

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ACATLÁN**

**PROPUESTA DE UN MODELO DE CASA ECOLÓGICA  
PARA EL VALLE DE MÉXICO**

**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A**

**GUILLERMO ALBERTO DELGADILLO HERNÁNDEZ**

**ASESOR: ING. JUAN ALFREDO CORONA PÉREZ**

**SEPTIEMBRE 2007**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

*Mi agradecimiento a la*  
**Universidad Nacional Autónoma de México,**  
*la mejor Universidad de México,*  
*promotora de valores universales*

*Con especial agradecimiento a mis Sinodales:*

*Ing. Juan Alfredo Corona Pérez*  
*Ing. Pablo Miguel Pavía Ortiz*  
*Ing. Hermenegildo Arcos Serrano*  
*Ing. Abel Angel López Martínez*  
*Dr. Raúl Pineda Olmedo*

# TEMARIO

	<i>Página</i>
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1: CONCEPTOS BÁSICOS</b>	
1.1. El Hombre y su Entorno	<b>4</b>
1.2. Crecimiento Poblacional y las Grandes Ciudades	<b>7</b>
1.3. La Necesidad de una Vivienda Ecológica	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 2: SUMINISTRO DE RECURSOS</b>	
2.1. Abastecimiento del Agua	<b>33</b>
2.2. Obtención del Gas	<b>54</b>
2.3. Generación de Energía Eléctrica	<b>70</b>
<b>CAPÍTULO 3: ANTEPROYECTO DE UNA VIVIENDA ECOLÓGICA</b>	
3.1. Mejoramiento en el Aprovechamiento del Agua	<b>93</b>
3.2. Suministro Eléctrico más Limpio y Eficiente	<b>137</b>
<b>CAPÍTULO 4: COMPARATIVA DE COSTOS</b>	
4.1. Datos y Porcentajes	<b>171</b>
4.2. Factores macro económicos y macro ecológicos	<b>190</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>197</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>201</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>203</b>

## INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Civil nace con la necesidad de proporcionar vivienda, vías de comunicación y diferentes servicios al ser humano. Nuestros planes de estudio vigentes se fundamentan a principios del siglo XX los cuales hemos venido empleando tradicionalmente hasta el día de hoy.

Desafortunadamente en dicha programación no fue contemplado un tema de vital importancia en la actualidad, lo que nos motiva a pensar en una pequeña pero muy significativa transformación de la formación profesional del ingeniero, puesto que nos hemos olvidado de salvaguardar nuestro Entorno y Medio Ambiente provocando así diferentes inconvenientes en el desarrollo normal de las actividades cotidianas de la gente. En pocas palabras, nos hemos olvidado de la *ECOLOGÍA*.

En la construcción tradicional de una casa nos basamos en modelos preestablecidos que durante el paso de los años no han reparado en la posibilidad de edificar una vivienda que represente mejores posibilidades de vida y mayores expectativas ecológicas para nuestros hijos.

A lo largo del presente trabajo podremos encontrar información importante que nos lleve a una reflexión profunda de nuestro comportamiento actual del cuál debemos estar conscientes no es el más adecuado a nuestros intereses como población. Muchos problemas económicos, sociales y de salud se deben a que no hemos empleado la fórmula que nos permitiría tener una vida más fácil; dicha fórmula comienza por nuestra casa.

Actualmente generamos una serie de inconvenientes importantes desde nuestro domicilio, por el despilfarro y mal uso de los energéticos, aunado al desperdicio indiscriminado de los recursos básicos, apatía y muchas veces ignorancia de las consecuencias que provoca el continuar con nuestro ritmo de vida. El objetivo de esta propuesta es construir una vivienda que genere menos costo económico a mediano plazo, así como conservar la ecología con base en el mejor aprovechamiento y recirculación de los recursos naturales y energéticos para el abastecimiento de los servicios a través del empleo de energía alternativa y reciclamiento de desechos.

Espero que esta investigación sirva como material de referencia para las siguientes generaciones y aporte la suficiente información para aquellos que deseen o requieran de un cambio sustancial en su modo de vida, nuevos proyectos o en su deseo de modificar su vivienda actual, realizando así, la ingeniería que es de todos conocida, pero con la implementación de un plan que nos permita recuperar el espacio que aun no se ha perdido del todo.

# **CAPITULO 1**

## **CONCEPTOS BÁSICOS**

Partiendo de la premisa de que *la tierra no es del hombre, sino que el hombre pertenece a la tierra*, es muy importante erradicar el pensamiento generalizado de que el ser humano puede hacer sobre la tierra lo que le plazca sin importar las consecuencias que esto produzca. Nos alejamos cada día más de la idea de salvaguardar nuestro entorno ya que pareciera que ensuciar y desperdiciar indiscriminadamente el agua, el abuso del uso de energéticos como los hidrocarburos, el desmesurado empleo de elementos que se convierten en residuos sólidos –muchos de ellos no biodegradables– han provocado una delicada y difícil situación para los habitantes de este planeta. La comodidad con que deseamos vivir ha rebasado con mucho a la idea de saber vivir con bienestar común; y por desgracia con la Ingeniería Civil no hemos podido estar exentos de dichos abusos. Los sistemas económicos han provocado que nos olvidemos del futuro próximo con tal de llenar sus arcas de recursos, y aunque esto atañe a todas las ramas de la vida, aún no reparamos en la reflexión del precio que tendremos que pagar en cualquier momento, cuando ya sea irreversible el daño comunitario.

Con el empleo de la Ingeniería podemos proporcionar material de vital importancia para preservar nuestro entorno, debemos comenzar por ayudar a la naturaleza por nuestra casa implementando nuevos procesos constructivos, que permitan que una vivienda sea parte del medio ambiente y no solo un área extra sobre la superficie hecha de concreto y acero. La construcción puede y debe proporcionar elementos a la gente para que esta no pierda la comodidad que proporciona un domicilio, la edificación de una vivienda puede ser mucho mejor para todos y tenemos que aprender el cómo edificarla.

## **1.1. EL HOMBRE Y SU ENTORNO.**

La ecología ha alcanzado enorme trascendencia en los últimos años. El creciente interés del hombre por el ambiente en el que vive se debe fundamentalmente a la toma de conciencia sobre los problemas que afectan a nuestro planeta y exigen una pronta solución. Los seres vivos están en permanente contacto entre sí y con el ambiente físico en el que viven. La ecología analiza cómo cada elemento de un ecosistema afecta los demás componentes del ecosistema y cómo es afectado. Es una ciencia de síntesis, pues para comprender la compleja trama de relaciones que existen en un ecosistema toma conocimientos de botánica, zoología, fisiología, genética y otras disciplinas como la física, la química y la geología y por ende, la ciencia de la ingeniería.



En 1869, el biólogo alemán Ernst Haeckel acuñó el término ecología, remitiéndose al origen griego de la palabra (oikos, casa; logos, ciencia, estudio, tratado). Según entendía Haeckel, la ecología debía encarar el estudio de una especie en sus relaciones biológicas con el medio ambiente. Otros científicos se ocuparon posteriormente del medio en que vive cada especie y de sus relaciones simbióticas y antagónicas con otras. Hacia 1925, August Thienemann, Charles Elton y otros impulsaron la ecología de las comunidades. Trabajaron con conceptos como el de cadena alimentaria, o de pirámide de especies, en la que el número de individuos disminuye progresivamente desde la base hasta la cúspide, desde las plantas hasta los animales herbívoros y los carnívoros, entonces, este es un nuevo nombre para un viejo problema. Cuando la actividad humana carece de controles y reglamentaciones, pueden producirse grandes catástrofes. Los derrames de petróleo provocan la muerte de numerosos organismos, alterando el equilibrio ecológico; al desaparecer los bosques no sólo se pierde la capacidad de renovación del oxígeno en la atmósfera, sino que también se reduce la fertilidad del suelo y se incrementa su erosión. La Tierra afronta serio peligro de contaminación y muerte de especies vegetales y animales, y también de los suelos, la atmósfera, los ríos y los mares, que sustentan la vida. Conscientes de la gravedad de la situación, los países miembro de las Naciones Unidas se reunieron en 1992, en la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo conocida como la Cumbre de Río de Janeiro. Allí, gobernantes, científicos y periodistas

de todo el mundo, informaron y alertaron sobre los problemas del desarrollo industrial y tecnológico. El conocimiento de la naturaleza y de los cuidados que ella requiere deberían ser temas primordiales en los procesos educativos actuales. El sistema educativo, precisamente, debe proveer hoy información sobre ecología a todos los niveles: desde el cuidado de un animal doméstico, pasando por las charlas cotidianas de los maestros o el trabajo en huertas escolares en los niveles primario y medio, hasta las especializaciones y concientización de los profesionales de otras áreas en institutos y universidades.

La gran cantidad de deshechos que genera el hombre, suele quemarse o utilizarse en rellenos sanitarios para atenuar el impacto que esto produce, los países más desarrollados fomentan el reciclado. La falta de cuidados por parte del hombre hacia otros seres vivos pone en peligro de extinción a muchas especies. Tal pareciera que algunos aspectos ecológicos no competen a la labor del Ingeniero Civil, pero si consideramos que las ciudades eliminan una importante área verde, que los domicilios contaminan con una construcción antigua que no visualiza los problemas actuales, que la construcción de una presa o carretera afecta directamente al hábitat de las especies, es entonces cuando debemos mirar hacia delante y hacer una retrospectiva la cual nos permite pensar que tenemos una buena alternativa a seguir construyendo junto a la naturaleza y no contra ella.

## 1.2. EL CRECIMIENTO POBLACIONAL Y LAS GRANDES CIUDADES.

El acelerado y constante aumento poblacional aunado a la falta de vivienda es la principal causa que ha generado la expansión física de la Ciudad de México hacia las zonas o áreas próximas como lo es el Valle de México que, en la actualidad, se encuentran conformadas por los municipios conurbados asentados en el Estado de México. La falta de vivienda es un problema que se ha tratado de solucionar por medio de la ocupación "irregular" del suelo en la periferia urbana. En ese sentido, es "irregular" porque las transacciones realizadas en la compraventa de terrenos o predios están al margen de la legislación urbana; los costos de esa urbanización recaen sobre los colonos. Sin embargo, también para las autoridades es un costo porque los asentamientos "irregulares" han surgido en suelos no aptos para la vivienda, por ejemplo: barrancas, cañadas, lomeríos, suelo fangoso, etcétera.

El llamado problema habitacional involucra las condiciones precarias de habitación de una población: hacinamiento, ausencia de servicios urbanos básicos, viviendas deterioradas y construidas con materiales poco duraderos. Sin embargo, un proceso interno que ha aparecido en la Ciudad de México y ha contribuido a su expansión física es el relacionado con la "expulsión" de población de las delegaciones centrales (Cuauhtémoc, Venustiano Carranza, Miguel Hidalgo y Benito Juárez), donde la población ha disminuido en algunos casos aislados,

sin embargo, no deja de ser inquietante que en su resultado los habitantes del Distrito Federal aumentan constantemente; tal y como se describe en las tablas 1.2.1 y 1.2.2:

### Población de la ciudad de México, 1995-2005

Delegación	1995	2000	2005
Cd. de México	8,235,744	8,483,623	8,745,159
Cuauhtémoc	595,960	539,482	568,321
V. Carranza	519,628	485,481	501,235
B. Juárez	407,811	369,848	412,587
M. Hidalgo	406,868	363,800	388,752
Iztapalapa	1,490,499	1,696,418	1,711,258
G. A. Madero	1,268,068	1,255,003	1,287,124
A. Obregón	642,753	676,440	692,456
Coyoacán	640,066	653,407	674,363
Azcapotzalco	474,688	455,042	485,211
Tlalpan	484,866	552,273	584,357
Iztacalco	448,322	418,825	466,127
Xochimilco	271,151	332,222	352,446
Tláhuac	206,700	255,890	278,583
M. Contreras	195,041	211,771	247,394
Cuajimalpa	119,669	136,643	138,457
Milpa Alta	63,654	81,078	109,955
<b>Totales:</b>	<b>16,471,488</b>	<b>16,967,246</b>	<b>17,643,785</b>

Tabla 1.2.1.- Población de la ciudad de México 1995-2005

Fuente: Censo General de Población y Vivienda, México, INEGI 2005.

**Datos sobre la situación habitacional en el DF, 2005**

<i>Delegación</i>	<i>Familias sin vivienda (a)</i>	<i>Deterioro total (b)</i>	<i>Deterioro parcial (c)</i>	<i>Vivienda hacinada (d)</i>	<i>Nuevas familias (e)</i>
Azcapotzalco	2,078	9,409	47,719	21,238	4,791
Coyoacán	2,003	12,729	66,134	21,672	5,420
Cuajimalpa	558	2,638	11,463	8,084	1,353
G. A. Madero	6,245	23,637	121,728	58,903	9,410
Iztacalco	1,514	8,995	43,604	21,666	3,691
Iztapalapa	6,879	28,976	139,728	93,315	7,339
M. Contreras	172	4,818	19,449	12,198	1,172
Milpa Alta	137	1,584	6,031	5,204	437
Alvaro Ob.	2,526	13,468	62,770	36,169	3,080
Tláhuac	845	3,944	19,247	15,357	1,693
Tlalpan	1,155	11,550	49,421	26,781	2,976
Xochimilco	998	6,565	26,269	18,772	1,879
Benito uárez	393	9,657	51,505	6,586	3,176
Cuauhtémoc	1,556	14,075	71,385	21,035	4,824
M. Hidalgo	676	9,219	45,757	15,139	2,741
V. Carranza	1,594	10,429	54,115	23,138	3,478
<b>Total DF</b>	<b>29,329</b>	<b>171,686</b>	<b>836,326</b>	<b>405,257</b>	<b>57,460</b>

**Tabla 1.2.2.-** Datos sobre la situación habitacional del distrito Federal. Fuente: *Censo General de Población y Vivienda*, INEGI, México, 2005.

a) Son familias que cohabitan con otra en una sola vivienda; b) Viviendas que dado su deterioro, construidas con materiales de baja calidad, deben ser reemplazadas de manera inmediata; c) Viviendas que por estar edificadas con materiales de baja calidad deberán ser reemplazadas en un periodo de 25 años. d) Son viviendas hacinadas aquellas donde cohabitan más de dos personas por cuarto, descartando al baño y la cocina, a nivel urbano.

En la tabla 1.2.3 se puede observar que el déficit de vivienda inmediato para la Ciudad de México fue de 606,272 casas, el déficit

mediato de un 1,442, 597 casas, mientras el déficit global fue de 1,500,057 viviendas.

### Déficit de vivienda a nivel delegación, 2005

<i>Delegación</i>	<i>Déficit (inmediato)</i>	<i>Déficit (mediato)</i>	<i>Déficit (global)</i>
Azcapotzalco	32,725	80,444	85,235
Coyoacán	36,404	102,538	107,958
Cuajimalpa	11,280	22,743	24,096
Gustavo A. Madero	88,785	210,512	219,922
Iztacalco	32,175	75,779	79,470
Iztapalapa	129,170	268,899	276,238
M. Contreras	17,189	36,637	37,809
Milpa Alta	6,925	12,956	13,393
Alvaro Obregón	52,163	114,933	118,013
Tláhuac	20,145	39,392	41,085
Tlalpan	39,486	88,907	91,883
Xochimilco	26,336	52,605	54,484
Benito Juárez	16,636	68,141	71,317
Cuauhtémoc	36,666	108,051	112,875
Miguel Hidalgo	25,034	70,791	73,532
V. Carranza	35,155	89,270	92,748
<b>Total DF</b>	<b>606,272</b>	<b>1,442,597</b>	<b>1,500,057</b>

**Tabla 1.2.3.-** Déficit de vivienda por delegación. Fuente: *Censo General de Población y Vivienda*, INEGI, México, 2005.

La situación habitacional en la Ciudad de México se ha transferido a los municipios suburbanizados, lo que ha sido costoso. Sin embargo,

esta acción no ha sido comprendida por las autoridades que siguen creyendo que la transformación de los organismos de vivienda en lo que respecta a mecanismos financieros será lo suficientemente eficiente para resolver el problema.

Dado lo anterior, encontramos un considerable déficit habitacional tal y como se describe en la tabla 1.2.4., en donde se describe en porcentajes los déficits de cada una de las delegaciones que mas han contribuido en este rubro.

Sabemos que *a grandes males, grandes remedios*; y la demanda de vivienda y servicios se hace evidente cuando la gente comienza a congregarse en un lugar el cual muchas veces no es el mas adecuado para ello. Como un gran ejemplo tenemos al Valle de México, una entidad situada a 2240 metros de altura sobre el nivel del mar, la cual por obviedad tiene problemas en el abastecimiento de agua potable por bombeo, con un suelo fangoso que sostiene sobre él a una sobrepoblación viviendo en una zona sísmica y que además resulta ser una cuna perfecta para que la contaminación atmosférica que ahí se genera no pueda escapar por la ausencia de los vientos necesarios para tal efecto.

### Participación porcentual en el déficit habitacional, 2005

<i>Delegación</i>	<i>Déficit (inmediato)</i>	<i>Déficit (mediato)</i>	<i>Déficit (global)</i>
Azcapotzalco	5.40	5.58	5.68
Coyoacán	6.00	7.11	7.20
Cuajimalpa	1.86	1.58	1.61
Gustavo A. Madero	14.64	14.59	14.66
Iztacalco	5.31	5.25	5.30
Iztapalapa	21.31	18.64	18.42
M. Contreras	2.84	2.54	2.52
Milpa Alta	1.14	0.90	0.89
Alvaro Obregón	8.60	7.97	7.87
Tláhuac	3.32	2.73	2.74
Tlalpan	6.51	6.16	6.13
Xochimilco	4.34	3.65	3.63
Benito Juárez	2.74	4.72	4.75
Cuauhtémoc	6.05	7.49	7.52
Miguel Hidalgo	4.13	4.91	4.90
V. Carranza	5.80	6.19	6.18
<b>Total DF</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

**Tabla 1.2.4.-** Déficit habitacional porcentual.

Fuente: *Censo General de Población y Vivienda*, INEGI, México, 2005.



Desde el punto de vista de la ecología, un conjunto de individuos de una especie que ocupa un lugar determinado en el mismo tiempo forma una población. Las poblaciones no son estables sino que se modifican según una serie de factores: *variaciones climáticas, adaptación al medio, enfermedades, epidemias, acción de predadores, escasez de alimentos y el movimiento de los propios individuos en el territorio en procesos de migración*. El conjunto de poblaciones de distintas especies que habitan en una misma área recibe el nombre de comunidad. Cada especie tiene una función y ocupa un lugar en el espacio físico. Las relaciones entre individuos de distintas especies pueden ser de competencia, depredación, parasitismo, mutualismo y comensalismo. Existe relación de competencia cuando los individuos deben luchar en el ambiente por adueñarse de un determinado recurso, que puede ser el espacio, la luz, la seguridad, el alimento, etc.

Haciendo una analogía de lo anterior, es importante concientizarnos de que la competencia que tenemos las personas por encontrar el sustento se desarrolla de una forma muy parecida a la de cualquier ecosistema; y mientras más crece el ecosistema mas complicado resulta todo. Eso es lo que encontramos en las grandes ciudades que aumentan su tamaño acorde a la cantidad de población que las habite y viceversa. La afectación que sufre la población generalmente esta relacionada al sustento y comodidades, lo cual solo viene a través de ejercer nuestra facultad para trabajar. Pero cuando dicha facultad no alcanza para lo suficiente entonces se desatan una cadena de

inconvenientes que provienen de nuestro domicilio tales como el estrés y demás problemas que de ahí se derivan.

Aquí es cuando requerimos no solo de una casa, sino mejor aún de una vivienda que genere menos erogaciones en su mantenimiento. Es por eso que la presente propuesta se fundamenta en la necesidad del hombre pues está destinada a pretender crear una conciencia de que el ingeniero no debe ser exclusivamente civil, sino también ambientalista para poder reducir una gran parte de los problemas que se generan en las grandes ciudades que aunque son una matriz económica, también son las principales promotoras de las desventajas que a todos nos afectan y perjudican con el paso del tiempo. Dentro de este ámbito, es necesario comentar que la biosfera es la parte de la Tierra donde se desarrollan los seres vivos. Abarca desde los 10 km sobre el nivel del mar hasta unos pocos metros de profundidad en el suelo, donde llegan las raíces de las plantas para absorber los minerales. Incluye también las aguas de los océanos desde su superficie hasta las regiones más profundas. Esta última, relacionada con la cantidad de luz que se abre paso desde la superficie, ya que determina la existencia o inexistencia de plantas. El medio terrestre muestra notables diferencias con el acuático. La fuerza muscular para desplazarse por el suelo, ya sea trepando, reptando o caminando, debe ser mayor que la que se necesita en el agua. Todo espacio ecológico dotado de características geográficas, vegetales y animales distintivas es un bioma. La superficie del planeta se divide en varios biomas, determinados en principio por las características de humedad,

temperatura y precipitaciones anuales. Todo bioma posee una vegetación determinada y sus límites están demarcados por diversos factores, entre ellos, la disponibilidad o no de agua, la mayor o menor cantidad de luz y la amplitud de temperaturas. Es una importante labor la del Ingeniero actual promover un bioma más acorde a las necesidades actuales de vida que al ritmo acelerado y desmesurado al cual estamos viviendo, ya que debe contemplar lo anteriormente descrito para poder construir para el hombre y su naturaleza, y no agredir al medio que nos sustenta. Es en otras palabras, *ejercer una Ingeniería con rostro humano*.

En las primeras concentraciones urbanas, aparecieron las viviendas multifamiliares denominadas "*vecindades*", las cuales retomaban algunos ejemplos europeos tanto en su disposición interna (patio central rodeado de habitaciones) como en el diseño de sus fachadas (estilos neoclásicos). Las casas "solas" urbanas albergaban en un solo lote a varias familias las cuales contaban con áreas de trabajo (talleres) y comercio (local comercial) integradas a las de habitación generando una mezcla de usos, estos ejemplos en algunas poblaciones configuraron edificaciones con portales para facilitar la venta e intercambio de productos y mercancías.

Con la implementación de la política de desarrollo industrial se favoreció la migración campo-ciudad esta acción obligó al gobierno a decretar en el año de 1958 la Ley de Fraccionamientos la cual estableció la siguiente tipología habitacional:

- Popular con obras de urbanización progresivas.
- Residencial y residencial campestre con obras de urbanización terminadas.

La normatividad legal estuvo influenciada por las teorías del urbanismo desarrolladas en Europa obligando a los fraccionadores a otorgar áreas de donación para zonas verdes. El concepto tradicional de la vivienda mexicana se modificó para dar paso al concepto de una edificación habitacional la cual debe contener áreas verdes empastadas, prever lugares de estacionamiento dentro del lote y al interior de la construcción se divide el espacio generando diferentes tipos: recámaras, baño, cocina, comedor, estancia, cuarto de servicio, entre otros. Además, se hace una separación entre el área de trabajo, el comercio, el equipamiento urbano y la habitación, bajo esta premisa aparecen los primeros fraccionamientos residenciales los cuales cuentan con vialidades primarias con secciones promedio de 18 metros donde se ubican camellones arbolados. Por otro lado se construyen los primeros desarrollos habitacionales de tipo popular para atender a una parte de población asalariada de las nuevas zonas urbanas. La configuración espacial se caracteriza por casas unifamiliares en un solo nivel sembradas en lotes con un promedio de 120 m<sup>2</sup>. En algunas ciudades se construyen los primeros edificios destinados a la renta de departamentos con fines habitacionales, caracterizándose por no contar con espacios para áreas de estacionamiento. En la década de los setentas, al implementarse una

política de apoyo a la vivienda por parte del sector público se crearon y fortalecieron las instituciones nacionales y estatales dirigidas a financiar y construir viviendas de interés social en las zonas urbanas caracterizándose por ser casas unifamiliares de uno y dos pisos en los conjuntos denominados Izcallis, ISSEMYM y los INFONAVITS entre otros. A partir de 1975 se construyen los primeros conjuntos habitacionales multifamiliares en régimen de condominio tanto vertical, horizontal y mixto, promovidos principalmente por el INFONAVIT en ciudades con un alto índice de urbanización. En la década de los setentas, los asentamientos irregulares crecieron aceleradamente en los municipios conurbados a las grandes ciudades, los cuales se caracterizaban por ocupar predios privados, ejidales y públicos que se lotificaban con viviendas unifamiliares carentes de servicios públicos y áreas de donación destinadas para equipamiento urbano, fenómeno vigente en la mayor parte de las zonas urbanas del país. En el año de 1979, el Gobierno decretó una nueva Ley de Fraccionamientos de Terrenos, En el mismo año, se decreta el Reglamento de Construcciones de Inmuebles en Condominio, el cual en su artículo 24 define a los conjuntos habitacionales de interés social los cuales no tienen ninguna limitación en cuanto al número de viviendas que se pueden edificar en un solo predio, sin embargo aportaron áreas de donación, edificaron obras de equipamiento urbano y construyeron obras de urbanización que les fueron requeridas para su adecuado funcionamiento e integración a la estructura urbana. Con la finalidad de ofertar suelo urbano a las personas de escasos recursos

económicos, en el año de 1982, se adecuó la Ley de Fraccionamientos, que permitió crear el fraccionamiento social progresivo los cuales fueron realizados por instituciones públicas como AURIS, CRESEM y PROFOPEC.

Las reformas formuladas a la Constitución de la República Mexicana en el año de 1976, generaron en el año de 1983, que se decretara la primera Ley General de Asentamientos Humanos. Los fraccionamientos otorgan áreas de donación y construyen las obras de infraestructura primaria que son requeridas para la adecuada integración a la estructura urbana existente. A partir de la expedición de esta ley, la planeación urbana se convierte en norma-ley, y da paso a la implementación de los diferentes tipos de planes de desarrollo urbano que tienen como objetivo limitar la expansión de los asentamientos humanos de tipo urbano. En la década de los ochenta, los programas de vivienda principalmente de interés social financiados y edificados por las instituciones publicas como el INFONAVIT, FOVI, FOVISSSTE, ISSFAM, AURIS, ISSEMYM entre otros, configuraron algunos espacios con desarrollos multifamiliares en régimen de condominio principalmente de tipo vertical, observándose una reducción paulatina en el tiempo de la superficie cubierta por vivienda y del programa arquitectónico, lo cual requirió el incremento de las densidades habitacionales en los planes de desarrollo urbano vigentes hasta alcanzar 80 viviendas por hectárea.

En este periodo de tiempo el FOVI promueve la capacitación de empresarios privados para convertirlos en promotores de vivienda que utilizarían los créditos disponibles por el Banco de México para edificar viviendas de interés social. En el sector social aparecen las primeras organizaciones agrupadas en cooperativas o en sociedades civiles, las cuales tienen como objetivo utilizar los créditos disponibles por el FONHAPO para edificar vivienda popular. El instituto AURIS y la CRESEM promovieron desarrollos habitacionales sociales progresivos los cuales atendieron una limitada demanda de este tipo de vivienda y generaron problemas sociales en las ciudades, al no diseñar mecanismos específicos de tipo técnico y financieros que permitieran realizar y concluir las obras de urbanización y equipamiento, demandas sociales que tomaron los partidos y asociaciones políticas para manipular a la población y obtener posiciones en el poder público local. La vivienda residencial se desarrolló en las ciudades que contaban con extensiones importantes de tierra urbana privada y que ofrecían atractivos paisajes. La configuración espacial de este tipo de vivienda se da en lotes unifamiliares, y en lotes con regímenes de propiedad en condominio ya sea vertical, horizontal y mixto. A pesar del esfuerzo del sector público y privado por generar una mayor oferta de vivienda ordenada, los asentamientos irregulares crecieron en la mayoría de los centros urbanos existentes en ese momento. Los fraccionamientos otorgan áreas de donación y construyen las obras de infraestructura primaria que son requeridas para la adecuada integración a la

estructura urbana existente. En esta disposición legal quedó establecido que los desarrollos sociales progresivos podrán ser realizados por personas físicas o morales de los sectores público, social y privado. Todos los desarrollos son financiados con ahorros propios de los integrantes del grupo social y créditos disponibles del sector público, (los cuales son muy limitados) originando conjuntos habitacionales sociales progresivos, tanto en sus obras de edificación, urbanización y equipamiento. En las zonas rurales la mayoría de la vivienda nueva se realiza con sistemas constructivos manufactureros utilizando materiales industrializados como el block, el tabique, el cemento, la varilla, vidrio, herrería, entre otros y materiales de la región como arena, piedra, grava, madera y teja. La aparición del condominio, vivienda -eminentemente social-, surgió al año inmediato en que ocurrieron los sismos de 1985, en que fue indispensable dotar de techo y protección a millares de familias que habían perdido sus hogares, precisamente en los barrios capitalinos de amplias colonias populares.

Los nuevos condominios surgidos en los últimos trece años se deben al esfuerzo institucional del Fondo Nacional de la Vivienda Popular. Sin embargo, le corresponde al Instituto Mexicano del Seguro Social y luego al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, ser los precursores en la construcción del condominio popular en el país, primordialmente para la clase media y baja así como también para las familias de los trabajadores. Su prototipo cumple estos aspectos: puede ser adquirida mediante un módico



enganche y el resto pagarse en mensualidades muy baratas que incluyen un seguro de protección contra incendios o desastres naturales; la construcción se realiza en varios tipos: condominio horizontal o en varios niveles, en grandes edificios o en tres niveles como máximo, lo que da por resultado la existencia de conjuntos habitacionales integrados por secciones, rodeados de áreas comunales y zonas verdes, incluyendo en varios de ellos el estacionamiento. No obstante ser ventajosos para los condóminos, su gran falla radica en una mala administración. Se sabe que hay inquilinos que no han pagado durante años ni un solo recibo de renta y a quienes tampoco les preocupa pagar la cuota para el mantenimiento de los edificios, lo que acelera rápidamente su deterioro y dentro de poco tiempo volveremos a ver ruinosas vecindades, como aquellas que aún siguen de pie y que fueron construidas hace mucho tiempo. Este avance tan impresionante de la vivienda en el Valle de México, lejos de decrecer va en un aumento constante. Es fácil imaginar las consecuencias de la sobre población en esta región, y aunque actualmente ya se comienzan a presentar diferentes problemas por los grandes volúmenes de viviendas que ocupan el Valle de México; lo que no percibimos de inmediato son los daños irreversibles que le estamos produciendo a nuestra casa. Los seres humanos tenemos la necesidad de una vivienda. Esta normalmente y para las mayorías es una casa construida con materiales comunes como el acero y el concreto y tienen una conocida apariencia. La vivienda nace con la necesidad de proveer

seguridad y comodidad para el ser humano, así como salvaguardarlo de los efectos del clima. Los grupos humanos primitivos no vivían en lugares fijos; se trasladaban de un sitio a otro en búsqueda de agua y alimentos hasta que comenzaron a cultivar la tierra, actividad que les exigía establecerse en forma, al menos, temporaria. Las posibilidades que brindaba la agricultura, las necesidades propias de la organización de los recursos disponibles los impulsaron a agruparse en conglomerados. Así surgió la ciudad como un núcleo de población aislado en territorios muy vastos y despoblados. El crecimiento acarrea enormes inconvenientes. La calidad de la vida en las ciudades se ha deteriorado seriamente. La superpoblación, la deficiente eliminación de desechos, la polución industrial y la polución por la circulación de vehículos convierten a las grandes ciudades en los principales centros de contaminación del planeta, tal y como se aprecia en la figura 1.2.5.:



**Figura 1.2.5.-** Contaminación en la Ciudad de México.

### **1.3. LA NECESIDAD DE UNA VIVIENDA ECOLÓGICA**

Debemos ser conscientes como ingenieros civiles (y es nuestra responsabilidad para con las futuras generaciones) de que todo lo que un ser vivo realiza repercute en los demás, de tal manera que una acción nunca permanece aislada sino que provoca reacciones, tangibles o no, a mayor o menor plazo de tiempo, en todo lo que la rodea, extendiéndose su efecto del mismo modo que las ondas que provoca una piedra al caer en el agua. Así todas nuestras acciones son importantes, inciden en el resto de los seres y del planeta y repercuten mucho más allá de ellas mismas. Sabemos que el planeta es nuestra casa por lo que es nuestra responsabilidad cuidarlo, preservarlo y mantenerlo a él y a los seres que lo habitan en óptimas condiciones para producir salud y felicidad, debe irse trasluciendo en toda actividad humana. El acto de construir, de edificar genera un gran impacto en el medio que nos rodea. La Bioconstrucción persigue minimizarlo en la medida de lo posible ayudando a crear un desarrollo sostenible que no agote al planeta sino que sea generador y regulador de los recursos empleados en conseguir un hábitat sano, saludable y en armonía con el resto. La vivienda debe adaptarse a nosotros como una tercera piel, debe procurarnos cobijo, abrigo, salud. Es por ello que resulta importante considerar los siguientes criterios para satisfacer la necesidad de una vivienda ecológica:

- 01 Ubicación adecuada.
  - 02 Integración en su entorno más próximo.
  - 03 Diseño personalizado según las necesidades del usuario.
  - 04 Adecuada distribución de espacios.
  - 05 Empleo de materiales saludables y biocompatibles.
  - 06 Optimización de recursos naturales.
  - 07 Implantación de sistemas para el ahorro energético.
  - 08 Equipamiento de mobiliario de bajo impacto.
  - 09 Programa de tratamiento de los elementos residuales.
  - 10 Manual de usuario para su utilización y mantenimiento.
- 

1) *Ubicación adecuada*, evitando tanto la proximidad de fuentes emisoras de contaminación eléctrica y electromagnética así como química y acústica, tales como: fábricas contaminantes, transformadores eléctricos, tendidos de alta tensión, grandes vías de comunicación, etc..., como el asentamiento sobre fallas geológicas o corrientes de agua. También deberán ser evitados aquellos lugares donde por la actuación del hombre puede ponerse en peligro algún determinado ecosistema. Y siempre evitar la modificación del campo magnético natural.

2) *Integración en su entorno más próximo*, atendiendo a la morfología del terreno, construcciones adyacentes, los estilos arquitectónicos

tradicionales de la zona, incluyendo vegetación propia del lugar y armonía de formas constructivas.

3) *Diseño personalizado según las necesidades del usuario*, de tal manera que la vivienda se le adapte y sirva perfectamente para desarrollar en ella su forma de vida.

4) *Adecuada distribución de espacios*, atendiendo a consideraciones bioclimáticas, de ahorros energéticos y funcionales. Teniendo en cuenta una buena orientación: dedicando una muy especial atención al estudio de los lugares de descanso.

5) *Empleo de materiales saludables y biocompatibles e higroscópicos*, que faciliten los intercambios de humedad entre la vivienda y la atmósfera. La vivienda debe respirar y promover la recirculación.

- Los materiales deberán ser de materia prima lo menos elaborada posible y encontrarse lo más cerca posible de la obra (utilizar recursos de la zona). Deben hallarse totalmente exentos de elementos nocivos como asbesto, cloro y, más concretamente, PVC (Cloruro de Polivinilo), usado de forma muy común hoy en día.
- Los conductos de saneamiento de gran diámetro pueden ser de cerámica con conexiones de caucho y los de pequeño diámetro, de PE-AD (Tubo de Polietileno de Alta Densidad) en lugar de PVC. Con estos materiales, las conducciones son más estables, flexibles, duraderas y menos ruidosas.
- Para las conducciones eléctricas, ya existen en el mercado cables libres de halógenos y sin PVC.
- Evitar los aislamientos y pinturas de poro cerrado, plastificados, elementos retenedores de polvo electrostático (moquetas, suelos plásticos...) y todos

aqueños materiales que emiten gases tóxicos en su combustión. Debemos utilizar pinturas al silicato, al agua, aceite de linaza, colofonia, ceras naturales, etc. Y para los elementos decorativos, tratamientos de madera o enfoscados.

- En los elementos estructurales, emplearemos cementos naturales o cal hidráulica. El uso del acero debe restringirse a lo imprescindible y deberá ser convenientemente derivado a tierra. Así como sistemas constructivos adecuados. Hoy en día abusamos mucho de los elementos estructurales de concreto, como vigas y columnas, cuando en muchos casos éstos pueden ser sustituidos por arcos y bóvedas.

6) *Optimización de recursos naturales.* Aprovechamiento de la luz solar (isolación), climatización natural, ahorro de agua, implantación de las energías renovables aprovechables en ese lugar determinado.

7) *Implantación de sistemas para el ahorro energético.* Utilización de la Bioclimática, a través de sistemas de captación solar pasiva, sistemas vegetales hídricos reguladores de la temperatura y la humedad, tabiques diseñados adecuadamente.

8) *Equipo de mobiliario de bajo impacto,* electrodomésticos de bajo consumo y baja o nula emisividad electromagnética, iónica, microondas, etc. con una toma de tierra adecuada, que no emitan gases nocivos y que sus elementos envolventes sean naturales. Se deben de tener en cuenta no sólo la disposición óptima del mobiliario, sino también su propia forma y contorno geométrico a tal fin que además de su utilidad aporten una onda de forma acorde a su entorno.

9) *Programa de recuperación de residuos y/o depuración de vertidos.* Separación de residuos en origen, con programa de reciclado para los sólidos-envolventes y de compostaje para los orgánicos. Depuración de las aguas residuales para su posterior utilización en riego. En los lugares con gran escasez de agua se deben incorporar sistemas de deshidratación orgánica o WC's secos con su posterior programa de compostaje.

10) *Manual de usuario para su utilización y mantenimiento,* en el cual se detallan las actuaciones que debe realizar el usuario y las que deberá realizar el mantenedor profesional.

De acuerdo a lo previsto, resulta necesario comprender el significado de lo que representa una vivienda ecológica, partiendo de que el aire, el sol, el espacio abierto, la vegetación, el silencio y la privacidad son los *ingredientes esenciales* que debe disfrutar todo ser humano en su entorno, cualquiera que sea su condición debe dominar los modernos conceptos de “desarrollo sustentable” y “construcción humana”. El *desarrollo sustentable* surge como un esfuerzo de transición del periodo de degradación del medio en que vivimos hacia un ambiente más natural y humano. Históricamente la relación entre el hombre y la naturaleza ha planteado tres problemas fundamentales:

- La utilización de los recursos naturales para satisfacer las necesidades del hombre.
- La contaminación del medio con residuos, desechos y otros materiales producto de las actividades humanas.

- La ocupación de espacios naturales como hábitat de las sociedades humanas.

El desarrollo sustentable puede definirse como un proceso de consumo responsable, en el que se minimiza la generación de desechos y se interactúa en forma equilibrada con los ciclos naturales, balanceando las actividades y deseos de los seres humanos con la integridad y capacidad de carga de la Naturaleza; busca lograr una relación estable y de largo plazo entre las necesidades del hombre y los recursos naturales disponibles: suelo, agua, aire y biomasa. El propósito fundamental del desarrollo sostenible es satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

El concepto de “construcción biológica” parte del estudio de la interacción holística entre los seres humanos, el ambiente construido y el entorno. Es un movimiento que busca desarrollar el conocimiento y entendimiento de cómo los edificios y materiales afectan a las personas, e implementar sistemas que ayuden a crear ambientes sanos para la vida. La construcción biológica estudia el clima interno y el entorno de los edificios y pretende recrear, tan cerca como sea posible, las condiciones propias del ambiente natural. Es realmente una nueva filosofía de edificación que toma en consideración la salud de las personas, el ambiente natural y las necesidades humanas de refugio. Conceptualiza la vivienda y su entorno como una tercera piel; la primera es nuestra propia piel, la segunda nuestro vestido. Bajo



estas tendencias, las viviendas próximas deben basarse en los siguientes conceptos:

- Uso racional de todos los recursos que se incorporan al proyecto: energía, terreno, materiales y agua.
- Viviendas alejadas de centros industriales, zonas de riesgo y rutas principales de tráfico de vehículos.
- Diseños de sitio que generen una mínima alteración al entorno, respetando la topografía natural del terreno, la vegetación y corrientes de agua existentes, y minimizando los movimientos de tierra.
- Orientación de lotes y casas de acuerdo con cuatro factores principales: dirección de los vientos dominantes, asoleamiento, topografía y zonas geopatógenas.
- Urbanizaciones compuestas por pequeños subconjuntos o vecindarios de no más de 30 viviendas frente a un área verde común y con control social de los servicios y equipamiento urbano. Estos esquemas propician la organización y seguridad solidaria entre los vecinos; los espacios comunales pueden ser usados para sembrar árboles frutales, instalar pequeñas bodegas de clasificación de basura, preparar composta huertas comunales, ranchos de esparcimiento, etc.
- Áreas verdes generosas y pavimentos permeables, tipo adoquín y/o adopasto
- Diseño de calles angostas, terminales, de tránsito compartido con prioridad para el peatón, complementadas con senderos y alamedas, generando ambientes propicios para la estancia de la gente.
- Por medio de un adecuado diseño urbanístico, provocar que la comunidad se “apropie” del espacio y propiciar el desarrollo de comportamientos sociales deseables, como: solidaridad, cooperación, sentido de comunidad, control social, seguridad, autoestima e identidad, bases de la auto superación.
- Diseños bioambientales, asumiendo al ambiente como su aliado, retomando las leyes naturales y aplicando los conocimientos sobre el medio y el clima que las nuevas y formidables herramientas de la ciencia y la tecnología han puesto en nuestras manos.
- Empleo del concepto de baja altura, alta densidad en el diseño de las viviendas, lo que lleva preferiblemente a casas de dos plantas en proyectos masivos de vivienda.

- Uso de sistemas de construcción livianos, para evitar problemas de humedad que afectan la salud, adaptarse a la inclinación natural del terreno sin tener que hacer terraplenes, no obstaculizar sitio de escurrimientos e infiltración natural de las aguas de lluvia, y no sobrecargar ríos y cañadas.
- Uso de materiales sin efectos tóxicos o nocivos para la salud, producidos preferiblemente con materias primas locales, renovables, durables y reciclables, de bajo consumo energético en su ciclo de vida.
- Empleo de sistemas de construcciones modulares, integrales, racionales, económicos, funcionales y flexibles, durables, de fácil y rápida edificación, concebidos para la autoconstrucción, y seguros ante sismos e incendios.
- Ahorro y conservación del agua mediante el uso de aparatos de bajo consumo.
- Control y optimización dentro del asentamiento de los ciclos de abastecimiento de servicios y la producción y disposición de los desechos líquidos y sólidos. Procesamiento del material biodegradable en el sitio y evacuación clasificada del resto de los desechos para su reciclamiento o disposición, convirtiendo la actividad en algo productivo.

El manejo de un sólido marco filosófico de trabajo basado en estos conceptos es una corriente internacional que adquiere cada vez más fuerza. Todo parece indicar que el tema del hábitat sostenible, de la vivienda ecológica, va a acaparar los esfuerzos de investigación y desarrollo del nuevo siglo.

Desde el punto de vista empresarial, el empleo de estos conceptos en el diseño de las viviendas se está convirtiendo en una poderosa ventaja competitiva. Según el nuevo paradigma de la sostenibilidad, el éxito de la actividad empresarial no debe medirse exclusivamente en términos de producción, flujo de caja o ingresos; la rentabilidad debe

considerar también el uso racional de los recursos, la eficiencia en los procesos, la reducción de impactos negativos sobre el medio y el desarrollo integral del ser humano. Los educados y bien informados usuarios del futuro se encargarán de demandar a sus proveedores de bienes y servicios, cada vez con mayor vehemencia, la implementación de estos conceptos en sus soluciones de vivienda.

La labor de crear o transformar una casa más autónoma poco a poco se va convirtiendo en una necesidad. Los ingenieros debemos ver hacia el futuro que es hoy para darnos cuenta que el invertir en la ecología no es una moda pasajera. Una vivienda ecológica brinda no solo buenas expectativas a los habitantes de la misma, sino también al ambiente y demás formas de vida; además de ser más ahorrativa de recursos propios y generales; es decir, si una casa se auto suministra de energía eléctrica, no solo se *ahorra* en ella dicho recurso, sino que también provoca que los grandes generadores de energía contaminen menos al exigirles reducir su producción. Y así la cadena se convierte en una serie de grandes eslabones en los que la Ingeniería actual debe actuar como una doctrina.

## **CAPITULO 2**

# **SUMINISTRO DE RECURSOS**

En este capítulo analizaremos varios aspectos fundamentales en lo que refiere al suministro de recursos en cualquier domicilio. Es importante tener presente lo que representa el proveer de servicios a una casa examinando los problemas y consecuencias que provoca nuestro modo actual de construir. Es bien sabido que los servicios básicos son el agua, gas y electrificación, pero actualmente no se repara en los efectos del verdadero trabajo que implica esto, ni sabemos a ciencia cierta lo que cuesta no solo en dinero el proveernos de estos elementos tan esenciales. Con base en un estudio más profundo podemos apreciar cuán distante estamos de conocer las verdaderas consecuencias de nuestro modo de vida generado por y desde nuestra residencia.

### **2.1. ABASTECIMIENTO DE AGUA.**

Es el agua el recurso más importante de todos. Nuestro planeta contiene vida gracias a ella aunada a la energía del sol; y es por eso que en este análisis es necesario brindar un espacio importante a estudiar todo lo referente al vital líquido. Este no es un problema que afecte solo a una determinada región de México, o a un solo estado o municipio, este problema es de una mayor envergadura a nivel

mundial y en nuestro país la ingeniería puede hacer mucho al respecto. Según la CNA, la inversión en el servicio de agua potable de México debe aumentar a 2900 millones de dólares al año, el doble que en la actualidad, para evitar serios problemas en un plazo de 25 años. La infraestructura física deberá repararse para eliminar el desperdicio de agua potable, que supera hoy 50 por ciento. Los gobiernos locales subsidian hasta 90 por ciento del costo de producción, transporte y purificación del agua que se usa en las ciudades.

México consume 7800 millones de metros cúbicos de agua por año, 83% en zonas agrícolas, donde el desperdicio es del 60%. En las ciudades se consume 17% del total y el desperdicio es del 50%. En todo el país llueve un aproximado de 1511 kilómetros cúbicos de agua cada año, el equivalente a una piscina de un kilómetro de profundidad del tamaño de su capital, el Distrito Federal. El 72% de esa agua de lluvia se evapora. México es en su mayoría un país árido o semiárido (en un 56%). El 67% de las lluvias mexicanas caen en los meses de junio a septiembre. Si promediamos la lluvia mexicana, el país recibe unos 711 mm cada año, no es mucho comparado con otros países. (considerando que 1 mm de lluvia = 1 litro por m<sup>2</sup>). México al norte es muy ancho pero con poca lluvia (árido o semiárido). En el sur es angosto, pero llueve más. El 50% de su superficie la tienen los estados norteros y ahí llueve tan sólo el 25% del total. En la parte angosta del país, que ocupa el 27.5% del territorio cae la mayoría del agua de lluvia (49.6%) en los Estados del sur-sureste (Chiapas,

Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco). Entre los Estados más secos está Baja California, tan solo llueve un promedio de 199 mm por año. En contraste está Tabasco que recibe 2588 mm de agua cada año. En México llueve cada vez menos. De 1994 a la fecha ha llovido menos del promedio histórico anterior. En la clasificación mundial, México está considerado como un país de disponibilidad baja de agua. Los países más ricos en disponibilidad de agua son Canadá y Brasil.

El gobierno cataloga este problema de *seguridad nacional* pues los asuntos derivados del uso del agua y de los bosques, atañe a la deforestación llega a 600,000 hectáreas anuales.

Por otro lado el 78% de las aguas residuales municipales y 85% de las industriales se vierten en espacios naturales de agua sin recibir tratamiento alguno. Quince por ciento de las aguas subterráneas de este país se encuentran sobreexplotadas, mientras que 12 millones de los 105 millones de mexicanos carecen de agua potable y 24 millones no tienen alcantarillado. Cuarenta por ciento de los bosques y selvas tropicales del país están en malas condiciones de conservación o afectadas por plagas y 64% de las tierras forestales y agropecuarias están dañadas por la erosión. Además, 20 millones de hectáreas de suelos han perdido entre 40 y 60 por ciento de su capacidad para retener agua. Cálculos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática indican que las pérdidas causadas por daños al ambiente equivalen cada año a 10,6% del producto interno bruto. Los usos del agua se determinan de acuerdo a la ubicación geográfica del

lugar y de acuerdo con la economía que tiene, ya que las actividades que realizan los miembros de la comunidad y el contexto cultural se combinan con cada uno de los aspectos anteriores. Sin embargo, cada vez es más frecuente ver como algunas acciones que realizamos en nuestra comunidad deterioran no sólo la calidad del agua, también nos acerca más a la racionalización severa del recurso para poder cubrir las necesidades de todos los pobladores. Esta situación nos llevará en pocos años a una escasez del agua que pondría en riesgo el desarrollo social de todos. Si bien es importante que cada persona valore el uso del agua para sus actividades básicas, también es necesaria la organización comunitaria *para el manejo eficiente* del agua que nos permita preservarla a futuro. Derivado de los problemas que se prevén para el suministro y consumo del agua, existe un *Movimiento Ciudadano por el Agua*, el cual surge como un proyecto encaminado a involucrar a los miembros de la sociedad en el cuidado, uso y manejo adecuado del agua en beneficio de todos. La creciente necesidad de lograr el equilibrio hidrológico que asegure el abasto suficiente de agua a la población se logrará armonizando la disponibilidad natural con las extracciones del recurso mediante el uso eficiente de dicho recurso.

México, un país rico en recursos naturales, obtiene el agua que consume la población de fuentes tales como ríos, arroyos y acuíferos del subsuelo. Estos acuíferos se recargan de forma natural en época de lluvias. Sin embargo, la época de lluvias tiene una duración promedio de cuatro meses lo que propicia una escasa captación.

Aunado a esto, del total de agua captada por lluvias, y como ya se mencionó, aproximadamente el 72% se evapora. La desproporción que existe entre la cantidad de agua que se capta por escurrimiento y las extensiones territoriales que comprenden aunado a la corta temporada de lluvias hace que la disponibilidad del agua sea cada vez menor. Bajo este panorama México enfrenta actualmente graves problemas de disponibilidad, desperdicio y contaminación del agua. Parte de esta problemática, se enfrenta con la construcción de la Infraestructura Hidráulica que permite satisfacer de agua a los diferentes sectores de la población: el agrícola, el industrial, el doméstico y de servicios y para la generación de energía eléctrica, entre otros. No obstante existen diferencias territoriales importantes que son desfavorables. En el norte del territorio nacional, el agua de lluvia que se capta por escurrimiento es únicamente el 4% mientras que en el sureste y las zonas costeras se logra captar el 50% del escurrimiento. Así, entre otros beneficios de la infraestructura hidráulica se encuentra la protección a la población y las áreas productivas de situaciones como las inundaciones, además de aprovechar las zonas con alto promedio de escurrimientos para la generación de servicios como la energía eléctrica. La zona norte del país está constituida por regiones áridas y las presas tienen la función de captar el agua que se utilizará en la actividad agrícola. En la zona sur del país, donde se localizan las regiones húmedas, las presas tienen como función almacenar el agua para la generación de la energía eléctrica y el control de avenidas.



El agua es indispensable para cualquier actividad: la industrial, la agrícola y la urbana ya que promueve su desarrollo económico y social. Con el propósito de alcanzar un manejo sustentable del recurso futuro, es necesario que todos los ciudadanos conozcamos la situación real del agua y participemos con las instituciones gubernamentales en la toma de decisiones para el manejo responsable del agua. Se necesita la participación de los miembros de la sociedad para que desde cada una de sus actividades: en el hogar, en el trabajo, en la escuela, en la comunidad, en las áreas de recreación, consideren el valor del agua haciendo uso eficiente del recurso y cuidando de no regresarla tan contaminada para preservar la calidad de las reservas naturales del agua. Así la participación ciudadana en la toma de decisiones para el uso del agua, se complementa con aquellas que se llevan a cabo de manera institucional a través de las Comisiones Estatales del Agua, los Consejos de Cuenca y los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas a lo largo del país. *El movimiento ciudadano por el agua* se promoverá a través del Consejo Consultivo y tiene como finalidad crear conciencia de la importancia vital que tiene el manejo adecuado del agua para el futuro de México. El Consejo Consultivo es un organismo no gubernamental y se integra con personas altruistas que muestren sensibilidad ante la problemática del agua y la necesidad de proponer soluciones. Los miembros del Consejo Consultivo representan a la sociedad en sus diversos ámbitos y por esa razón apoyarán el cambio estratégico en el sector hidráulico. Dentro de los compromisos que

adquiere el Consejo Consultivo están el promover, coordinar y dirigir el esfuerzo de la sociedad en su conjunto para lograr que haya un manejo y uso eficiente del agua en todo el territorio nacional.

De los múltiples argumentos que existen para considerar un *Movimiento Ciudadano por el Agua*, las principales razones para conservarlo son:

- Todos usamos y necesitamos el agua y por lo mismo es una responsabilidad compartida el cuidar no desperdiciarla o contaminarla.
- Si todos participamos en el cuidado y uso responsable del agua, contribuimos a que no se agote el recurso y evitamos que se traiga de fuentes lejanas del lugar donde vivimos, cuyo costo es cada vez más alto. Además, evitamos así el daño ecológico en otras regiones.
- Si los ciudadanos *cambiamos nuestro comportamiento al usar el agua diariamente en nuestras casas*, se necesitará menos inversión en los sistemas de abastecimiento y alcantarillado, lo que ayudará a llevar agua potable a otras regiones de nuestro país.
- Que en la industria e instalaciones públicas debe existir un compromiso de la gente que hace uso de las mismas ya que el no pagarla no autoriza el desperdicio, reflejándose esto en el abastecimiento de nuestras propias casas.

Para conocer más a fondo dicha situación, obteniendo parámetros comparativos; consideremos como ejemplo aquellas zonas donde la escasez de agua es notoria: Existen estados con un difícil panorama en lo que respecta al uso y cuidado del agua potable. Existen malos hábitos y falta de atención ante un problema que nos concierne a todos y que cada día se agudiza más. Quizá el problema que se esta

tratando es solo del Valle de México, sin embargo no es la única entidad del país que presenta tal situación. Es decir, si consideramos las sequías donde la agricultura y ganadería de nuestro estado han tenido las peores pérdidas y las presas han llegado a niveles terriblemente bajos, no parecen ser hechos que hagan a los ciudadanos tomar conciencia sobre la dificultad que la zona presenta en materia de agua. Basta con observar las consecuencias que la terrible sequía por la que ha atravesado el norte de nuestro país desde 1992 a la fecha. En la agricultura, las pérdidas por falta de lluvias, se hicieron más notorias en el régimen temporal que en el de riego, en el cual se utilizó casi hasta abatir el agua almacenada en las presas, por lo que la producción no se vio tan afectada, excepto del cultivo de avena que perdió el 82% de la superficie sembrada en el ciclo primavera verano 1995. Respecto al régimen de temporal se vio la caída desde 1993 llegando a ser mucho más crítica en 1995 donde la superficie sembrada representaba el 67% del total de la siembra del año y el 87% de los cultivos básicos (frijol, maíz, avena y trigo), en promedio tuvieron pérdidas del 35%, siendo los cultivos más afectados el frijol con el 35% siniestrado, el maíz con el 50% y la avena con un 61%. Para mediados de 1995 la situación de las presas en cuanto a almacenamiento de agua era crítica, teniendo las 10 presas más importantes que surten al valle de México en conjunto, al 19% de su capacidad total de almacenamiento. Para principios del ciclo 2002-2005 la situación de la sequía fue tal, que por primera vez en la historia, hubo regiones en donde se determinó no abrir sus

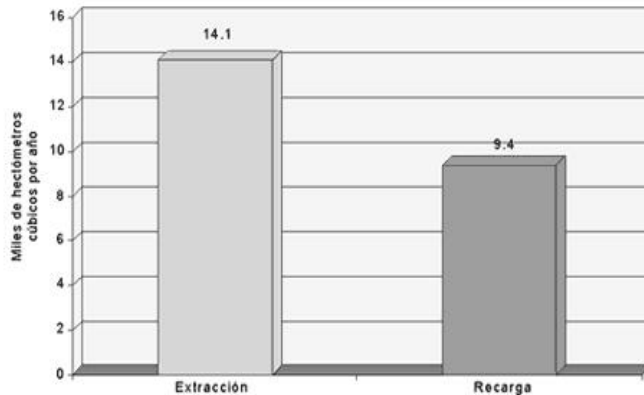
presas. En una importante área de la república se debería contar con una precipitación media anual de 386 mm, la cual no se ha alcanzado en los últimos 4 años.

Media Anual	2002	2003	2004	2005
386 mm.	292.8 mm.	328.82 mm	254.72 mm.	274.8 mm.

Si consideramos los estados del norte del país con una extensión de 84'708,700 hectáreas (estados fronterizos), en donde el 71% de su territorio es zona desértica o semidesértica y en donde se ubican 1630 comunidades y ejidos empobrecidos por la falta de agua, veremos que el desplome en la producción de los dos cultivos básicos para la alimentación como el frijol y el maíz, esta llevando a la hambruna a cientos de familias en las comunidades más pobres de la sierra, la llanura y el desierto. El rendimiento de las áreas forestales disminuirá acaso, a dos metros cúbicos de madera por hectárea-año, cuando el proyecto era de 8 m<sup>3</sup>/hectárea al año. A ese daño, se suma el peligro latente de que se presenten incendios de dimensiones "gigantescas" si no se toman medidas preventivas, pues los 7 millones de hectáreas de bosque están totalmente secas, listas para encenderse con cualquier chispa. Los datos anteriores, muestran claramente lo que la permanente escasez del vital elemento y el desperdicio indiscriminado por el uso inadecuado del recurso, pueden causar a la economía de un estado y por consecuencia al desarrollo y progreso de nuestra sociedad.

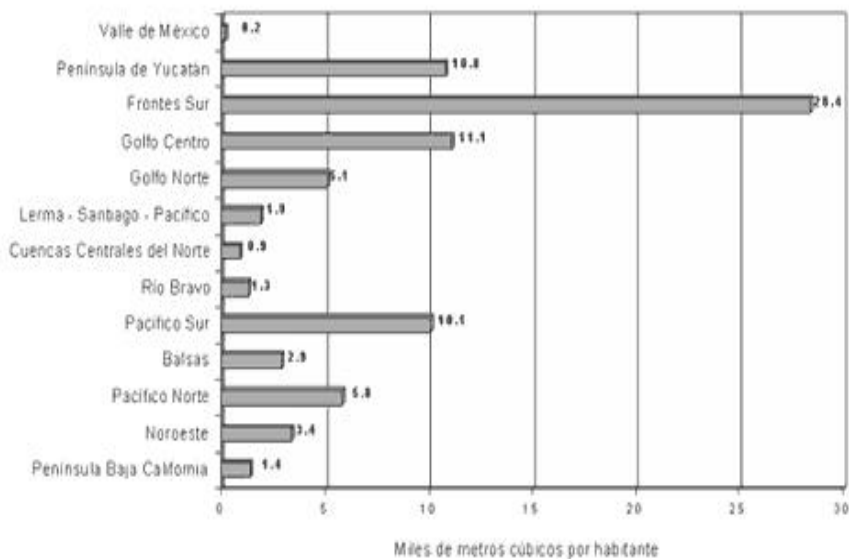
Lo anterior recalca la importancia de evitar el desperdicio del recurso que para todos resulta de vital importancia. Es necesario tomar conciencia de todo lo anterior, darnos cuenta de lo que la falta de agua ocasiona, y aprender a darle el valor que se merece, aún cuando se presenten abundantes lluvias. Recordemos que el agua es esencial para el desarrollo de cualquier forma de vida, y que de nosotros depende su preservación. Como se muestra en los gráficos 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4; el mal uso y la sobre explotación del líquido nos esta llevando a una situación cada vez más compleja que puede llegar al punto de ser irreversible en un lapso de pocas generaciones.

### Volumen de extracción y recarga de acuíferos sobreexplotados



**Grafica 2.1.1.-** Extracción y recarga de acuíferos sobreexplotados; **Fuente:** SEMARNAT, Comisión Nacional del Agua, 2005. **Nota:** Los datos se refieren a 96 acuíferos considerados como sobreexplotados y son promedios históricos estimados. La fuente no precisa el periodo al que corresponden.

### Disponibilidad natural de agua por región administrativa de la CNA

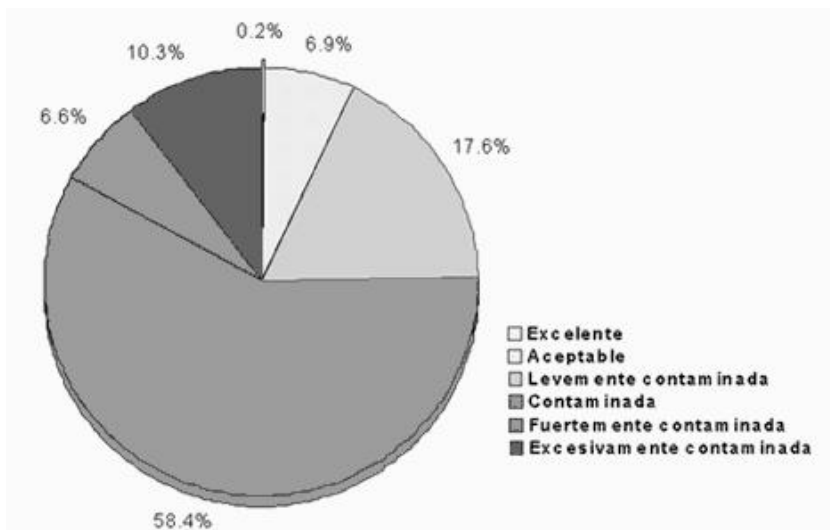


**Gráfica 2.1.2.-** Disponibilidad de agua por región administrativa por la Comisión Nacional del Agua.

**Fuente:** Comisión Nacional del Agua, **Compendio básico del agua en México**, SEMARNAT, México, 2005.

**Nota:** Se trata de la regionalización con la que la Comisión Nacional de Agua divide al territorio nacional. Los datos son promedios históricos estimados. No se precisa el periodo al que corresponden. Disponibilidad natural = escurrimiento superficial virgen medio + recarga total media de acuíferos.

## Calidad del agua en estaciones de medición de agua superficial

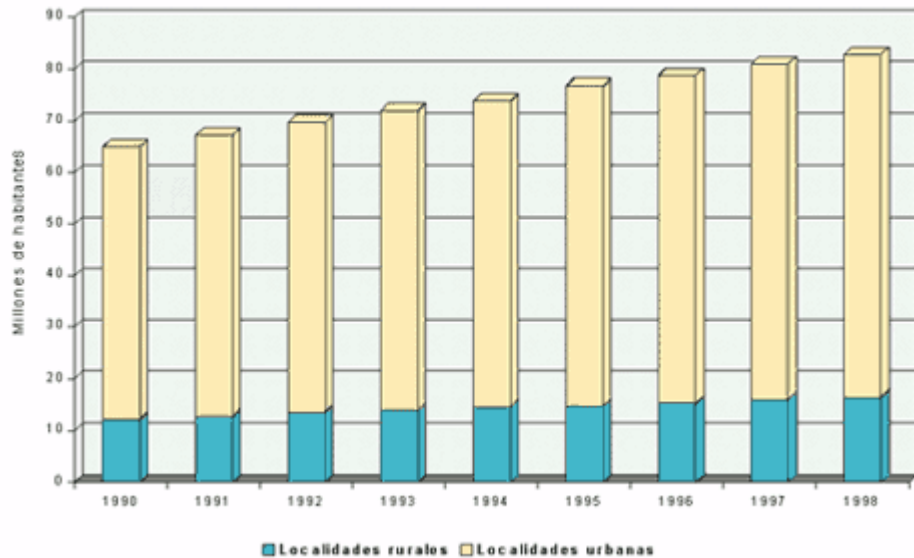


**Gráfica 2.1.3.-** Calidad del agua en estaciones de medición de agua superficial.

**Fuente:** SEMARNAT, Comisión Nacional del Agua, 2005.

**Nota:** Los porcentajes se refieren al número de estaciones que se ubican en cada una de las categorías de calidad del agua. La red de medición de la calidad del agua en cuerpos de agua superficiales incluye 393 estaciones en 225 ríos, 81 estaciones en 62 lagos y presas, 26 estaciones en 13 santuarios o sitios costeros y 15 estaciones en 15 sitios de descarga de aguas residuales.

### Población con agua potable, 1990-1998



**Grafica 2.1.4.-** Población con agua potable, 1990-1998

**Fuente:** Comisión Nacional del Agua, Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento, a diciembre de 1999, México, 1999.

**Considerando:**

**Localidades rurales:** Con menos de 2 500 habitantes.

**Localidades urbanas:** Con 2 500 habitantes o más.



De acuerdo con los datos obtenidos a través de la Comisión Nacional de Agua, en las tablas 2.1.5 y 2.1.6 podemos apreciar factores de afectación al suministro del líquido, yuxtapuesto a la campaña permanente que sugiere dar un empleo concientizado a este recurso, no es difícil predecir que los problemas de extracción, disponibilidad, calidad y cantidad de agua se verán afectados en lo inmediato, a menos que consideremos cambios sustanciales en el uso y manejo del dicho recurso.

Con base al índice de calidad de agua, elaborado recientemente por la CNA en colaboración con SEMARNAT para toda la república, encontramos datos alarmantes que podrían impactar en cualquier momento a nuestros domicilios, ya que la limpieza que requiere el agua tiene un costo elevado, el cuál, seguramente tendremos que absorber a través de nuestros impuestos. De manera visual, las gráficas 2.1.7, de plantas potabilizadoras, 2.1.8, acerca del tratamiento de agua residual municipal, y la 2.1.9, de la demanda de agua potable en el Estado de México, nos amplían esta información:

**Índice de calidad del agua, 2000**

**Calidad del agua en estaciones de medición de agua superficial<sup>1</sup> por región**

<b>Región<sup>2</sup></b>	<b>Condición más común</b>	<b>Porcentaje<sup>3</sup></b>	<b>Índice promedio<sup>4</sup></b>
Península de Baja California	Contaminada	62.50	55.70
Noroeste	Contaminada	67.48	61.03
Pacífico norte	Contaminada	75.00	60.03
Balsas	Contaminada	48.78	60.95
Pacífico sur	Contaminada	77.78	60.89
Río Bravo	Contaminada	62.12	61.12
Cuencas centrales del norte	Contaminada	75.00	64.48
Lerma-Santiago Pacífico	Contaminada	52.56	60.34
Golfo norte	Contaminada	44.89	59.02
Golfo centro	Contaminada	77.77	61.66
Frontera sur	Contaminada	71.42	61.74
Península de Yucatán	Contaminada	90.00	56.58
Valle de México	Excesivamente contaminada	54.54	32.49
<i>Nacional</i>	<i>Contaminada</i>	<i>58.44</i>	<i>60.75</i>

### Calidad del agua en estaciones de medición de agua subterránea<sup>5</sup> por entidad federativa

Entidad federativa	Condición más común	Porcentaje <sup>3</sup>	Índice promedio <sup>4</sup>
Baja California	Levemente contaminada	100	73.01
Baja California Sur	Excesivamente contaminada	100	31.64
Campeche	Fuertemente contaminada	100	44.08
Colima	Contaminada	100	58.26
Comarca Lagunera	Fuertemente contaminada	94.7	49.7
Durango	Levemente contaminada	33.33	75.66
	Fuertemente contaminada	33.33	46.74
Guanajuato	Contaminada	85.71	60.34
Morelos	Levemente contaminada	75	74.5
Nayarit	Contaminada	100	65.82
Quintana Roo	Excesivamente contaminada	100	25.58
San Luis Potosí	Fuertemente contaminada	57.2	45.88
Yucatán	Contaminada	50	59.29
	Fuertemente contaminada	50	49.69
Zacatecas	Fuertemente contaminada	85.71	46.3

**Tablas 2.1.5 y 2.1.6.-** Calidad del agua en estaciones de medición de agua superficial por región y Calidad del agua en estaciones de medición de agua subterránea por entidad federativa

<sup>1</sup> La red de medición de calidad del agua en cuerpos de agua superficiales incluye, entre otros, 393 estaciones en 225 ríos y 81 estaciones en 62 lagos y presas.

<sup>2</sup> Región administrativa de la Comisión Nacional del Agua.

<sup>3</sup> Porcentaje de las estaciones de medición por región que presentan la condición más común de calidad del agua aquí reportada. El 100 % de las estaciones se distribuye en las siguientes categorías de calidad del agua: Excelente, Aceptable, Levemente contaminada, Contaminada, Fuertemente contaminada, Excesivamente contaminada.

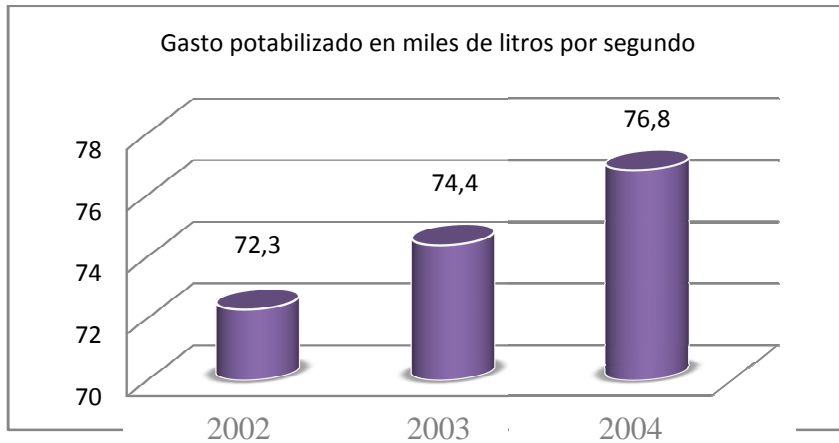
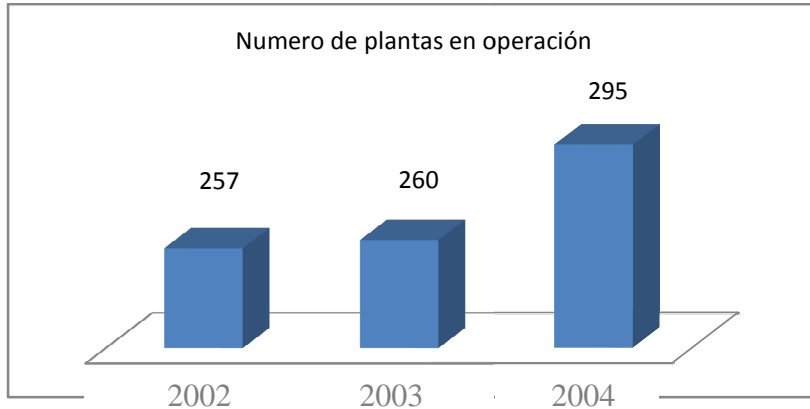
<sup>4</sup> Promedio del índice de calidad del agua correspondiente a las estaciones de medición de cada región.

<sup>5</sup> La red de medición de calidad del agua en cuerpos de agua subterráneos consta de 228 estaciones en 24 acuíferos. Tales estaciones se distribuyen en 12 entidades federativas y en la Comarca Lagunera.

**Nota:** El índice de calidad del agua toma valores entre 0 y 100, representando este último la mejor calidad del agua.

**Fuente:** SEMARNAT, Comisión Nacional del Agua, 2005.

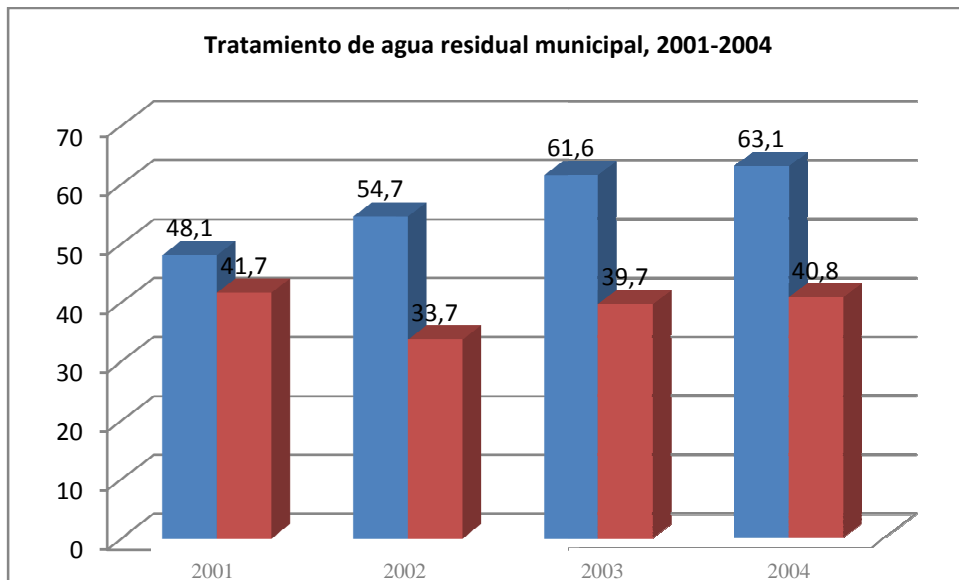
### Plantas potabilizadoras, 2002-2004



**Graficas 2.1.7.-** Potabilización y gastos

**Gasto potabilizado:** Volumen de agua potable producido por unidad de tiempo: miles de litros por segundo.

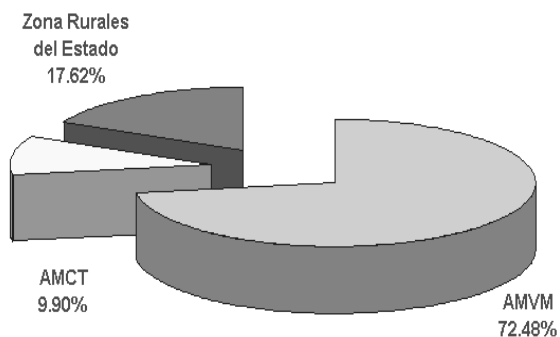
**Fuente:** SEMARNAT, Comisión Nacional del Agua, 2004



**Grafica 2.1.8.-** tratamiento residual del agua municipal, **Gasto tratado:** Volumen tratado por unidad de tiempo: miles de litros por segundo.

Fuente: SEMARNAT, Comisión Nacional del Agua, 2005.

### Demanda de agua potable en el Estado de México



Zona	Demanda de agua potable (LPS)	%
Área Metropolitana de Valle de México	30,987	72.48
Área Metropolitana de la Ciudad de Toluca	4,232	9.90
Zonas Rurales del Estado	7,532	17.62
<b>Total</b>	<b>42,751</b>	<b>100.00</b>

Gráfica 2.1.9.- Demanda de agua potable en el Estado de México.

Fuente: CAEM, febrero 2004.

Cuando a través de la información la gente se percata de los peligros que se desencadenan con una conducta consumista, reflexiona y entonces se formula cuestionamientos sobre su propia forma de actuar. A partir de esas dudas inicia un proceso que llevará al cambio de actitud, y conforme se vayan adquiriendo los conocimientos relacionados con la economía, los ecosistemas y la contaminación, cada persona se convencerá que cualquier proceso o actitud, siempre tendrá efectos en la naturaleza. Estas dudas no han quedado sin respuesta comprobada; la incertidumbre no permaneció en el individuo, sino que trascendió al ámbito político y finalmente el gobierno decidió tomar cartas en el asunto para implantar programas que protejan a la sociedad y a la naturaleza.

Surgen dependencias oficiales como el Instituto Nacional del Consumidor, que empieza a tomar fuerza e invade con información al ciudadano sobre las ventajas o desventajas de la calidad de los productos. Con la creación de dicho organismo, se implantan también leyes encaminadas a revisar los daños que pudieran derivarse del uso de ciertos artículos. Ya no se toma en cuenta como característica exclusiva el precio, o las atribuciones de los productos, sino también su acción hacia el entorno. Quizá este cambio de mentalidad se fortaleció y se empezó a difundir más ampliamente cuando surgieron todas las leyes e instituciones dirigidas a la protección ambiental, pues han incursionado en la mayoría de las actividades relacionadas con el medio ambiente. Asimismo, además de la concientización ciudadana, existe una base científica y de investigación respaldada por diferentes agrupaciones, que da a conocer la estrecha relación entre el consumo y el medio ambiente. Es importante resaltar que de nada servirían las acciones que el gobierno o cualquier agrupación civil lleve a cabo, sin la participación y cooperación de cada ciudadano.

Hay muchas formas de ahorrar agua; y se hace un gran esfuerzo para llevarla hasta las casas. Quienes abrimos la llave y tenemos a disposición suficiente agua, somos muy afortunados; las pequeñas acciones para ahorrarla, se van sumando a las de otras personas y así sucesivamente hasta formar una "cadena de ahorradores de agua". Sabiendo cuántos mexicanos radican en el país; se puede

hacer una operación matemática multiplicando tres o cuatro litros de agua ahorrados por persona para comprobar que, sumándola, el resultado será de muchos millones de litros ahorrados. Una medida que se ha practicado recientemente es la sustitución de sanitarios que requerían casi 20 litros de agua en cada descarga, por los de seis litros, es una estrategia que nos podría asegurar el abasto de agua algunos años más. Ante la posible y quizá no muy lejana crisis por falta de agua, mientras se siga derrochando como sucede en la actualidad, más vale tomar medidas a tiempo, antes de que se acabe. Así como surgió la iniciativa de facilitar al ciudadano la sustitución de los sanitarios, podría hacerse algo similar con los nuevos lavamanos que tienen integrado un haz de luz, que abre y cierra automáticamente el suministro de agua cuando se usa; sin embargo, como su precio es muy elevado, es mejor fomentar mediante la educación, *que inicia en casa*, medidas de ahorro que beneficiarán a todos.



## 2.2. OBTENCIÓN DEL GAS.

Todo domicilio requiere de un elemento que proporcione energía calorífica para poder cocinar, calentar el agua, y en algunos casos, generar calor dentro del domicilio. El recurso mayormente empleado desde hace varios años es el gas LP, que por sus propiedades de combustión se ha convertido en un recurso indispensable de los mexicanos. En este apartado, se menciona la posibilidad de producir gas desde la casa ecológica con las reservas que ello demanda, sin embargo, como se verá en el ejercicio del presente; no se considera adaptar un suministro de biogás dentro de la casa ecológica, ya que para garantizar su correcto funcionamiento se requieren elementos energéticos que en una ciudad son difíciles de conseguir. El hecho de referirlo es solamente con la intención de mencionar que existe una posibilidad de este tipo.

En el análisis del combustible que empleamos principalmente para calentar agua de baño y en menor proporción cocinar, se tiene que:

Gas	La forma física en que existe normalmente
Licudo	La forma física a la que se lleva para facilitar manejarlo y almacenarlo
De petróleo	De donde se obtiene

Composición del Gas licuado de petróleo

Propano Comercial	Gas Propano predominantemente + otros + carbohidratos C <sub>3</sub>
Butano Comercial	Gas Butano predominantemente + otros + Carbohidratos C <sub>3</sub>
Gas LP para Carburación	Una combinación de Butano Comercial y Propano Comercial, complementado con las especificaciones apropiadas para los motores de automóviles, conteniendo un rango de octanaje para asegurar su propósito en uso para Carburación

Se trata de una mezcla de propano y butano, las propiedades generales de cada uno de ellos son: Propano: punto ebullición -43 °C, densidad 0,507; Butano: punto ebullición -5 °C, densidad 0,57 aprox. El gas licuado de petróleo en México es un combustible integrado por una mezcla esencialmente de propano y butano, cuya composición típica es de alrededor de 61% y 39%, respectivamente. Las fuentes de obtención de este combustible es de refinerías y de plantas de proceso de gas natural, las cuales aportan alrededor de 25% y 75% respectivamente.

Cabe señalar, que dependiendo del país, se puede aplicar el mismo término a productos diferentes, por ejemplo en Estados Unidos y Canadá, se conoce por gas LP al combustible constituido por propano en prácticamente un 100%, con algunas trazas en otros componentes,

los cuales se consideran de alto valor, por lo que se separan de la corriente de líquidos y se emplean como materia prima para sintetizar componentes de alto octano que se usan en la formulación de gasolinas. El Gas LP se encuentra en estado gaseoso a condiciones normales, sin embargo, para facilitar su almacenamiento y transporte, se licua y se maneja bajo presión para mantenerla en este estado.

## **Proceso de licuefacción del Gas Licuado del Petróleo**

El gas natural que se envía a plantas de proceso está constituido por metano, etano, propano, butano e hidrocarburos más pesados, así como por impurezas tales como el azufre. En una primera etapa la corriente de gas natural pasa a una planta endulzadora, donde se elimina el azufre. Enseguida, se alimenta a una planta criogénica, en la cual mediante enfriamiento y expansiones sucesivas se obtienen dos corrientes, una gaseosa básicamente formada por metano (gas residual) y la otra líquida (licuables). En un proceso posterior de fraccionamiento, la fase líquida se separa en diversos componentes: etano, gas LP y gasolinas naturales. El gas licuado juega un papel de primordial importancia en los hogares mexicanos, por ser el combustible de mayor uso en ese segmento de mercado. Asimismo, el nivel de consumo sitúa al mercado del gas LP de México como uno de los más grandes del mundo. El uso de este recurso no sólo es doméstico (para cocinar, calentar el agua, calefacción, refrigeración, secadores, incineración y alumbrado) también se emplea en el comercio (pero en mayor escala como: hoteles, restaurantes,

hospitales, etc.) en el ámbito industrial: (hornos para tratamiento de metales, vidrio, cerámica, etc.; planchado de ropa; purificación de grasas; endurecimiento de metales; tratamientos térmicos; pasteurización; corte de metales; etc) en la rama agrícola (para secar alfalfa, heno y semillas; destrucción de malas hierbas por medio del fuego; para curar el tabaco; para motores de combustión interna, como el tractor, la bomba de agua, etc) en la industria automotriz (Como combustible para motores de combustión interna, en automóviles, camiones, autobuses) y otros como materia prima para fabricar plásticos, hule sintético, productos químicos, etc., El gas LP es un producto catalogado como un combustible, como son las gasolinas, el gas natural y otros, así que podemos imaginar la gran derrama contaminante que este produce y que podría ser evitada si cada hogar pudiese suministrarse un gas más natural y menos agresivo a la naturaleza.

La producción de gas licuado pasó de 196 mil barriles por día (Mbd) en 2001 a 201 Mbd en 2005, debido al incremento de la capacidad de recuperación de líquidos criogénicos, resultado de la entrada en operación de la Planta Criogénica No. 2 en Ciudad PEMEX. En 2005, las ventas de gas licuado fueron de 312 Mbd, volumen superior en 8.7 por ciento al del año anterior. La pureza del gas LP debería ser empleada solamente como energético en los automóviles, ya que esa pureza, comparada con otros combustibles, permite tener combustión libre de olor y con mínimo de corrosión. Como se quema en los cilindros del motor en estado gaseoso, no diluye el aceite de carter.

Bien carburado, es notablemente seguro, por producir mínimas cantidades de monóxido de carbono en el escape. Así que, pensemos que el gas sería mucho mejor aprovechado en los motores de combustión interna que como habitualmente lo venimos empleando. Aunque ahora existe una controversia generada por la lucha económica entre el gas LP y el gas natural.

La volatilidad y tendencia alcista observadas los últimos tiempos en los precios del gas en México están causando gran inquietud entre consumidores industriales y residenciales. El precio aumentó un 85% entre enero y junio del 2004 (41% tan sólo durante este último mes). Dada la importancia de este producto para la industria y los consumidores, en esta nota examinaremos los factores que explican este comportamiento, y elaboraremos en la perspectiva del precio del gas en México para el futuro inmediato. Los factores que explican el reciente repunte en el precio del gas, se pueden dividir en dos categorías: estructurales y coyunturales.

### ***Factores estructurales***

El gas es un bien comerciable internacionalmente. Por ende, su precio en México está en función del precio internacional. Con objeto de crear un mercado que semejara condiciones competitivas, desde principios de los 1990s el precio del gas en México está ligado al precio prevaleciente en el sur de Texas. Entre enero y junio de 2004, este precio de referencia creció en 89%, casi un 43% durante junio. El proceso de determinación del precio del gas en México es el siguiente: el precio en Nuevo León se define calculando el precio promedio de

dos compañías distribuidoras en el sur de Texas. A tal promedio, se agrega el costo de transporte de la frontera a Los Ramones, N.L., considerado como "punto de arbitraje". Para establecer el precio en Cd. PEMEX, Tabasco --*principal centro distribuidor para el resto del país*--, al precio en Nuevo León se le resta el costo de transporte entre nuestro estado y Tabasco. Finalmente, el precio del gas en el resto de la república es el precio en Tabasco, mas los costos de transporte y distribución de ese punto a los centros de consumo. El precio del gas tradicionalmente ha estado muy relacionado al precio del crudo. Sin embargo, recientemente existen otros factores que están elevando el precio del gas en los EE.UU. Por el lado de la oferta, en primer lugar, los depósitos de gas son menos productivos, incluyendo los de Canadá, de donde EE.UU. adquiere la mayor parte de sus importaciones de este energético. En segundo lugar, los depósitos que recién se están incorporando a la explotación generan cada vez menores cantidades de gas. Por el lado de la demanda, los avances tecnológicos han resultado en plantas generadoras de electricidad mediante gas más eficientes, lo que ha elevado consistentemente la demanda de gas natural. El proceso de generación de energía eléctrica resulta en una menor contaminación del medio ambiente que la realizada mediante el uso de carbón o combustóleo, por lo que la generación de electricidad esta usando cada vez mas gas.

#### *Factores coyunturales.*

El crecimiento sostenido de la economía de los EE.UU., aunado a las altas temperaturas veraniegas en ese país, han incrementado la

demanda de electricidad, elevando de manera sustancial la demanda de gas natural por las generadoras eléctricas. Al mismo tiempo, la mayor demanda de gas ha venido reduciendo los inventarios, aumentando las presiones sobre el precio.

### *Situación en México*

Como ya lo mencionamos, los mayores precios de gas en los EE.UU. elevan los precios del combustible en nuestro país. Además, la oferta del combustible en México no se ha incrementado debido fundamentalmente al elevado costo de la exploración y desarrollo de yacimientos. A ello se agrega el hecho de que, por ley, estas actividades son exclusivas del gobierno federal. De esta manera, las actividades dependen totalmente del monto de recursos del erario y de las prioridades de los programas de inversión federal. Esta legislación limita los posibles incrementos en la oferta del energético, al impedir la participación privada en este campo. La oferta de gas en México no fue inferior a la demanda sino hasta principios de los 1990s, dado que el uso de gas natural había sido limitado. Sin embargo, el consumo del combustible comenzó a repuntar de manera importante a partir de 2001, resultado principalmente de la demanda del sector eléctrico. Como resultado de este desarrollo, desde 1989 la producción ha sido inferior al consumo.

La dinámica propia de nuestra economía apunta a que en el futuro previsible la demanda de gas continuará aumentando. La Comisión Reguladora de Energía (CRE) estima que esta demanda se duplicará en la década presente. En el corto plazo, la Secretaría de Energía

calculó que entre 1999 y 2001, la producción aumentó en promedio 10% por año, mientras que la demanda lo hizo en un 12%. Por lo tanto, para atender los mayores requerimientos de gas en México se abren solo dos opciones: deberemos aumentar las importaciones -- para lo cual necesitaremos generar una mayor cantidad de divisas--, o nos veremos obligados a elevar la producción nacional. Dada la escasez de recursos públicos, resulta natural el cuestionar porqué no se permite abrir la inversión privada a la exploración y explotación de gas. Las reservas de gas natural colocan a México en el lugar 17 a nivel mundial. De éstas, los expertos estiman que solo un 11% se ha explotado hasta ahora. Desde hace varios años, en muchos países, la producción y transporte de gas natural, así como el sector eléctrico, los ferrocarriles, la banca, las aerolíneas y las telecomunicaciones, se han estado abriendo a la inversión y participación privadas. Las razones para este cambio son, en primer lugar, lograr mayor eficiencia en estos sectores; y en segundo lugar, liberar recursos escasos del sector público para atender áreas de beneficio social, tales como educación básica y salud. México se unió a esta tendencia mundial en 1995, al permitir la inversión privada en las áreas de transporte, almacenamiento y distribución de gas natural. De acuerdo con el Banco Mundial, entre 1990 y 1997 veintiséis países en desarrollo introdujeron participación privada en la transmisión (o transporte) y distribución de gas natural. Desde entonces, otros 5 países en América Latina lo han hecho (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile y Colombia). En Argentina, posiblemente el caso más exitoso en la



región, todas las etapas del sector (producción, transporte, distribución y mercadeo) están 100 por ciento en manos del sector privado, operando en un mercado competitivo. Hay libre acceso a los gasoductos de transmisión y distribución, sin existir restricciones a la importación y exportación de gas.

Existe una empresa reguladora, que establece los precios para los agentes transmisores y distribuidores en un sistema no discriminatorio y abierto. Un indicador del éxito de la liberalización del sector es la inversión que éste ha recibido. Datos del Banco Mundial señalan que, dentro del grupo de países en desarrollo, en el período 1990-1997, Argentina ocupó el primer lugar en inversión en proyectos de transmisión de gas natural. Una razón importante para este éxito es que, para fines de los 1980s, Argentina tenía desarrollada una extensa red de gasoductos. Este monto, que supera los 6,200 millones de dólares a precios de 1997, es más de 10 veces la registrada en México. El contraste es importante, aun considerando que Argentina inició la apertura del sector en 1992 y México lo hizo hasta 1995. A diferencia de Argentina, en México la apertura a la participación privada ha sido limitada. PEMEX tiene derechos exclusivos en la extracción y venta de gas natural, manteniendo en consecuencia un poder monopólico en almacenamiento y distribución hasta el momento de la venta. En consecuencia, el incremento de la oferta de gas natural en México depende de manera fundamental de las acciones de PEMEX; en particular, de los recursos financieros que este organismo tenga para invertir en la extracción y el transporte del

combustible. Otra alternativa sería liberalizar el sector en todas sus etapas, permitiendo que la iniciativa privada, como lo es en el caso argentino, intervenga en la producción. Esto resultaría en evaluaciones de proyectos de inversión por parte de empresas privadas, así como en un posible incremento en la producción nacional (en caso de que estos proyectos resultasen rentables), sin emplear recursos públicos.

Considerando el aumento de precio paulatino pero constante del hidrocarburo, podemos darnos cuenta como la economía se afecta por el proceso que implican las reformas y el desarrollo de esta regulación, que han permitido crear una nueva industria de gas natural y nuevos mercados. Se ha expandido la infraestructura de gas natural y la capacidad de generación eléctrica del sector privado. Nuevos actores y mayor acceso a energéticos por parte de nuevos consumidores (por ejemplo: zonas de distribución y auto abastecedores). Hasta hoy, la distribución de gas natural cuenta en la República con:

165 permisos nuevos para producción y venta.

13,475 Mega watts (MW) de capacidad autorizada por la CRE.

1,546 MW de capacidad operando (excluyendo PEMEX)

95 permisos de distribución y transporte

Además de 39,766 Kilómetros de nuevos ductos.

Compromisos de inversión por \$2,200 millones de dólares.

Dichos trabajos se aplican en zonas Geográficas de Distribución de Gas Natural tales como Chihuahua, Hermosillo, Mexicali, Toluca,

Pánuco, Reynosa, DF, Estado de México, Querétaro, Monterrey, Bajío, Tijuana, Bajío, Puebla-Tlaxcala y Guadalajara. Esto representa más dificultades estructurales, leyes desfavorables y omnipresencia de PEMEX que con tal de beneficiarse optan por imponer sus sistema de red de gas por sobre toda alternativa. La demanda de gas natural crecerá alrededor del 10% anual debido al consumo en nuevos proyectos eléctricos, sector industrial, PEMEX y distribución. Pese a reservas importantes de gas natural, PEMEX tiene dificultades para intensificar la exploración y producción de gas seco, mientras que el gas asociado está condicionado a los programas de extracción de crudo. Además, continúa la quema de gas (+/- 10% de la producción nacional). En el "downstream", se ha impulsado la inversión privada y la competencia. En el "upstream" no se generó ningún cambio estructural, lo que genera problemas: confiabilidad de suministro, objetivos y gestiones dispares, conflictos comerciales y regulatorios, regulación de precios complicada. El costo/beneficio de mantener el monopolio de PEMEX en toda la cadena del gas natural (y combustibles) no es favorable y puede ser incompatible con la reforma eléctrica.

En ausencia de precios determinados por el mercado, la fórmula actual se refiere al Sur de Texas para reflejar el costo de oportunidad del gas nacional. En ausencia de competencia, el costo de oportunidad del gas nacional debe propiciar la asignación eficiente de los recursos. Una referencia de precios irreal distorsiona la economía y afecta los ingresos de PEMEX. La viabilidad de la oferta depende de

los ingresos del productor para invertir. Sin embargo, el monopolio de PEMEX es, en sí mismo, una distorsión económica, sumado a esto debemos considerar la regulación ambigua sobre transporte para usos propios en zonas geográficas. Por una parte, proyectos exitosos y gasificación eficiente de plantas y parques industriales; por la otra, potencial para la simulación de actos jurídicos que socava a distribuidores. Decenas de permisos y autorizaciones federales, estatales y municipales Derechos de vía federales, estatales, municipales y particulares. Hasta mayo del 2001 se contaban con 30,000 kilómetros de ductos en toda la República con un marco legal débil e inconsistente que provocó accidentes de consideración como en el caso de Jalisco (por falta de mantenimiento adecuado, se presentaron una serie de explosiones); en el que la litigación, el desamparo jurídico, ineficiencia e ineficacia judicial provocaron la falta de indemnización a las familias afectadas. También los derechos de vía de PEMEX y de CFE faltaban de una regularización verdadera misma que el esfuerzo continuo y extenuante de la CRE convirtiera en una solución aparente después *del niño ahogado*. Para acelerar el desarrollo de la industria del gas y profundizar las reformas iniciadas en 1995, la CRE convocó al público en general a la consulta pública 2000 con el objetivo de recabar propuestas concretas de los interesados para avanzar hacia una estructura más eficiente y competitiva en la industria del gas natural, desde producción hasta los precios. La CRE determinará su agenda futura con base en los resultados obtenidos en la consulta.

Para asegurar la energía que demanda el desarrollo sustentable de México, es indispensable profundizar los procesos de reforma en el sector energético, así como asegurar inversiones por 15 mil millones de dólares para el Programa Estratégico de Gas y aumentar la oferta interna de gas en 50% para el año 2008. Construir y ampliar gasoductos e interconexiones fronterizas y desarrollar sitios de almacenamiento subterráneo, la simplificación de permisos y facilitación de los proyectos en los tres niveles de gobierno y seguridad jurídica. También consolidar el cambio estructural de la industria y el desarrollo del mercado con el fortalecimiento (interno y externo) de la CRE, limitación del monopolio comercial, vigilancia y sanciones, actualización y precisión de la metodología de precios. Con las reformas se ha logrado inversión significativa en infraestructura energética nacional, pero la demanda continuará creciendo fuertemente. El Estado tiene límites para garantizar, por sí mismo, las inversiones necesarias. Es imprescindible profundizar reformas energéticas, concentrar a PEMEX en las áreas de mayor rentabilidad y valor estratégico para la nación, flexibilizar su régimen fiscal y administrativo, y ampliar la participación privada en el sector. La industria del gas debe lograr una paraestatal energética competitiva, financieramente rentable, ecológicamente responsable y tecnológicamente avanzada. Para ello podrían adoptarse medidas de ahorro y mejor aprovechamiento como lo que se pretende realizar en esta propuesta. Es fundamental adoptar medidas eficaces y consistentes en los tres niveles de gobierno, con la convergencia del

legislativo y de la sociedad en general, la cuál podrá tener la última palabra desde su domicilio. Una alternativa viable es entonces el **Biogas**, el cuál es un combustible de origen biológico y funciona con la degradación y descomposición dentro de un digester de sustancias que fermenten a través de microorganismos; es decir, se requiere de un contenedor que procese la materia prima, como pueden ser los alimentos de desechos o bien excrementos de animales como vacas, cerdos o aves; en una cantidad de aproximadamente 200 kilogramos semanales para satisfacer la demanda de calefacción en una casa (considerando un volumen de 12.5 m<sup>3</sup> de biogas, que son suficientes para cocinar durante aproximadamente cinco horas en una estufa de dos quemadores convencionales). Tal procedimiento, se representa de manera general en la figura 2.2.1.

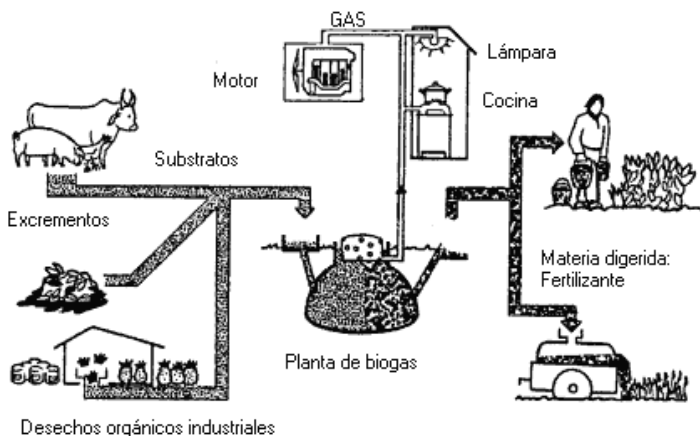


Figura 2.2.1.- producción de biogas y sus posibilidades de usos

Una posibilidad de producción de biogas se representa a través de un esquema similar al expuesto en la figura 2.2.2:

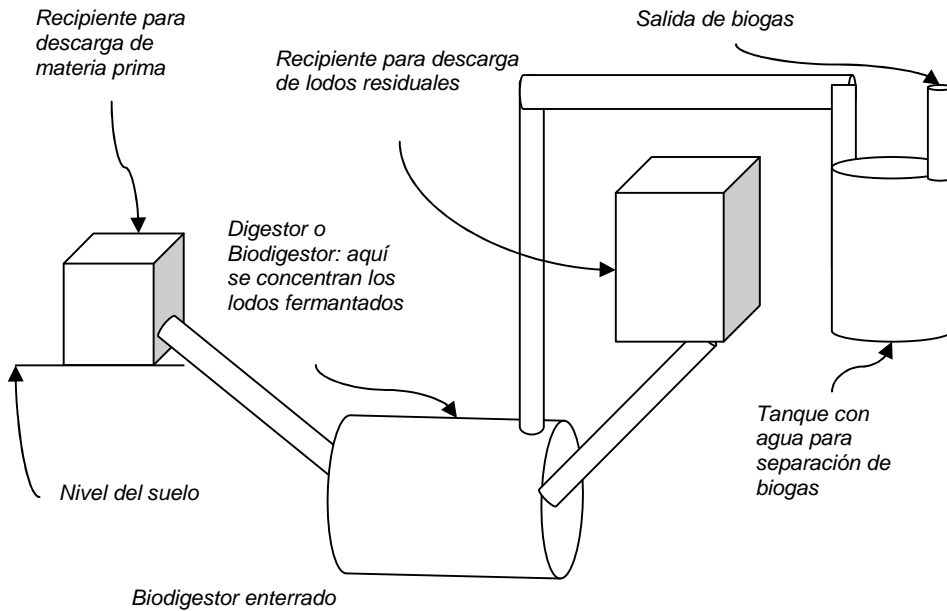


Figura2.2.2.- Esquema de producción de Biogas

El biogas es generado en los llamados digestores, que tienen como detonante común la circunstancia de que el proceso se desarrollará bajo condiciones técnicamente controladas. Como producto final de este proceso se obtiene un fango de fácil deshidratación y el ya citado biogas que se compone de metano (aprox.60%), dióxido de carbono (aprox.35%), así como del nitrógeno, hidrógeno e hidrógeno de azufre. Este combustible es adecuado para el uso de una casa, sin embargo la dificultad de encontrar suficiencia de materia prima lo convierte solo

en una posibilidad de análisis, sin considerarlo dentro de las instalaciones de la casa ecológica. De manera enunciativa, se sabe que China es el país que ha llevado a la práctica el uso del biogás en mayor escala. Existen allí más de siete millones de digestores rurales en funcionamiento los cuales proveen gas para cubrir necesidades de cocción e iluminación, a la vez que van recuperando suelos degradados a través de siglos de cultivos. En Europa y Estados Unidos se investigan los complejos fenómenos químicos ya que la construcción de un sistema que provea biogás requiere una escasa inversión, ya que se utilizan materiales comunes de fácil acceso, tales como tambores, cámaras hechas de mampostería y cañerías estándar. Los residuos orgánicos son conducidos a recipientes o cámaras en los que se lleva el proceso de digestión de residuos con la ayuda de bacterias anaeróbicas (degradación de la materia en ausencia del oxígeno), y como subproductos se obtienen residuos líquidos fuertemente septizados y residuos sólidos que pueden utilizarse como abono orgánico, además del residuo gaseoso. No obstante los beneficios comentados, los digestores cumplen una función ecológica ideal:

Reciclan totalmente los desechos a un costo muy bajo, y evitan que continúe el empleo de recursos no renovables derivados del petróleo.

Es preciso aclarar, que un importante ahorro del consumo por concepto de gas se analizará con la construcción del colector solar.

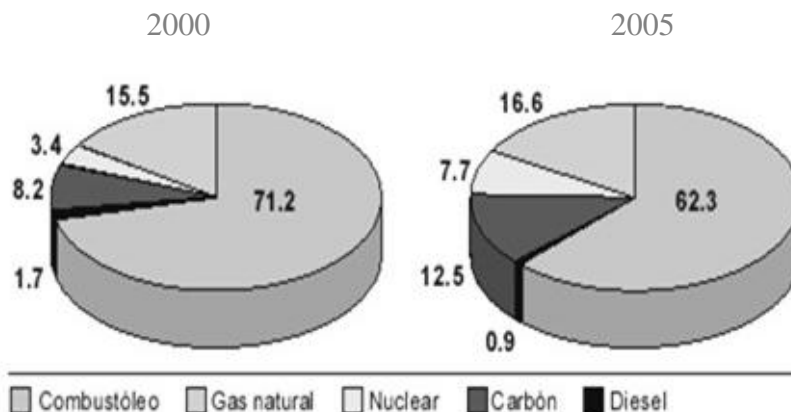


## 2.3. GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Una grave situación se está presentando en nuestro país (y a nivel global) en cuanto al suministro de energía eléctrica se refiere. La Comisión Federal de Electricidad (CFE) con tal de abastecer del suministro a la República esta considerando importantes recortes, aumento de tarifas y cambio de políticas internas para no caer en el desabasto. Dificil situación para el Gobierno pero que en realidad se refleja en la economía de cada familia.

De esta manera, el Gobierno en conjunto con la CFE proponen nuevas estrategias para el abastecimiento de este recurso puesto que cada día los recursos para producirla se ven afectados por un sin fin de situaciones que salen del contexto del Gobierno ya que la energía eléctrica no solo se obtiene a través de medios hidráulicos, sino que también existen otras formas de producirla pero sin embargo exigen el empleo de hidrocarburos y por ende, que su costo económico, tecnológico y ecológico sea cada vez mayor.

### Combustibles utilizados para la generación de energía eléctrica.



Gráfica 2.3.1.- Combustible empleados para generación de energía eléctrica

FUENTE: Secretaría de Energía, *Balance Nacional de Energía*, México 2005

El uso mundial de energía, está fuertemente basado en la combustión de hidrocarburos. A partir de recursos sólidos como el carbón, líquidos (petróleo y sus derivados) y gas natural, se genera el 88 % de la energía empleada por el hombre. Estos recursos presentan dos problemáticas fundamentales y una tercera asociada:

a) Son altamente contaminantes para la atmósfera, por la emisión de agentes tóxicos como humos, hollines y otras partículas en suspensión, CO en las combustiones incompletas, y CO<sub>2</sub>, principal contribuyente al calentamiento global. Hoy es sabido que el actual modelo energético contribuye al menos en un 50% al calentamiento global (efecto invernadero).

b) Son escasos (no renovables)

El tercer problema asociado es de tipo geopolítico, ya que el petróleo se concentra en un 50% en naciones del medio oriente, lo cual ha dado lugar a las crisis petroleras de 1973, 1980 y la

Guerra del Golfo en 1991, y las reservas de carbón se concentran en más de un 80 % al norte del paralelo 30 Norte.

Debido a los daños al ecosistema global originados por las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, a partir de la Convención Internacional de Cambio Climático (1992) los países se comprometen a reducir sus emisiones, a partir de medidas de eficiencia energética. Frente a los problemas de limitación de los recursos energéticos de origen fósil durante la segunda mitad de este siglo se desarrollaron dos fuentes de energía eléctrica primaria:

*-Hidroelectricidad de gran escala.*

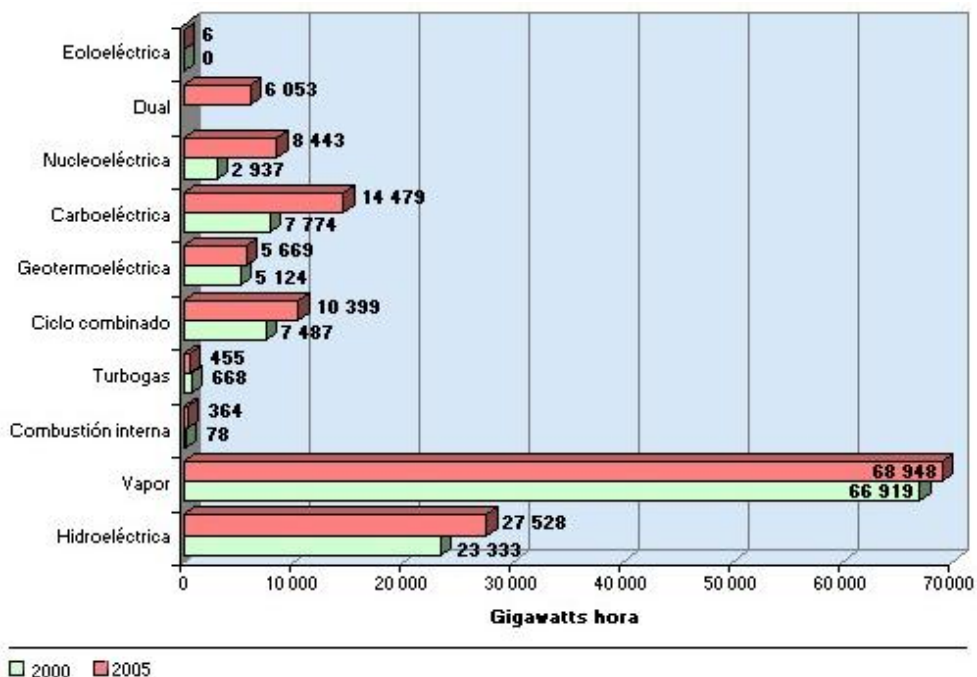
*-Energía nuclear.*

Mismas que contribuyen en un 4% y 6% a la generación total de energía, los que sumados al 88% de los hidrocarburos y a un 2% de otras fuentes (tracción animal, leña de superficie, etc) completan el total. El ciclo de las aguas evapora 110,000 km<sup>3</sup> de aguas anuales, de los cuales 40,000 se precipitan sobre los continentes. Esto permite una potencia teórica de 10 terawatts. De este valor, solo un 15 % es aprovechable para centrales hidroeléctricas. Considerando que la humanidad utiliza una potencia de 15 a 20 TW actualmente, resulta que el recurso es limitado.

La verdadera alternativa –como se ampliará mas adelante- al modelo energético no está dada por la electricidad de gran escala ni por la

energía nuclear, sino por las llamadas "energías limpias y renovables" combinadas con una adecuada eficiencia energética y ahorro en el consumo. Entre ellas se cuenta la solar térmica, la fotovoltaica, la eólica, la microhidráulica, la geotérmica, la mareomotriz, la térmica de los océanos, la de las olas, el biogas, y otras fuentes con diverso grado de desarrollo. Para comprender mejor la problemática del suministro eléctrico, veamos los siguientes análisis y tablas, los cuales son datos generados en nuestro país:

### Generación de electricidad del sector público.



Gráfica 2.3.2.- generación eléctrica, FUENTE: INEGI, *El Sector Energético en México*, México 2005

### Reservas de Hidrocarburos

Año	Reservas Nacionales Probadas ( Millones de Barriles )	Relación Reservas Producción. ( Años )
1984	45,803	58
1985	60,126	59
1986	72,008	60
1987	72,008	52
1988	72,500	54
1989	71,750	54
1990	70,900	54
1991	70,000	55
1992	69,000	52
1993	67,600	54
1994	66,450	53
1995	65,500	52
1996	65,000	50
1997	65,050	50
1998	64,516	49
1999	63,220	48
2000	62,058	48
2001	60,900	43
2002	60,160	40
2003	57,741	38
2004	58,204	41

**Tabla 2.3.3.-** Reservas de hidrocarburos

FUENTE: Secretaría de Energía, con datos proporcionados por PEMEX. 2005

Figura 2.3.4.- generación de electricidad en la república mexicana



Con la información de la tabla 2.3.3, dejamos entreabierta la puerta para conocer más a fondo la situación que comienza a percibirse en la actualidad. No obstante tenemos que considerar otros factores importantes como la reserva de hidrocarburos de nuestro país, los cuales abastecen de energía a un importante sector de la población.

### Producción de Energía en la República

No	Central	Tipo	Capacidad (MW)	Área a la que Pertenece	Combustible ó Energético Primario
1	Belisario Dominguez (Angostura)	Hidroeléctrica	900	Oriental	Energía Hidráulica
2	M. Moreno Torres (Chicoasén)	Hidroeléctrica	1,500	Oriental	Energía Hidráulica
3	Malpaso	Hidroeléctrica	1,080	Oriental	Energía Hidráulica
4	A. Albino Corzo (Peñitas)	Hidroeléctrica	420	Oriental	Energía Hidráulica
5	Tamascal	Hidroeléctrica	354	Oriental	Energía Hidráulica
6	C. Ramirez Ulloa (Caracol)	Hidroeléctrica	600	Oriental	Energía Hidráulica
7	Infiernillo	Hidroeléctrica	1,000	Central	Energía Hidráulica
8	J. Ma. Morelos (Villita)	Hidroeléctrica	295	Central	Energía Hidráulica
9	Necaxa	Hidroeléctrica	109	Central	Energía Hidráulica
10	P. Elías Calles (El Novillo)	Hidroeléctrica	135	Noroeste	Energía Hidráulica
11	Raúl J. Marsal (Comedero)	Hidroeléctrica	100	Noroeste	Energía Hidráulica
12	Bacurato	Hidroeléctrica	92	Noroeste	Energía Hidráulica
13	Aguamilpa Solidaridad	Hidroeléctrica	960	Occidental	Energía Hidráulica
14	L. Donald Colosio (Huites)	Hidroeléctrica	422	Noroeste	Energía Hidráulica
15	V. Gómez Farias (Agua Prieta)	Hidroeléctrica	240	Occidental	Energía Hidráulica
16	Zimapán	Hidroeléctrica	292	Occidental	Energía Hidráulica
17	Fco. Perez Ríos (Tula)	Termoeléctrica	1,982	Central	Combustóleo y Gas
18	Valle de México	Termoeléctrica	838	Central	Combustóleo y Gas
19	J. Luque	Termoeléctrica	224	Central	Gas
20	Manzanillo I y II	Termoeléctrica	1,900	Occidental	Combustóleo
21	Salamanca	Termoeléctrica	866	Occidental	Combustóleo
22	Villa de Reyes (SLP)	Termoeléctrica	700	Occidental	Combustóleo
23	Altamira	Termoeléctrica	770	Noreste	Combustóleo



No	Central	Tipo	Capacidad (MW)	Área a la que Pertenece	Combustible ó Energético Primario
24	A. López Mateos (Tuxpan)	Termoeléctrica	2,100	Oriental	Combustóleo
25	Monterrey	Termoeléctrica	465	Noreste	Combustóleo y Gas
26	Río Bravo	Termoeléctrica	375	Noreste	Combustóleo y Gas
27	Francisco Villa	Termoeléctrica	399	Norte	Combustóleo
28	Samalayuca	Termoeléctrica	316	Norte	Combustóleo y Gas
29	Gpe. Victoria (Lerdo)	Termoeléctrica	320	Norte	Combustóleo
30	Puerto Libertad	Termoeléctrica	632	Noroeste	Combustóleo
31	C. Rodríguez R. (Guaymas II)	Termoeléctrica	484	Noroeste	Combustóleo
32	J. Aceves Pozos (Mazatlán II)	Termoeléctrica	616	Noroeste	Combustóleo
33	Pdte. Juárez (Rosarito)	Termoeléctrica	620	B. California	Combustóleo
34	Lerma (Campeche)	Termoeléctrica	150	Peninsular	Combustóleo
35	Mérida II	Termoeléctrica	168	Peninsular	Combustóleo
36	J.de Dios Bátiz(Topolobampo II)	Termoeléctrica	390*	Noroeste	Combustóleo
37	F. Carrillo P. (Valladolid)	Ciclo Combinado	212	Peninsular	Combustóleo/Diesel
38	J. López Portillo (Río Escondido)	Carboeléctrica	1,200	Noreste	Carbón
39	Carbón II	Carboeléctrica	1,400	Noreste	Carbón
40	Cerro Prieto	Geotérmica	620	B. California	Vapor Endógeno
41	Laguna Verde	Nuclear	1,309	Oriental	Óxido de Uranio
42	A. Olachea A. (San Carlos)	Combustión	65	B. C. Sur	Combustóleo/Diesel
43	Pdte. P. Elías Calles (Petacalco)	Dual	2,100	Occidental	Combustóleo/Diesel

**Tabla 2.3.5.- Reservas de hidrocarburos**

Fuente: Secretaria de Energía, 2003

En la tabla 2.3.5 tenemos la descripción detallada del proceso de elaborar energía eléctrica en el país. Como vemos de las 43 plantas los recursos más solicitados en ellas son el agua y el combustóleo. Un recurso muy limitado y otro altamente contaminante.

La Secretaria de Energía tiene contemplado para el año 2009 el principio de un desabasto general debido a los problemas propios del

agua y también a la escasez de combustibles. Actualmente existe una campaña permanente que propone a las casas *reducir su consumo eléctrico considerando factores como los siguientes*: Comprobar que la instalación eléctrica no tenga fugas. Para ello, es necesario desconectar todos los aparatos eléctricos, incluyendo relojes y timbre; apagar todas las luces y verificar que el disco del medidor no gire; ya que si el disco sigue girando, es necesario mandar a revisar la instalación. La recomendación prioritaria para el uso eléctrico de una casa consiste en el empleo de materiales como los siguientes:

**Iluminación:** Utilizar lámparas fluorescentes compactas en sustitución de focos incandescentes; estas proporcionan el mismo nivel de iluminación, duran diez veces más y consumen cuatro veces menos energía eléctrica. También se recomienda pintar el interior de la casa con colores claros, la luz se refleja en ellos más fácilmente y se requiere menor cantidad de energía para iluminar.

**Aspiradora:** Los filtros y los depósitos de polvo y basura de la aspiradora saturados hacen que el motor trabaje sobrecargado y reduzca su vida útil. Es conveniente cambiarlos cada vez que sea necesario.

**Lavadora:** Cargar la lavadora al máximo permisible cada vez, así disminuirá el número de sesiones de lavado semanal. Utiliza sólo el detergente necesario; el exceso produce mucha espuma y hace trabajar al motor más de lo conveniente.

**Refrigerador:** El refrigerador es uno de los aparatos que consume más energía en el hogar.

Debemos situar el refrigerador alejado de la estufa y fuera del alcance de los rayos del sol. Comprobar que la puerta selle perfectamente y revisar periódicamente el empaque, este defecto puede provocar un consumo hasta tres veces mayor al normal. Dejar enfriar los alimentos antes de refrigerarlos. La posición correcta del termostato es entre los números 2 y 3. En clima caluroso, entre los números 3 y 4

En caso de adquirir un refrigerador nuevo, seleccionar aquél que consuma menos energía eléctrica. Se sugiere revisar la etiqueta de eficiencia energética, que indica que ese aparato cumple con la Norma Oficial Mexicana y ahorra energía. Es bueno tener siempre en cuenta que los deshielos automáticos consumen 30% más de electricidad y eso significa mayor gasto.

Descongelar el refrigerador y limpiar con un paño húmedo el cochambre que se acumula en la parte posterior por lo menos cada dos meses. Limpiar los tubos del condensador ubicados en la parte posterior o inferior del aparato por lo menos dos veces al año.

**Audio y video:** No dejar conectados radios, televisores u otros aparatos eléctricos que generan consumo eléctrico aún cuando nadie los está utilizando.

**Plancha:** La plancha es otro aparato que consume mucha energía. Utilizarla de manera ordenada y programada, ahorra energía y reduce los gastos. Hay que planchar la mayor cantidad posible de ropa en cada ocasión. Conectar muchas veces la plancha gasta más energía que mantenerla encendida por un rato. También es recomendable

planchar primero la ropa gruesa, o que necesite más calor, y dejar para el final la delgada, que requiere menos calor; desconecta la plancha poco antes de terminar para aprovechar la temperatura acumulada. No dejar la plancha conectada innecesariamente. Revisar la superficie de la plancha para que esté siempre tersa y limpia; así se transmitirá el calor de manera uniforme. Revisar que el cable y la clavija estén en buenas condiciones.

**Licuada:** Una licuadora que trabaja con facilidad dura más y gasta menos; comprobar que las aspas siempre tengan filo y no estén quebradas

Mediante la instalación de toldos de lona o aleros inclinados, persianas de aluminio, vidrios polarizados, recubrimientos, mallas y películas plásticas, se evita que el sol llegue directamente al interior. Así se pueden obtener ahorros en el consumo de energía eléctrica por el uso de aire acondicionado. El aislamiento adecuado de techos y paredes ayuda a mantener una temperatura agradable en la casa. Es relativamente sencillo sellar las ventanas y puertas de la casa con pasta de silicón, para que no entre el frío en los meses de invierno y no se escape en los meses calurosos.

Sin bien estas medidas nos permitirían emplear mejor el suministro de energía, no son las únicas que pueden auxiliarnos en nuestros hogares. Es imposible pensar en la vida moderna sin energía eléctrica. Ninguna fábrica, negocio, taller, consultorio, tienda o local podría trabajar sin ella. La electricidad nos da luz, calor, movimiento,

imagen y sonido. Es sinónimo de progreso y bienestar. Sin ella, no sería posible el avance científico, tecnológico, económico y social del siglo. En el nuevo milenio, seguirá siendo imprescindible en nuestras vidas. Detrás de cada foco que se prende y de cada máquina que se conecta hay un gran esfuerzo humano y económico. Para generar energía y llevarla a donde se necesita se requiere un gran esfuerzo humano y económico. La capacidad que hoy tenemos para producir y transportar la electricidad se debe a la acción continua de los gobiernos de la República y a la preparación de los trabajadores del sector eléctrico, quienes instalan, operan y dan mantenimiento a las plantas de generación y a los miles de kilómetros de líneas, torres, cables y postes que transmiten y distribuyen la energía eléctrica.

El desarrollo del país depende de que la electricidad llegue de forma segura, eficiente, oportuna y de calidad. Hoy en día, 95 de cada 100 mexicanos contamos con servicio eléctrico; es decir, la electricidad llega a más de 22 millones de casas, empresas, industrias, talleres, etcétera. Cada día, la población y la industria mexicana requieren más energía eléctrica, por lo que es necesario prevenir la demanda futura. Actualmente, el incremento de la demanda de electricidad es mayor al crecimiento de nuestra economía. Esto se debe, principalmente, al desarrollo de las actividades económicas del país y al aumento de la población. El mayor consumo de electricidad se da en la actividad industrial, la cual crea poco más de la mitad de los empleos permanentes del país. Así, nuestra capacidad de generar electricidad

está llegando a su límite. Para seguir contando con electricidad debemos prepararnos desde hoy.

Para atender las necesidades de electricidad y asegurar que no falte en el futuro, el sector eléctrico debe crecer y adoptar nuevas estrategias desde ahora. Tenemos que construir más plantas generadoras, y ampliar y mejorar las líneas de transmisión y distribución para llevarla al campo y a las ciudades. De no hacerlo, pondríamos en riesgo el desarrollo económico y social del país. Nos llevó un siglo construir las obras de la estructura eléctrica actual, pero ahora, en sólo pocos años, debemos aumentarla más de una tercera parte. Desde hoy, necesitamos ampliar nuestra capacidad para generar electricidad en 13 mil megawatts e invertir en la ampliación de las líneas de transmisión y de las redes de distribución. Para ello, es necesario realizar inversiones de aproximadamente 250 mil millones de pesos. Esta cantidad equivale a la que el gobierno invirtió en educación y seguridad social durante el 2000, es decir, a la cuarta parte del total de los gastos contemplados para este año. Para enfrentar este reto, el gobierno mexicano propone abrir espacios para que todos los sectores sociales participen en el crecimiento de la industria eléctrica a través de un mercado en donde varias empresas puedan participar y competir para ofrecernos electricidad suficiente, económica y confiable. La propuesta de apertura de la industria eléctrica a la participación social y privada tiene como fin:

- *Asegurar el abasto de electricidad y cubrir las necesidades crecientes de los mexicanos.*
- *Atraer más inversiones de todos los sectores para fortalecer el desarrollo de la industria eléctrica.*
- *Llevar la electricidad a más lugares y apoyar con subsidios a quienes más lo necesitan.*
- *Contar con más recursos públicos para emplearlos en educación, salud y combate a la pobreza.*

Argentina, Australia (Victoria), Bolivia, Canadá (Alberta), Colombia, El Salvador, España, Estados Unidos de América (California), Guatemala, Inglaterra, Noruega, Nueva Zelanda y Perú, entre otros, han realizado cambios en sus industrias eléctricas y gracias a la suma de esfuerzos, obteniendo grandes beneficios para su población, lo que motiva a deducir los hechos que pueden presentarse si en México adoptamos un cambio sustancial en casa, ya que de hacerlo:

- *Los hogares mexicanos seguiremos contando con electricidad al menor costo posible.*
- *Las industrias contarán con electricidad de calidad y a costos competitivos, lo cual permitirá invertir más y generar nuevos empleos en el país.*
- *La industria eléctrica se fortalecerá, protegerá plenamente los derechos laborales de sus trabajadores y jubilados, y creará nuevos empleos que requieran de la habilidad y experiencia de los trabajadores electricistas mexicanos.*
- *La participación de los sectores social y privado traerán nuevas oportunidades para ampliar el servicio eléctrico propiciando el desarrollo económico y social en los estados y municipios.*

Aunado a lo anterior, con un uso razonado y mejor aún con un cambio sustancial en la obtención de energía eléctrica para nuestros hogares es posible evitar:

- **Calentamiento global:** Proceso de aumento gradual de la temperatura de la Tierra a consecuencia del incremento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, incremento provocado por los procesos de combustión con fines energéticos de carburantes fósiles y por la deforestación
- **Disminución capa de ozono:** Proceso de reducción, tanto en concentración como en grosor, de la capa de partículas de ozono presente en la estratosfera. Este fenómeno es consecuencia de la alteración del balance atmosférico de oxígeno y ozono. Las emisiones de clorofluorocarbonos (CFC), un hidrocarburo sintético utilizado como refrigerante, son las principales responsables de este impacto.
- **Lluvia ácida (Acidificación):** Proceso de introducción de sustancias ácidas en el medio ambiente provocado por las emisiones a la atmósfera de óxidos de azufre y de nitrógeno provenientes principalmente de la quema de combustible fósiles. Tras reaccionar con el vapor de agua presente en el aire, estos óxidos se convierten en compuestos ácidos que la lluvia precipita sobre la superficie terrestre.
- **Degradación de las aguas (La eutrofización):** Proceso de acumulación de nutrientes en las aguas con el consiguiente crecimiento masivo de organismos, fundamentalmente algas, y la disminución de la concentración de oxígeno.
- **Emisión de metales pesados:** Aquellos metales que tienen un peso atómico relativamente alto y una densidad aproximada de  $5 \text{ g/cm}^3$ . Se distinguen por ser muy tóxicos, persistentes y bioacumulativos, tanto en el



agua como en el aire y el suelo, por lo que su peligrosidad es muy elevada. Los más nocivos para la salud humana son el plomo, el cadmio y el mercurio.

- Sustancias carcinógenas: Todas aquellas que provocan o favorecen la aparición del cáncer.
- Niebla de invierno: Aquélla provocada por la elevada concentración en el aire de óxido de azufre y partículas en suspensión provenientes de la industria y el transporte. Estas sustancias actúan como núcleos de condensación del vapor de agua en condiciones de humedad elevada y bajas temperaturas, que suelen producirse en invierno, de ahí su nombre.
- Niebla fotoquímica o de verano: Aquélla provocada por altas concentraciones de óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles (COV) acompañadas de una fuerte radiación solar. En estas circunstancias se generan altas concentraciones de ozono superficial, un fenómeno ligado a las altas temperaturas estivales.
- Residuos industriales.
- Radiactividad: Proceso por el cual determinados isótopos de algunos elementos químicos, como, por ejemplo, el uranio, emiten espontáneamente partículas y/o rayos nocivos para los seres vivos.
- Residuos radiactivos: Aquéllos que presentan trazas de radiactividad en concentraciones superiores a los valores límites establecidos. Son producidos fundamentalmente por las centrales nucleares.
- Agotamiento recursos energéticos: Los recursos energéticos no renovables –combustible fósiles y minerales– se van agotando a medida que son utilizados, disminuyendo las reservas de los mismos.

La propuesta de apertura de la industria eléctrica reconoce que la electricidad es un servicio básico para todos, y para asegurar el suministro a los mexicanos, el Estado seguirá a cargo del cerebro de la industria eléctrica, es decir, de la operación técnica de la red nacional de transmisión de electricidad. También continuará a cargo de la planta nucleoelectrica. Las redes de transmisión y distribución de electricidad seguirán bajo el dominio del gobierno permitiendo la participación privada en su operación. A través de la ley, el Estado se encargará de velar por la seguridad, confianza, calidad y costo del servicio de electricidad. De esta manera, se asegurará a los usuarios los beneficios de un sistema eléctrico moderno y más eficiente. El futuro del suministro eléctrico depende de las acciones y decisiones que tomemos hoy. Sin electricidad suficiente en este nuevo milenio, no será posible el crecimiento del país, de las industrias, de los empleos, ni mejorar la calidad de vida de todos los mexicanos. La industria eléctrica enfrenta grandes retos y para superarlos es necesaria la suma de esfuerzos de todos los sectores de la sociedad. Dada esta situación real, bien valdría la pena considerar el empleo de nuevas tecnologías las cuales podríamos tener desde nuestra casa.

## **CAPÍTULO 3 ANTEPROYECTO DE UNA VIVIENDA ECOLÓGICA**

Los constantes cambios y avances en materia científica y tecnológica invaden todos los ámbitos de la sociedad y la Ingeniería Civil no se escapa de ésta evolución; con el desarrollo de la computación, el perfeccionamiento técnico de los diferentes sistemas que intervienen en una edificación y las nuevas tecnologías de comunicaciones, ha surgido el concepto de edificaciones inteligentes. Cualquier vivienda debe cumplir con los requisitos básicos que necesita el ser humano en donde es necesario considerar los requerimientos de los usuarios, que van desde su actividad hasta el uso del espacio, rangos de comodidad, niveles adecuados de iluminación control de ruido y ambientación.

El proyectar una casa ecológica no varía el proceso constructivo comparado con el resto de las demás casas. La diferencia que aquí veremos es únicamente en el mejor aprovechamiento de recursos y el recicle que en ella podemos generar, puesto que como ya se ha analizado, el modo de vida moderno implica una cadena de problemas en donde una de las razones importantes que han motivado el cambio ecológico es el aumento constante de la población, ya que mientras más gente se congregue en un sitio, mayor uso de recursos reclamará, con las consecuencias que ya conocemos. El Valle de

México es una de las zonas más pobladas del mundo. Hasta hace unos años era considerada la ciudad más poblada de la tierra, record que ahora se disputa entre Tokio y Nueva York. En la siguiente imagen podemos ver con mayor claridad cuál es la densidad de población de México, la que nos lleva a deducir que los puntos marcados como zonas de mayor afluencia de población, son aquellos que representan retos mayores en el abastecimiento de recursos y en donde convendría más invertir en un nuevo proyecto ecológico que permitiera mejores niveles de vida.

Con base en lo anterior, es predecible que tanto el aumento como el movimiento poblacional hacia las grandes ciudades va en aumento, lo que significa que en un plazo inmediato el suministro de los servicios deberá ser a gran escala con los inconvenientes que esto genera. Es en este capítulo en donde se analizan las posibilidades reales de instrumentar una casa que lejos de afectar al medio ambiente y los problemas que ello genera, sea un domicilio más autosuficiente con una dependencia mínima de los servicios como luz, gas y agua potable; promoviendo eficientizar los recursos de manera tal, que se generen y reciclen en gran medida aprovechando las ventajas climatológicas de nuestro país.

### 3. Anteproyecto de una Vivienda Ecológica

---

Fig. 3.1.0.- Densidad de población



### 3.1. MEJORAMIENTO EN EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA

El volumen total del agua en la tierra se ha conservado constante según estudios geológicos que muestran que dicho recurso es el mismo desde hace unos 570 millones de años. Este nivel de aguas está regido por el ciclo hidrológico (fig. 3.1.1.) que interrelaciona el volumen a través de sus 3 estados físicos, en una cantidad estimada de 1460 millones de kilómetros cúbicos.

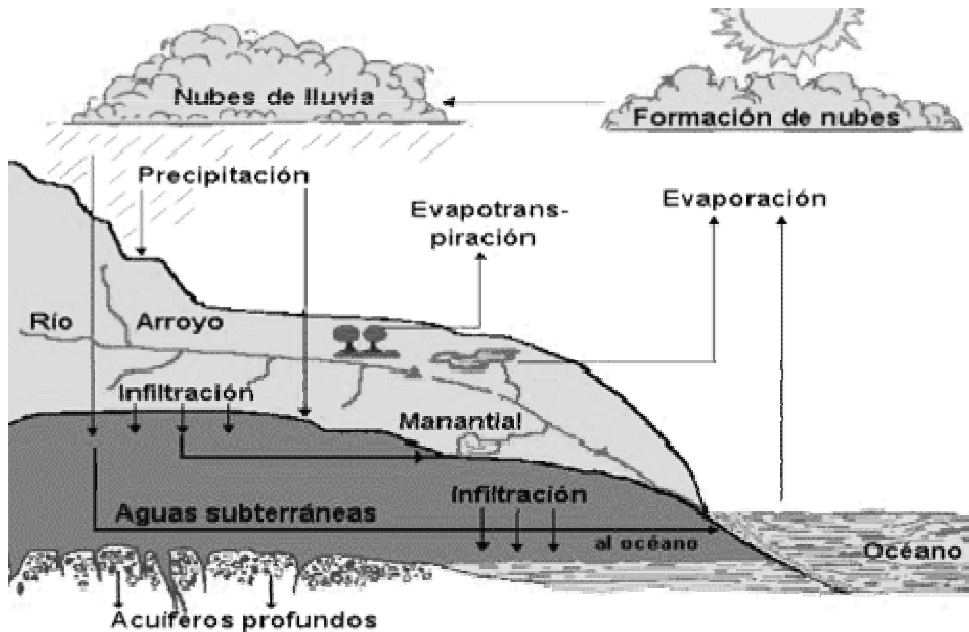


figura 3.1.1.- Ciclo del agua

El agua, como toda materia, ni se crea ni se destruye, su transformación se desarrolla con un ciclo en la naturaleza, el cual consiste fundamentalmente en:

1. Circulación del agua del océano, a través de la atmósfera, hacia el continente; su retorno al océano en varias formas después de su detención ocasional: por escurrimiento superficial o subterráneo, y en parte también por la misma atmósfera.
2. Cortocircuitos que eliminan etapas del ciclo completo, como por ejemplo: el paso del agua del subsuelo y de la superficie terrestre hacia la atmósfera sin pasar por el océano.

La fuente principal de energía que da movimiento a este ciclo es la *radiación solar*. El ciclo se origina con la evaporación del agua depositada en los mares y océanos, que al ascender se condensa formando las nubes, las que transportadas por los vientos se distribuyen irregularmente sobre la superficie de la tierra. La condensación del vapor de agua la vuelve a su estado líquido, en cuya forma se precipita por la acción de la gravedad, adquiriendo en su recorrido a través de la atmósfera, gases y otros elementos sólidos y líquidos. La precipitación en forma de lluvia a la superficie de la tierra hace que parte del agua corra por ella (escurrimiento superficial) por los ríos y arroyos y finalmente va a engrosar el caudal de los mares y océanos, aunque una parte queda depositada en las depresiones del terreno (lagos, presas. Otro volumen apreciable de agua se infiltra en el subsuelo y recorre sus distintas capas, vertical y horizontalmente



(infiltración), dando origen a los mantos acuíferos profundos, hasta ir también a parar a los mares y océanos. En estos diversos recorridos las aguas siguen modificando su calidad al incorporárseles elementos biológicos y químicos (orgánicos e inorgánicos) que se encuentran en la superficie y el subsuelo, muchos de los cuales son dañinos para la salud del hombre.

En México el agua potable varía acorde a la extensión geográfica, por su distribución poblacional y por la actividad económica de cada zona. Por debajo de 500 metros sobre el nivel del mar existe el 80% del agua disponible y encontramos a 85 ciudades con más de 15,000 habitantes que alojan al 29% de la población. El 71% restante vive arriba del nivel mencionado en unos 100 centros urbanos mayores de 15,000 habitantes que solo cuentan con el 20% del agua disponible en el país. En el altiplano entre las latitudes 18° y 22° se concentra el 60% de la población y el 80% de las actividades industriales. De 59 ciudades medias incluidas en el sistema urbano, 28 de ellas presentan problemas de abastecimiento de agua y en otras 8 se prevé la aparición de problemas en el futuro próximo. La población de la zona metropolitana de México se duplicó en los últimos 14 años, y es previsible que vuelva a duplicarse en otros 15 años. Se estima que para el año 2020 el Distrito Federal tenga entre 20 y 25 millones de personas entre habitantes y personal que desarrolla sus actividades en la capital. En la zona metropolitana más de la mitad de la superficie está ocupada por la mancha urbana y sin embargo no se han tomado medidas pertinentes para contrarrestar el daño ecológico de la zona.

Las campañas ambientalistas no han sido lo suficientemente fuertes para provocar una modificación tangible al respecto. De hecho, el uso indiscriminado de elementos como el agua está llegando a cifras preocupantes, como pueden verificarse en la figura 3.1.2:

### Extracción y usos del agua (km<sup>3</sup>)

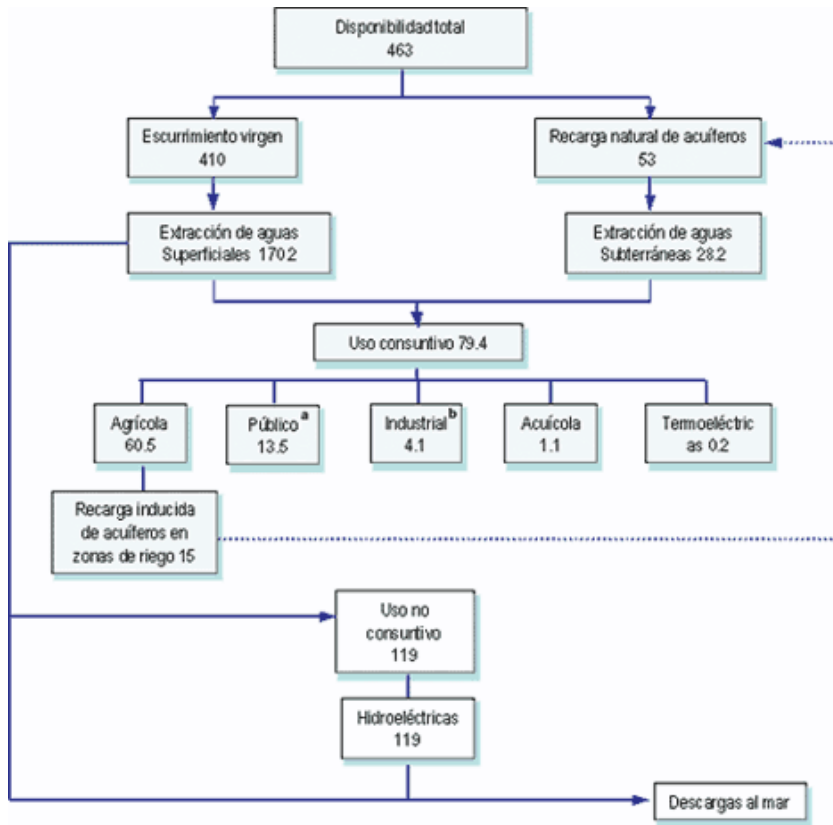


Figura 3.1.2.- Organigrama de Extracción y usos del agua (km<sup>3</sup>)

<sup>a</sup> Incluye industrias y servicios conectados a la red de abasto municipal.

<sup>b</sup> Sólo industrias autoabastecidas.

Fuente: SEMARNAT, Comisión Nacional del Agua, 2005.

Es aquí en donde la ingeniería puede cobrar fuerza promoviendo cambios en la urbanización y edificaciones nuevas que contemplen nuevos criterios constructivos; por ejemplo, si se aprovecha el agua pluvial en 730 mm/año durante 4 meses, podría generarse una recarga del manto acuífero en alrededor de 750 millones cúbicos por año. La reparación de fugas en las redes de distribución de agua potable, obtendríamos 8 metros cúbicos/segundo que representa casi el 20% del gasto total de dicha zona. Si colocáramos dispositivos de ahorro en las casas-habitación se recuperaría el 50% del vital líquido. Con medidas como las anteriores no solo ahorramos agua, sino también eficientizamos otros recursos como el eléctrico *ya que para abastecer de agua a la Ciudad de México se gastan 2500 megawatts/hora*, que equivalen al 10% de la generación de electricidad del país. Sumado a esto, debemos considerar el costo de operación de los sistemas que abastecen de agua al DF de otras cuencas como Cutzamala, Toluca, Ixtlahuaca, Lerma y Amacuzac; sistemas que para su operación requieren de miles de empleados, enormes cantidades de energía para bombear el agua y sustancias químicas para purificarla y preservarla. Las tarifas que entraron en vigor en Enero de 1987 dicen que el costo promedio de un metro cúbico es de 81.40 pesos, sin embargo este no se ajusta a la realidad ya que es casi imposible determinar con exactitud el costo real del líquido, pero que sin lugar a dudas resulta ser mucho más elevado, tanto económica como ecológicamente.

Es así como llegamos a un diseño diferente de casas, en las cuales el sistema de abastecimiento de agua permita la recirculación, ahorro y mejor aprovechamiento del líquido. Para entender este concepto, será mejor ejemplificarlo con un plano que describa visualmente como se distribuyen los elementos que ayudan a la casa para que esta por sí misma pueda generar recursos que permitan que no toda el agua sea tirada al drenaje de aguas negras.

A través de una red re circulatoria podremos darnos cuenta de datos sorprendentes que de aplicarse aunque sea de manera parcial, conseguiríamos un ahorro considerable que nos permitiría pensar en un futuro más sostenible para nuestros hijos.

A continuación describiremos las modificaciones que pueden y deben realizarse en una casa cualquiera, o visto de otra manera, tenemos un modelo diferente que se ajusta a la realidad actual, en el cuál se contemplan los factores de ahorro y recicle de este vital líquido, para redundar en el mejor aprovechamiento hidráulico.



Fig 3.1.3.

*ISOMETRICO DE LA CASA ECOLÓGICA*



Figura 3.1.4.- Planta arquitectónica PB





Figura 3.1.5.- Planta arquitectónica PA



Figura 3.1.6.- Isométrico suministro de agua



**Figura 3.1.7.-** Isométrico de la *Cisterna filtradora*



**Fig 3.1.8.- COMPOSICIÓN DE LOS CAJONES  
DE LA CISTERNA DE FILTRO DE AGUAS JABONOSAS**





Fig 3.1.9.- Corte cisterna filtradora



1: Es el cajón inicial. Se tiene un primer conglomerado compuesto por los diámetros más grandes del filtro, estos con una finalidad de que conforme a sus características propias (tezontle) inicien la etapa de absorción de bacterias, químicos y grasas debido a su superficie porosa. Debe contar una trampa de sólidos una su superficie, la cuál deberá ser limpiada una vez cada quince días o bien dependiendo del uso que tenga la casa ecológica. La durabilidad del tezontle esta una función del número de habitantes. Para un domicilio de cuatro habitantes éste tendrá una duración entre 10 y 12 años.

2: Cajón de arena. Cumple una el efecto de ir cribando los elementos que se encuentren una el agua. Debido a que la cisterna capta el agua de lavabos, regadera, lavadora y también agua pluvial, se tiene una concentración considerable de detergentes y grasas, por lo que es necesario considerar la limpieza de la trampa un intervalo de tiempo semejante a la trampa de sólidos mencionada una el cajón anterior. Aquí inicia el proceso activo de las bacterias digestoras de grasas y detergentes. Se estima que para una domicilio de cuatro habitantes éste tendrá una duración entre 8 y 10 años.

3: Es la última fase del cribado de compuestos sólidos así como de lograr una importante absorción de grasas y detergentes. Cuenta también una trampa para grasas y se puede considerar algún agente bacteriológico para el consumo de aquellos elementos que hayan logrado pasar. Se estima que para un domicilio de cuatro habitantes éste tendrá una duración entre 6 y 8 años.

4: El carbón activado es el mejor adsorbente y absorbente de uso general para remoción/reducción de muchos compuestos orgánicos y aún algunos inorgánicos del agua y de aguas residuales. El carbón activado se fabrica a partir de cualquier material carbónico como la madera, el carbón mineral, la cáscara de coco, etc. No hay una solo tipo de carbón activado que resulte ser el mejor para todas las aplicaciones. El de base madera es muy macro poroso y es excelente para remoción de color (moléculas grandes), de igual manera, es resistente a la abrasión. El carbón activado tiene la distribución más amplia una tamaño del poro e incluye poros de todos tamaños, por lo que se le considera como el carbón “atrapa-todo”. Los carbones una valor agregado como los lavados al ácido, una pH ajustado, tamaño a la medida o impregnados especialmente (como los impregnados de plata para reducir el desarrollo biológico), también funcionan para aplicaciones especiales. Aún cuando hay muchos tipos de carbón activado hechos a partir de diversas materias primas, los de base de carbón mineral y de cáscara de coco son los más comunes para los sistemas de operación de columna un tratamiento de agua. La vida de servicio depende del tipo de carbón, de los contaminantes influyentes, de la capacidad de flujo, del tiempo de contacto, del diseño del sistema, etc. Se estima que para un domicilio de cuatro habitantes éste tendrá una duración entre 5 y 8 años.

La calidad del agua obtenida mediante este proceso es aceptable para los fines que persigue, solo quedando exenta del consumo humano.

Fig 3.1.10.- Isométrico función agua potable



Fig 3.1.11.- Isométrico de agua reciclada



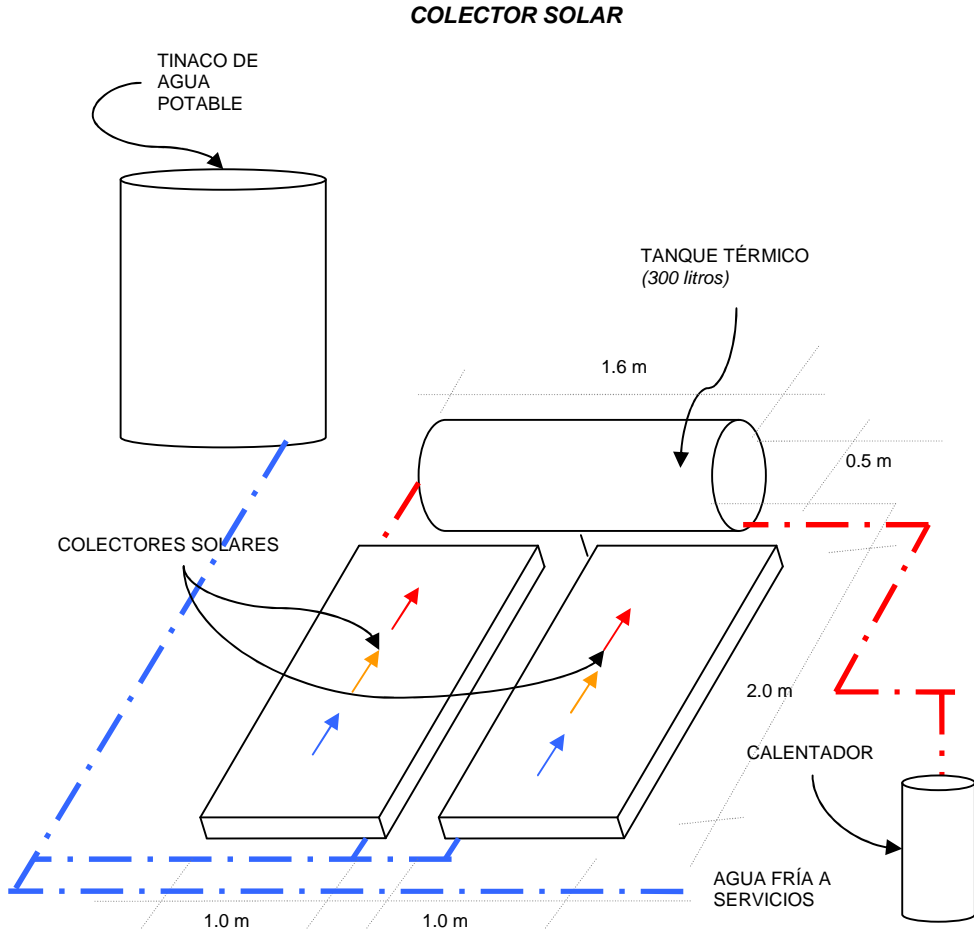


En las figuras 3.1.10 y 3.1.11 se pueden apreciar isométricos de la funcionalidad del sistema de agua potable y agua recuperada, en la figura 3.1.12 se describe el empleo de un colector solar para suministrar agua con una temperatura promedio de 50° centígrados al sistema de calentamiento, lo que asegura una importante reducción en el consumo de gas debido al uso limitado que tendrá esta herramienta para proveer el agua caliente.

El sistema de recuperación de agua permite a los usuarios disminuir su gasto promedio aprovechando la recirculación del líquido, simultáneo a que permite el aumento del consumo de agua reciclada para lavados, uso en baños y/o riegos.

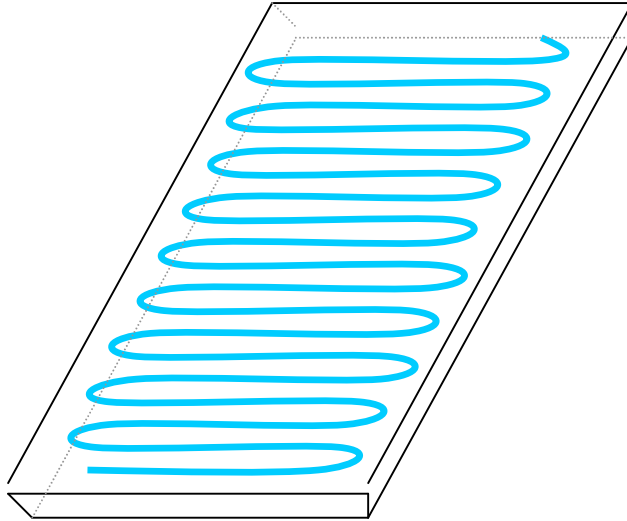
### ***FUNCIONAMIENTO DEL COLECTOR SOLAR***





**Figura 3.1.12.-** Isométrico del Colector Solar

**CONFIGURACIÓN  
DEL COLECTOR**



El desempeño que se busca con la implementación de este colector solar es formar un radiador con manguera flexible o preferentemente cobre tal como se aprecia en la figura 3.1.13, radiador de cobre de 1 ½ “ con un recorrido de 30 metros.

Fig. 3.1.13.- Colector solar

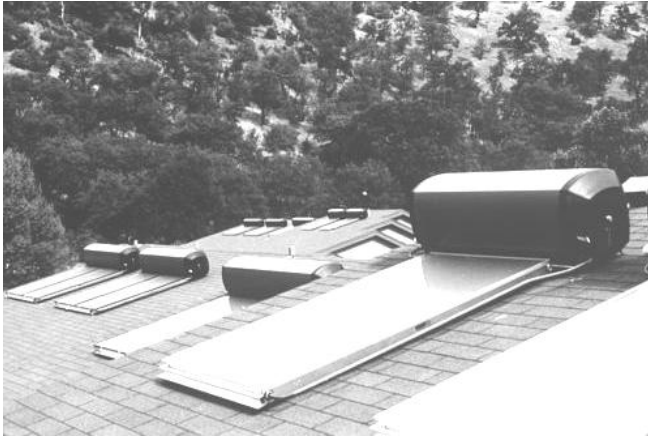
La inclinación que deben guardar estos paneles debe ser entre los 25° y los 30° respecto al oriente, es decir, que los colectores deberán alinearse perpendiculares al Norte-Sur para que la radiación de los rayos solares sea el mayor tiempo posible. El tubo debe pintarse de color negro y debe procurarse un sistema aislado del exterior.

Los siguientes datos representan las capacidades y alcances que dependen del uso de agua caliente que se vaya a requerir de nuestro colector solar.

**TABLA DE CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO DE AGUA POR METRO CUADRADO A UNA INCIDENCIA DE 3.0 kWh/m<sup>2</sup> POR DÍA (PROMEDIO ANUAL EN EL DISTRITO FEDERAL)**

LITROS DE AGUA CALIENTE POR DÍA A LA TEMPERATURA INDICADA

m <sup>2</sup> de colectores	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
2	248	198	165	142	124	110	100
4	495	996	330	283	248	220	200
8	991	793	661	566	495	440	400
12	1486	1189	991	850	743	660	594
16	1982	1586	1322	1133	991	881	793
20	2478	1982	1652	1416	1239	1101	991
24	2974	2379	1982	1699	1486	1322	1189



Para nuestra casa ecológica este sistema foto térmico convierte la radiación solar en calor y lo transfieren a un fluido de trabajo. El calor obtenido a través de estos medios se usa entonces para calentar edificios, agua, e incluso en otros ámbitos también tiene como labor la tarea de mover turbinas para generar electricidad, secar granos o destruir desechos peligrosos. Por su variedad, Los Colectores Térmicos Solares se dividen en tres categorías:

- **Colectores de baja temperatura.** Proveen calor útil a temperaturas menores de  $65^{\circ}$  C mediante absorbedores metálicos o no metálicos para aplicaciones tales como calentamiento de piscinas, calentamiento doméstico de agua para baño y, en general, para todas aquellas actividades

industriales en las que el calor de proceso no es mayor a  $60^{\circ}$  C, por ejemplo la pasteurización, el lavado textil, etc.

- **Colectores de temperatura media.** Son los dispositivos que concentran la radiación solar para entregar calor útil a mayor temperatura, usualmente entre los 100 y 300° C. En esta categoría se tienen a los concentradores estacionarios y a los canales parabólicos, todos ellos efectúan la concentración mediante espejos dirigidos hacia un receptor de menor tamaño. Tienen el inconveniente de trabajar solamente con la componente directa de la radiación solar por lo que su utilización queda restringida a zonas de alta insolación.
  
- **Colectores de alta temperatura.** Existen en tres tipos diferentes: los colectores de plato parabólico, la nueva generación de canal parabólico y los sistemas de torre central. Operan a temperaturas mayores a los 500° C y se usan para generar electricidad y transmitirla a la red eléctrica; en algunos países estos sistemas son operados por productores independientes y se instalan en regiones donde las posibilidades de días nublados son remotas.

## Colectores de baja temperatura

El colector solar plano es el aparato más representativo de la tecnología solar foto térmica. Su principal aplicación es en el calentamiento de agua para baño y albercas, aunque también se utiliza para secar productos agropecuarios mediante el calentamiento de aire y para destilar agua en comunidades rurales principalmente, aunque para este caso en análisis, solo veremos el uso residencial, el cual esta constituido básicamente por :

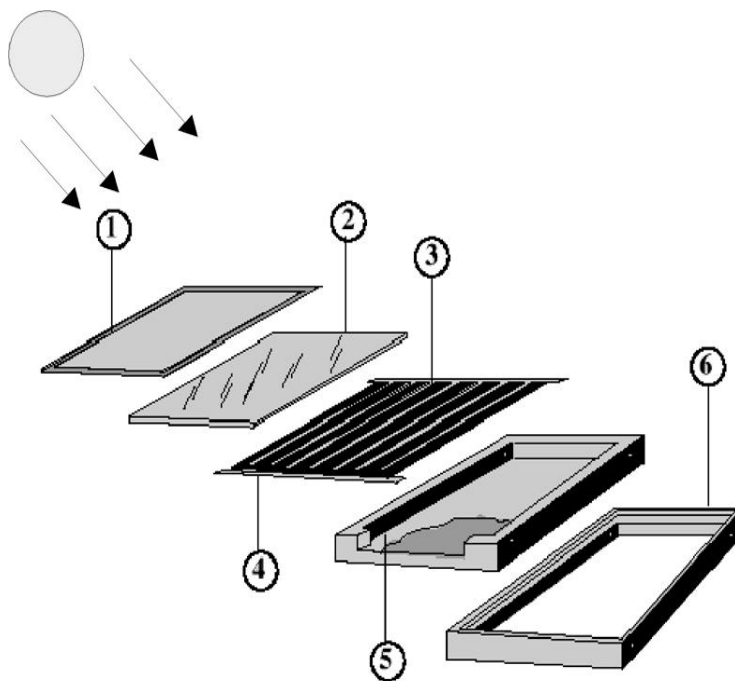


Figura. 3.1.14.- Diagrama del colector solar

La figura 3.1.14 se compone de:

- 1.- Marco de aluminio anodizado.
- 2.- Cubierta de vidrio templado.
- 3.- Placa “radial” absorbadora. *Enrejado con cobre.*
- 4.- Cabezales de alimentación y descarga de agua.
- 5.- Aislante, usualmente poliestireno, o unicel
- 6.-Caja del colector, galvanizada.

Para la mayoría de los colectores solares se tienen dimensiones características. En términos generales la unidad básica consiste de un colector plano de 1.8 a 2.1 m<sup>2</sup> de superficie, conectado a un termotanque de almacenamiento de 150 a 200 litros de capacidad; a este sistema frecuentemente se le añaden algunos dispositivos termostáticos de control a fin de evitar congelamientos y pérdidas de calor durante la noche. Las unidades domésticas funcionan mediante el mecanismo de termosifón, es decir, mediante la circulación que se establece en el sistema debido a la diferencia de temperatura de las capas de líquido estratificadas en el tanque de almacenamiento. Para instalaciones industriales se emplean varios módulos conectados en arreglos serie-paralelo, según el caso, y se emplean bombas para establecer la circulación forzada.



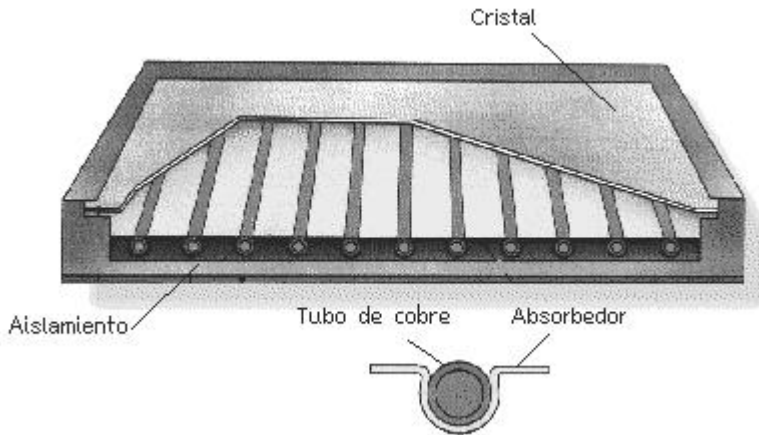


Figura 3.1.15.- corte del colector

En México el principal mercado del colector solar plano se ubica en las grandes ciudades, ya que en ellas el problema de la contaminación ambiental es realmente complejo. Numerosos estudios han identificado con bastante precisión las principales fuentes contaminadoras, algunas de ellas no tan evidentes como lo son los procesos de combustión de los automotores y de las plantas industriales, pero que son igualmente dañinas y que aportan en gran escala agentes para la formación de ozono.. Estas concentraciones son causadas principalmente por fugas de gas L.P., las cuales se reflejan a una escala masiva en la atmósfera. Estos hidrocarburos reactivos, junto con los componentes olefínicos y los componentes acetilénicos de la combustión incompleta del gas L.P., juegan el rol dominante en la producción de ozono en el Valle de México.

El problema antes mencionado puede ser atacado mediante un amplio espectro de posibilidades tecnológicas termosolares, probadas todas ellas, en las que se puede confiar para reducir el impacto ambiental en las grandes ciudades de la República.

En el calentamiento solar para uso residencial los paneles generalmente se instalan en la azotea. Para el uso residencial la temperatura promedio anual que se alcanzaría en el agua (en el Valle de México.) es de 50° C, en días nublados calienta a unos 38-40°C, ahorrando hasta el 65% en gas del consumo total.

EQUIPO RECOMENDADO				
FAMILIA DE	2-3 PERSONAS	1 COLECTOR (2 m <sup>2</sup> )	1 TERMO-TANQUE	150 LTS.
FAMILIA DE	3-6 PERSONAS	2 COLECTORES (4 m <sup>2</sup> )	1 TERMO-TANQUE	300 LTS.
FAMILIA DE	6-10 PERSONAS	4 COLECTORES (8 m <sup>2</sup> )	2 TERMO-TANQUE	600 LTS.

La eficiencia de los colectores es tal; que en días soleados en el Valle de México en 90 minutos es posible que el agua alcance los 85°C, manteniéndose a esa temperatura día y noche. Aunado con este sistema hidráulico dentro de la casa, podemos sumar otros importantes esfuerzos que permiten un ahorro muy importante no solo de un combustible como lo es el gas L.P., sin también alcanzar ahorros importantes del vital líquido. Hoy día existen en el mercado numerosos ingenios que permiten economizar agua:

- *Dispositivos economizadores para equipos antiguos:*
  - *Perlizadores*
  - *Reductores de caudal*
  - *Limitadores de descarga para cisterna*
  - *Interruptores de caudal*
- *Saneamientos:*
  - *Inodoros*
  - *Grifos*
- *Electrodomésticos ahorradores:*
  - *Lavadoras*
  - *Lavavajillas*

Los dispositivos ahorradores son pequeños elementos que se pueden incorporar al mecanismo de nuestros grifos o inodoros. Su precio es bajo y permiten a cambio un importante ahorro del consumo de agua. Por lo general, su instalación no ofrece grandes dificultades. Enumeramos a continuación algunos dispositivos o sistemas economizadores que se pueden instalar en los equipos en uso.

**Perlizadores.** Son dispositivos que mezclan aire con el agua, incluso cuando hay baja presión, saliendo las gotas de agua en forma de "perlas". Sustituyen a los filtros habituales de los grifos y evitan la sensación de pérdida de caudal al abrir menos el grifo. Los diversos fabricantes añaden que, además, evitan los bloqueos que causa la acumulación de cal por la forma en que están concebidos los filtros interiores. Economizan más de un 40% de agua y energía.

**Economizadores o Reductores de Caudal.** Dispositivos que reducen el caudal de agua en función de la presión. Algunos modelos se intercalan entre la llave de corte y el latiguillo en el caso de grifos de lavabo, bidé o fregadera; y, en el caso de las duchas, entre el grifo y el flexo. Otros modelos sustituyen el filtro habitual del grifo. En este caso añaden además las ventajas de los perlizadores, en lo que se refiere a la sensación de confort y a evitar las acumulaciones calcáreas. Su colocación es muy sencilla, y se comercializan con acabado en roscas de distintos tamaños para su acoplamiento a diferentes grifos. Consiguen un ahorro comprobado de entre un 40% y un 60%, dependiendo de la presión de la red.

**Limitadores de Descarga o Llenado Para Cajas.** Existen dispositivos que, colocados en el tubo de rebosadero o sobre la válvula del descargador del inodoro, convierten de una forma muy sencilla y económica una cisterna convencional en ahorradora. Al tirar de la caja de forma normal, se produce una descarga de agua de unos 2 litros, ya que el dispositivo cierra automáticamente la válvula en ese momento. Si queremos descargar totalmente la capacidad de la caja, basta con sujetar el tirador 3 ó 4 segundos.

**Limitadores de Llenado.** Hay mecanismos de descarga que tienen el tubo de rebosadero regulable, con lo que se impide que la caja se llene hasta el total de su capacidad. Se debe regular también la boya del flotador.

**Interruptores de Caudal Para Duchas.** Son dispositivos que permiten interrumpir el caudal de la ducha mientras uno se enjabona.

Es idóneo en duchas con grifería de dos entradas de agua, ya que permite reanudar el uso de la ducha sin tener que volver a regular la temperatura del agua hasta conseguir la deseada, evitando el consiguiente desperdicio de agua y energía. La instalación es muy sencilla. Con la correcta utilización de estos dispositivos, se consiguen ahorros de agua de entre el 10 y el 40%

**Interruptores Mecánicos de Caudal.** Es un sencillo dispositivo que se cierra o abre al pulsar una palanca con las manos o los objetos que se sitúan debajo del grifo.

En cuanto a los grifos se puede considerar como han evolucionado en su fabricación, tanto por los materiales utilizados como por el diseño y por la incorporación de las nuevas tecnologías. Se están desarrollando y comercializando nuevos productos más eficientes y ecológicos. A continuación, se mencionan algunas clases de grifos que nos ayudan a economizar agua.

**Grifos con Aireador.** Los aireadores pulverizan el agua a presión continua a partir de 1 bar de presión (10,2 m.c.a.) y sin aumentar su caudal a presiones mayores. Consiguen aumentar el volumen del agua, de forma que con menor caudal consiguen el mismo efecto.

Hay modelos que consiguen, según sus fabricantes, un ahorro de hasta un 70% y funcionan con acumuladores de agua y termos eléctricos. Otros modelos que consiguen un ahorro de un 55% pueden funcionar también con calentadores a gas homologados. Tienen el

mismo aspecto que otros aireadores o rociadores no ahorradores del mercado, por lo que no suponen un obstáculo ante una posible preocupación estética del comprador.

**Grifos con Regulador de Caudal.** Disponen de un dispositivo que permite limitar el paso máximo de agua. Algunos pueden manipularse sin desmontar el grifo, lo que puede hacerse fácilmente por el usuario. La mayor parte de los modelos presentan un acceso al mecanismo disimulado, de modo que no suponga un impacto estético negativo en el comprador, pero a la vez lo bastante accesible como para ser manipulado con una simple moneda.

Otros tienen el mecanismo en el cartucho, lo que hace conveniente la intervención de un profesional para dejarlo en servicio según el deseo del usuario. Esto los convierte en especialmente indicados para lugares públicos (hoteles, residencias, etc.). Permiten modificar el caudal máximo hasta un 50%.

**Grifos Termostáticos.** Tienen un preselector de temperatura que mantiene la salida del agua a la temperatura elegida. Además de agua, ahorran energía y permiten al usuario tener hábitos ahorradores sin pérdida de confort, de modo que al cerrar el grifo para enjabonarse y volverlo a abrir, el agua sale a la misma temperatura.

Algunas marcas tienen también un regulador de caudal que puede manipularse con un volante o maneta, siendo tan fácil elegir el caudal como la temperatura. Tienen un ahorro de hasta un 50% en los

consumos de agua y de energía. Hay que tener en cuenta que, dado el contenido de cal en el agua de nuestra ciudad, pueden existir problemas por lo que debe limpiarse frecuentemente.

**Grifos con Temporizador.** Se accionan mediante un pulsador y se cierran después de un tiempo establecido. Suelen permitir ajustar el tiempo de funcionamiento. Aunque éstos últimos son muy recomendables en aseos de lugares públicos por el hecho de evitar el despilfarro de agua en el caso de que los usuarios no cierren los grifos, también tienen una buena aplicación para la casa ecológica.

**Grifos con Sensores Infrarrojos.** Funcionan mediante infrarrojos que se activan por proximidad, de forma que el agua cae colocando las manos bajo el grifo y cesa la salida al apartarlas. Se consiguen ahorros en el consumo de agua de entre el 70 y el 80%.

En el caso de los inodoros que pueden ser considerados como mobiliario de la casa ecológica, es preciso que éstos cuenten con un sistema de retención de vaciado, que puede ser de varios tipos:

**Cajas con Interrupción de la Descarga:** Disponen de un pulsador único que interrumpe la salida de agua, en unos casos accionándolo dos veces y, en otros, simplemente dejando de pulsarlo. Este sistema está disponible en la mayoría de los modelos de las marcas de sanitarios más conocidas. El usuario, además de ahorrar agua, gana

en confort ya que, al vaciarse sólo parte del agua de la caja, se evita el ruido que produce su llenado completo.

**Caja con Doble Pulsador.** Permiten dos niveles de descarga de agua, de modo que con un pulsador se produce el vaciado total de la caja, y con el otro tenemos un vaciado parcial. Además, el que acciona la salida del caudal mayor puede regularse actuando sobre el mecanismo de descarga, reduciendo la capacidad total de la caja (de los 6 litros habituales hasta los 2 litros recomendables).

**Mecanismo de Descarga para cajas.** Son mecanismos que pueden adaptarse a cualquier caja baja y permiten reconvertir en ahorrador un inodoro, evitando el problema que se presenta cuando se ha extinguido el color o el modelo en el mercado y no se desea sustituir el resto de las piezas.

Una herramienta que emplea una cantidad considerable de agua es la lavadora. Para que a una lavadora se le conceda la etiqueta de mobiliario para nuestra casa ecológica, ésta deberá cumplir los siguientes criterios:

- Reducir los efectos ambientales y los riesgos relacionados con el uso de energía mediante el ahorro de la misma. La lavadora no deberá consumir más de 0,23 kWh de energía eléctrica por kg. de ropa lavada con el ciclo normal de algodón a 60 °C.
- Reducir los efectos medioambientales relacionados con el uso de recursos naturales mediante la reducción del consumo de agua. La lavadora no deberá consumir más de 15 litros de agua por kg. de ropa con el ciclo normal de algodón a 60 °C.



- Reducir la contaminación de las aguas evitando la pérdida innecesaria de detergente. La lavadora no deberá perder más del 5 % del detergente habiéndose introducido este en el cajón previsto a tal fin.
- La lavadora deberá ir provista de marcas claras que indiquen los programas y las opciones para ahorrar energía y agua.
- El manual de instrucciones de la lavadora deberá proporcionar consejos sobre:
  - La instalación adecuada y el combustible utilizado para el calentamiento del agua.
  - Recomendación de cargar la lavadora totalmente. Con el debido ajuste de la dosis de detergente.
  - Información sobre el consumo de energía y agua. Situaciones en las que pueda ser necesario el prelavado.
  - Partes de la lavadora que sean reciclables o reutilizables.

Se debe tener presente el actual problema del agua, aunque es bien sabido el efecto devastador que genera la destrucción de nuestro entorno, no debemos olvidar que si bien es cierto que existe una gran cantidad de agua en el planeta, estimada en 1 400 millones de km<sup>3</sup>, sólo 2.5% es agua dulce y la mayor parte de ésta se encuentra en forma de hielo o en depósitos subterráneos de difícil acceso. De esta manera, el agua disponible para las actividades humanas se reduce, en teoría y en el mejor de los casos, a 0.01% del total. Además, esta mínima porción de agua frecuentemente se localiza en lugares inaccesibles o está contaminada, lo que dificulta su aprovechamiento.

A nivel mundial, existen diferencias notables con respecto a la cantidad de agua disponible en cada región. Las regiones de Asia y América del Sur cuentan con recursos hídricos superiores a los 10 mil km<sup>3</sup>, en contraste con las de Medio Oriente y Norte de África,

Oceanía, Centroamérica y Caribe, cuyos recursos hídricos renovables no alcanzan los 2 mil km<sup>3</sup>. Bajo estas circunstancias, el agua es considerada como un factor crítico para el desarrollo de las naciones y, de hecho, quizá sea el recurso que define los límites del desarrollo sustentable, ya que no sólo es indispensable para el desarrollo económico y social de la humanidad sino también para el funcionamiento de los ecosistemas del planeta. De ahí la importancia de contar con información confiable acerca de la cantidad y calidad de este recurso, en términos de su disponibilidad, usos y grado de deterioro.

En México, el análisis de la situación del agua puede abordarse a diferentes escalas. Una evaluación global del país puede ser útil para la comparación con otros países o para medir el desempeño y compromisos adquiridos como nación –por ejemplo, con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), de la que México es miembro desde 1994-. Sin embargo, un análisis a esta escala resulta de utilidad limitada para identificar los problemas locales y, por consiguiente, diseñar los programas pertinentes al interior del país. La alta heterogeneidad tanto ambiental como social que presenta el país, requiere un análisis a nivel regional o estatal que permita una evaluación más acorde con posibles estrategias de uso y manejo del líquido. La casa ecológica es sin duda, una edificación de un futuro cercano que los ingenieros civiles deberemos considerar como un acto de normalidad y no solo como pretensiones de buenas intenciones.

## 3.2. SUMINISTRO ELÉCTRICO MÁS LIMPIO Y EFICIENTE

La fuente de energía más poderosa que haya existido jamás es el sol. Y el emplear esta energía considerada renovable será básico en futuro inmediato. Las energías renovables son aquellas fuentes de energía que no se agotarán o están disponibles en forma continua con respecto al periodo de vida de la raza humana en el planeta. En términos generales podemos considerar a la energía solar, como nuestra fuente energética total, porque excluyendo la geotermia todas las demás fuentes se derivan de la radiación de esta estrella. El Sol se encarga de calentar la atmósfera terrestre, causando gradientes de temperatura, lo que trae consigo diferencias de presión, y como consecuencia los vientos, origen de la energía eólica, también evapora el agua que bajo las condiciones atmosféricas propicias se precipita en forma de lluvia en zonas más altas, obteniendo con esto energía potencial la cual puede ser aprovechada con tecnologías de turbinas hidráulicas para generar electricidad o accionar equipos mecánicos.

Las técnicas energéticas sirven de instrumento para lograr el bienestar, pero que la continuación de las tendencias actuales puede degradar el entorno y propiciar una existencia sórdida. Y el problema no está en conocer la cantidad de energía que necesitamos, ni

tampoco en saber cuánto nos costará. El problema no está en saber desde ahora, qué tecnologías tenemos que desarrollar, o cómo haremos para distribuir la energía. El verdadero problema está en saber si conocemos el sentido real de para qué sirve todo esto. Sin embargo, desde que la conservación de las fuentes de energía no renovables empezó a tratarse como una necesidad, los desarrollos que se han producido en el aprovechamiento de las energías renovables han sido espectaculares. Es destacable el hecho de que mientras se producen acuerdos en el ámbito internacional sobre protección de los mares contra los residuos, la reducción de emisiones contaminantes o la vigilancia del ciclo de combustibles nucleares, también se produce todo un montaje administrativo para el control de daños y de funcionamiento. La fotovoltaica nos brinda la oportunidad de reducir dichos costos administrativos. Por ejemplo, para la implantación de la energía solar no se requieren normas de seguridad especiales, ni restricciones a los escapes de gases, ni reglamentos especiales sobre residuos, ni estaciones de control de la contaminación. Como característica principal de su fortaleza y de su futuro, la fotovoltaica muestra una excelente capacidad de trabajo con otras fuentes de energía. Podemos encontrar instalaciones fotovoltaicas trabajando con centrales nucleares, hidroeléctricas, y de todo tipo. La polivalencia que muestra la fotovoltaica es muy grande, hay instalaciones que trabajan con la red eléctrica de distribución, otras a lomos de un camello, otras ensambladas en un satélite

artificial, encima de una señal de tráfico, en un reloj de pulsera, en el Polo Sur, etc. La lista es tan grande como diversa.

### **La energía solar**

Una energía garantizada para los próximos 6.000 millones de años

El Sol, fuente de vida y origen de las demás formas de energía que el hombre ha utilizado desde los albores de la Historia, puede satisfacer todas nuestras necesidades, si aprendemos cómo aprovechar de forma racional la luz que continuamente derrama sobre el planeta. Ha brillado en el cielo desde hace unos cinco mil millones de años, y se calcula que todavía no ha llegado ni a la mitad de su existencia. Durante el presente año, el Sol arroja cada día sobre la Tierra cuatro mil veces más energía que la que vamos a consumir. México, por su privilegiada situación climatológica, se ve particularmente favorecido respecto a muchos países, ya que sobre cada metro cuadrado de su suelo inciden al año unos 1.500 kilovatios-hora de energía. Esta energía puede aprovecharse directamente, o bien ser convertida en otras formas útiles como, por ejemplo, en electricidad. No sería racional privarse de intentar aprovechar, por todos los medios técnicamente posibles, esta fuente energética gratuita, limpia e inagotable, que puede liberarnos definitivamente de la dependencia del petróleo o de otras alternativas poco seguras o, simplemente, contaminantes.



Es preciso, no obstante, señalar que existen algunos problemas que debemos afrontar y superar. Aparte de las dificultades que una política energética solar avanzada conllevaría por sí misma, hay que tener en cuenta que esta energía

está sometida a continuas fluctuaciones y a variaciones más o menos bruscas. Así, por ejemplo, la radiación solar es menor en invierno, precisamente cuando más la necesitamos. Es de vital importancia proseguir con el desarrollo de la incipiente tecnología de captación, acumulación y distribución de la energía solar, para conseguir las condiciones que la hagan definitivamente competitiva, a escala planetaria. ¿Qué se puede hacer con la energía solar? Básicamente, recogiendo de forma adecuada la radiación solar, podemos obtener calor y electricidad.

El calor se logra mediante los colectores térmicos, y la electricidad, a través de los llamados módulos fotovoltaicos. Ambos procesos nada tienen que ver entre sí, ni en cuanto a su tecnología ni en su aplicación. Hablemos primero de los sistemas de aprovechamiento térmico. El calor recogido en los colectores puede destinarse a satisfacer numerosas necesidades. Como fue tratado anteriormente,

se puede obtener agua caliente para consumo doméstico o industrial, o bien para dar calefacción a nuestros hogares, hoteles, colegios, fábricas, etc. Incluso podemos climatizar las piscinas y permitir el baño durante gran parte del año. También, y aunque pueda parecer extraño, otra de las más prometedoras aplicaciones del calor solar será la refrigeración durante las épocas cálidas precisamente cuando más soleamiento hay. En efecto, para obtener frío hace falta disponer de un «foco cálido», el cual puede perfectamente tener su origen en unos colectores solares instalados en el tejado o azotea. En los países árabes ya funcionan acondicionadores de aire que utilizan eficazmente la energía solar. Las aplicaciones agrícolas son muy amplias. Con invernaderos solares pueden obtenerse mayores y más tempranas cosechas; los secaderos agrícolas consumen mucha menos energía si se combinan con un sistema solar, y, por citar otro ejemplo, pueden funcionar plantas de purificación o desalinización de aguas sin consumir ningún tipo de combustible.

Las «células solares», dispuestas en paneles solares, ya producían electricidad en los primeros satélites espaciales. Actualmente se perfilan como la solución definitiva al problema de la electrificación rural, con clara ventaja sobre otras alternativas, pues, al carecer los paneles de partes móviles, resultan totalmente inalterables al paso del tiempo, no contaminan ni producen ningún ruido en absoluto, no consumen combustible y no necesitan mantenimiento en varios años. Además, y aunque con menos rendimiento, funcionan también en días nublados, puesto que captan la luz que se filtra a través de las nubes.

La electricidad que así se obtiene puede usarse de manera directa (por ejemplo para sacar agua de un pozo o para regar, mediante un motor eléctrico), o bien ser almacenada en acumuladores para usarse en las horas nocturnas. Incluso es posible inyectar la electricidad sobrante a la red general, obteniendo un importante beneficio. Si se consigue que el precio de las células solares siga disminuyendo, iniciándose su fabricación a gran escala, es muy probable que, para los primeros años del presente siglo, una buena parte de la electricidad consumida en los países ricos en sol tenga su origen en la conversión fotovoltaica y posiblemente comience a popularizarse rápido en los países de América Latina.

La energía solar puede ser perfectamente complementada con otras energías convencionales, para evitar la necesidad de grandes y costosos sistemas de acumulación. Así, una casa bien aislada puede disponer de agua caliente y calefacción solares, con el apoyo de un sistema convencional a gas o eléctrico que únicamente funcionaría en los periodos sin sol. El costo del recibo de luz sería sólo una fracción del que alcanzaría sin la existencia de la instalación solar. Es muy importante aclarar que para nuestro anteproyecto una casa no se abastece de agua caliente exclusivamente por el sol, así que puede considerarse cubierto dicho inconveniente. Los Sistemas fotovoltaicos convierten directamente parte de la energía de la luz solar en electricidad. Las celdas fotovoltaicas se fabrican principalmente con silicio, el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre, el mismo material semiconductor usado en las computadoras.



Cuando el silicio se contamina o dopa con otros materiales de ciertas características, obtiene propiedades eléctricas únicas en presencia de luz solar. Los electrones son excitados por la luz y se mueven a través del silicio; este es conocido como el efecto fotovoltaico y produce una corriente eléctrica directa.

Las celdas fotovoltaicas no tienen partes móviles, *son virtualmente libres de mantenimiento* y tienen una vida útil que oscila entre los 20 y 30 años. La conversión directa de la parte visible del espectro solar es, quizá, la vía más ordenada y estética de todas las que existen para el aprovechamiento de la energía solar. Si bien los módulos fotovoltaicos son relativamente simples, su fabricación requiere de tecnología sofisticada. Las celdas solares fueron comercializadas inicialmente en 1955. Las investigaciones iniciales en este campo se enfocaron al desarrollo de productos para aplicaciones espaciales, siendo su primera utilización exitosa en los satélites artificiales; sus principales características (simplicidad, bajo peso, eficiencia, confiabilidad y ausencia de partes móviles) las hicieron ideales para el suministro de energía en el espacio exterior. A la fecha las celdas que han alcanzado mayor grado de desarrollo son las de silicio cristalino, tecnología que predomina en el mercado mundial debido a su madurez, confiabilidad en su aplicación y sobre todo, a su vida útil que va de los 20 a los 30 años. Por otra parte las celdas de película delgada, entre ellas el silicio amorfo, han alcanzado cierto grado de popularidad debido a su bajo costo, sin embargo su baja durabilidad, debido a la degradación, las sitúa por debajo de las celdas cristalinas.

Desde principios de la década de los años 80, cuando comenzaron a establecerse compañías fotovoltaicas en los Estados Unidos, el *National Renewable Energy Laboratory (NREL)* estableció los métodos y estándares de prueba y funcionamiento para los módulos fotovoltaicos. Estas actividades ayudaron a las compañías a reducir sus costos y mejorar funcionamiento, eficiencia y confiabilidad. En México, el Centro de Investigaciones Avanzadas ha sido pionero del desarrollo fotovoltaico desde hace más de 25 años, período en el que se han fabricado tanto celdas de silicio cristalino como módulos fotovoltaicos a nivel de planta piloto. No obstante, no se ha llegado a la fabricación en serie, más bien el objetivo ha sido demostrar la disponibilidad tecnológica para la producción de celdas con vistas a su industrialización; sin embargo, la tecnología utilizada es prácticamente artesanal y los elementos de producción limitados, aún cuando varios módulos han sido instalados, principalmente por dependencias gubernamentales. Otras Instituciones como el Laboratorio de Energía Solar y el Instituto de Física, ambas de la UNAM, han desarrollado cierta actividad, principalmente en la tecnología de películas delgadas, probando diferentes técnicas de deposición y analizando varios compuestos. A la fecha no han logrado obtener prototipos, motivo por el que se puede aseverar que el desarrollo fotovoltaico en México es realmente incipiente.

Respecto a los equipos periféricos y de control utilizados en los sistemas fotovoltaicos que se han instalado en México, se puede decir que la tecnología actual está completamente asimilada. Existen

empresas nacionales (Condumex, ahora IEM, Grupo PIM y ACUMEX entre otras) que fabrican comercialmente controladores, centros de carga y demás componentes electrónicos para diferentes capacidades y condiciones de operación. Análogamente a los controladores de carga, la tecnología de los inversores de corriente está ampliamente asimilada. En México la mayoría de las unidades de auto transporte de primera clase utilizan inversores de fabricación nacional para los diversos servicios que brindan a bordo. La actividad en los centros de investigación mexicanos es prácticamente nula en este aspecto, dado que esta fracción de la tecnología fotovoltaica no es vanguardista.

### ***La Energía Solar como recurso.***

En 1975 el Instituto de Ingeniería de la UNAM generó la primera versión de los mapas de irradiación global diaria promedio mensual para México, utilizando datos de insolación de 54 estaciones meteorológicas del Sistema Meteorológico Nacional (SMN). Posteriormente, mediante la ampliación de la base de datos proporcionada por el SMN, se publicó la actualización de dichos mapas de irradiación. El modelo aplicado tiene desviaciones menores del 10 por ciento y fue desarrollado en la India, situación que hizo más confiable su aplicación en México, ya que tanto la latitud, como los climas en ambos países son semejantes. Actualmente este modelo es el más consultado en México para estimar las cantidades totales de radiación diarias sobre superficies horizontales.

Como se sabe, actualmente la irradiación media anual en nuestro país, es del orden de los **5.5 kWh/m<sup>2</sup>/día**.

En términos generales la problemática existente para la evaluación de la irradiación solar, se plantea a nivel de los siguientes puntos:

- *mantenimiento y calibración de los equipos de medición*
- *control de calidad*
- *problemas asociados al manejo de datos*
- *falta de técnicos capacitados para la operación de las estaciones solarimétricas.*
- *falta de elaboración de manuales especializados*
- *falta de un centro especializado para la concentración de datos de radiación solar*

Afortunadamente la tecnología satelital ha abierto, en la última década, la posibilidad de evaluar la radiación solar en la superficie terrestre por medio de imágenes de satélite. Se ha visto que los satélites estacionarios proporcionan información más confiable que la que se tiene en la actualidad, pero para contar con ella es necesario calibrar las imágenes con mediciones en tierra en diferentes puntos de la República Mexicana, esto con la finalidad de mejorar los algoritmos usados para la evaluación por medio de imágenes. Además esta información, en tiempo real, puede ser usada para analizar el funcionamiento de plantas termosolares y fotovoltaicas. Por lo tanto, se recomienda ampliamente evaluar la radiación solar con imágenes de satélite. Los paneles fotovoltaicos formados por estas células son

altamente resistentes a la degradación lo que se obtiene mediante un sistema de metalización de alta tolerancia a los ambientes corrosivos, a la humedad y al aire. Están protegidos por capas interpuestas de vidrio templado, encapsulante polimérico, una barrera climática de poliéster una lámina metalizada y una superficie de reverso de resina sumamente resistente. Por lo general los paneles contienen 34 o 36 unidades monocristalinas o policristalinas de silicio, conectadas en serie entre sí formando por lo general 4 hileras doblemente interconectados para reducir al máximo las fallas eléctricas. Dichos paneles son de alta resistencia a todo tipo de ambientes y facilidad de acoplamiento con otros paneles fotovoltaicos. Es indudable que en los próximos años el abastecimiento de energía se hará cada vez más difícil y a precios también más elevados. Por ello muchos países han establecido políticas para el uso racional de los energéticos y trabajan e investigan nuevas fuentes de energía. Hasta hoy el desarrollo de fuentes alternativas de energía eólica, solar, mareomotriz, geotérmica y nuclear, se han visto obstaculizadas por problemas de tipo técnico, económico, político, de contaminación ambiental y de seguridad pública. Pronto terminará la era del petróleo como primario y principal combustible y el 85% de la energía eléctrica en México proviene de hidrocarburos generados en plantas termoeléctricas y representa el mayor de los costos directos para su generación. La CFE a fin de poder satisfacer la demanda en los meses cálidos se ve obligada a expandir sus instalaciones para asegurar el suministro de energía en el momento de su máxima demanda coincidente, ya que este tipo de

energía no puede almacenarse y es por lo tanto indispensable que la capacidad del sistema en cada una de sus etapas de generación, transmisión y distribución sea mayor que dicha demanda máxima. La iluminación con base en lámparas fluorescentes sustituye a los focos incandescentes, hasta hoy esta considerada exclusivamente como mejoría en eficiencia luminosa sin embargo, la eficiencia de un foco incandescente es de aproximadamente un 10%, lo que quiere decir que por cada 100 watts de potencia, 90 se convierten en calor y requieren 270 watts para disiparse y con el alumbrado fluorescente, con 25 watts de lámpara y reactor se obtiene una iluminación similar, siendo su disipación de calor de solo 15 watts que para extraerlos basta con 45 watts de capacidad instalada.

Así se tiene que por cada foco de 100 watts sustituido se ahorran 75 watts en el consumo directo. Esto quiere decir que en una vivienda con 10 salidas para focos incandescentes ahorraremos 750 watts, y en un conjunto habitacional de 250 viviendas ahorraremos 187 500 watts. En el diseño de nuestra casa ecológica es básico contar con un suministro eléctrico alimentado a través del aprovechamiento de la energía que nos brinda el sol. En el diseño de nuestra casa ecológica es básico contar con un suministro eléctrico alimentado a través del aprovechamiento de la energía que nos brinda el sol, para lo que nos valemos del uso de paneles solares los cuales tienen características dadas por el fabricante. Estos pueden variar en su capacidad de

absorción de energía solar y su número dependerá de su funcionalidad.

En las últimas décadas, la energía solar ha cobrado importancia como fuente energética, puesto que las reservas de combustibles fósiles no son eternas. Esto ha ocasionado que, por ejemplo, sean parecidos los precios de un calentador solar y de uno de gas, lo que no sucedía hace 60 años. Así, con respecto a los costos, los sistemas solares son cada vez más baratos, con la gran ventaja de que el combustible, la luz del Sol, aparece todas las mañanas sin cobrar. Debe quedar claro que la energía solar no constituye ninguna panacea universal de la cual los hombres obtendrán todo lo que necesitan. La energía solar contribuye modestamente como otra posibilidad energética y no se trata de defenderla a ultranza como la única fuente de energía. Un planteamiento realista sería considerarla seriamente como una opción energética con sus deficiencias tecnológicas, sus desventajas económicas actuales y sus ventajas a largo plazo. En nuestro país, que posee regiones con el promedio mundial de insolación o soleamiento anual más alto, el aprovechamiento de la energía solar constituye, sin lugar a dudas, una buena opción. El que esta fuente de energía sea rentable depende de las investigaciones que se realicen, de los recursos económicos destinados a su estudio y del interés que se preste a su desarrollo. Por lo pronto, ya satisface las necesidades energéticas de muchas viviendas, se ha empleado en algunas comunidades que carecen de electricidad y también se han construido algunas plantas de prueba. Pese a lo anterior, actualmente la energía

solar no contribuye con ningún porcentaje al consumo energético nacional, aunque ya empieza a contar y es deseable impulsarla. El aprovechamiento de la energía solar se refiere a la conversión directa de la radiación solar en calor y en electricidad, llamadas conversión fototérmica y fotovoltaica, respectivamente. La energía solar es la causa indirecta de que pueda aprovecharse la energía que proporcionan las plantas y los animales, mejor conocida como biomasa. También al Sol se deben los movimientos de las diferentes masas de aire que ocasionan los vientos; así, la energía eólica o de los vientos es indirectamente energía solar. Además, el depósito de organismos que alguna vez estuvieron vivos en las capas de la corteza terrestre no es otra cosa que los componentes del petróleo y el carbón. De esa manera, los combustibles fósiles son también indirectamente producto de la energía solar. Finalmente, la energía hidroeléctrica proviene de una enorme máquina térmica, cuyo combustible es precisamente la energía solar. Cuando los rayos del Sol calientan el agua de la Tierra se produce vapor de agua; éste se eleva formando nubes; ahí, el vapor de agua se condensa y se precipita, lo que aumenta el nivel de agua de, por ejemplo, una presa. Como se sabe, los movimientos de rotación y traslación de la Tierra hacen que varíe la cantidad de radiación que recibe el planeta. Así, para conocer la radiación por unidad de tiempo por unidad de superficie que recibe un lugar determinado de la Tierra, deben conocerse varios parámetros como la latitud y la longitud geográficas, la altura sobre el nivel del mar, la concentración de vapor de agua y la



concentración de bióxido de carbono en la atmósfera. La medición de estas variaciones ha permitido hacer un mapa mundial de la radiación mensual que reciben diferentes lugares de la Tierra. Por ejemplo, la latitud y la longitud de Ciudad Universitaria en el Distrito Federal, es 19°20' Norte y 99°11' Oeste y el promedio de radiación anual por día en el año de 1966 fue de 5.278 kWh/ m<sup>2</sup>. Esto quiere decir que en promedio cada m<sup>2</sup> de Ciudad Universitaria recibió ese año 5.278 kWh por día. Si esa energía pudiera aprovecharse sería suficiente para satisfacer el consumo de electricidad de un departamento común.

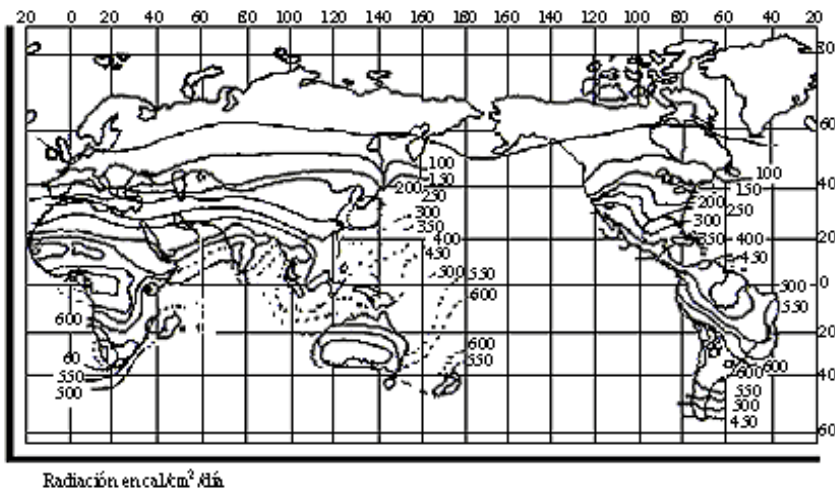


Fig. 3.2.1.- Radiación solar registrada a nivel mundial

Radiación total mundial (durante el mes de julio de 1966.)

(Tomado y adaptado del *Solar Energy*, Universidad de Wisconsin.)

De manera similar a la figura 3.2.1; la figura 3.2.2 se muestra un mapa de soleamiento o insolación para la República Mexicana y cada una de las líneas corresponde a los lugares que reciben la misma cantidad de radiación. Como puede apreciarse, los estados de Sonora y Baja California son los que reciben anualmente mayor cantidad de Sol. Por otro lado, cabe señalar que la ciudad de México se encuentra entre las cinco ciudades del mundo que reciben mayor cantidad de radiación solar.

Dado que el promedio diario de energía solar que llega a la República Mexicana es  $5.5 \text{ kWh/m}^2$ , la utilización de la energía solar se ha probado con éxito como herramienta alternativa para satisfacer las necesidades de electricidad en las comunidades rurales. También se ha usado ampliamente en la vivienda urbana. Cabe destacar el hecho de que una casa puede ser autosuficiente, en lo que respecta al consumo externo de energía, si se emplean algunos dispositivos solares y si la ingeniería de la vivienda está diseñada para que el clima esté controlado naturalmente con diversos sistemas solares llamados pasivos.

Figura 3.2.2.- Mapa de radiación solar.



De lo anterior se desprende que el uso de la energía solar contribuye a eliminar nuestra dependencia de los energéticos y a la descentralización energética. Una buena parte de la energía que se consume en el mundo se destina al consumo en el hogar bien sea en el uso de variados electrodomésticos, para calentar o enfriar los ambientes de la casa, para obtener agua caliente, iluminarse y cocinar los alimentos, si se toma la decisión personal y familiar de contribuir al ahorro energético es preciso adoptar medidas y acciones que racionalicen el consumo, entonces, teniendo presente los promedios de demanda de energía eléctrica de una casa común, se pueden destacar algunas de las recomendaciones prácticas en las que todos podemos contribuir; sobre todo si buscamos una vivienda ecológica eficiente:

**Consumo estimado de potencia eléctrica en casa por actividad**

APARATO	POTENCIA EN WATTS
Batidora	60
Campana Extractora	150-200
Congelador	300
Exprimidor	60
Horno	2000
Lava vajillas	3000
Licuadaora	160
Horno Microondas	600
Aspiradora	1000
Rep. Disco compacto	30
Refrigerador	3000-6000
Lavadora de Ropa	2500
Radio	25-75
Secador de Pelo	350-800
Secadora de Ropa	2500
Televisor	100
Rep Vídeo	110
Motores pequeños	90
Computadora	90
Plancha	1200
Radio	50

**Tabla 3.2.3.- Consumos promedios mundiales**

Fuente: IPOC, Climate Change 2001, The Cientific Basis, Technical Summary

**Promedio de consumo por casa de 4 habitantes: 10,000 watts/día\***

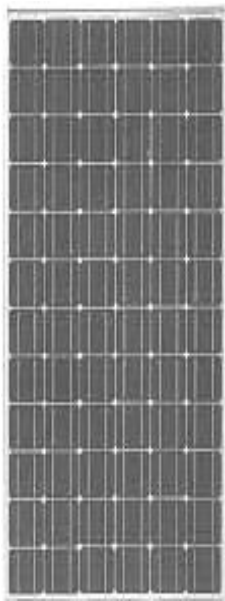
\*considerando los consumos máximos de energía eléctrica por familia.

## Recomendaciones prácticas para la casa ecológica:

- *Utilizar la iluminación artificial solo cuando sea indispensable.*
- *Reemplazar los focos normales por tubos fluorescentes o focos ahorradores de energía.*
- *Tener siempre muy limpios focos, lámparas y pantallas. A mayor suciedad menor claridad luminosa.*
- *Desconectar aparatos eléctricos cuando no estén en uso.*
- *Tener un refrigerador proporcionado según el número de personas en su familia, estos también son notables devoradores de energía pues consumen alrededor del 25% de la electricidad familiar, cuando sea necesario reemplazar la nevera, se deben adquirir modelos libres de escarcha, que enfrían más rápido y consumen menos energía.*
- *Las cocinas a gas son mucho más económicas que las eléctricas, más rápidas y mucho más útiles, aunque lo ideal sería utilizar cocinas solares.*
- *El horno microondas presenta menos gasto de energía frente a las cocinas eléctricas (alrededor de un 35%), minimizan el tiempo de cocción y preservan el valor alimenticio. No obstante gastan 2400 watts por hora y por ello se deben respetar las indicaciones de tiempo de cocción de cada tipo de alimento.*

Teniendo presente diversas opciones de ahorro en el consumo eléctrico, **podemos llegar a obtener un promedio del consumo hasta de 6,000 watts/día.** (Es decir, se puede conseguir un ahorro de hasta 4,000 watts/día considerando las medidas de ahorro expuestas). Ahora bien, con base en los promedios que permiten tener un conocimiento fidedigno de cuanto gastamos en energía eléctrica, ahora conviene conocer cuanta energía nos puede proveer una casa que base su suministro eléctrico en celdas fotovoltaicas, las cuales tienen una gran diversidad comercial y de las cuales se presentan algunas de las más representativas:

MODELO SX 120



CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

CONDICIONES DE PRUEBA

Irradiación Solar que captura con 1.5 o más kWh/m <sup>2</sup> /día:	180 Wh/m <sup>2</sup>
Temperatura de Celdas:	15° C

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

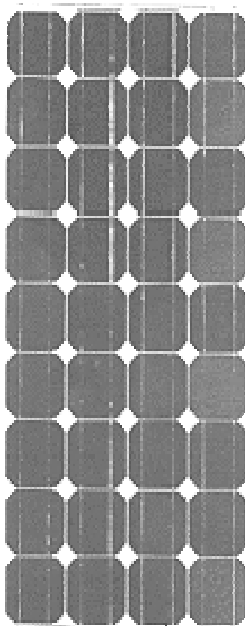
Largo:	1321 mm
Ancho:	860 mm
Profundo:	40 mm
Peso:	11.5 kg/m <sup>2</sup>
Garantía de rendimiento (años):	25

Con la celda fotovoltaica anterior, los datos del fabricante deben indicar cuanta energía genera un panel de determinada área con una irradiación solar promedio. Es decir, el ejemplo anterior proporciona 180 watts de potencia cada hora por metro cuadrado, si el clima se encuentra a una temperatura de 15°C. Es muy importante aclarar que el panel no se abastece exclusivamente de los rayos del sol, sino que también convierte la temperatura ambiente en energía eléctrica. Las características destacables de este panel son su área de 1.13 m<sup>2</sup> por celda, lo que se traduce en una producción de 180 watts por hora, que traducidos a un día con captación solar de solamente **cuatro horas** representa la producción de 720 watts de energía por panel, para el



caso de requerir cubrir una demanda de 20,000 watts/día se requerirán colocar paneles para cubrir un área de 28 m<sup>2</sup>. El siguiente modelo tiene un área de 1.35 m<sup>2</sup> por celda, lo que significa una producción de 260 watts por hora, que traducidos a un día con captación solar de cuatro horas representa la producción de 1040 watts de energía por panel, es decir, que para cubrir una demanda máxima de 20,000 watts/día se deberá cubrir un área de 19.5 m<sup>2</sup>.considerando tan solo cuatro horas de irradiación solar.

MODELO BP 2150



CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

CONDICIONES DE PRUEBA

Irradiación Solar que captura con 1.5 o más kWh/m<sup>2</sup>/día: 260 Wh/m<sup>2</sup>

Temperatura de Celdas: 18° C

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Largo: 1350 mm

Ancho: 1005 mm

Profundo: 35 mm

Peso: 18.5 kg/m<sup>2</sup>

Garantía de rendimiento (años): 30

En la tabla 3.2.4 se presentan algunos de los paneles solares que pueden conseguirse en nuestro país, aunque cabe aclarar que los precios a pesar de ser aún elevados actualmente se encuentran bajando, ya que este recurso comienza a cobrar fuerza principalmente en Europa y EUA, así que el aumento de demanda provoca que el precio lleve una ligera tendencia a la baja. También debemos considerar que la tecnología va evolucionando a pasos agigantados, por lo que es posible que las características de los paneles aquí citados puedan variar ya que la mejoría que puedan darle al silicio se refleja de inmediato en las cualidades de cada elemento.

Las foto celdas las podemos encontrar en diferentes tamaños y se catalogan por su producción de watts por hora de sol. Así, si tenemos una foto celda relativamente pequeña de 50 watts, en un día con 5 horas de sol esta producirá 250 watts/hr.

Debido a que la posición del sol en el cielo varía a través del año (más alto en el verano y abajo en el invierno), es recomendable darle un ajuste al ángulo de la posición de la foto celda dependiendo en la estación del año en que nos encontremos. La regla para esto es colocar las celdas siempre perpendiculares hacia el sur y a un ángulo de tu latitud + 15 grados en invierno y tu latitud - 15 grados en verano. Los datos anteriores se especifican con mayor claridad de acuerdo con los proporcionados por el fabricante de los paneles.

**Paneles solares comerciales en México**

FOTOCELIDAS SOLAREX		
PRODUCTO	DESCRIPCION	PRECIOS (dólares)
BP-2150	260 watts, 24.0 volts, 4.45 amp	\$ 505.00
SX 120	180 watts, 24.0 volts, 3.53 amp	\$ 477.00
<u>MSX 120</u>	150 watts, 12 o 24 volts, 7.0 amp.	\$ 437.00
<u>MSX 110</u>	110 watts, 12 o 24 volts, 6.49 amp	\$ 420.00
<u>BP-585</u>	85 watts, 18.0 volts, 4.8 amp	\$ 382.00
<u>BP-275</u>	75 watts, 17.0 volts, 4.4 amp	\$ 273.00
<u>BP-250</u>	50 watts, 17.0 volts, 2.9 amp	\$ 160.00
ICP 15	15 watts, 17 volts, 1.0 amp	\$ 88.00
FOTOCELIDAS KYOCERA		
PRODUCTO	DESCRIPCION	PRECIOS (dólares)
KC-120	240 watts, 16.9 volts, 7.1 amp	\$ 477.00
<u>KC-80</u>	180 watts, 16.9 volts, 4.73 amp	\$ 348.00
<u>KC-70</u>	120 watts, 16.9 volts, 4.14 amp.	\$ 241.00
<u>KC-60</u>	100 watts, 16.9 volts, 3.55 amp	\$ 232.00
<u>KC-50</u>	50 watts, 16.7 volts, 3.0 amp	\$ 260.00
KC-45	45 watts, 15.0 volts, 3.0 amp	\$ 124.00
KC-40	40 watts, 16.9 volts, 2.34 amp	\$ 196.00
KC-35	35 watts, 15.0 volts, 2.33 amp	\$ 153.00
KS-20	20 watts, 16.3 volts, 1.23 amp	\$ 128.00
KS-16	16 watts, 16.3 volts, 0.98 amp	\$ 111.00
KS-10	10.0 watts, 16.3 volts, 0.61 amp	\$ 48.00
KS-5	5.0 watts, 16.3 volts, 0.31 amp	\$ 38.00

- Precios en dólares    - Incluyen importación    - Precios mas IVA

**Tabla 3.2.4.-** Costos aproximados de los paneles solares más comerciales

El mundo emplea en promedio el equivalente a 2200 watts por persona por día, e incluso se calcula que de acuerdo a la exigencia tecnológica, este valor irá en aumento hasta considerarse que en un periodo de cien años esta cifra podría incrementarse hasta llegar a los 6600 watts por persona por día. Con la velocidad vertiginosa de la tecnológica y los alcances que pudiera tener esta en el futuro inmediato, sabemos que cuando esto suceda habrá otras formas de abastecimiento/suministro eléctrico, sin embargo mientras tanto debemos tomar medidas respecto a un problema real que comienza

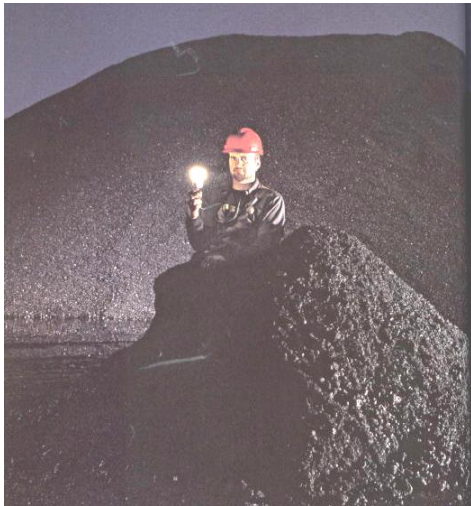


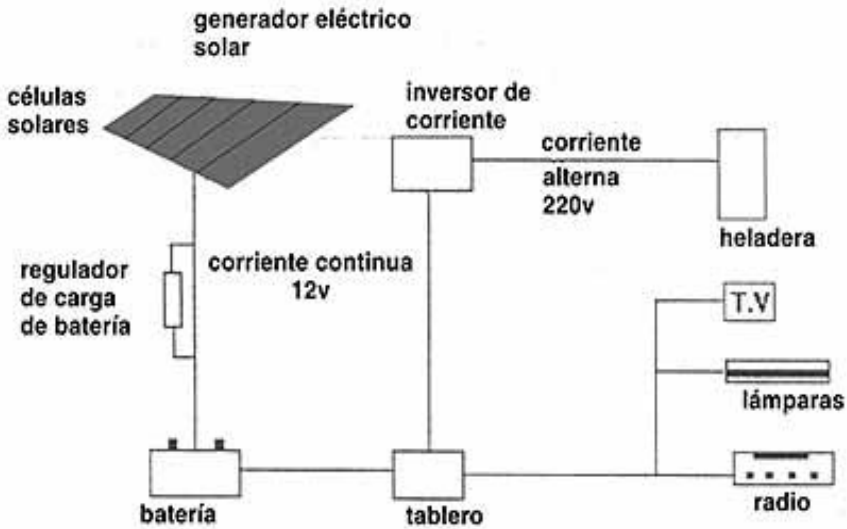
Figura 3.2.5.- Cantidad de carbón requerida para energizar un foco incandescente de 100 watts durante una hora

a afectarnos de manera alarmante. En la figura 3.2.5 podemos apreciar a un hombre sosteniendo un foco incandescente inmerso en una pila de carbón, que es la cantidad necesaria para mantener encendida dicha luminaria y la cual podría evitarse tan solo con sustituir la luminaria incandescente por una fluorescente, además de que

es conocido que la eficiencia de un foco incandescente es aproximadamente de un diez por ciento; es decir, que por cada cien watts de potencia, noventa se convierten en calor.

El empleo de las luminarias fluorescentes en nuestra vivienda ecológica es indispensable, al grado que sustituyendo diez salidas incandescentes de cien watts con luminarias fluorescentes de veinticinco watts, ahorramos 3000 watts de potencia en cuatro horas de uso continuo, lo que se traduce en un importante ahorro energético, económico y ecológico.

Sin considerar los consumos máximos de los ejemplos anteriores (de 20,000 watts/día), con base en datos más cercanos a los consumos promedio del valle de México, encontramos que para una familia de 4 o 5 habitantes se requerirá un suministro eléctrico equivalente a los 10,000 watts por día, energía que puede obtenerse con la instalación de 9.7 m<sup>2</sup> de panel solar modelo BP 2150, es decir, con la aplicación de 8 módulos de las dimensiones y características previstas anteriormente se puede obtener la energía necesaria para desarrollar las actividades normales de una familia. Es importante destacar que el modelo propuesto corre el riesgo de ser insuficiente debido a que la radiación solar es intermitente, que los consumos pueden variar de manera polar y posibles pérdidas por almacenamiento; lo que significa que estos 9.7 m<sup>2</sup> son el mínimo que debe instalarse por lo que los especialistas en sustitución de energías alternativas recomiendan que de acuerdo al consumo mínimo estimado, se deben instalar entre un 50 y 100% más de módulos con la finalidad de abastecer suficiente energía al sistema de almacenamiento (baterías) y evitar la carencia de potencia durante su uso. En el esquema 3.2.6, se puede apreciar el funcionamiento de generación eléctrica en nuestra vivienda ecológica.



**Esquema 3.2.6.-** Funcionamiento de generación eléctrica con paneles solares.



*Dependiendo del consumo y del área geográfica, los paneles solares pueden captar energía suficiente para abastecer un domicilio considerando un volumen de éstos relativamente bajo, o bien; si las exigencias de consumo fueran altas, debe contemplarse aumentar el número de módulos de acuerdo a lo solicitado.*

Fig. 3.2.7.- Isométrico de la casa con los paneles solares





## Sistema Fotovoltaico para Aplicaciones Residenciales

Como sabemos, existen muchas aplicaciones para los sistemas fotovoltaicos. En este caso decidimos desarrollar este sistema para aplicaciones residenciales. Los sistemas fotovoltaicos que se usan en aplicaciones de tipo residencial deben tener suficiente capacidad para alimentar una gran variedad de cargas y estos sistemas pueden resultar la alternativa para residencias. Los sistemas fotovoltaicos también son elegidos por casas de campo, cabañas de vacaciones, casas rodantes y barcos; debido a que contribuyen a la tranquilidad de los propietarios.

Los sistemas fotovoltaicos son silenciosos y el suministro de energía es automático y gratuito. Para ahorrar energía y reducir el costo inicial de un sistema fotovoltaico, el ingeniero debe tomar en consideración el usar lámparas fluorescentes con un rendimiento cuatro o cinco veces mayor que las incandescentes, administrar mejor los recursos energéticos con sistemas automatizados, el empleo de aparatos de alto rendimiento y lo concerniente a coadyuvar a los paneles solares para eficientizar su trabajo. Para ello, en este sistema las baterías se deben instalar en un ambiente de temperatura controlada, por lo que es conveniente proveer de ventilación adecuada y con protección en caso de derrames del electrolito corrosivo. No se deben exponer las baterías a llamas o chispas eléctricas. Se recomiendan baterías de tipo industrial con ciclo de descarga profunda para las residencias que siempre estén ocupadas.

Debido a la demanda variable de carga, se recomienda usar controladores de carga para estos sistemas. Los controles deben tener capacidad de expansión futura. Se debe tratar que estos controladores sean lo más simples posibles para en caso de falla detectarla de manera fácil y rápida.

El elemento principal para esta aplicación es el inversor. Un inversor debe ser capaz de arrancar y alimentar a todas las cargas anticipadas. El inversor es un circuito relativamente sencillo que genera una señal alterna a partir de la señal de corriente directa dada por la batería. Los inversores proporcionan una salida conmutada de C.A., poco control de voltaje, capacidad de protección contra sobrevoltajes transitorios. El proyecto que se presenta en este trabajo es un sistema fotovoltaico que consta de paneles fotovoltaicos, un regulador de carga, un sistema de baterías de 12V, un circuito inversor de onda cuadrada y un controlador de carga con comunicación vía puerto paralelo con una computadora.

## **Funcionamiento**

Como ya se ha descrito, los paneles solares se deben colocar en un área soleada, procurando que reciba la mayor cantidad de energía solar posible. Estos paneles deben estar conectados con la batería de 12V mediante el controlador de carga. Este controlador verificará que la carga de la batería no sobrepase el valor máximo recomendado por el fabricante (aproximadamente 13.5V). La batería está conectada al

circuito inversor, el cual mediante un multivibrador estable, genera pulsos cuadrados que son amplificados y entregados a un transformador que nos dará a la salida un voltaje de 120V con corriente máxima de aproximadamente 1<sup>a</sup>, lo que permitirá la realización de las actividades normales dentro de la vivienda ecológica.

El empleo fotovoltaico resulta especialmente beneficioso por que asegura continuidad en el tiempo y no presenta estacionalidad, se distribuye por todo el territorio y precisamente en aquellas áreas que más necesitan el estímulo del desarrollo económico. Los gobiernos occidentales están redefiniendo sus papeles en el sector de la energía, y el tirón que supone este giro obliga a las grandes empresas a seguir muy de cerca los cambios que se están introduciendo.

La mayoría de los cambios políticos que se están produciendo se inscriben dentro de una de estas cinco categorías: reducir las subvenciones a los combustibles fósiles, reorientar los gastos en las nuevas tecnologías, redactar nuevas normativas, reencauzar la ayuda energética a los países en desarrollo, y abrir mercados energéticos antes cerrados a más participantes ya una mayor competencia; de lo cual, el contemplar una vivienda ecológica como la sugerida, aportaría un importante progreso.

## CAPÍTULO 4 COMPARATIVA DE COSTOS

### 4.1. DATOS Y PORCENTAJES

De acuerdo con lo establecido, podemos considerar en números el beneficio que proporciona el tener una casa ecológica comparada contra las viviendas tradicionales.

Una parte significativa la encontramos en lo que confiere al uso del agua, que impacta directamente en el aprovechamiento energético de la electricidad, gas e incluso en los desechos sólidos.

Los siguientes datos son considerando un domicilio que recicla su agua jabonosa, con reductores de salida en la grifería de la misma y con los implementos del diseño señalados en el presente.

#### ***Consideraciones hidráulicas.***

Según información de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) las dotaciones recomendadas para el consumo humano del líquido varían acorde a la zona que se abastezca. El promedio de un ciudadano del Valle de México oscila entre los alarmantes 250 y 332 litros por habitante por día. Si tomamos en consideración el dato más bajo, que es de 250 lts/hab/día, encontramos los siguientes datos comparativos:

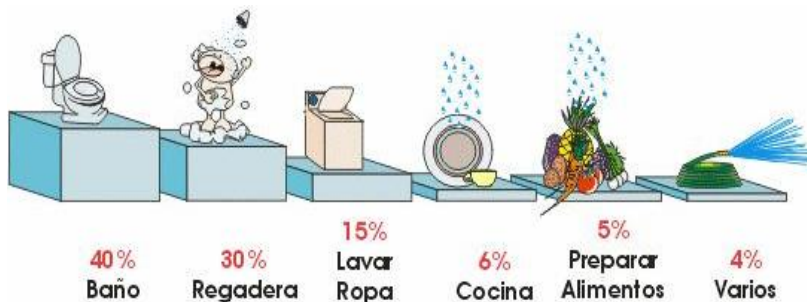
Un aproximado del 65 o 70 % del gasto de agua en una casa se realiza en el baño. Una regadera convencional consume en promedio un aproximado que oscila entre los 8 y 13 litros por minuto, todas las marcas comerciales se encuentran en este rango. Para efectos de comparación, en este caso tomaremos el valor mas bajo. Así entonces, una familia promedio de 5 personas, que se bañe en un lapso de aproximadamente 10 minutos, necesita con una regadera convencional unos 400 litros por día,  $(10\text{min} \times 8 \text{ lt}/\text{min})/ 5 \text{ personas}$ .

Sin embargo, si se tiene conectado un reductor de flujo en ella solamente requerirá de 3 litros por minuto, lo que significa que considerando un consumo típico de 8 litros por minuto se tiene un 37.5% de ahorro del líquido, pero con una regadera economizadora ocuparían solamente 150 litros por día  $(10 \text{ min} \times 3\text{ lts}/\text{min})$  lo que se traduce como el ahorro del 37.5% tanto en agua como en gas, por lo que encontramos que con un reductor hidráulico en la regadera la dotación del consumo disminuiría de 250 lts/hab/día a solamente 210 lts/hab/día, aclarando que no es necesario realizar restricciones del líquido porque el ahorrador de regadera provoca que el agua salga atomizada, en menor cantidad y con mayor velocidad, beneficiando al usuario con una humectación mejor.

50 litros o más son los que empleamos en promedio cada día en una caja tradicional de WC, pero si implementamos una caja ecológica que requiere de solo 6 litros por descarga e incluso menos entonces tendremos un ahorro entre el 50 y 70%. Sumado a esto, la casa ecológica rellena su caja del WC a partir del reciclamiento de aguas

jabonosas, por lo que podemos excluir los 50 litros antes mencionados y obtener ahora la dotación de agua en el orden de los 160 lts/hab/día.

## CONSUMO DE AGUA



Toda la gente requerimos de alrededor de 95 litros diarios para realizar la limpieza de casa, ropa y cocina. Aproximadamente 40 litros para la ropa, 15 para lavar trastes, limpieza de pisos, etc.; entre 10 y 15 para nuestra comida y aproximadamente 35 litros en otras actividades de limpieza en el exterior de nuestro domicilio. En estos casos el consumo puede ser casi el mismo, la diferencia es que el agua de la lavadora se recicla permitiendo que los 40 litros diarios que requerimos para lavar nuestra ropa, se lleven a la cisterna de aguas jabonosas para tratarla y ser reutilizada. De los 15 que se ocupan en la limpieza de trastes y las actividades de limpieza interna puede ahorrarse un mínimo del 25% gracias a los accesorios reductores de las griferías; esto dependiendo de cuales empleemos; las actividades de limpieza externa ya no generarían derroche alguno al obtenerse del proceso de filtrado del agua de la regadera y lavabos; por lo que hasta

ahora llevamos la dotación de 160 litros por habitante a una reducción del factor mínimo del 40%, quedando un consumo de 120 litros por habitante por día.

México posee el 0.1% del agua del mundo. Nuestro país posee aproximadamente una décima parte porcentual del total de agua dulce disponible a nivel mundial, factor determinado gracias a que un importante porcentaje del territorio esta catalogado como zona semidesértica. Esto implica, también, la necesidad de considerar al agua no sólo como un elemento vital, sino como un factor estratégico para el desarrollo global del país.

No obstante lo anterior, el valle de México es uno de los consumidores de agua más grandes del mundo. Su consumo es del orden de 72 metros cúbicos por segundo para abastecer a una población de más de 22 millones de personas. Este gasto se debe al elevado nivel de fugas en la red de distribución ( $25\text{m}^3/\text{s}$ , es decir, el 35% del total), por tomas clandestinas, y por el bajo nivel de agua tratada para su re-uso ( $8\text{ m}^3/\text{s}$ , es decir, el 10% del total).

Para considerar una media de todo lo expuesto, el consumo promedio actual de agua por habitante es de 250 lts/hab/día, con grandes desigualdades en disponibilidad y calidad entre los diferentes grupos sociales y clases de usuarios (domésticos, comerciales, industriales y agrícolas).

En el caso del consumo doméstico, las disparidades entre usuarios en distintas zonas son notarias. El consumo mínimo promedio de agua se registra en Ecatepec, con 28 lts/hab/día; el consumo medio de agua se

registra en Santa María Insurgentes con 176 lts/hab/día; mientras en las Lomas de Chapultepec, se registra el mayor consumo promedio, con 885 lts/hab/día, reflejando la terrible injusticia en la gestión del agua para el consumo humano.

Esto es agudizado por las diferencias de calidad entre zonas que imprime aún más un carácter discriminatorio en materia de agua en la Ciudad de México. Ahora bien, ¿cuáles son los recursos hídricos con que dispone el Valle de México? Esta zona metropolitana depende mayormente de agua subterránea así como de la importación de agua de otras regiones: unos 3000 pozos surten  $50.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ; otros  $20.3 \text{ m}^3/\text{s}$  provienen de la cuenca de Lerma y de las presas de Cutzamala; y solo  $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$  de ríos y presas que se encuentran en algunos puntos estratégicos del Valle de México.

El reducir el gasto promedio de 250 litros a menos de la mitad se traduce en un importante aporte a la ecología y un mejor aprovechamiento de otros recursos como el eléctrico. Si una familia mexicana de 4 integrantes requiere de un metro cúbico por día para satisfacer su demanda de agua, dentro de una casa ecológica necesitará menos de  $0.5 \text{ m}^3$  para lo mismo, es decir, el estado contaría con 50% más en recursos hidráulicos por cada hogar del país, y sumando esfuerzos para evitar el desperdicio en las redes de agua potable, este ahorro sería mejor. La tabla 4.1.1 esquematiza los consumos mencionados anteriormente:



**Ahorros estimados por actividades domiciliarias  
(Datos considerados en litros de agua)**

<b>Concepto del gasto</b>	<b>Casa tradicional</b>	<b>Vivienda ecológica</b>	<b>Reducción % (ahorro)</b>
Baño diario (regadera)	100	60	40
WC	50	0	100
Actividades de limpieza interiores	20	15	25
Lavado de ropa	35	35	0
Comida	5	5	0
Actividades de limpieza exteriores	35	0	100
Limpieza personal	5	5	0
<b>TOTAL DEL CONSUMO</b>	<b>250</b>	<b>120</b>	<b>50%</b>

Gasto estimado según información de la DGCOH:	Gasto estimado dentro de la Casa Ecológica:
<b>250 lts/hab/día</b>	<b>120 lts/hab/día</b>

**Tabla 4.1.1.- Ahorros estimados por actividades domiciliarias en el rubro del agua.**

La inversión en el servicio de agua potable de México debe aumentar a dos mil novecientos millones de dólares al año para evitar serios problemas en un plazo de veinticinco años. México consume setenta y ocho millones de kilómetros cúbicos de agua por año. Es un hecho determinante que el implementar todo tipo de medidas ahorrativas como las analizadas en el insumo del agua potable, previenen un colapso de magnitud desconocida en lo referente al abastecimiento de recursos. Con los datos anteriores, es posible deducir que con los ahorros propuestos en la vivienda ecológica, la inversión puede reducirse de manera considerable o bien mantenerse para realizar las reparaciones necesarias en las tuberías de abastecimiento, creación de plantas potabilizadoras, aumentar la infraestructura de presas, reforestar, llevar agua potable a lugares que haga falta, etc.

Cuando a través del conocimiento la gente se percate de los peligros que se desencadenan con una conducta consumista, reflexionará y entonces se formulará cuestionamientos sobre su propia forma de actuar. A partir de esas dudas inicia un proceso que llevará al cambio de actitud, y conforme se vayan adquiriendo los conocimientos relacionados con la economía, los ecosistemas y la contaminación, cada persona se convencerá que cualquier proceso o actitud, siempre tendrá efectos en la naturaleza. No tenemos que llegar a planear un programa llamado *"como vivir sin agua"*.

El agua debería emplearse pensando exactamente en eso: si no es consumida debidamente, quizá mañana ya no exista. Sabemos que por causa de construcciones o reparaciones en el suministro del

líquido, se reduce por cuenta propia el consumo de la misma con actividades de baños rápidos, no lavar el patio con manguera, no desperdiciar cerrando la llave cuando no se usa el agua, etcétera. Seguramente como surgió la iniciativa de facilitar al ciudadano la sustitución de la caja de los sanitarios, en algún momento deberá suceder algo similar con los demás conceptos que incumben al abastecimiento de agua, como por ejemplo el empleo de lavamanos que tienen integrado un haz de luz, que abre y cierra automáticamente el suministro de agua cuando se usa; que aún siendo en la actualidad una medida cara, con la aceleración tecnológica actual, más el abatimiento de precios en tecnología, éstas medidas de ahorro se sumaran a otras para beneficiar a todos.

De lo analizado, se puede determinar que con una vivienda ecológica se pueden abatir problemas del recurso natural más importante para el desarrollo de las actividades humanas disminuyendo su consumo con una mejor administración del recurso. Actualmente en la ZMVM se gasta un volumen superior al equivalente de llenar todo el aforo volumétrico que ocupa el estadio azteca hasta en 6 ocasiones por día, sin embargo siguiendo este modelo se obtendría un ahorro de por lo menos el 50% de este valioso recurso. No olvidemos que otro factor de gran importancia es que los ahorros en consumo de agua beneficiarían de manera inmediata a los ecosistemas que actualmente se encuentran muy dañados por la ignorancia y la sobreexplotación.

### **Consideraciones energéticas: Gas**

Otro factor relevante resulta ser el del colector solar. Se estima que en una casa habitación del valle de México, el consumo de gas butano o LP alcanza valores de entre 40 y 60 litros de gas por mes por habitante (Se considera también el consumo de gas natural, que equivale en una buena medida a los consumos representativos del gas LP o similares). Considerando el valor más bajo, 50 litros de gas deben ser suficientes para abastecer de energía calorífica a un domicilio para que en este se pueda cocinar y calentar agua de manera correcta. De los dos conceptos, quien se lleva la mayor parte del gasto es el calentador de agua, ya que reclama un 70% de dicho consumo, es decir; 35 litros mensuales de gas se desperdician tan solo para calentar el agua con la que nos bañamos e incluso lavamos.

Gracias al colector solar, en un país como México que recibe en promedio 5.5 Kw/h/día de radiación solar; la casa ecológica recupera tanta energía natural que consigue que el calentador de agua requiera un consumo de gas no mayor al 10% de lo habitual, es decir; que con base en lo expuesto con tan solo 3.5 litros mensuales de este combustible es posible calentar el agua necesaria para desarrollar las actividades de limpieza personal dentro de la casa ecológica. Para enriquecer este concepto, la siguiente tabla describe lo comentado:

**Ahorros estimados por actividades domiciliarias  
(Datos considerados en litros de gas por mes por persona)**

<b>Concepto del gasto</b>	<b>Casa tradicional</b>	<b>Vivienda ecológica</b>	<b>Reducción % (ahorro)</b>
Baño diario	35	3.5	90
Cocinar alimentos	15	15	0
<b>TOTAL DEL CONSUMO</b>	<b>50</b>	<b>18.5</b>	<b>63%</b>

Consumo de gas promedio estimado en vivienda de 4 habitantes:	Consumo de gas promedio estimado en vivienda ecológica:
<b>50 lts/vivienda/mes</b>	<b>18.5 lts/hab/mes</b>

**Tabla 4.1.2.- Ahorros estimados por actividades domiciliarias en el rubro del gas**

Es imposible hacer a un lado que un ahorro cercano al 60% generaría condiciones de vital importancia, tales como un abatimiento del costo de este recurso, un importante ahorro del mismo y sobre todo se conseguiría salvaguardar de mucha mejor manera el entorno en el que existimos. No se puede ignorar el hecho de que la tecnología se encuentra en un estado de constante evolución, por lo que seguramente en un futuro cercano una gran parte de los desechos sólidos que emite un domicilio tradicional; podrán ser reciclados en

biodigestores que produzcan gas para aprovechamiento en la industria y viviendas.

Es bueno saber que cuando se instaure un sistema de producción de biogas, los residuos orgánicos serán conducidos a recipientes o cámaras en los que se lleva a cabo el proceso a cargo de las bacterias anaeróbicas (se produce en ausencia de oxígeno) y como subproductos se obtienen residuos líquidos fuertemente septizados y residuos sólidos que pueden utilizarse como abono orgánico, y finalmente un residuo gaseoso: gas metano o gas de los pantanos, que se utiliza como combustible para calentar.

La construcción de los biodigestores requerirá una escasa inversión, ya que se utilizan materiales comunes de fácil acceso: tambores, cámaras de mampostería y cañerías estandar, sistemas domésticos muy utilizados en China e India. Los digestores cumplen una función ecológica ideal: reciclar totalmente los desechos a un costo muy bajo, pero como contrapartida (menor por supuesto) emiten olores.

Cuando las plantas de biogas sean una realidad en el entrono del Valle de México, comenzaremos a visualizar varios de sus beneficios:

- a. El uso de biogas reemplaza el uso de otras fuentes de energía como el gas L.P. y la leña.
- b. Al remplazar el uso de leña, disminuirá en buena medida la deforestación de los bosques del dañana Valle de México.
- c. El uso del biofertilizante (subproducto del proceso), servirá para abonar los árboles frutales y sembradíos remplazando el uso de otros tipos de químicos, logrando aminorar la contaminación del subsuelo.
- d. Al aprovechar los residuos, se obtendrá un aumento significativo del nivel de higiene en la vivienda y en la comunidad, ya que dichos desechos no quedaran al aire libre provocando olores fétidos y empantanando las zonas de tiraderos.
- e. Gracias al aprovechamiento del biogas, se podrá reducir la expulsión de gases al medio ambiente y de igual manera se reducirán los residuos sólidos que quedan dispersos en el aire.
- f. Reducción de costos para la vivienda generados por el ahorro en el consumo de gas y biofertilizante.

### **Consideraciones energéticas: Electricidad**

Nuestra casa ecológica tiene un verdadero impacto positivo con su proyección, ya que como pudo ser analizado, esta vivienda es la mejor herramienta para evitar el desabasto de energéticos, así como un importante contribuyente a la reducción de la contaminación por el uso irracional y desmedido del petróleo y de los problemas geopolíticos que de ello se derivan.

Por lo tanto tenemos que, algunos de los factores más importantes que disminuyen en una importante proporción tan solo con la construcción de una casa ecológica son:

- **Calentamiento global:** *Proceso de aumento gradual de la temperatura de la Tierra a consecuencia del incremento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, incremento provocado por los procesos de combustión con fines energéticos de carburantes fósiles y por la deforestación.*
- **Disminución capa de ozono:** *Proceso de reducción, tanto en concentración como en grosor, de la capa de partículas de ozono presente en la estratosfera. Fenómeno que es consecuencia de la alteración del balance atmosférico de oxígeno y ozono. Las emisiones de clorofluorocarbonos un hidrocarburo sintético utilizado como refrigerante, son las principales responsables de este impacto.*
- **Lluvia ácida (Acidificación):** *Proceso de introducción de sustancias ácidas en el medio ambiente provocado por las emisiones a la atmósfera de óxidos de azufre y de nitrógeno provenientes principalmente de la quema de combustible fósiles. Tras reaccionar con el vapor de agua presente en el*



aire, estos óxidos se convierten en compuestos ácidos que la lluvia precipita sobre la superficie terrestre.

- **Degradación de las aguas (eutrofización):** Proceso de acumulación de nutrientes en las aguas con el consiguiente crecimiento masivo de organismos, fundamentalmente algas, y la disminución de la concentración de oxígeno.
- **Emisión de metales pesados:** Aquellos metales que tienen un peso atómico relativamente alto y una densidad aproximada de  $5 \text{ g/cm}^3$ . Acostumbran a ser muy tóxicos, persistentes y bioacumulativos, tanto en el agua como en el aire y el suelo, por lo que su peligrosidad es muy elevada. Los más nocivos para la salud humana son el plomo, el cadmio y el mercurio.
- **Sustancias carcinógenas:** Todas aquellas que provocan o favorecen la aparición del cáncer.
- **Niebla de invierno:** Aquélla provocada por la elevada concentración en el aire de óxido de azufre y partículas en suspensión provenientes de la industria y el transporte. Estas sustancias actúan como núcleos de condensación del vapor de agua en condiciones de humedad elevada y bajas temperaturas, que suelen producirse en invierno, de ahí su nombre.
- **Niebla fotoquímica o de verano:** Aquélla provocada por altas concentraciones de óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles (COV) acompañadas de una fuerte radiación solar. En estas circunstancias se generan altas concentraciones de ozono superficial, un fenómeno ligado a las altas temperaturas estivales.
- **Residuos industriales y radiactivos:** Los residuos industriales son todos aquéllos producidos por la industria dedicada a la producción de energía,

*presentando trazas de radiactividad en concentraciones superiores a los valores límites establecidos.*

- **Radiactividad:** *Proceso por el cual determinados isótopos de algunos elementos químicos, como, por ejemplo, el uranio, emiten espontáneamente partículas y/o rayos nocivos para los seres vivos.*
- **Agotamiento recursos energéticos:** *Los recursos energéticos no renovables –combustible fósiles y minerales que se van agotando a medida que son utilizados, disminuyendo las reservas de los mismos.*

La oportunidad que ofrece el construir y habitar la vivienda ecológica planteada representa una ventaja para las energías renovables, las cuales tienen un impacto medio ambiental inferior al de las energías convencionales. Los sistemas térmicos clásicos basados en los combustibles fósiles –lignito, carbón, petróleo y gas natural– contribuyen en un altísimo porcentaje al calentamiento global provocado por las tecnologías de generación de electricidad. La causa de ello estriba en sus emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano provocadas durante las fases de transporte y combustión.

Los sistemas térmicos del carbón y, en menor medida, del petróleo son los principales responsables de la contaminación por metales pesados procedente de tecnologías de generación de electricidad. Ello es debido a sus emisiones a la atmósfera de cádmio y plomo, y de bario y plomo al agua, procedentes de los procesos de combustión; de hecho, El Valle de México ostenta uno de los primeros lugares a nivel mundial en contaminación a causa de metales pesados.

La tecnología de producción de electricidad responsable de la mayor parte de las sustancias carcinógenas vertidas al medio ambiente es la basada en el petróleo debido principalmente a las emisiones de níquel, metal utilizado como catalizador en los procesos de hidrogenación y desulfuración del crudo.

La apuesta por las energías renovables es para avanzar hacia un sistema energético sostenible. Países europeos tendrán en el año 2010 el 12% el consumo primario de energía de fuentes renovables de energía. Ojala esta actividad de el impulso necesario para que los demás países, entre ellos México; puede iniciar una revolución de producción energética alternativa que permita abatir los costos de los elementos necesarios para una casa más autosuficiente.

En la casa ecológica, el recurso eléctrico es provisto de forma autónoma, lo que significaría una importante reducción de contaminantes pero sobre todo un mejor aprovechamiento del recurso por parte del estado. Si bien la inversión inicial en material eléctrico puede significar el desembolso mas significativo en la casa ecológica, este resulta por obviedad conveniente, ya que no solamente nos ahorraremos el gasto bimestral de consumo eléctrico, sino también en un mediano plazo el de las luminarias, ya que como hemos visto, las luminarias fluorescentes tienen una duración 10 veces mayor con respecto a las incandescentes y a largo plazo conseguimos un importante ahorro en recursos, principalmente el agua. Una casa habitación tradicional para 4 habitantes requiere en promedio de una

inversión eléctrica que fluctúa en los 2,500 dólares; y una casa ecológica de las mismas dimensiones requiere de aproximadamente 7,500 dólares de inversión inicial divididos entre los siguientes insumos: material eléctrico tradicional, paneles fotovoltaicos, baterías y acumuladores. Esto representa en la actualidad un desembolso inicial de 5,000 dólares mas respecto a lo que estamos acostumbrados pagar por la instalación eléctrica tradicional en una casa habitación, sin embargo los verdaderos ahorros serían palpables de inmediato ya que al evitar la quema de combustibles para este rubro podría representar que esos capitales podrían turnarse en subsidiar parte del gasto que generaría introducir estas nuevas tecnologías sin hacer a un lado el factor que cuando un producto comienza a tener mayor demanda, también comienza a bajar de precio.

No debemos perder de vista que el cobro por el concepto de energía eléctrica ira subiendo con el paso de los años, mientras que el costo de materiales alternativos para suministro eléctrico lleva una clara tendencia a la baja. Para contar con el servicio completo de suministro fotovoltaico, es necesario determinar que tipos de celdas van a emplearse, el número de ellas depende de su capacidad. Para una vivienda puede ser desde 20 hasta 40 paneles. Con una dotación de 20 celdas BP-2150 puede darse abasto a una casa habitación de 5 integrantes durante todo el año. Esta cantidad es suficiente para el Valle de México, aunque como ha sido descrito, el fabricante es quien determina la cantidad más conveniente acorde a las necesidades de

cada familia y/o empresa y acorde a la demanda de electricidad requerida considerando todos los factores detallados en el presente trabajo.

**Ahorros estimados por actividades domiciliarias  
(Datos considerados en watts/día/vivienda)**

<b>Concepto del gasto</b>	<b>Casa tradicional</b>	<b>Vivienda ecológica</b>	<b>Reducción % (ahorro)</b>
Abastecimiento eléctrico	10,000*	10,000 o superior**	-
<b>TOTAL DEL CONSUMO</b>	<b>10,000</b>	<b>10,000 o superior</b>	<b>100</b>

\*Considerando abastecimiento a través de métodos tradicionales.

\*\*Considerando abastecimiento a través de celdas fotovoltaicas.

<p>Consumo de electricidad promedio estimado en vivienda actual:</p> <p><b>10,000 watts/día/vivienda</b>  <b>Produciendo contaminación y desgaste de recursos naturales</b></p>	<p>Consumo de gas promedio estimado en vivienda ecológica:</p> <p><b>10,000 watts/día/vivienda de energía solar gratuita, limpia y suficiente</b></p>
---	---

Tabla 4.1.3.- Ahorros estimados por actividades domiciliarias en el rubro de suministro eléctrico

Considerando un el costo promedio por concepto de pago de electricidad por de 250 pesos mensuales, más el subsidio que se estima al menos del 30%, llegaríamos a una suma no menor a los 350 pesos por mes, lo que significa que si consideramos un aproximado de 3 millones de viviendas del valle de México con un buen aprovechamiento de la climatología del país para producir su propia electricidad, entonces tendríamos un importante ahorro al producir en casa nuestra propia energía eléctrica obteniendo un ahorro de aproximadamente 1050 millones de pesos mensuales, cantidad suficiente como para construir 20 hospitales de 500 camas completamente amueblados, o en su defecto es un monto doce veces superior al que ejerce el sector central de la Secretaria de Educación Pública en un año, factores que no contemplan el considerable ahorro que se obtendrían en otros recursos tales como los hidrocarburos y el agua.

Es pues, el aprovechamiento racional de la naturaleza, la siguiente meta del ser humano para abatir los costos, pero sobre todo para proteger su lastimado medio ambiente que invariablemente será el único que podrá tener.

## 4.2. FACTORES MACROECONÓMICOS Y MACROECOLÓGICOS

Para tener un parámetro comparativo de lo que representan las cifras analizadas en la presente tesis, basta realizar un ejercicio considerando al Valle de México con un mínimo aproximado de 3,000,000 de viviendas, con las cuales es posible trasladar las cifras en cuestión de la siguiente manera:

<b>Agua para 3,000,000 de viviendas</b>	
Vivienda actual Costo <b>estimado</b> por concepto de agua: \$ 20.00/m <sup>3</sup>	Gasto estimado: 0.250 m <sup>3</sup> /hab/día Gasto económico: \$ 5.00/hab/día
<b>Casa ecológica</b> Costo <b>estimado</b> por concepto de agua: \$ 20.00/m <sup>3</sup>	<b>Gasto estimado:</b> <b>0.120 m<sup>3</sup>/hab/día</b> <b>Gasto económico:</b> <b>\$ 2.40/hab/día</b>
Ahorro considerado	<b>52%</b>

*Economías generadas cada día por cada millón de habitantes que ocupen una vivienda ecológica:*

**\$2,600,000.00**

*Economías generadas cada día por cada millón de habitantes que ocupen una vivienda ecológica:*

**130,000,000 de litros diarios**

<b>Electricidad para 3,000,000 de viviendas</b>	
Consumo estimado en la Vivienda actual: 10,000 Watts/casa/día Costo aproximado sin subsidio por mes: \$350.00	Costo económico estimado por concepto de generación de energía cada mes: \$1050,000,000.00
<b>Consumo estimado en la Casa ecológica:</b> <b>10,000 Watts/casa/día</b> <b>(Consumo con fotoceldas)</b>	Costo económico estimado por concepto de generación de energía cada mes: No aplica
Ahorro considerado	<b>100%</b>

*Economías generadas cada mes por cada millón de habitantes que ocupen una vivienda ecológica:*

**\$1050,000,000.00**

*Economías generadas cada año por cada millón de habitantes que ocupen una vivienda ecológica:*

**$3.65 \times 10^{12}$  watts**

<b>Gas Butano o natural para 3,000,000 de viviendas</b>	
Consumo estimado en la Vivienda actual: <b>50 lts/vivienda/mes</b>	Costo aproximado por mes: \$250.00
<b>Consumo estimado en la Casa ecológica:</b> <b>18.5 lts/hab/mes</b>	Costo aproximado por mes: \$92.50
Ahorro considerado	<b>63%</b>

*Con los dos cuadros anteriores se considera un significativo ahorro ecológico al reducir sustancialmente la emisión de contaminantes diversos.*

El impacto ecológico que arroja el pequeño cambio en el modo de vida de la vivienda mexicana, no solo permitiría una serie de economías sustancialmente significativas al interior del gobierno, sino que de

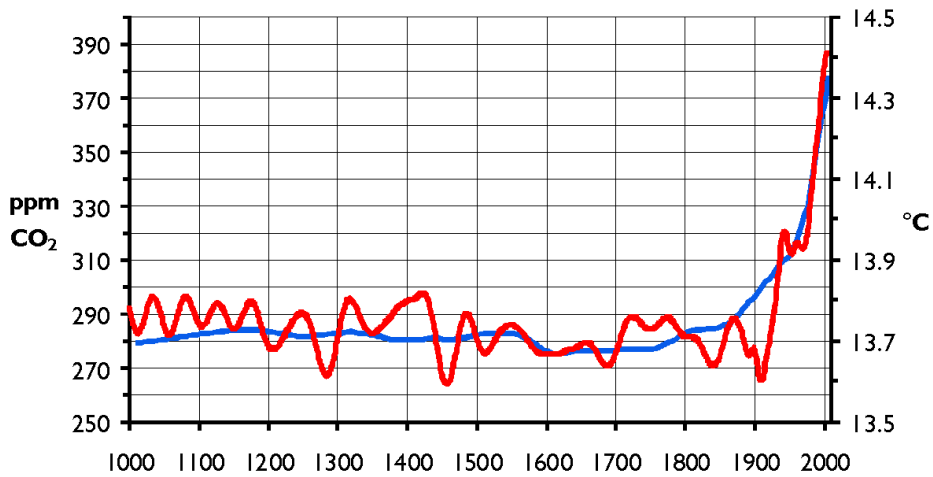


manera mucho más importante permitiría un ahorro verdadero en nuestros intereses ecológicos. Actualmente vivimos una época complicada en lo referente a climatología, la cual como ya ha sido comprobada, sufre variaciones tan significativas que podrían cambiar nuestro entorno de una manera por demás desfavorable en un periodo de tiempo mucho menor al que pudiésemos imaginarnos.

El calentamiento global no es un tema de moda, no se trata de una especulación sin fundamento ni es una materia a la cual le podamos mirar indiferentes.

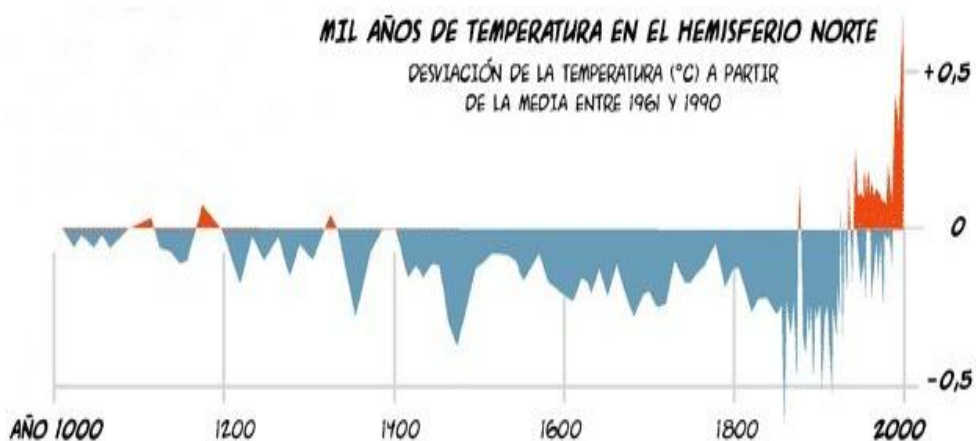
El calentamiento global es una preocupante realidad que nos atañe a todos y sin lugar a dudas todas las propuestas que permitan salvaguardar nuestro medio ambiente deben ser consideradas con toda la seriedad que lo merecen. De no hacer nada, seguramente las emisiones de CO<sub>2</sub> continuarían en aumento así como las de otros contaminantes, lo que se traduciría en el continuo ensanchamiento de la atmósfera para continuar con la retención de gases que crean el efecto invernadero.

Como podemos apreciar en la gráfica 4.2.1, los registros de las partículas de bióxido de carbono han tenido un considerable aumento a partir del periodo de industrialización mundial, situación que muestra una recurrencia hacia la alza.



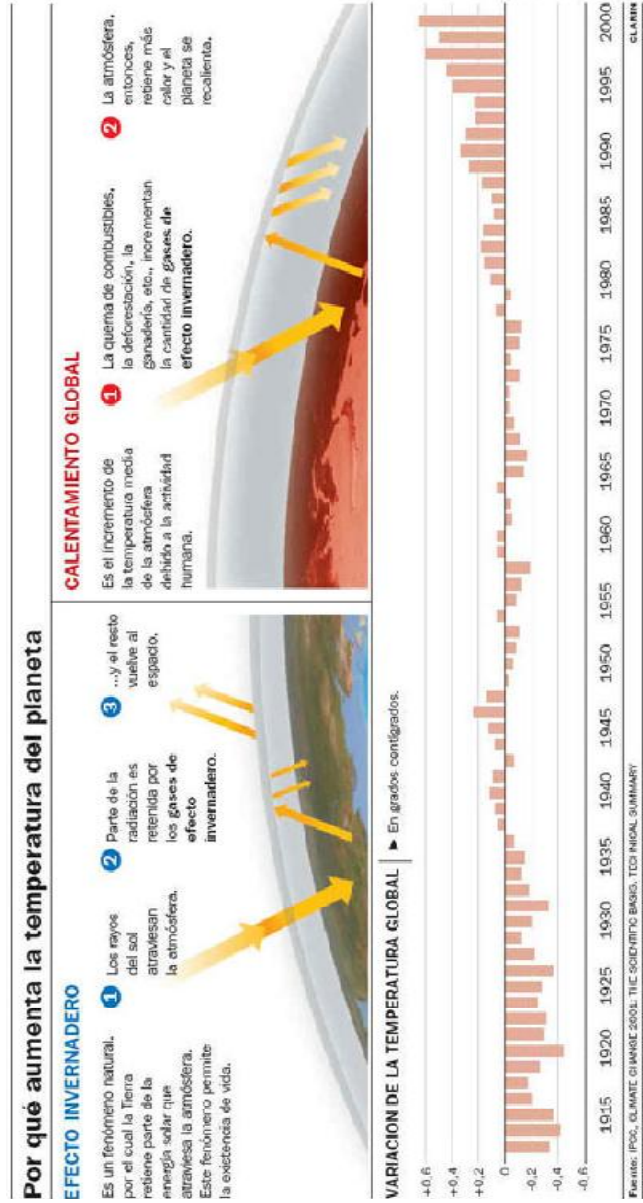
Gráfica 4.2.1.- Aumento del CO<sub>2</sub>. Fuente: NASA, 2005

En la gráfica 4.2.2 se aprecia el considerable aumento en la temperatura global que se ha venido registrando en los últimos 1000 años:



Gráfica 4.2.2.- Aumento de la temperatura. Fuente: NASA, 2005

Figura 4.2.3.- Causa del aumento de temperatura del planeta.



Es por ello que el adoptar medidas inmediatas repercutiría en el futuro no solo de las próximas generaciones, sino en un periodo de tiempo en el cual seguramente podríamos constatar lo bien o mal que atendimos el problema el día de hoy. El cambio en el modo de vida del ser humano es permanente, es constante y es donde se verifica la adaptación que se va teniendo a las circunstancias que imperen en cada época. Mientras más pronto entendamos la raíz del problema, es inversamente proporcional la actitud que guardaremos para atenderlo. La realidad indica que de continuar con el estilo de vida tradicionalista, los espacios que hoy disponemos podrían sufrir de cambios verdaderamente significativos que nos obligarían a tomar medidas drásticas por la falta de prevención.

El cambio siempre llega, tarde o temprano, y es decisión nuestra –y *solo nuestra*- al saber reconocer que el cambio del estilo de vivienda más que una moda pasajera es una exigencia mediática del día de hoy, que si bien no resuelve la totalidad del problema, al menos si funcionaría como una herramienta segura mientras la tecnología progresa y se esfuerza en brindarnos un mundo mejor.

*Tan solo haz tu deber,  
y aunque fracasares  
algún día el mundo te dará tu crédito*

*Thomas Jefferson  
(1743-1826)*

## Generación de Electricidad en la República Mexicana



**Figura 2.3.4.-** Generación de Electricidad en la República Mexicana

Fuente: Secretaría de Energía, 2003

### Densidad de población (habitantes/km<sup>2</sup>)

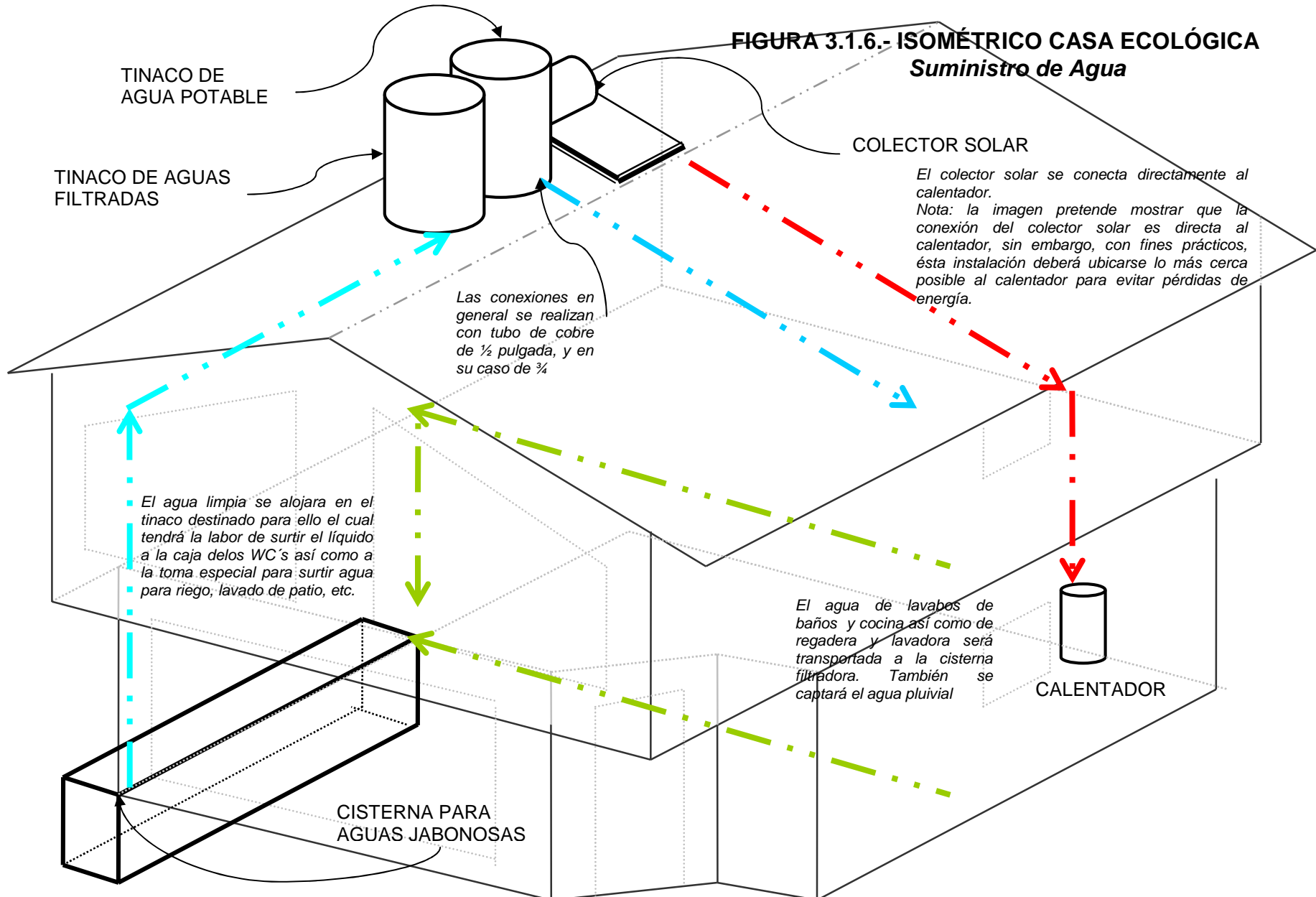


**Figura 3.1.0.-** Densidad de población

Fuente: INEGI, XII Censo general de población y vivienda 2005

**FIGURA 3.1.3.- ISOMÉTRICO DE LA CASA ECOLÓGICA**







FUNCIONAMIENTO DE LA CISTERNA PARA AGUAS JABONOSAS

FIGURA 3.1.7.- ISOMÉTRICO DE CISTERNA FILTRADORA DE AGUAS JABONOSAS

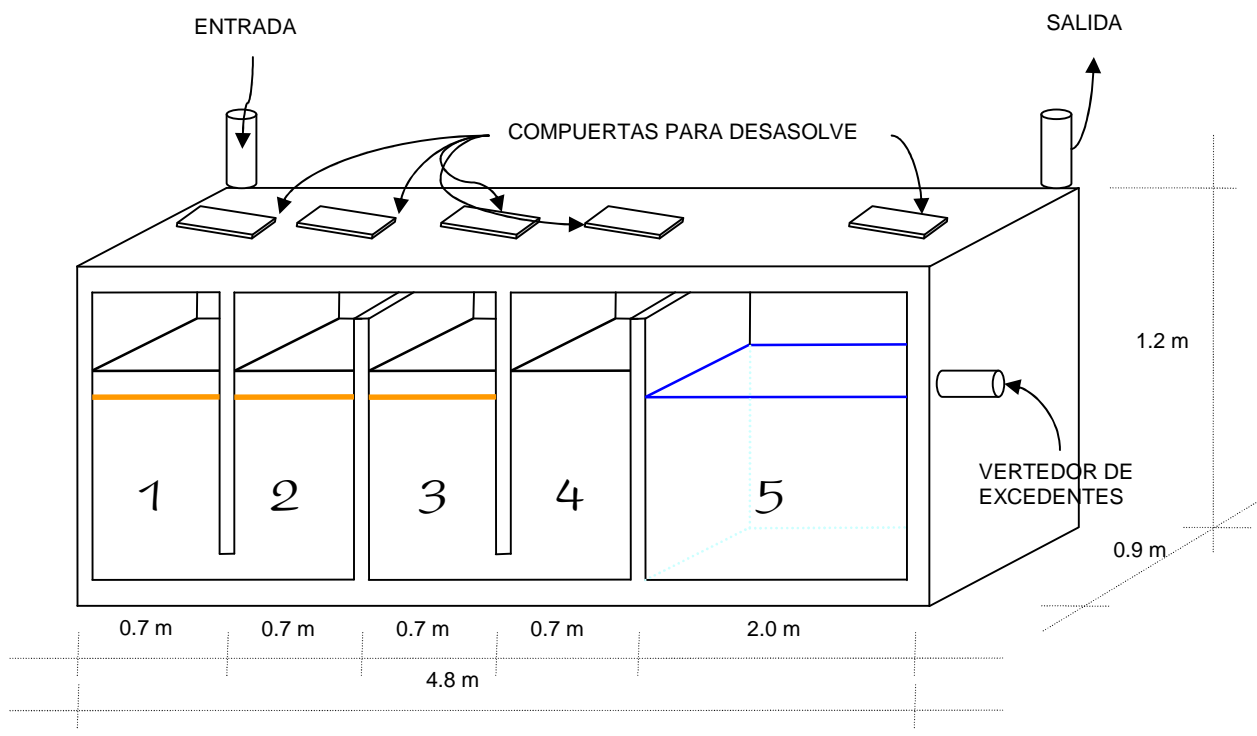


FIGURA 3.1.9.- CORTE DE CISTERNA FILTRADORA DE AGUAS JABONOSAS

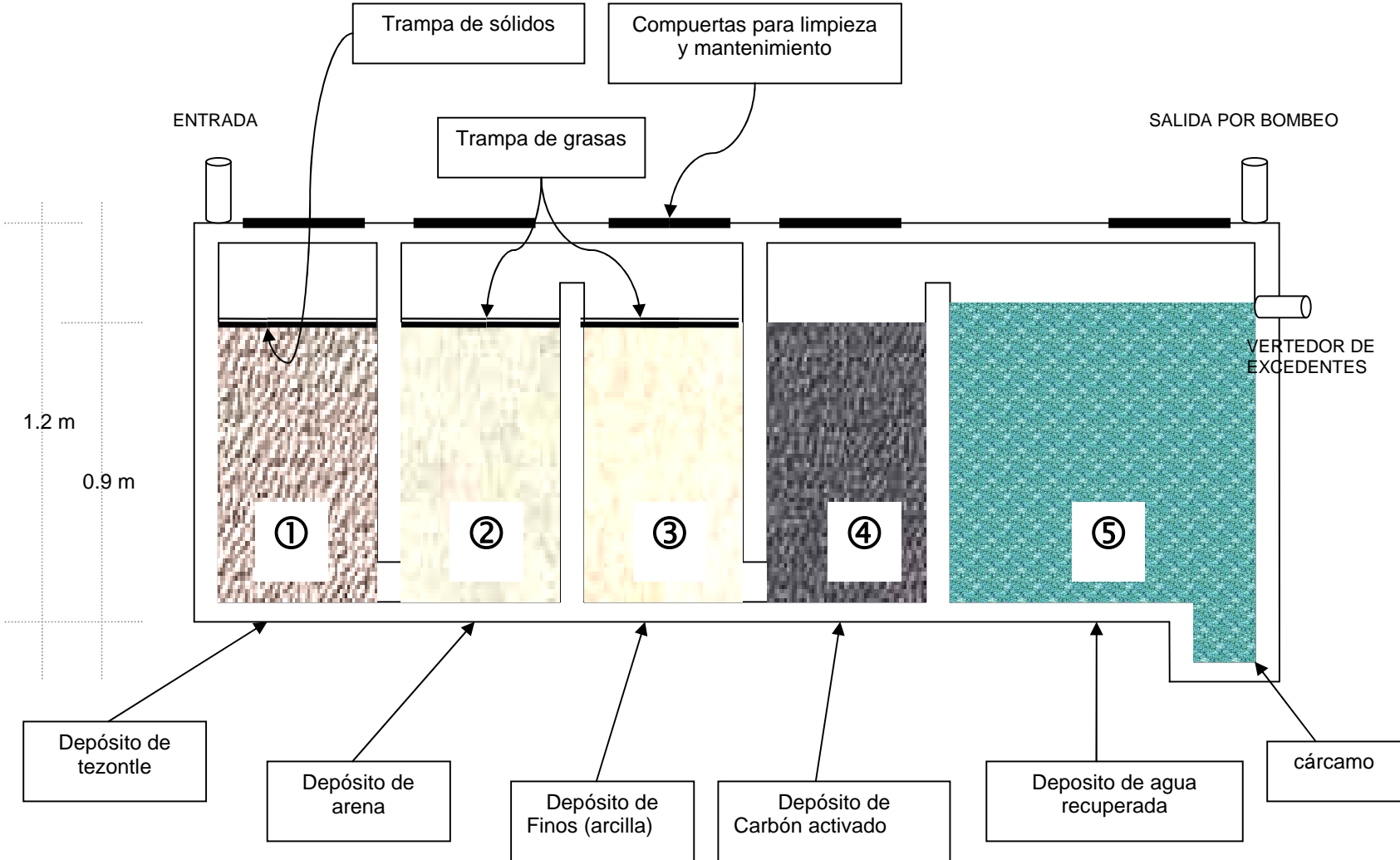


FIGURA 3.1.8.- COMPOSICIÓN DE LOS CAJONES DE LA CISTERNA DE FILTRO DE AGUAS JABONOSAS

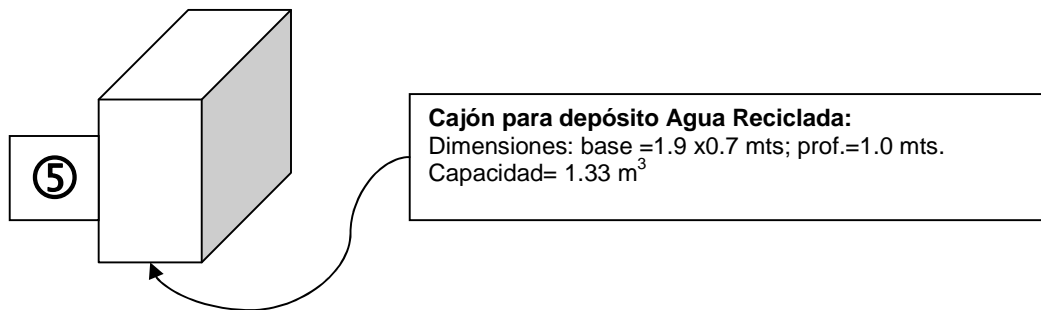
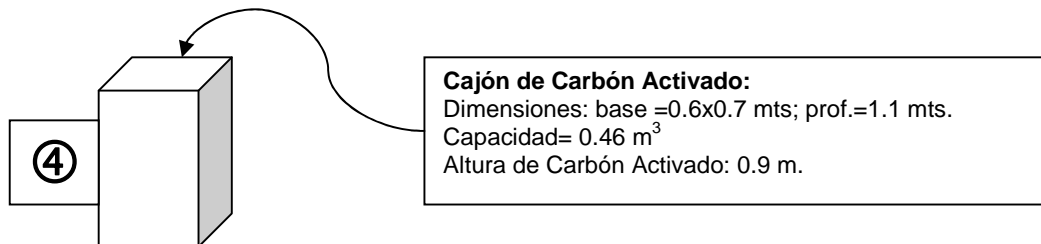
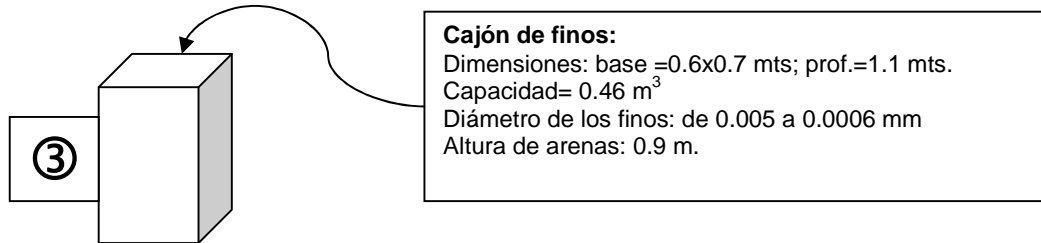
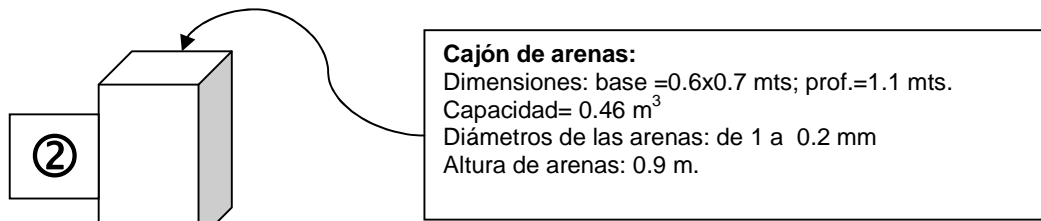
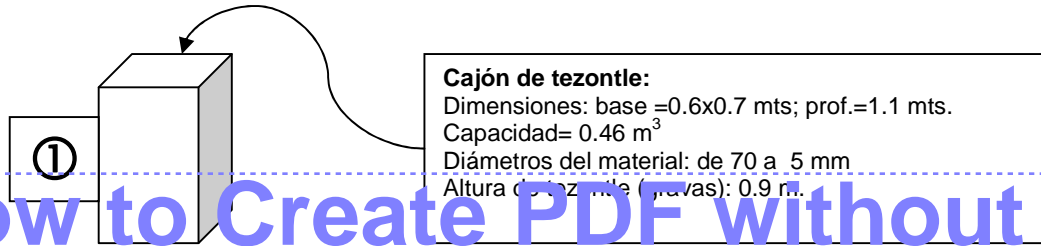


FIGURA 3.1.10.- FUNCIONAMIENTO EN LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA POTABLE

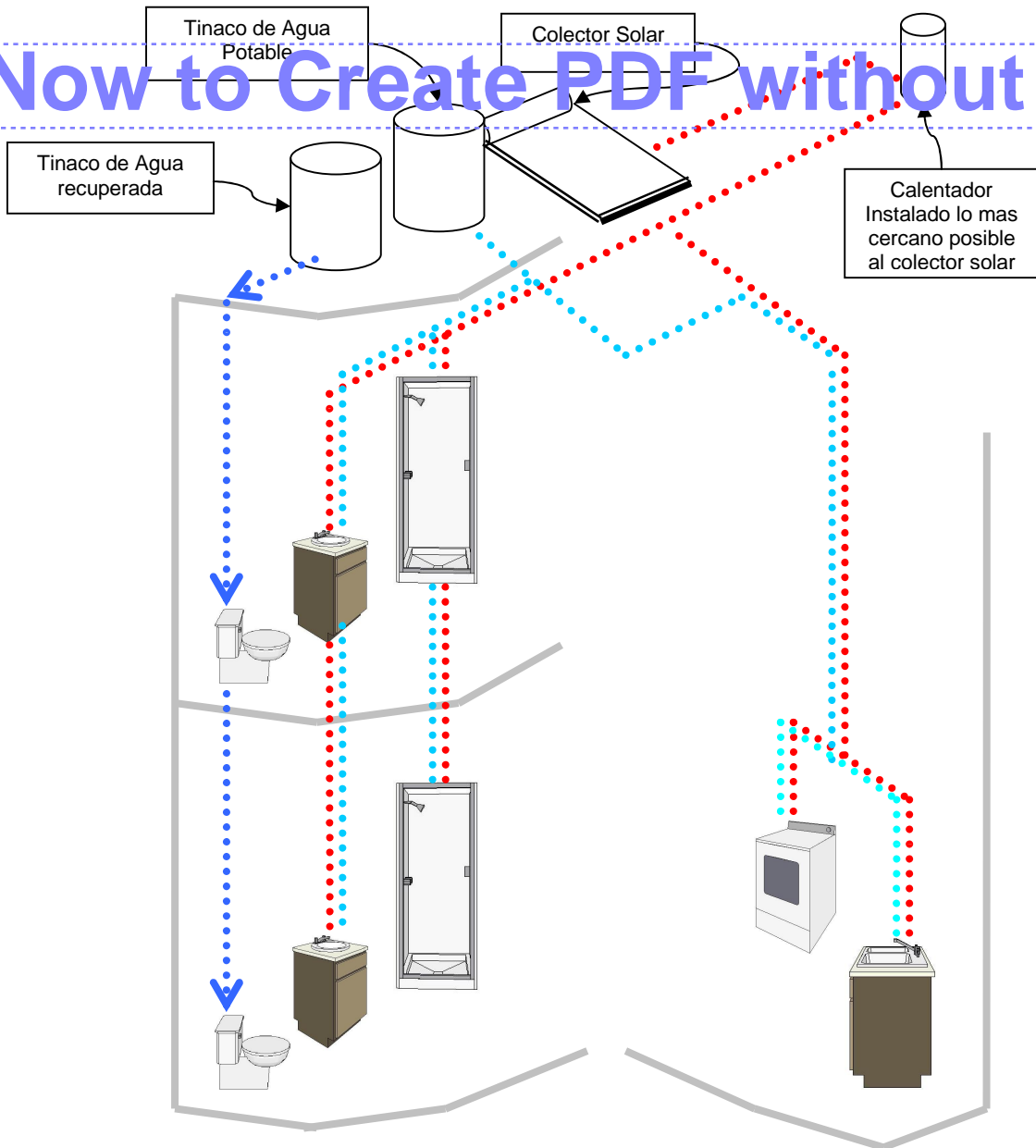


FIGURA 3.1.11.- CORTE DE RECUPERACIÓN Y REDISTRIBUCIÓN DE AGUA RECICLADA

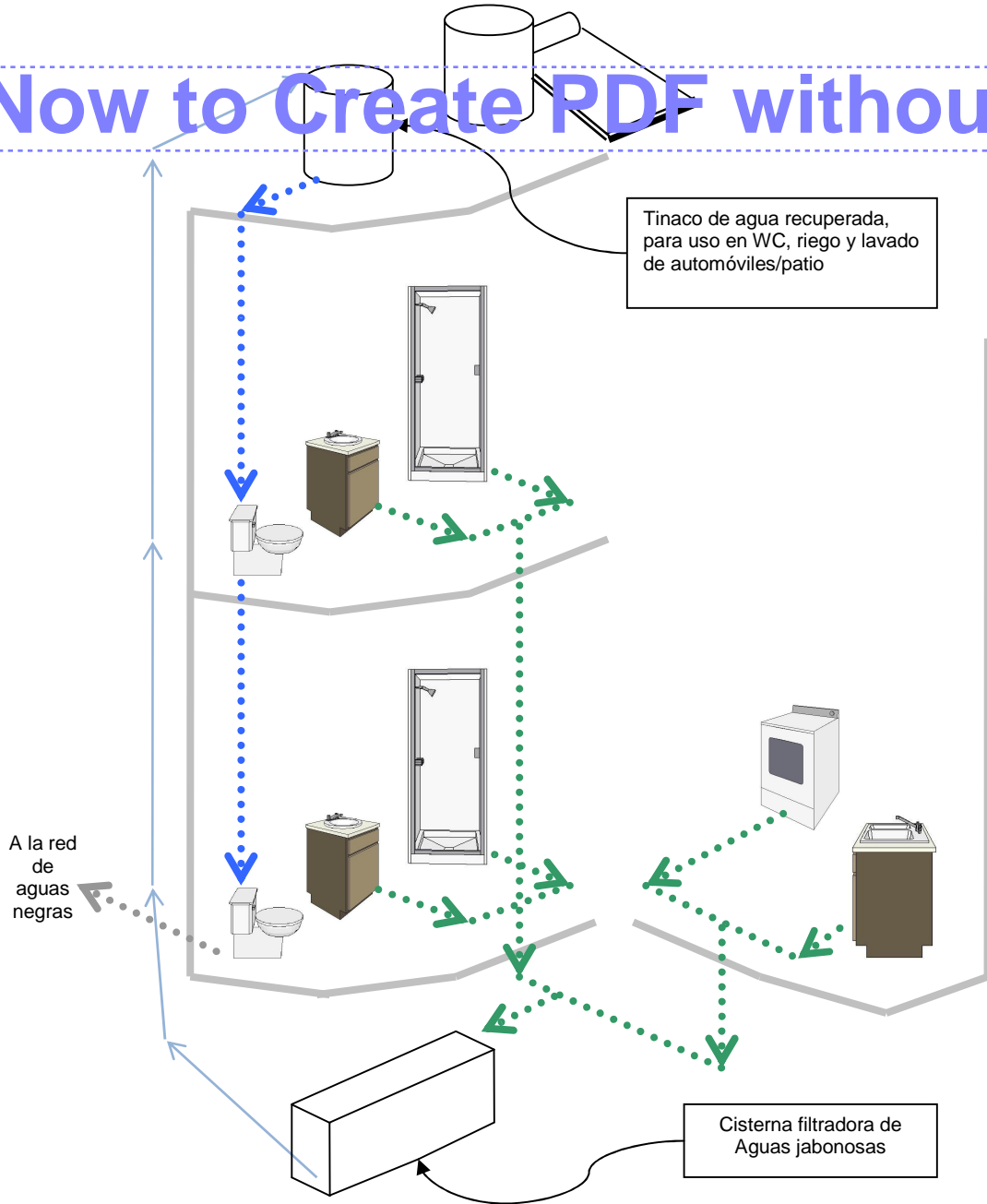
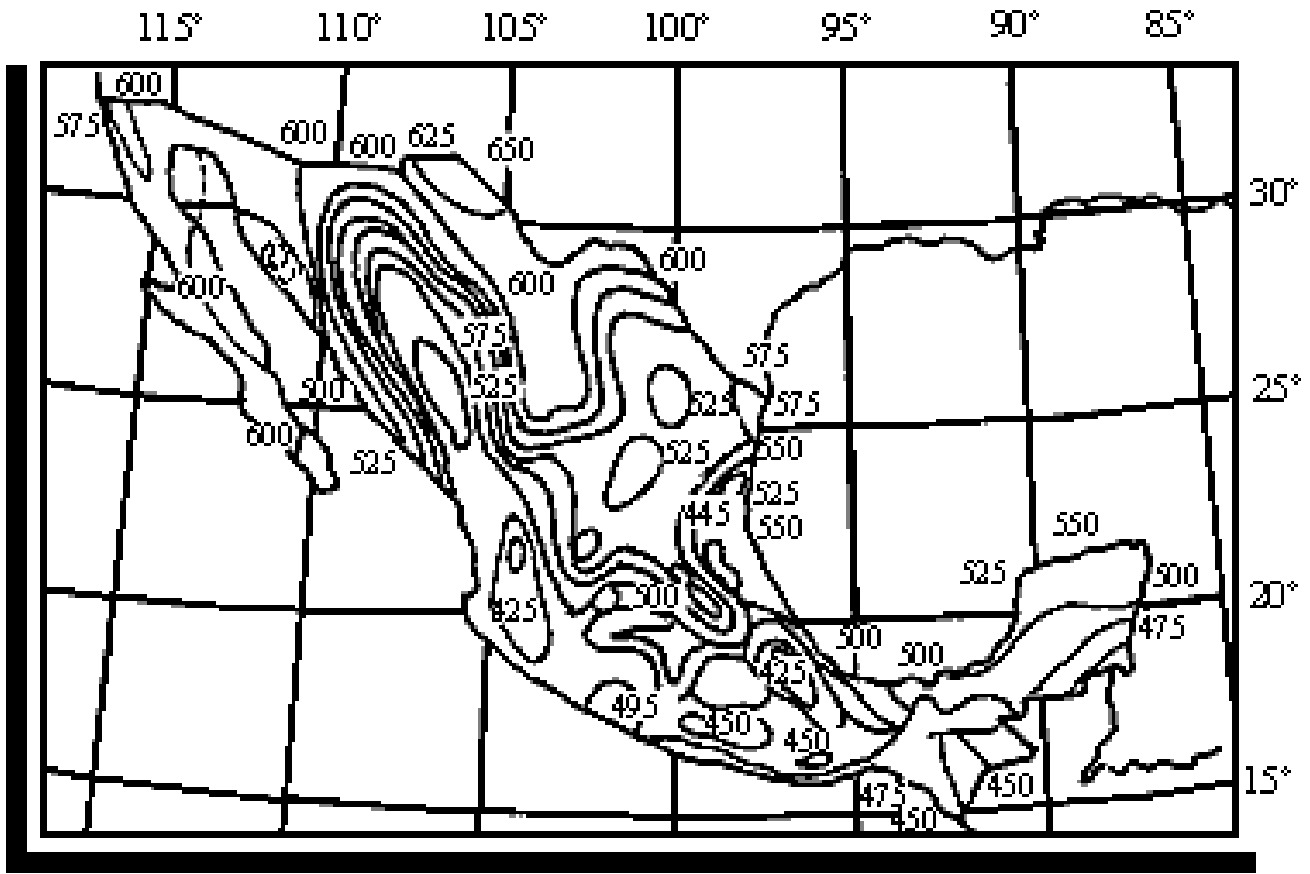


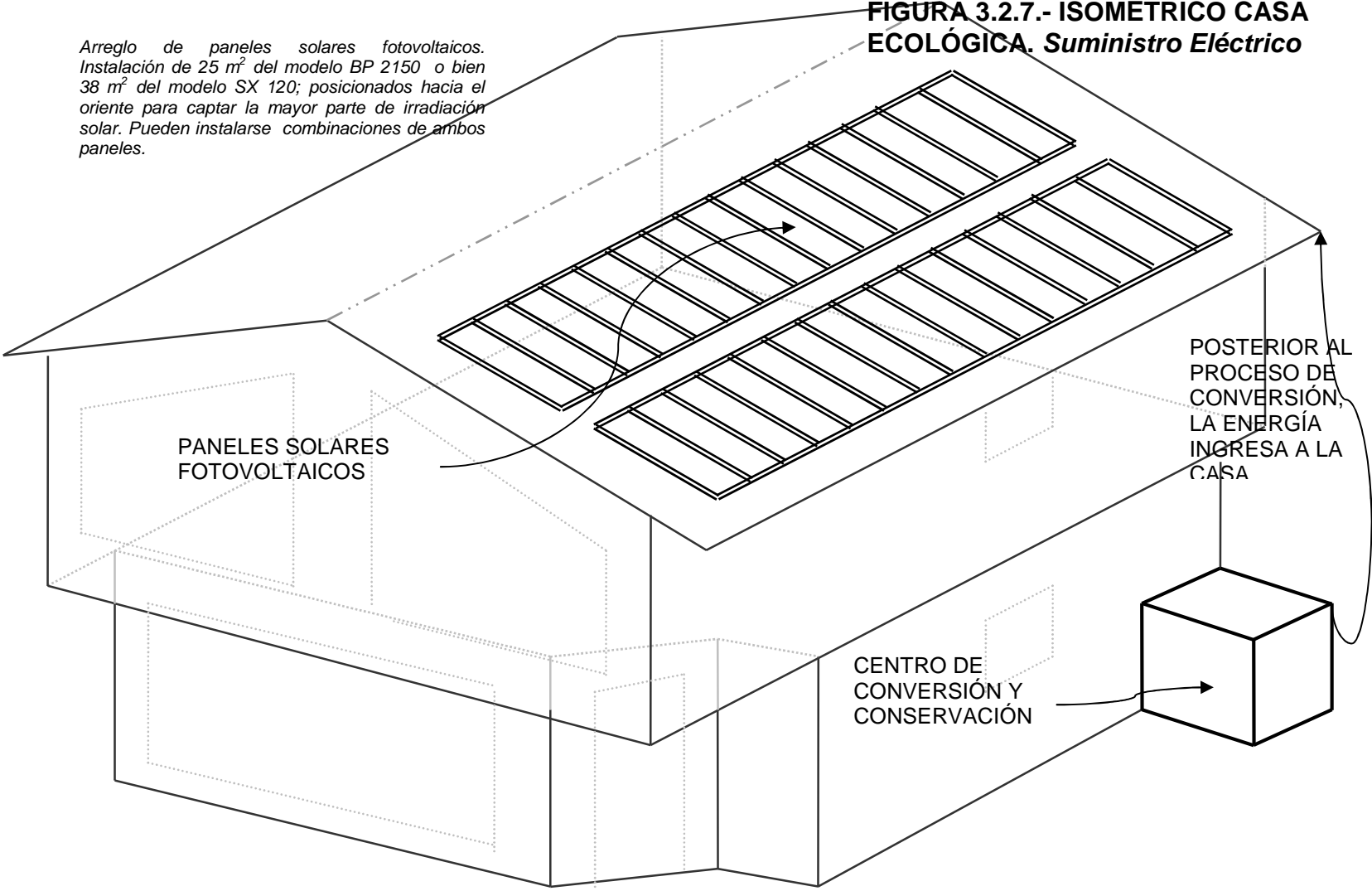
Figura 3.2.2.- Radiación solar en la República Mexicana



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

**FIGURA 3.2.7.- ISOMÉTRICO CASA ECOLÓGICA. Suministro Eléctrico**

Arreglo de paneles solares fotovoltaicos. Instalación de 25 m<sup>2</sup> del modelo BP 2150 o bien 38 m<sup>2</sup> del modelo SX 120; posicionados hacia el oriente para captar la mayor parte de irradiación solar. Pueden instalarse combinaciones de ambos paneles.



Buy Now to Create PDF without Trial Watermark!!

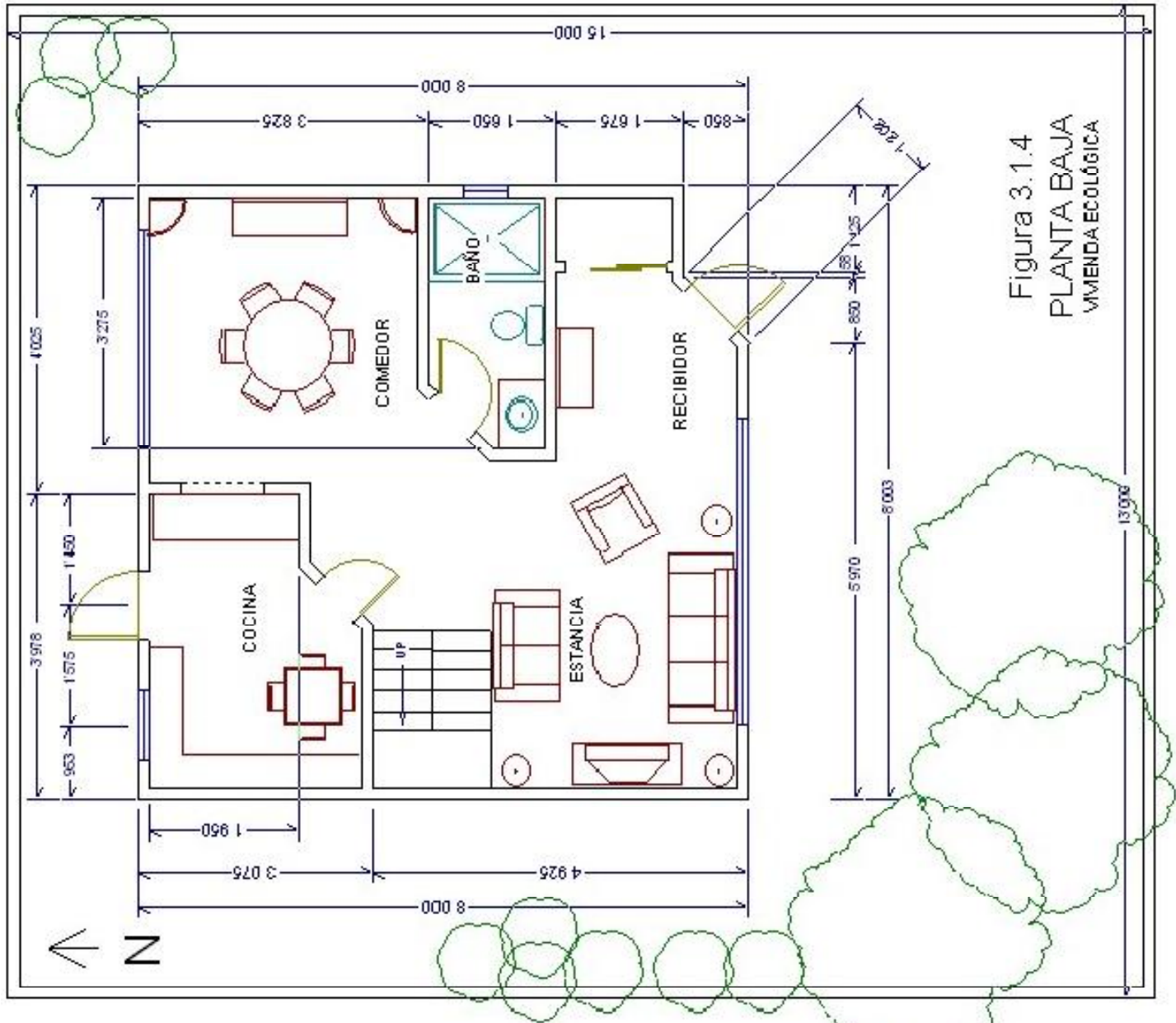


Figura 3.1.4  
PLANTA BAJA  
VIVIENDA ECOLÓGICA

Created by eDocPrinter PDF Pro!!



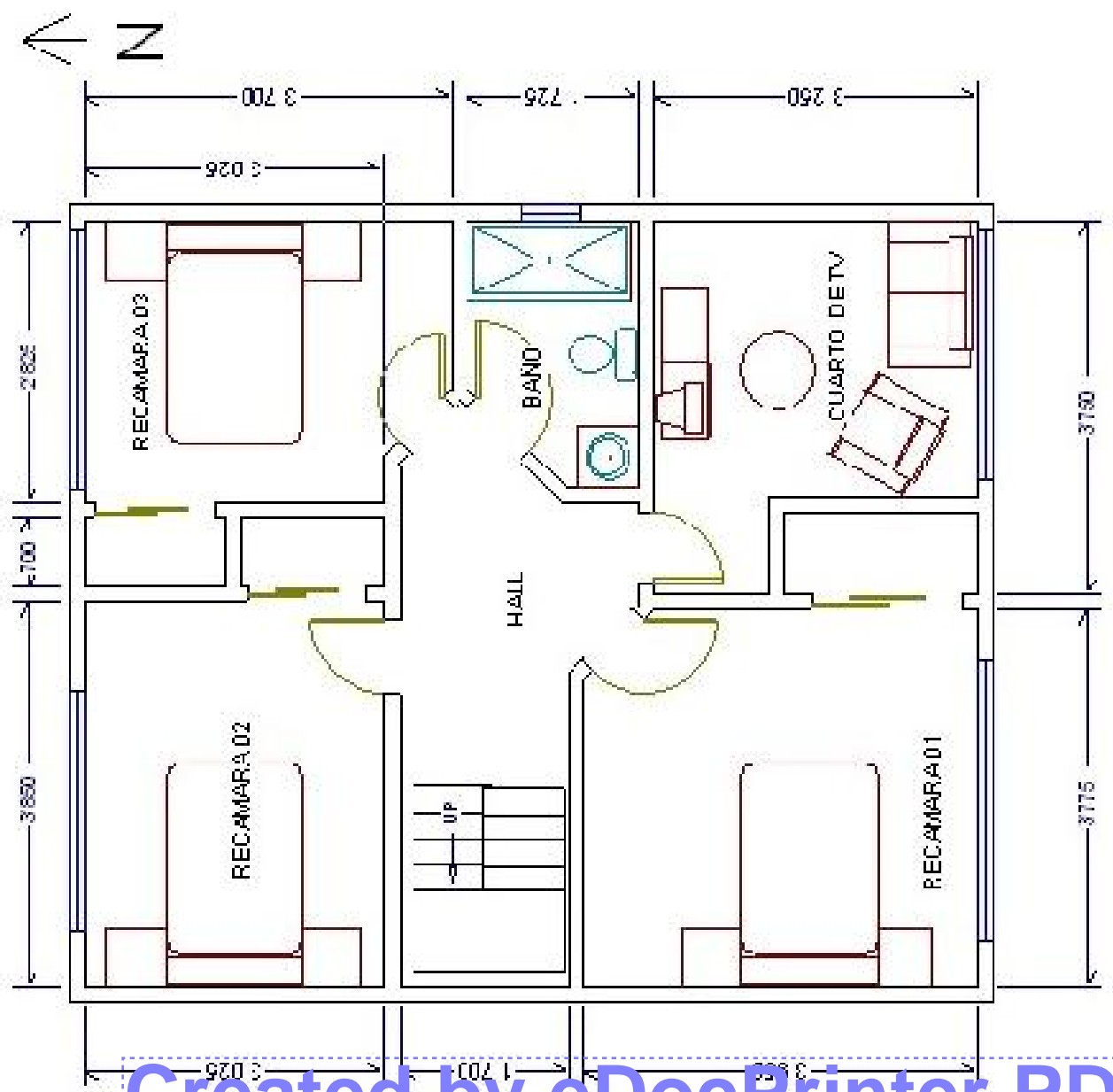


Figura 3.1.5  
PLANTA ALTA  
VIVIENDA ECOLÓGICA

## **CONCLUSIONES**

El promover un mejor aprovechamiento de los recursos es una materia que involucra a todas las ramas de las ciencias y las humanidades. Imaginar una vivienda que eficiente los recursos con sencillos instrumentos es una actividad que si bien pareciera “extraña”, en un futuro no muy lejano resultará totalmente cotidiana.

Todavía se encuentran en el mercado de los energéticos alternativos aquellos instrumentos que por sus características no cuentan con la capacidad de resolver por sí solos el desabasto eléctrico, la carencia de agua o bien que evite el consumo de hidrocarburos y por ende la contaminación, sin embargo esta propuesta se basa en las herramientas actuales que si bien podrían parecer “rudimentarias” desde un punto de visto futurístico, resultan a ser un paliativo eficiente mientras la tecnología se encarga de continuar en esta vertiginosa carrera en busca de una idealizada perfección.

Posiblemente en breve existan a nivel comercial motores ecológicos que funcionen con hidrógeno y que el resultado de su combustión sea vapor de agua, posiblemente existan celdas solares 500 o 1000% más eficientes que las actuales, posiblemente se descubran nuevas propiedades eólicas, químicas o similares, y posiblemente en años próximos se cuente con una tecnología enormemente superior a la actual, sin embargo la idea que plantea la presente tesis no se fundamenta en el simple hecho de sugerir una u otra alternativa, sino

más bien en establecer que una casa habitación estándar más que un ahorro económico, propone salvaguardar el medio ambiente empleando lo mejor que la tecnología pueda ofrecer en cualquier momento de la historia.

Una casa ecológica es aquella que no perjudica en proporciones tan lamentables al entorno en donde se encuentra desplantada, ya que aprovecha los recursos naturales y energéticos con una conciencia superior a la tradicional, y si bien el empleo de dicha conciencia se refleja en una erogación económica superior a la tradicional; el concepto de “casa ecológica” no considera gastos cuando éstos se encuentran enfocados en salvaguardar el espacio en donde deberá encontrarse desplantada la nueva vivienda. Esta propuesta se enfoca en proteger el medio ambiente, ya que sin él, sería insulso pensar en cualquier otra actividad.

De acuerdo con el análisis planteado durante el presente trabajo, se describe un panorama mucho más halagador en lo que refiere a la optimización de recursos, ya que desde un punto de vista “idealizado” se contemplaron algunas de las muchas posibilidades de inversión de aquellos recursos económicos que podrían captarse con los ahorros generados gracias al empleo de instrumentos como los aquí descritos. Una idea fundamental radica en que todas las opciones e ideas que surgen con la presente tesis, permiten planificar diferentes tipos de escenarios en los cuales se contemplan las alternativas que ayudarían a financiar los elementos tecnológicos que podrían ser empleados en la construcción del México no solo del hoy, sino también del futuro próximo. En otras palabras, podemos especular que hacer, en que

invertir y/o que subsidiar con los ahorros obtenidos a partir de la implementación de herramientas prácticas y/o tecnológicas que proveen una mayor eficiencia al interior de una casa hogar.

Sin lugar a dudas, la esencia final de lo propuesto tiene como génesis el retomar aquél hábitat natural en donde el ser humano no solo podía convivir en un ambiente más saludable lleno de especies vegetales y animales de diferentes características, sino también propone el evitar la destrucción de los elementos vitales que se requieren todos los días para subsistir.

Es labor de quien emplea su ingenio para proveer a la población civil de techo, servicios y medios de comunicación; el encontrar justo a tiempo las alternativas que le permitan a la sociedad integrarse a un ecosistema que ha subsistido durante siglos dando vida y que requiere nuestro cuidado para seguir estando aquí.

## BIBLIOGRAFÍA

Biblioteca Internacional del Ingeniero Civil.  
Tomo III y IV  
Jacob Feld.  
Ediciones Ciencia y Técnica.

Normas y Costos de Construcción.  
Plazola.  
Editorial Limusa.

Prototipos de Vivienda.  
FOVISSSTE-ISSSTE

Ingeniería Sanitaria y Aguas Residuales.  
G. Maskew Fair.  
John C. Geyer.  
Editorial Ciencia y Técnica.

Calidad y Cantidad de Agua en México.  
Mauricio Adame L.  
Editorial Universo Veintiuno.

Organización de Obras.  
Gonzalo García Ruiz.  
Editorial Ceac.

El Impacto del Hombre Sobre la Naturaleza.  
Raúl N. Ondaraza.  
Editorial Trillas.

Fundamentos de Ingeniería Solar.  
José A. Manrique.  
Editorial Harla.

Eliminación de Residuos Sólidos Urbanos.  
J. López Garrido.  
Editorial ETA.

Práctica Constructiva.  
Francisco Arquero.  
Editorial Ceac.

## GLOSARIO

**ANAEROBIAS:** adj. y m. BIOL. Se aplica al organismo que puede vivir y desarrollarse en ausencia completa o casi completa de oxígeno molecular libre: hay organismos anaerobios facultativos y obligados. También se conoce como anoxibiótico.

**COMENSALISMO:** m. BIOL. Relación que se establece entre dos especies diferentes de manera que ambas se benefician de ella, sin resultar perjuicio alguno para ninguna.

### DEPREDACIÓN (PREDACIÓN):

1. Caza de animales vivos destinada a la subsistencia: *la falta de depredación provocó una verdadera plaga de conejos.*
2. Saqueo o robo con violencia y destrozos: *los soldados iniciaron la depredación de la ciudad.*
3. Malversación por abuso de autoridad o confianza: *varios observadores denunciaron la depredación de los altos cargos.*

### MUTUALISMO:

1. m. Sistema basado en un régimen de mutualidad: el mutualismo tiene una gran implantación en los sistemas de seguros.
2. BIOL. Tipo de asociación entre dos individuos en que ambos obtienen beneficio: entre los hipopótamos y algunas especies de pájaros se da el mutualismo.

### PARASITISMO:

1. m. BIOL. Modo de vida y tipo de asociación propia de los organismos parásitos.
2. Costumbre o hábito de los que viven a costa de otros y se aprovechan de ellos, como los parásitos: *más que un invitado es un parásito que se aprovecha de tu dinero.*

### SEPTIZADO:

1. adj. MED. Que produce putrefacción o es causado por ella: bacterias sépticas.
2. MED. Que contiene gérmenes patógenos.