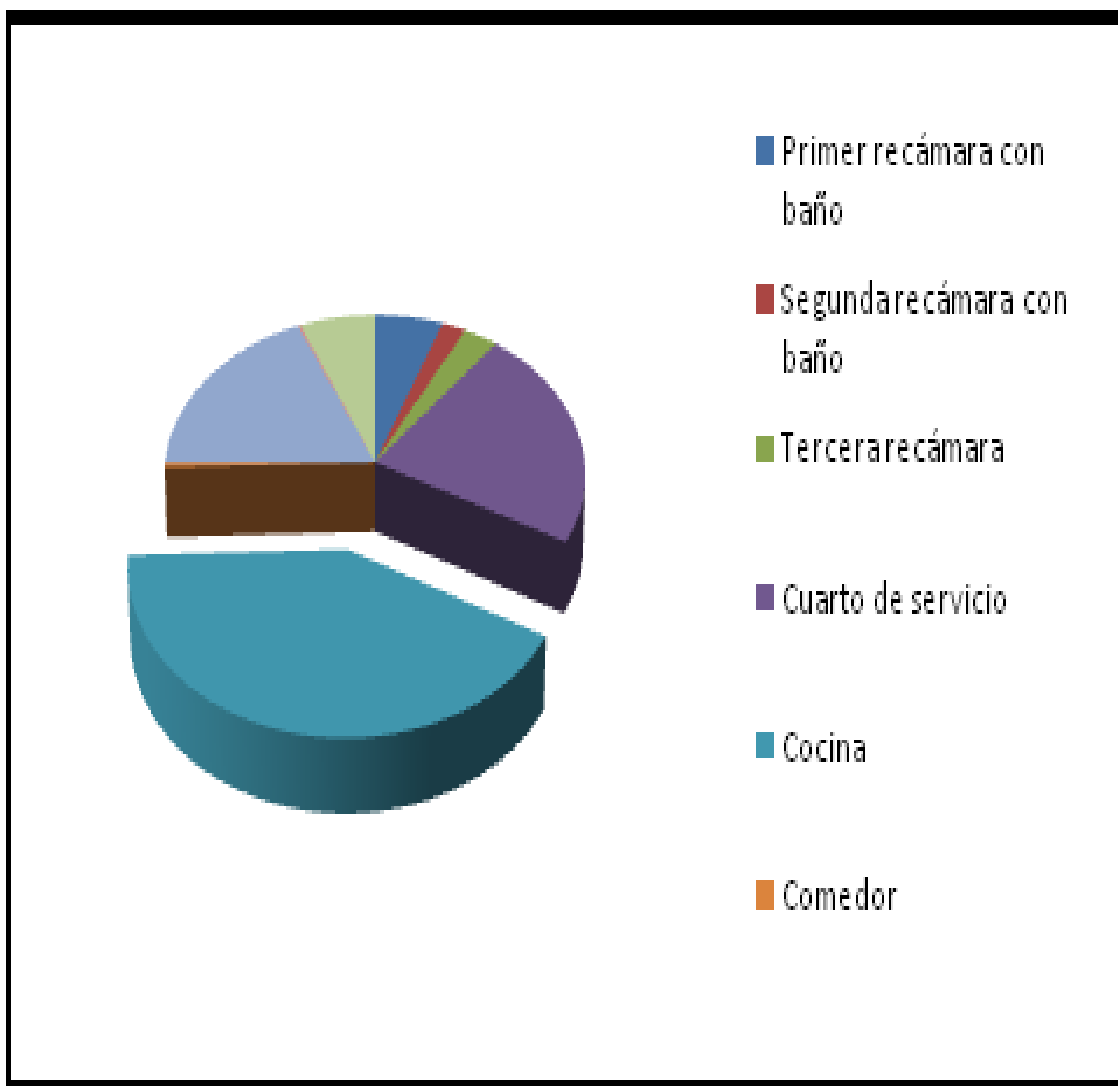


Figura 6.1 Consumo eléctrico en casa

Tabla 6.2 Eficiencia Fotovoltaica instalada

Fotoceldas [W]	Eficiencia
5854.1175	75%

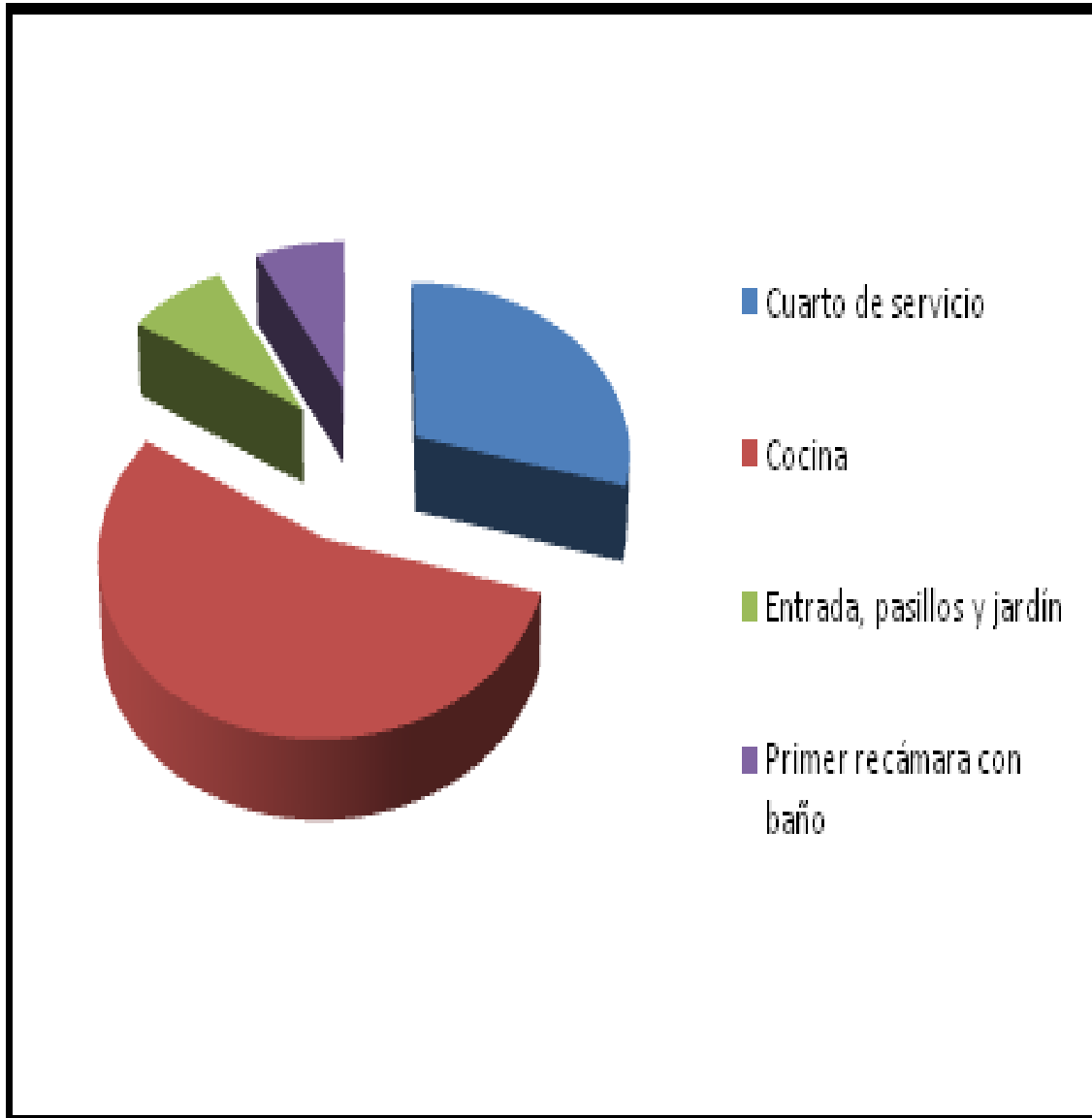


Figura 6.2 Áreas cubiertas por demanda

Y con esta implementación se evitará la emisión de aproximadamente 1 Kg de CO<sub>2</sub> en las centrales donde se genera electricidad.

Dentro del consumo térmico se tiene un estima de la radiación solar donde se consideraron días soleados, esta es una característica que corresponde a la zona en donde se ubica el ambiente y los flujos de calor debido a la ventilación e infiltración (velocidad del viento y diferencia de temperatura) que posee en el lugar de estudio durante el desarrollo de esta tesis en el cual se introdujo un concepto muy importante dentro de esta temática, que es el confort térmico para los usuarios y así implementar un muro captor.

El diseño del muro captor nos brinda una alternativa para la calefacción del lugar, dado que presenta temperaturas bajas durante todo el año, de tal forma que con poco presupuesto podemos cubrir de aire caliente a temperatura confort habitaciones específicas del uso habitual.

En la Figura 6.3 se puede observar que en calefacción tenemos un mayor gasto en leña considerable, dado que se quema una gran cantidad de leña al día, la opción de una chimenea eficiente la omitimos, dado que buscamos la menor generación de CO<sub>2</sub>.

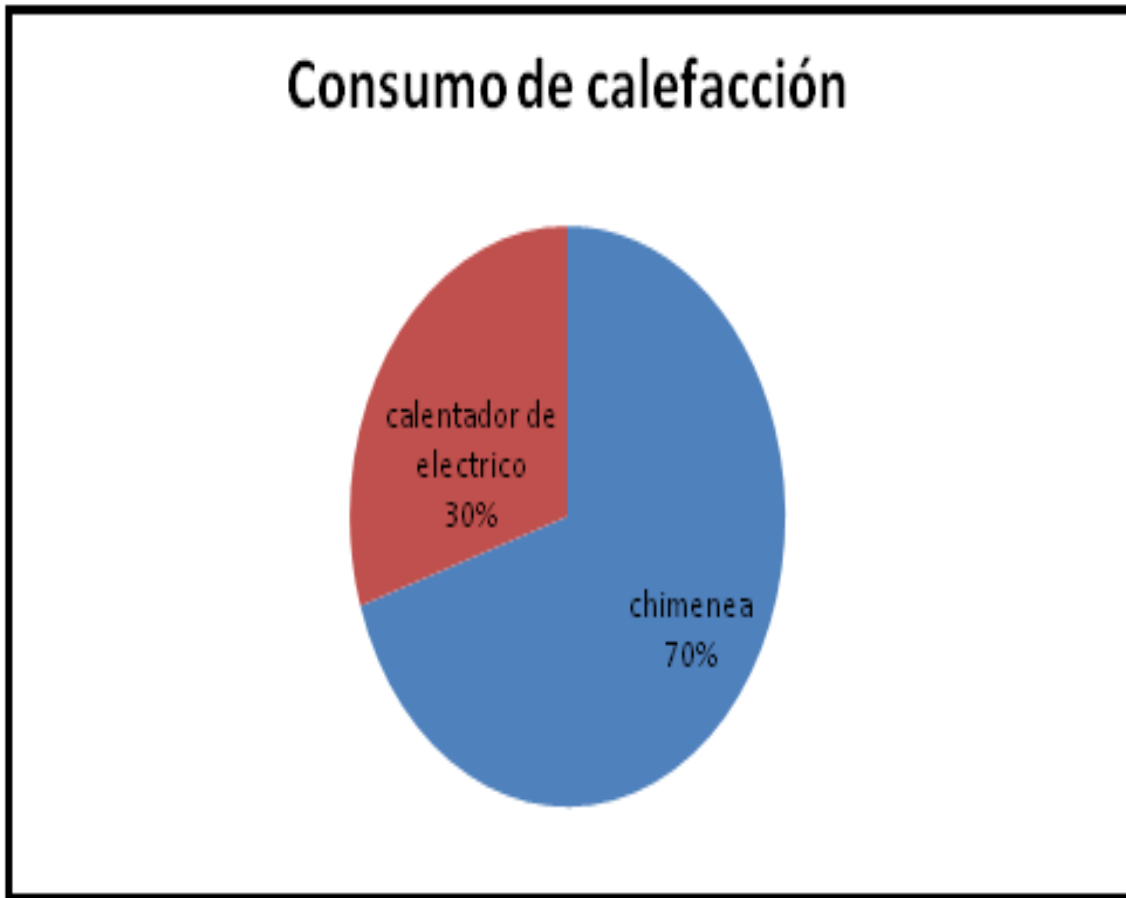


Figura 6.3 Consumo de calefacción en la casa mensual

La instalación del Calentador solar permite ahorrar en gran medida el consumo de gas lp, para el abastecimiento de agua caliente en baños, y en otras áreas de la casa, con la previa recomendación a los habitantes para la eliminación de la toma de agua caliente en lavadoras; así como de gas en la secadora. De tal forma que sea un beneficio económico y ambiental. Con este ahorro se evitará un gasto de 88.00lts de gas mensual, lo que equivale a 1.023 KW/h (Tabla 6.3).

Tabla 6.3 Habitaciones específicas de mayor consumo térmico en agua caliente

Habitación	Consumo Gas	Potencia
cocina	11 lts	0.1279 Kw/h
secadora	33 lts	0.3837 Kw/h
lavadora	22 lts	0.2558 Kw/h
baños	44 lts	0.5117 Kw/h

Respecto al consumo de leña tendrá un ahorro prácticamente del 100%, ya que se eliminaría el uso de la chimenea que abastece de calor a determinados puntos de la casa (Figuras 6.4 y 6.5), el calentador eléctrico en temporada de sol eliminaríamos por completo su uso, por lo que se tendrá un ahorro de

445.20 Kw/h, esto con el uso del muro captor que repartiría aire caliente de tal forma que llegue la temperatura a un confort de 25 °C, (Tabla 6.4).

Tabla 6.4 Consumo de calefacción mensual

Calentadores	Consumo	Potencia
chimenea	90 Kg	385.20 Kw/h
calentador de eléctrico	60 Kw/h	60 Kw/h

Habitaciones donde se requiere aire caliente.

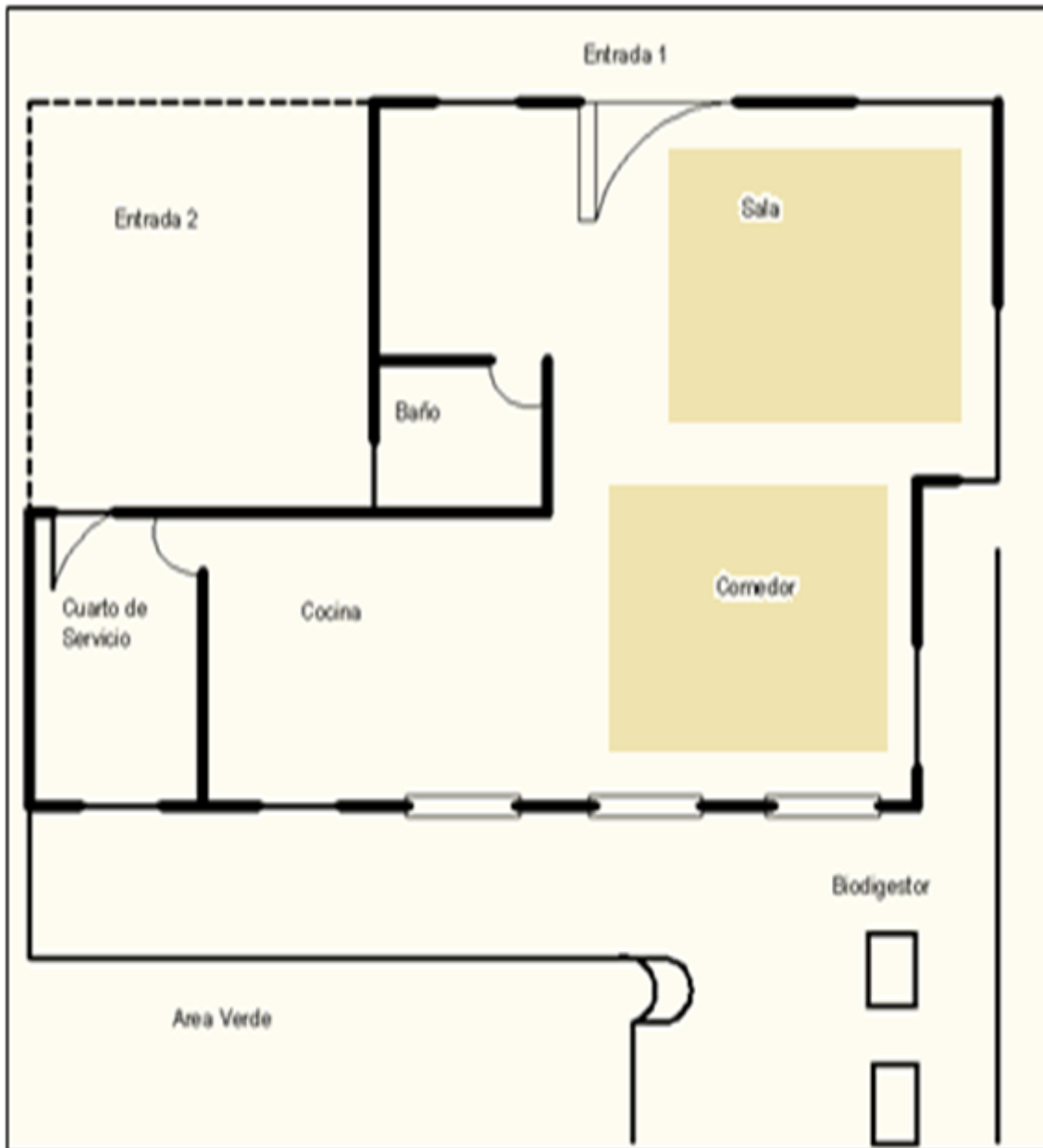
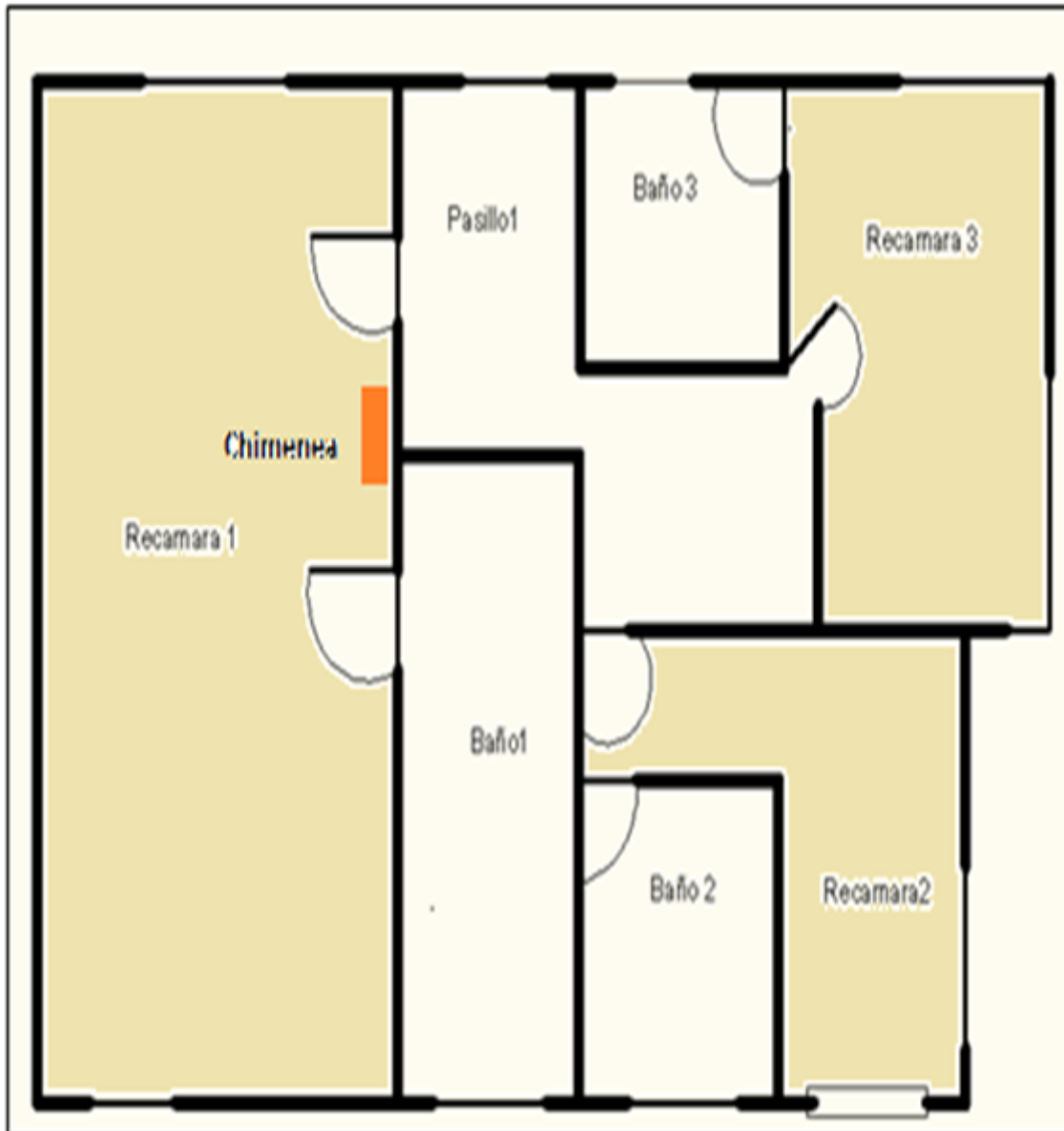


Figura 6.4 Lugares específicos para calefacción



**Figura 6.5 Lugares específicos para calefacción**

Dejando como opción en ausencia de radiación solar una chimenea eficiente para la habitación principal y el boiler para el abastecimiento de agua caliente.

Con la implementación de los calentadores se tuvieron un ahorro del 64% del consumo global de gas y leña lo que representaría 192.696 Kg CO<sub>2</sub> menos de emisiones a la atmosfera.

En la Figura 6.6 se puede observar que el mayor consumo de agua caliente lo tenemos en baños y secadora, este gasto energético lo podemos reducir con el calentador solar propuesto.

Se obtuvo un ahorro del 75%, dado que el nivel de radiación es menor por la ubicación geográfica. (Figuras 6.7 a6.8).

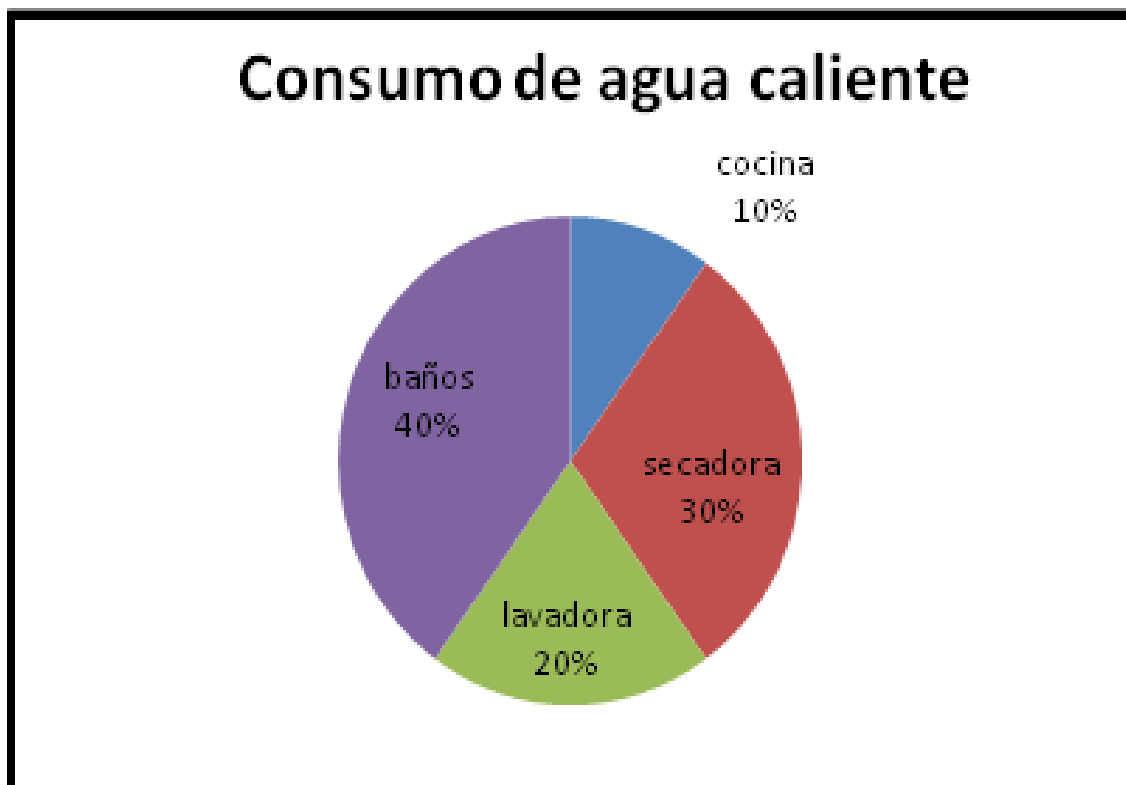


Figura 6.6 Consumo de agua caliente en la casa



Figura 6.7 Lugares específicos de gasto de agua caliente planta baja





**Figura 6.8 Lugares específicos de gasto de agua caliente planta alta**

El agua pluvial es perfectamente utilizable para muchos usos domésticos en los que puede sustituir al agua potable, como en lavadoras, lavavajillas, WC y riego, todo ello con una instalación sencilla y rápidamente amortizable que permite a los usuarios de Santa Rosa Xochiac utilizar este vital líquido sin necesidad de estarlo comprando y sobre todo sin estar esperando a que les surtan el agua.

Ya que el agua es un recurso natural cada vez más importante y escaso en nuestro entorno, se puede fácilmente concluir que la instalación de un sistema de captación de agua de lluvia, puede ahorrar fácilmente hasta un 70% del consumo de agua potable en su casa y puede resolver fácilmente el desabasto de agua

La implementación de un Captador Pluvial es completamente factible en lo ambiental y en lo económico, dado que los habitantes invierten en la compra de agua cantidades elevadas y por lo tanto podemos considerar lo siguiente.

- 1) Resuelve el desabasto de agua.
- 2) La inversión inicial es recuperable a corto plazo
- 3) El tener disposición de agua en su propiedad, sin necesidad de buscar obtenerla.

La evaluación del proyecto en forma global no fue satisfactoria, ya que de acuerdo a la relaciónse tuvo como resultado el valor presente neto es menor a 1, el proyecto global no factible, así como la evaluación económica ya que el periodo de recuperación es de 11 años y su periodo de vida es de 36 años y ya que dichos estudios en forma separada son factibles, por lo que se propone la implementación del ahorro térmico y de la captación pluvial. Lo que permiten solucionar la problemática de falta de servicios y eliminar la generación de emisiones CO<sub>2</sub>

## REFERENCIAS

- Adler, I., Carmona, G. y Bojalil, A. 2008. Manual de Captación de Aguas de Lluvia para Centros Urbanos. México, D.F., México.
- Agencia de Noticias del Estado Mexicano, Notimex el 13 de agosto 2009. México D.F., México.
- Alvarado, D.2001. "Caracterización Espacial de la Declinación del Oyamel (*Abies religiosa*) en el Desierto de los Leones". Publicación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D.F., México.
- Álvarez, J. 2000. Algunos Aspectos del Impacto Ambiental en el Parque Nacional Desierto de los Leones. Tesis Profesional de la carrera de biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de ciencias de la UNAM. Ciudad Universitaria. México, D.F., México.
- AM, 2009. Problemática del agua e importancia de aguas subterráneas. Publicación de AGUA EN MEXICO, Centro virtual de información del agua. México, D.F., México.
- Angulo, C. 2009. Inician construcción de fraccionamiento sustentable. Publicado en la
- Arce, N y Hernández Y. 1990. Estudio de la corteza del árbol como indicador de contaminación por la lluvia ácida en el parque Cultural y Recreativo Desierto de los Leones. Informe de Servicio Social del 2 de marzo de 1987 al 23 de agosto de 1988. Carrera de Biología. Departamento del hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F., México.
- Ávila, A. 2002. The Future of the International Climate Change Regime en Voices of Mexico. Publicación de CISAN-UNAM, capítulo nacional de Organización Mundial de Legisladores para un Medio Ambiente Balanceado. Centro de Investigaciones sobre América del Norte-Universidad Nacional Autónoma de México. No. 85, Mayo – Agosto. México, D.F., México.
- AXOL, 2010. Ficha técnica de calentador solar modelo AXOL. Querétaro., Querétaro.
- Besley S, 2008. Fundamentos de administración financiera. Análisis de sensibilidad. EditorialMcGraw-Hill. 667 pág. 14ª Edición. México, D.F., México.
- Bigmat, 2009. La tienda profesional de la construcción. Manual de instalación de canaletas. México D.F., México.
- Cantoral, T. 1986. Comunidades líquénica epífitas en *Abies religiosa* (H.B.K.) Cham&Schl. Como indicadores de contaminación atmosférica en el parque Cultura y Recreativo Desierto de los Leones. Tesis de Biología. Escuela de Estudios Profesionales Iztacala. UNAM. México, D.F., México.
- Ceballos, G. y Galindo C. 1984. Mamíferos Silvestres de la Cuenca de México. Editorial Limusa. México, D.F., México. 299 pp.
- CFE y CRE, 2009. Elaboración propia con base en datos de la Comisión Reguladora de Energía y la Comisión Federal de Electricidad. Unidades Generadoras en Operación, 2008, Sistema Eléctrico Nacional (Servicio Público), 200 Edición, CFE, Marzo de 2009. México, D.F., México
- CONAFOVI, 2006.Guía para el uso eficiente de la energía en la vivienda. Publicación de la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda. México, D. F., México.

CONAGUA, 2009. Indicadores del agua potable, alcantarillado y saneamiento. Publicación Comisión Nacional del agua. México D.F., México.

CONANP, 2006. Parques Nacionales. Publicación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México D.F., México.

CONANP, 2010. Áreas naturales decretadas Parque Nacional Desierto de los Leones. Publicación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México D.F., México.

De Lorenz, F. y Luna, P. 2008. Diagnóstico de las condiciones ambientales actuales dentro de la poligonal que habitan los vecinos organizados por un Futuro Verde, Santa Rosa Xochiac. Vecinos Organizados por un Futuro Verde A.C. México D.F., México.

Deffis, A. 1990. La casa ecológica autosuficiente para clima templado y frío. Editorial Concepto. México D.F., México.

DGCOH. D.D.F. 2009, El Suministro de Agua. Publicado por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del Departamento del Distrito Federal. México, D.F., México.

Dickson, M. y Fanelli, M. 2004. ¿Qué es la Energía Geotérmica? Publicado por el Instituto de Geociencias y Recursos de la Tierra CNR. Pisa, Italia.

Dorn, J. 2008, World Geothermal Power Generation Nearing Eruption. Publication of Earth Policy Institute, Washington. D.C., EE.UU..

Electricasas, 2009. Lámparas de inducción magnética. Empresa dedicada a electricidad del hogar y electrónica fácil. México, D.F.

Enríquez, G. 2009. Nuevas técnicas energías renovables. Notas para curso. Impartido en la Comisión Federal de Electricidad (CFE). México, D.F., México.

ES, 2009. Instaladores de energía solar. Energy – Spain, empresa dedicada a la instalación de energía solar y eólica. Madrid, España.

FOCER, 2009. Manual sobre energías renovables. Publicación realizada por el Fortalecimiento de la capacidad en Energía renovable para América Central. BiomassUser Network (BUN-CA). José, Costa Rica

Freyermunth, E. 1952. Contribución al Conocimiento de la Flora Fanerogámica del Desierto de los Leones. Tesis Profesional de la carrera de biología de la UNAM. Facultad de Ciencias de la UNAM. Ciudad Universitaria. México, D.F., México.

García, E., 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para adaptarlo a la República Mexicana). Publicación del Instituto de Geografía de la UNAM. México, D.F., México.

GDF, 2010. Visita a la Casa Ecológica Autosuficiente, llamada “Casa Ecológica de Loreto y Peña Pobre”. Tlalpan, D.F., México.

GREENPEACE, 2008. El primer paso para la eficiencia energética en México. Publicación de Greenpeace México, México, D.F., México.

- Gutiérrez, B. y Flores F. 1988. Sistema de Manantiales del Desierto de los Leones. Publicación de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulicas del Departamento del Distrito Federal
- Guzmán G, 1998. Taxonomía y Ecología de los principales hongos comestibles de diversos lugares de México. *Anales del Instituto de Biología* 32:33-135. UNAM. México, D.F., México.
- Halfpeter, G. 1984. Las Reservas de la Biosfera: Conservación de la Naturaleza para el Hombre. *Acta Zoológica Mexicana*, 5:4-48.
- Hergom, 2010. *Decora tu vida con el fuego hergom*. Catalogo de chimeneas y calefactores. Publicado por Hergom México. México D.F., México.
- Hernández, F. 2009. Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez del recurso. *Manual de capacitación para la participación comunitaria*. Oaxaca, Oaxaca, México.
- IEA, 2008a. *Renewable Energy Outlook. 2008*. Publication of Energy Information Administration. Washington. D.C., EE.UU..
- IEA, 2008b. *Official Energy Statistics from the U.S.* Publication of Energy Information Administration. Washington. D.C., EE.UU..
- IEA, 2009. Office of Integrate Analysis and Forecasting. *International Energy Outlook*. Publication of Energy Information Administration. Washington. D.C., EE.UU..
- IIE, 1998. *Perspectivas de la investigación de recursos energéticos del subsuelo en el IIE*. Actividades de investigación/ Boletín del Instituto de Ingeniería Eléctrica (IIIE). México, D.F., México, marzo-abril 1998.
- IMEP, 1995. *Publicación del Instituto Mexicano de Estudios Patrimoniales*. Régimen de tenencia de la tierra de tipo comunal y ejidal. Tlalnepantla, Edo. De México., México.
- INE, 2007. *Situación de los residuos sólidos en México*. Publicado por el Instituto Nacional de ecología. México, D.F., México.
- INEGI; 2000. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. "Cuaderno Estadístico Delegacional No. 931765". Publicación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón. D.F., México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1993. Cuajimalpa de Morelos, Distrito Federal. Cuaderno Estadístico Delegacional. 102 páginas.
- Llanos, R. 2010. *Crea el INVI el primer desarrollo habitacional de interés social sustentable*. Publicado en el periódico *La Jornada* el 15 febrero 2010.
- Marín, L. 2009. *El Agua en México: Retos y Oportunidades*. Publicación del Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., México.
- Melo, C. 1979. *Ensayo metodológico para la planificación del Parque Nacional Desierto de los Leones*, D.F. Tesis de Maestría en geografía. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. México, D.F., México.
- Montejano, L. 2008. *Sistemas de calefacción solar por aire*. Tesis de Maestría de Arquitectura. Facultad de Arquitectura, UNAM. México, D.F., México.

- Morillón, D. 2007. Prospectiva de las fuentes renovables de energía para el sector de la vivienda de interés social en México. En memorias del 6° Seminario Regional de Innovación organizado por el Instituto de Ingeniería, UNAM. México, D.F., México.
- Obieta, C. y Sarukhán, J.1981. Estructura y composición de la vegetación herbácea de un bosque uniespecífico de *Pinushartwegii*. I. Estructura y composición florística. Bol. Soc. Bot. 41:75-125.
- OE, 2010. Casa Autosustentable habitada. Publicación de la empresa mexicana Openergía. México D.F., México.
- Osram, 2010. Lámparas Halógenas. Publicación de Osram, empresa dedicada a lámparas, línea innovadora de luz, con productos al cuidado del ambiente. Tepoztlán, Estado México
- Philips, 2009. Lámparas fluorescentes compactas integradas. Publicación de Philips mexicana, empresa dedicada a la producción de lámparas innovadoras de luz para el cuidado del ambiente. Huixquilucan, Edo. de México, México.
- Rojas, R. 2009. Construcción de un biodigestor como alternativa de generación eléctrica "limpia". Publicación del Instituto Tecnológico de Ensenada. Baja California, México.
- Rzedowski, J. 2001. Vegetación de México. 1ra. Edición Digital. Publicación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 540 pp. México, D.F., México.
- Rotoplas, 2009. Mejor Agua. Gran capacidad de almacenamiento. Catalogo de cisterna equipada 2009.Publicacion de Rotoplas. México D.F., México.
- SAECSA, 2010. Energía Solar en México SAECSA: Energía Solar Térmica, Energía Solar Fotovoltaica. Puebla, Puebla., México.
- SAG. 1970. Código Forestal. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Departamento de Divulgación. México, D.F., México.
- SARH, 1982. Registros del Servicio Meteorológico Nacional 1954-1982. Publicación de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F., México.
- SARH, 1994. Registros del Servicio Meteorológico Nacional 1954-1994. Publicación de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F., México.
- SEMARNAT, 2006. Guía de Ecotecnias, 2, Dirección de Concertación y Participación Ciudadana. Publicación de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F., México.
- SENER, 2006. Secretaría de Energía. Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México. Secretaría de Energía, 2006
- SENER, 2007. Balance General de Energía. Publicación de la Secretaría de Energía. México, D.F., México.
- SENER, 2008a. Balance General de Energía. Publicación de la Secretaría de Energía. México, D.F., México.
- SENER, 2008b. Prospectiva del Sector Eléctrico 2007-2017. Publicación de la Secretaría de Energía. México, D.F., México.

SENER, 2009. Título del artículo Programa Especial para el Aprovechamiento de las Energías Renovables. Publicación de la Secretaría de Energía. México, D.F., México.

SS. 2009. Energía solar térmica, Portal de Energías Renovables. Publicación de Portal de Energías Renovables. Madrid. España.

SMA. 2010. Solar Electric Supply, Inc. Ficha técnica de uso del inversor modelo SMA sunyboy SB4000US. EEUU.

Sosa, A. 1952. Parque Nacional Desierto de los Leones. SAG. Dirección General Forestal y de Caza. Colección: Los Parques Nacionales de México. 137 páginas México, D.F. México.

Velázquez, M. y Romero, N. 1999. Biodiversidad de la Región de Montaña del sur de la cuenca de México. Publicación de la Universidad Autónoma Metropolitana y de la Secretaria de Medio Ambiente. México, D.F., México. 352 pp.

Vigil, E., 2009. Una nueva generación de lámparas leds. Pub. Academia de Ciencias de la Universidad de la Habana. La Habana, Cuba.

### ANEXOS

#### Anexo A

##### **NMX-001-NORMEX-2005**

Por el momento la única norma para calentadores solares es NMX-001-NORMEX-2005, entro en vigencia el 14 de octubre del 2005, llamada norma mexicana Energía Solar Rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua- Métodos de Prueba y Etiquetado. Fue elaborado por el Comité Técnico de Normalización Nacional de Energía Solar, que establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en albercas, fosas de clavados, regaderas, lavamanos. Uso de cocinas, lavanderías y tintorerías. Su objetivo es establecer los métodos de prueba para determinar el rendimiento térmico y las características de funcionalidad de los colectores solares que utilizan como fluido de abajo agua, comercializados en los Estados Unidos Mexicanos.

Existen diversas propuestas para un sistema de calefacción solar, respaldados por instituciones u organizaciones de gran prestigio a nivel mundial. Entre las principales instituciones que avalan la eficacia de estos sistemas se encuentran: American Solar Energy Society (ASES), the Solar Energy Industries Association (SEIA), U.S. Green Building Council (USGBC), U.S. Department of Energy y Retscreen International de Canadá.

Hasta el momento en México no existe alguna institución que avale la eficacia de productos de estas características, sin embargo, CIE (Centro de Investigación de Energía de la UNAM) funge como organismo de prestigio que mediante especialistas en el campo puede realizar pruebas y generar información certera del funcionamiento y eficiencia de todo aquel sistema o producto que estén relacionados con el aprovechamiento de energía; además existe la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), que hasta el momento ha sido un polo para los especialistas en el tema.

##### **Norma Americana ASTM D-2241 y Norma Nacional NMX-E-145/1**

En estas normas se encuentran las especificaciones del PVC poli(cloruro de vinilo), en el cual se menciona que la tubería debe de cumplir con las dimensiones relacionadas al termoplástico y presión nominal de agua y que debe ser de un material que cumpla con los rangos de temperatura, presión y dimensiones Internacionales así como los requisitos y métodos de ensayo de materiales, mano de obra, dimensiones, presión constante, la presión de rotura, aplastamiento, y la calidad de extrusión.

##### **Norma NSF / ANSI 61**

En esta norma se encuentra el Sistema de Agua Potable de efectos en la salud de los componentes del sistema de agua potable. Establece los efectos de salud para los contaminantes químicos e impurezas que están indirectamente en el agua potable a partir de productos, componentes y materiales utilizados en sistemas de agua potable.

##### **Norma NSF / ANSI Estándar 14**

En esta norma se encuentra los componentes del sistema de tuberías de plástico y materiales relacionados con los criterios para las necesidades físicas y de rendimiento, garantía de calidad y mantenimiento de registros para los componentes del sistema de tuberías de plástico y otros materiales relacionados para los sistemas de agua potable, cañerías los cuales se levantaron directamente de la

## FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2

NSF 14, que ahora hace referencia a la NSF 61 para los efectos de salud para todos los productos de agua potable y los requisitos de efectos sobre la salud en esta norma y se aplica a plásticos termoplásticos y termoestables y tuberías de los componentes del sistema.

Esta norma cubre todos los materiales utilizados en un sistema de tuberías de plástico, como PVC, CPVC, PE, PEX, PP, ABS, aire acondicionado, NP, PP, así como latón, cobre, materiales compuestos y otros materiales.

**Tabla Anexo A.1 Insolación global media inclinación a la latitud en México en kWh/m<sup>2</sup>-Día o HSP**

Estado	Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Min	Max	Med
Aguascalientes	Aguascalientes	4.5	5.2	5.9	6.6	7.2	6.3	6.1	5.9	5.7	5.1	4.8	4	4	7.2	5.6
Baja CaliforniaSur	La Paz	4.4	5.5	6	6.6	6.5	6.6	6.3	6.2	5.9	5.8	4.9	4.2	4.2	6.6	5.7
Baja California	Mexicali	4.1	4.4	5	5.6	6.6	7.3	7	6.1	6.1	5.5	4.5	3.9	3.9	7.3	5.5
Baja California	San Javier	4.2	4.6	5.3	6.2	6.5	7.1	6.4	6.3	6.4	5.1	4.7	3.7	3.7	7.1	5.5
Baja California Sur	S. José del Cabo	5	5.6	5.8	5.9	6.9	6.1	5.8	6.2	5.8	5.8	5.2	4.4	4.5	6.3	5.7
Campeche	Campeche	4.8	5.7	6	5.3	5.4	4.9	4.9	5.3	5.2	5.4	5	4.3	4.4	6	5.2
Chiapas	Arriaga	5.1	5.4	5.5	5.9	5.6	5.2	5.9	5.5	5.1	5.3	5.1	4.7	4.7	5.9	5.4
Chiapas	Juan Aldama	4.4	5.1	4.9	4.5	4.5	4.1	4.4	4.5	4.1	4.3	4.4	4.2	4.1	5.1	4.5
Chiapas	San Cristóbal	4	4.3	4.5	4.5	4.8	4.7	5.4	5.3	4.6	4.2	3.9	3.7	3.7	5.4	4.5
Chiapas	Tapachula	5.4	4.9	4.8	4.6	4.7	4.7	5.2	5.1	4.6	4.1	4.3	4.1	4.1	5.4	4.7
Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	3.8	4.4	4.6	4.8	5.3	5.1	5.4	5.3	4.9	4.4	4.1	3.7	3.7	5.4	4.7
Chihuahua	Chihuahua	5.8	6.4	6.8	6.9	6.9	6.4	6.4	6.5	6.8	6.8	6	5.2	5.3	8.9	5.9
Chihuahua	Guachochi	3.3	3.5	3.9	4.4	5.1	5.3	5.4	5.6	5.7	5.1	4.9	4.4	3.3	6.9	6.4
Chihuahua	Cd. Juárez	6	7.2	7.3	7.3	6.9	6.5	6.3	6.5	6.8	7.4	6.6	5.9	5.9	7.4	6.7
Coahuila	Piedras Negras	3.1	3.6	4.2	4.5	4.8	6	6.7	6.3	4.9	4.1	3.3	2.9	2.9	6.7	4.5
Coahuila	Saltillo	3.8	4.2	4.8	5.1	5.6	5.9	5.9	5.6	5.2	4.4	3.6	3.3	3.3	5.9	4.8
Colima	Colima	4.4	5.1	5.3	5.8	6	5.2	4.9	5	4.6	4.4	4.4	3.9	3.9	6	4.9
D.F.	Tacubaya	5.4	6	6.4	5.9	5.3	5.1	4.5	4.9	4.5	4.8	5.2	5.2	4.5	6.4	5.3
Durango	Durango	4.4	5.4	6.5	7	7.5	6.8	6	5.6	5.7	5.1	4.8	3.9	3.9	7.5	5.7
Guanajuato	Guanajuato	4.4	5.1	6.1	6.3	6.6	6	6	5.9	5.8	5.2	4.8	4.6	4.4	6.6	5.6
Guerrero	Acapulco	4.8	5.3	6.1	5.9	5.6	5.1	5.3	5.4	4.9	5.2	5	4.7	4.7	6.1	5.3
Guerrero	Agua Blancas	5.8	5.9	6	5.8	5.8	5.4	5.6	5.8	5.5	5.6	5.5	5.5	5.4	6	5.7
Guerrero	Chilpancingo	4.1	4.5	4.9	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	4.7	4.4	4.1	3.8	3.8	5.2	4.7
Hidalgo	Pachuca	4.6	5.1	5.6	6.8	6	5.7	5.9	5.8	5.3	4.9	4.6	4.2	4.2	6.8	5.4
Jalisco	Colotlán	4.6	5.7	6.5	7.5	8.2	6.6	5.8	5.6	5.8	5.3	4.9	4.1	4.1	8.2	5.9
Jalisco	Guadalajara	4.6	5.5	6.3	7.4	7.7	5.9	5.3	5.3	5.2	4.9	4.8	4	4	7.7	5.6
Jalisco	L. de Moreno	4.5	5.3	6.1	6.7	7.2	6.1	5.8	5.6	5.5	5	4.7	4	4	7.2	5.5
Jalisco	Puerto Vallarta	5.2	5.7	6	5.8	5.7	5.5	5.6	5.7	5.5	5.6	5.2	4.7	4.7	6	5.5
México	Chapingo	4.5	5.1	5.6	5.8	5.9	5.4	5.2	5.2	5	4.7	4.6	3.9	3.9	5.9	5.1
Michoacán	Morelia	4.2	4.9	5.5	5.8	5.9	5.2	5	5.1	4.9	4.6	4.3	3.7	3.7	5.9	4.9
Nayarit	Tepic	3.9	4.3	4.8	5.5	6.1	5.3	4.9	5.3	4.4	4.4	4	4.8	3.9	6.1	4.8
Nuevo León	Monterrey	3.2	3.6	4.1	4.3	4.8	5.5	6.1	5.6	5	3.8	3.3	3	3	6.1	4.4



**FACTIBILIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOTECNIAS EN SANTA ROSA XOCHIAAC: CASO 2**

**Tabla Anexo A.1 (Continuación) Insolación global media inclinación a la latitud en México en kWh/m<sup>2</sup>-Día o HSP**

Estado	Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Min	Max	Med
Oaxaca	Oaxaca	4.9	5.7	5.8	5.5	6	5.4	5.9	5.6	5	4.9	4.8	4.4	4.4	6	5.3
Oaxaca	Salina Cruz	5.4	6.3	6.6	6.4	6.1	5	5.6	5.9	5.2	5.9	5.7	5.2	5	6.6	5.8
Puebla	Puebla	4.9	5.5	6.2	6.4	6.1	5.7	5.8	5.8	5.2	5	4.7	4.4	4.4	6.4	5.5
Querétaro	Querétaro	5	5.7	6.4	6.8	6.9	6.4	6.4	6.4	6.3	5.4	5	4.4	4.4	6.9	5.9
QuintanaRoo	Chetumal	3.9	4.7	5.4	5.7	5.3	4.7	4.9	5	4.5	4.4	4	3.7	3.7	5.7	4.7
QuintanaRoo	Cozumel	3.9	4.6	5.3	5.7	5.2	4.8	4.9	4.9	4.6	4.4	4	3.8	3.8	5.7	4.7
San Luis Potosí	Río Verde	3.6	4	4.6	4.9	5.4	5.6	5.8	5.8	5.1	4.3	3.7	3.3	3.3	5.8	4.7
San Luis Potosí	San Luis Potosí	4.3	5.3	5.8	6.4	6.3	6.1	6.4	6	5.5	4.7	4.2	3.7	3.7	6.4	5.4
Sinaloa	Culiacán	3.6	4.2	4.8	5.4	6.2	6.2	5.4	5.1	5.2	4.6	4.2	3.4	3.4	6.2	4.9
Sinaloa	Los Mochis	4.9	5.4	5.8	5.9	5.8	5.8	5.3	5.5	5.5	5.8	4.9	4.3	4.3	5.9	5.4
Sinaloa	Mazatlán	3.9	4.8	5.4	5.7	5.7	5.6	4.8	4.9	4.7	5	4.5	3.9	3.9	5.7	4.9
Sonora	Ciudad Obregón	5.8	6.4	6.8	6.9	6.9	6.7	6.4	6.5	6.8	7.3	6	5.2	5.3	7.26	6.5
Sonora	Guaymas	4.5	5.7	6.5	7.2	7.3	6.8	5.9	5.8	6.3	5.9	5.1	5.6	4.5	7.3	6
Sonora	Hermosillo	4	4.6	5.4	6.6	8.3	8.6	6.9	6.6	6.7	6	4.7	3.9	3.9	8.6	6
Tamaulipas	Soto la Marina	3.4	4.2	4.9	4.9	5.1	5.3	5.4	5.4	4.9	4.6	3.7	3.2	3.2	5.4	4.6
Tamaulipas	Tampico	3.3	4.1	4.7	6.4	5	4.9	4.9	4.9	4.6	4.6	3.7	3.2	3.2	6.4	4.5
Tlaxcala	Tlaxcala	4.6	5.1	5.5	5.4	5.6	5.2	5.3	5.2	5.1	4.9	4.7	4	4	5.6	5.1
Veracruz	Córdoba	3.1	3.3	3.6	3.8	4.1	4.4	4.6	4.5	4.1	3.5	3.1	2.8	2.8	4.6	3.7
Veracruz	Jalapa	3.2	3.5	3.8	4.3	4.6	4.4	4.9	5	4.4	3.7	3.3	3	3	5	4
Veracruz	Veracruz	3.7	4.5	4.9	5.1	5.1	4.8	4.7	5.1	4.6	4.8	4.1	3.6	3.6	5.1	4.6
Yucatán	Mérida	3.7	4	4.6	5.2	5.7	5.5	5.7	5.5	5	4.2	3.8	3.4	3.4	5.7	4.7
Yucatán	Progreso	4.1	4.9	5.4	5.5	5.3	5.1	5.3	5.3	5	5	4.4	4	4	5.5	4.9
Yucatán	Valladolid	3.7	4.1	3.1	5.4	5.7	5.3	5.4	5.4	4.9	4.2	3.8	3.5	3.1	5.7	4.5
Zacatecas	Zacatecas	4.9	5.7	6.6	7.5	7.8	6.2	6.2	5.9	5.4	4.8	4.8	4.1	4.1	7.8	5.8