

83.
2 y



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"APROVECHAMIENTO Y AHORRO DE ENERGIA
EN LA VIVIENDA METROPOLITANA".

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N
LUIS BALTAZAR REYES ROSAS ✓
GABRIEL SANCHEZ LOPEZ



MEXICO, D. F.

1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-61-62/92

Señores:
REYES ROSAS LUIS BALTAZAR.
SANCHEZ LOPEZ GABRIEL.
Presente.

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Ing. Lorenzo Octavio Miranda Cordero, y que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

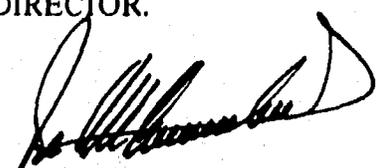
**"APROVECHAMIENTO Y AHORRO DE ENERGIA EN LA VIVIENDA
METROPOLITANA"**

- I.- INTRODUCCION
- II.- CONDICIONES FISICAS Y CLIMATOLOGICAS DEL AREA METROPOLITANA
- III.- DISPOSICION DE FUENTES DE ENERGIA
- IV.- DESCRIPCION Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS ENERGETICOS APROVECHABLES
- V.- CONCLUSIONES

Ruego a ustedes cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberán prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 11 de agosto de 1992.
EL DIRECTOR.


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/RCR*rmfa

Al Ingeniero Octavio Lorenzo Miranda
Cordero
Agradeciéndole sus atenciones al
asesorar ésta Tesis y reiterándole nuestra
sincera amistad y respeto.

Al Ingeniero Roberto Octavio Miranda
López
Agradeciéndole su motivación y apoyo
para poder lograr la culminación de este
trabajo.

A la Facultad de Ingeniería.

A mi Esposa María Eugenia Cordero Silva
A mis Hijos Luis y María Eugenia
Por su comprensión y apoyo en todo.

A mis Padres q.e.p.d
María del Refugio Rosas
Agustin Reyes J.
Por haberme dado la oportunidad
de tener una profesión.

A mis Suegros q.e.p.d.
Celestino Cordero y Martha Silva
Por su apoyo y consejos.

A mis Hermanos
Juana Helia, Agustin,
Máximo, Miguel Angel
y Ramiro.

A mis Cuñados
Artemisa, Martha y Jorge.

**A mis Papás
Narciso Sánchez Olguín y Josefina López
Velázquez por su ejemplo, amor y
firmeza.**

**A mi Esposa e Hijas
Araceli V. Bonilla Cázares
Della Angelina y
Alba Elena
por su cariño y comprensión**

**A mis Hermanos Jesús,
Ricardo, Josefina y Olga.**

INDICE

I	Introducción	1
II	Condiciones físicas y climatológicas del área Metropolitana	
II.1	Breve bosquejo histórico de los cambios físicos más importantes del Valle de México	4
II.2	Cambios significativos en el clima del área Metropolitana	7
II.3	Problemas del abastecimiento y demanda de energía en el área Metropolitana	8
II.4	Repercusiones económicas	10
III	Disposiciones de fuente de energía	
III.1	Energéticos y desarrollo tecnológico	14
III.2	Desarrollo de tecnología para el aprovechamiento de los recursos disponibles	19
III.3	Aspectos económicos, políticos y sociales	26

IV	Descripción y diseño de sistemas energéticos aprovechables	
IV.1	Introducción	29
IV.2	Selección de sistemas energéticos aprovechables dentro del área Metropolitana	30
IV.3	Desarrollo de las ecotécnicas en el área Metropolitana	34
IV.4	Causas que determinan la falta de desarrollo de las ecotécnicas en la actualidad	36
IV.5	Sistemas para la producción de energía	38
V	Conclusiones y recomendaciones	68
VI	Figuras y tablas	72
VII	Bibliografía	122

TEMA 1

INTRODUCCIÓN

A partir de la década de los sesenta se comenzó a hablar con mayor insistencia de las ecotécnicas. Parecía que por fin se tendría en cuenta el problema del desequilibrio ecológico, causado principalmente por el uso de combustibles fósiles; sin embargo, la razón de esta actitud no fue precisamente encontrar una solución para este problema, sino buscar fuentes alternas de energía, pues se preveía la escasez de las actuales debido al aumento de los precios de los combustibles decretado por los países árabes.

Las plantas y los animales que viven juntos y la parte de su medio físico con el que interactúan, constituyen un ecosistema, el cual es prácticamente autónomo, en el sentido de que la materia que entra o sale de él es pequeña en comparación con las cantidades que se reciclan dentro de él, en un intercambio continuo de los elementos básicos de la vida. La dinámica de flujo de energía y materiales dentro de un medio geológico determinado, así como la adaptación efectuada por el individuo y las especies para encontrar un lugar dentro del medio, constituyen el objeto fundamental de la ecología de los sistemas naturales.

La energía es la capacidad de realizar trabajo o de transferir calor. En lenguaje ordinario, con las expresiones "trabajo físico" o "trabajo mental", se describe una diversidad de actividades que consideramos energéticas. Pero para el físico, la palabra "trabajo" tiene un significado muy concreto; en efecto, se realiza trabajo sobre un cuerpo al moverlo. El hecho de sostener un cuerpo con gran peso requiere fuerza; pero no constituye trabajo, porque el cuerpo no se mueve. En cambio, levantar un cuerpo, sí constituye un trabajo. El subir un cerro o una escalera sí constituye un trabajo, al igual que comprimir un resorte o comprimir un gas dentro de un globo, porque todas estas actividades mueven algo cuando se transfiere calor a un cuerpo; la temperatura de éste aumenta, su composición o estado cambia, o se producen varias cosas a la vez.

Por ejemplo, cuando se transfiere calor al aire, éste se calienta; cuando se calienta el hielo, se derrite; cuando se calienta bastante el azúcar, se descompone. Todos estos cambios requieren de energía y todas sus transformaciones se estudian en las disciplinas respectivas.

Nuestra sociedad requiere de una provisión continua de grandes cantidades de energía, mientras que por otro lado nos enfrentamos al agotamiento de los recursos, la contaminación del ambiente y la pérdida de algunas comodidades. Debemos considerar todos los factores para saber si un cambio es útil o perjudica a la sociedad.

Es innegable que nuestro planeta sufre cada vez más un deterioro constante. Las grandes urbes se ven abrumadas por el problema de la contaminación; los desperdicios se encuentran en gran parte de los ríos, lagos y mares; la falta de agua potable es un problema cada vez más grave; las superficies de los bosques cada vez se ven más disminuidas y parece que cada vez nos acercamos más hacia el ocaso del planeta; pero ¿por qué hemos llegado a este extremo?. La causa principal de tal deterioro ambiental es el desequilibrio que causa en la naturaleza la tecnología del hombre. Si se analizan los procesos biológicos, es posible darse cuenta que generalmente no hay principio ni final, sino que todo forma parte de un ciclo.

El error del hombre es haber interrumpido dichos ciclos. La basura por ejemplo, de lo que el hombre busca deshacerse, se debe procurar como parte de una cadena, para que redunde en otros beneficios. La actual sociedad de consumo en que vivimos, se ocupa únicamente de la satisfacción de las necesidades inmediatas y descuida la supervivencia futura: destruye la vegetación existente, acaba con los combustibles fósiles, crea artículos innecesarios que provocan problemas de basura, utiliza fertilizantes químicos que contaminan el ambiente, no aprovecha los desechos orgánicos y que por esta actitud crean problemas de contaminación, padece problemas por falta de agua; aunque por otra parte conduce toda el agua de lluvia directamente al drenaje.

Se puede concluir que en general no empleamos formas razonables de aprovechamiento de los recursos y que con el tiempo se corre el riesgo de llegar a un verdadero caos.

¿Cual puede ser una solución a dicho problema?. Considerando que el problema es causado por el desequilibrio en la naturaleza, la solución debe ser su restablecimiento y una de las formas de lograrlo es utilizando las ecotécnicas. Estos son sistemas que ayudan al hombre a aliviar algunas de sus necesidades, teniendo en cuenta primordialmente, el equilibrio ecológico.

El objetivo de este trabajo pretende plantear soluciones alternas al problema cada vez más creciente que padece la ciudad de México en cuanto a la satisfacción de necesidades de energía; no se pretende hacer un estudio muy preciso de cada uno de los distintos sistemas que pueden ser aplicados en el área metropolitana, sino más bien se trata de proporcionar datos generales que permitan conocer su funcionamiento, además de hacer una evaluación de los beneficios que se obtendrían si se comenzaran a implantar algunos de estos sistemas alternos de energía.

En el capítulo 1 se habla de manera general de los problemas de contaminación en el medio ambiente, como lo son la acumulación de basura, escasez de agua potable, de drenaje, falta de áreas verdes, ocasionados fundamentalmente por el hombre en su afán de progreso mal entendido, sin deterioro del medio ambiente.

Los cambios físicos y climatológicos más importantes del área metropolitana, desde sus orígenes, y la transformación que ha experimentado y su influencia en la vivienda, se mencionan en el capítulo 2.

Asimismo, ante la expansión de la mancha humana; ésta presenta demanda de energía, de vivienda, de combustible, de drenaje, etc., cada vez más apremiantes de satisfacer, que de no encontrar fuentes alternas de energía acarrearía repercusiones sociales adversas. Dichas fuentes no contaminantes y disponibles se describen en el capítulo 3, así como los procesos a considerar para su cabal aprovechamiento.

El capítulo 4 considera algunas aplicaciones de estas fuentes alternas como lo son la producción de electricidad, calefacción, enfriamiento, refrigeración, captación y almacenamiento de agua, etc., para beneficio de la colectividad humana.

Las conclusiones y recomendaciones aplicables a la ciudad de México, se comentan en el capítulo 5; considerando soluciones alternas posibles para un gran problema que padece la ciudad sin seguir destruyendo el medio ambiente.

TEMA 2

CONDICIONES FÍSICAS Y CLIMATOLÓGICAS DEL ÁREA METROPOLITANA

II.1.- BREVE BOSQUEJO HISTÓRICO DE LOS CAMBIOS FÍSICOS MÁS IMPORTANTES DEL VALLE DE MÉXICO.

La historia de la ciudad y del valle de México está muy relacionada con el uso del agua. Los primeros pobladores dependían del agua como un medio de comunicación, pues deberían de transportarse a través del valle, el cual no era más que un enorme lago con una longitud superior a los 100 Km.

La gran variedad de deidades existentes en la época prehispánica es el resultado de endiosar los fenómenos y factores de la naturaleza que intervienen en la producción agrícola, así Tlaloc era el dios de la lluvia, del rayo, de los truenos y relámpagos el cual compartía el lugar de honor en el Templo Mayor de Tenochtitlán con el dios Huitzilopochtli, por nombrar sólo algunos de la variedad de dioses relacionados con el agua.

El escudo nacional, antecedente de la fundación de Tenochtitlán, que es el águila mexicana parada sobre un nopal que nace de una peña que emerge del lago donde hoy se asienta la ciudad de México, disipa cualquier duda acerca de nuestro origen histórico hidrológico.

La red pluvial que existía nacía en las sierras de Pachuca, de Tezontlalpan y Tepoztlán, haciendo su aportación al gran lago, alimentado también por las sierras de Río Frio, Nevada y de sus cruces, saliendo todas estas aportaciones a través de la Sierra de Chichinautzin, hacia el Océano Pacífico en sus sepultados cauces fluviales.

La cuenca del Valle de México se formó después de una intensa actividad volcánica en la cual fueron apareciendo un conjunto de montañas que constituyeron un vaso de almacenamiento natural. En consecuencia, este Valle ha sido lacustre desde que ocurrió el cierre total de la cuenca durante el cuaternario superior, en donde se formó la sierra de Chichinautzin la cual pertenece al Ajusco.

La zona del Ajusco, como el resto de las sierras, por ser de origen volcánico, formó en su parte baja una zona de alta permeabilidad, que aún permite pasar, después de casi 500 años de inconciencia hidrológica y ecológica, infiltraciones que representan una aportación significativa de la descarga acuífera que va a la gran cisterna sobre la que se ha asentado la ciudad de México. Alrededor del gran lago, se asentaron y florecieron asentamientos humanos como en los siguientes lugares: Chiconautla, Chimalhuacán, Texcoco, Chalco, Xaltepec, Xochimilco, Tlalpan, Culhuacán, Chapultepec, Azcapotzalco, Tenayuca, Tlalnepantla y Cd. de México, los cuales no hubieran progresado si no hubieran tenido agua a su disposición.

Debido a la explotación del agua del lago, a la impermeabilización de las zonas de descarga acuífera con el desproporcionado proceso de urbanización irracional y a la construcción de sistemas de drenaje, que mediante bombeo desalojan el agua del subsuelo, se producen hundimientos en diversas zonas de la ciudad; se originan peligrosas cavernas al secarse los conductos subterráneos naturales y nuestro subsuelo se ha ido deteriorando, contaminándose cada vez más los mantos freáticos.

Al aumentar la densidad de población en una determinada región, la parte correspondiente a cada persona en el suministro de tierra, agua, combustibles, servicios, etc., se reducen considerablemente. En el pasado los pueblos aumentaron su nivel de vida pese a aumentar la población, utilizando y racionalizando los recursos disponibles; sin embargo el crecimiento poblacional tiene sus límites; muchas zonas boscosas y silvestres desaparecerán y serán reemplazadas por ciudades, algunos grupos poblacionales lo celebrarán y éstos saldrán más perjudicados; pero ¿que sucederá a la sociedad en su conducta si la población sigue creciendo?

Algunas personas atribuyen la violencia, la desunión, las subversiones políticas e infelicidad personal a la densidad poblacional, pues los procesos de socialización se destruirán; al llegar la sobrepoblación la gente mostrará una conducta extraña, aunque esto es una hipótesis. Los estudios referentes a la naturaleza entre las relaciones de densidad de población y los problemas sociales proporcionan gran número de conclusiones contradictorias, no existe un patrón uniforme cuando las densidades poblacionales se definen como el tamaño de la población dividido entre el territorio nacional total. Esta clase de densidades es muy engañosa, pues no mide las densidades de población en zonas pobladas.

La relación entre la densidad poblacional en zonas laborables y los problemas sociales se presta a confusión. Algunos psicólogos y sociólogos sostienen que la densidad no está relacionada directamente con la sensación de sentirse apiñado. Indican que un factor mucho más importante es la cantidad de espacio disponible en la habitación del individuo. Aún se ignora hasta qué punto la densidad contribuye a generar una conducta antisocial.

Una de las dificultades de estos estudios radica en que las necesidades de espacio tal vez dependan de factores culturales. Se necesita mucha investigación sociológica para conocer los factores que hacen que los miembros de sociedades distintas se sientan apiñados.

Un crecimiento rápido de población, conduce a una urbanización creciente y a un aumento del desempleo. El desarrollo de mejores escuelas, el mejoramiento de la atención médica, aumento de la industria, condiciones dignas de vivienda y el control de la contaminación, sólo podrán emprenderse una vez que se asegure un nivel mínimo de alimentación, aunque a menudo no se consiga una dieta adecuada. El crecimiento rápido de la población impide que aumente el contenido calórico o proteínico de la dieta. La urbanización acelerada va acompañada de productividad económica, industrial, artística e intelectual. La migración de áreas rurales a la ciudad se ha dado en paralelo con cambios fundamentales en el estilo de vida. Las presiones económicas y sociales, producto del rápido crecimiento de la población, ocasionan escasez de alimentos, energía y recursos, así como un acelerado deterioro del ambiente. En general el crecimiento poblacional desproporcionado agrava todos los problemas; cuanta más gente haya, mayor será la necesidad de materiales y mayor será también la contaminación.

México se fundó como ciudad española en 1521 y entre 1521 a 1524 su población, entre españoles e indígenas, se estimó en 30000 habitantes. Durante el siglo XVII creció lentamente. Hubo importantes transformaciones del medio geográfico por la desmedida deforestación y por el descenso del lago de Texcoco, debido a la construcción de la calzada de San Cristóbal Ecatepec, que impidió el paso del agua de la laguna de Zumpango. Los ríos y arroyos más importantes que bajan de las sierras son los que escurren de la porción occidental de la cuenca, destacando por su caudal los ríos Magdalena, Piedad, Remedios y Cuautitlán, depositando su agua en la parte baja de la cuenca y junto con los manantiales característicos del sur de la cuenca, formaban una serie de lagos: Chalco, Xochimilco, Texcoco, Xaltocan y Zumpango.

La intervención del hombre alteró el régimen hidrológico de la cuenca, toda vez que varios ríos se han ido entubando en su parte baja y son conducidos artificialmente mientras que los manantiales se han utilizado para abastecer de agua a la ciudad de México. Se puede decir que estos tres aspectos naturales, relieve, clima y agua han favorecido el poblamiento en la cuenca, desde aproximadamente hace 20000 años.

Debido a la latitud ($19^{\circ}30'$), el clima es tropical de montaña, o sea que la temperatura es menguada por la elevada altitud del valle; además, un rasgo característico es la regularidad e intensidad de los aguaceros.

II.2 CAMBIOS SIGNIFICATIVOS EN EL CLIMA DEL ÁREA METROPOLITANA.

El clima define en gran medida la forma de la vivienda y las protecciones que requiere. Esta debe reunir, fundamentalmente, las siguientes características: proteger de las lluvias, del viento, del sol, las inundaciones, el polvo y todos los fenómenos de la naturaleza.

Los materiales naturales existentes en el lugar disponible para la edificación, determinan las características regionales. Durante miles de años se ha refinado el diseño que la cultura de cada clima ha producido; aunque desgraciadamente eso que llamamos civilización o avance tecnológico nos ha ido separando de la naturaleza; ignoramos cada vez más a los ciclos ecológicos, a los ecosistemas y lo que es peor, los destruimos en aras de lo que llamamos progreso.

El clima de la ciudad de México es tropical de montaña, se caracteriza por tener temperatura templada y periodicidad e intensidad de lluvias propias del trópico. Existen dos estaciones climatológicas bien definidas: semestre de secas, de noviembre a abril, y semestre lluvioso, de mayo a octubre.

La ciudad de México se localiza en la planicie más baja y horizontal de la cuenca del valle; ésta presentó un entorno ecológico muy satisfactorio que permitió la presencia del hombre desde 20000 años antes de nuestra era. Desde su fundación, se ha desarrollado en interacción con el conjunto de factores naturales de esta cuenca, primero como Tenochtitlán y luego como ciudad de traza española a partir de 1521.

Durante el invierno la cuenca está bajo la influencia de las masas de aire polar. La temperatura del aire en el centro de la cuenca es mayor que en los suburbios, debido por una parte a la mayor capacidad que tienen los materiales de la ciudad (piedra, concreto, pavimento, etc.), para almacenar el calor solar. Los vehículos, fábricas y aglomeraciones humanas, constituyen una fuente importante de calor dentro del área urbana. Las calles del centro flanqueadas por edificios se asemejan a profundas cañadas donde las paredes de las construcciones irradian el calor entre sí, en vez de hacerlo hacia el cielo. Todos estos factores, junto con la nube de smog, ocasionan que el aire de la ciudad sea más tibio que el del campo. El contraste térmico es mayor por la noche y al amanecer, y menor al mediodía. Debido a este fenómeno las temperaturas mínimas debajo de 0°C prácticamente han desaparecido del centro de la ciudad de México.

La humedad relativa es menor en las áreas urbanas que en los campos vecinos, pues la ciudad cuenta con escasas fuentes húmedas. Es sabido el beneficio que ocasiona la regulación de la humedad en las áreas verdes de la ciudad, además de que las zonas arboladas interceptan gran parte de las partículas y polvo en suspensión que flotan en el aire, ayudando a combatir gran parte de la contaminación por polvos.

Las corrientes de aire sufren un debilitamiento al cruzar la cuenca por la presencia de los cerros y montañas circundantes, lo que ocasiona que las áreas centrales tengan períodos prolongados de aire en calma. Afortunadamente esto no es permanente, pues la ventilación del centro y de toda el área urbana mejora notablemente al intensificarse los vientos regionales, como consecuencia del paso de las masas de aire polar sobre la cuenca.

En este caso la ventilación barre las impurezas que flotan en el medio ambiente, al grado de que la claridad y transparencia del aire mejora notablemente mientras duran estos vientos.

En cuanto al clima, se pueden hacer 2 divisiones de áreas concéntricas:

a) región del centro de la ciudad, caracterizada por un clima de variaciones térmicas diurnas menos acentuadas, alto nivel de contaminación atmosférica, escasa ventilación en las calles y aire seco

b) zonas de los suburbios aledaños al centro de la ciudad, con variaciones térmicas más acentuadas, aire menos contaminado y humedad relativa mayor, además de mayor y mejor ventilación.

La zona suroeste ocasiona que en los suburbios del sur y del poniente, que se localizan al pie y en los lomeríos, reciban más lluvia y menos insolación y sean más húmedas que los sectores de la planicie al norte y al este, que son más secos y reciben más insolación. Estos sectores del norte y del oriente de la ciudad son los más afectados por las tormentas de polvo.

II.3 PROBLEMA DEL ABASTECIMIENTO Y DEMANDA DE ENERGÍA EN EL ÁREA METROPOLITANA.

Ante el desproporcionado crecimiento humano, el gobierno ha ido dotando de servicios a sus habitantes, los cuales han sido insuficientes para satisfacer sus necesidades primarias como lo son: vivienda, agua, electricidad y drenaje.

A continuación se presenta una serie de datos estadísticos en los que se detallan dichos servicios, la cantidad con que se dispone y la demanda que de ellos requiere la sociedad, según el decimoprimer censo general de población y vivienda de 1990.

a) Población total. El total eran 8,235,744 habitantes, de los cuales 3,939,911 eran hombres y 4,295,833 eran mujeres.

b). Tipo de vivienda y ocupantes.

CONCEPTO	VIVIENDAS	OCUPANTES
vivienda particular	1,798,067	8,192,002
casa sola	946,356	4,839,761
departamento	824,673	3,245,867
vivienda móvil	197	801
refugios	1,375	5,478
no especificado	25,466	100,095

c) Viviendas particulares, disponibilidad tanto de energía eléctrica como de agua entubada y tipo de drenaje

CONCEPTO	Número de viviendas particulares	Viviendas con drenaje	Viviendas sin drenaje
Distrito Federal	1789171	1677692	111479
con agua entubada	1722850	1656792	66058
no dispone de agua entubada	66321	20900	45421
dispone de energía eléctrica	1775845	1671235	104610
-con agua entubada	1715524	1651622	63902
-sin agua entubada	60321	16613	40708
no dispone de energía eléctrica	13326	6457	6869
con agua entubada	7326	5170	2156
sin agua entubada	6000	1287	4713

AGUA POTABLE	VIVIENDAS PARTICULARES	PORCENTAJE
entubada	1722850	96.29
sin entubar	66321	3.71
ENERGIA ELECTRICA		
dispone	1775845	99.26
no dispone	13326	0.74
DRENAJE		
dispone	1777692	93.77
no dispone	111479	6.23

De lo anterior se considera que el 3.71% de viviendas no contaban con agua entubada, el 0.74 % no tenían energía eléctrica y que el 6.23% no disponía de drenaje, según datos del censo correspondiente a 1990. Es de esperarse que estas cifras hayan crecido debido a las condiciones actuales del país por lo que se proporcionarán algunas alternativas para satisfacer dichas necesidades, las cuales se describen en el capítulo 5.

II.4 REPERCUSIONES ECONÓMICAS

Cuando en el mercado los precios de una fuente de energía descienden como resultado de la sobreoferta del mismo, se provoca un desaliento parcial a los apoyos para la inversión en programas de sustitución de dicha fuente como energético principal, por parte de las grandes empresas y de los gobiernos.

Ante las expectativas de obtención de mayores ganancias en un corto plazo, tanto empresas como gobierno optan por seguir empleando las mismas fuentes de energía en vez de hacer costosas inversiones iniciales, (tanto en investigación, desarrollo tecnológico y aplicación), que llevarían a la sustitución de dicha fuente por fuentes alternas, a pesar de su gran factibilidad económica a muy largo plazo. Los gobiernos han considerado de suma importancia realizar proyectos de inversión a veces de manera individual o conjuntamente, aunque dicho enmarcamiento de la problemática se ha modificado substancialmente a raíz de la profunda crisis mundial actual. Al detectar serias dificultades financieras ante la disminución de los precios de alguna fuente energética (por ejemplo el petróleo), se limita la obtención de otras fuentes de energía, cancelándose posibles fuentes de crédito y deteniéndose muchos proyectos.

Ante la creciente imposibilidad de obtener algunas fuentes alternas de energía, las tecnologías energéticas (solar, geotérmica, de viento y otras no convencionales) capturaron la imaginación de muchos inversionistas estadounidenses y florecieron durante la década de los setentas; pero debido a un desplome de la demanda energética mundial, los precios se abatieron y se modificaron las políticas gubernamentales, disminuyendo el interés en todo proyecto de energía renovable, dando por resultado que el mercado sea más cruel que las políticas cambiantes.

Los casos se han complicado aún más. Las tasas de interés en el mercado financiero internacional se incrementaron, con lo cual muchos de los proyectos de sustitución de energéticos tendieron a ser mucho más caros.

Otra consideración estriba en una creciente deformación del mercado de capitales que se hace presente en un paulatino e incesante debilitamiento. En efecto, ante el aumento de los fenómenos especulativos y la elevación de las tasas de interés, se ha provocado un severo deterioro del mercado de bonos con vencimiento a largo plazo, al ser preferidos por los ahorradores los papeles financieros de corto plazo, puesto que pagan mayores tasas.

En realidad, la razón de fondo que está operando en contra de los proyectos de inversión de largo plazo, como los de alternativas de fuentes de energía actuales (petróleo) por otras fuentes, estriba en las dificultades que enfrenta el sistema capitalista en su conjunto y que ha generado una mayor incertidumbre y desconfianza por los pocos incentivos existentes para aumentar la producción en un contexto de sobreproducción o sea, en un mercado en que se dificulta vender los productos elaborados, se desalienta la inversión y lo que es peor, en los casos en que sólo son redituables los proyectos a largo plazo que requieren enormes sumas de capital.

Se deben considerar aspectos como los de origen político, para comprender y calibrar mejor la naturaleza, el alcance y las limitaciones que conllevan los proyectos gigantescos de inversión para la sustitución de las fuentes de energía por otras fuentes alternas de energéticos, pues los factores políticos también contribuyen a modificar los costos de los proyectos y su puesta en marcha. Tal es el caso de las crecientes reivindicaciones de los países del Tercer Mundo por el rescate de sus recursos naturales que en muchas ocasiones, están en manos de trasnacionales.

Hay que considerar también la cada vez mayor resistencia de diversos sectores de países altamente desarrollados, al deterioro ecológico que producen las instalaciones industriales. Será necesario que los países desarrollados modifiquen la alta prioridad que dentro de sus presupuestos den a la carrera armamentista y espacial, debiendo destinar mayores recursos para impulsar el desarrollo de fuentes alternas de energía, pues de lo contrario, se detendrá su avance, trayendo como consecuencia graves problemas en la economía.

La perspectiva mundial nos permite prever que no habrá una modificación sustancial en la tendencia de los gastos armamentistas, por lo que el impulso a la política de sustitución de energéticos será posible sólo a costa de una carga adicional sobre las sociedades de los países industrializados y también de los subdesarrollados. Sólo los gobiernos de los países desarrollados podrán cubrir esos enormes gastos de inversión que requiere dicha política, por lo que los países en vías de desarrollo no tendrán la posibilidad de desarrollar dichos programas de energéticos alternos, debiendo sujetarse al desarrollo tecnológico que efectúan las áreas más desarrolladas.

Hasta ahora, y a pesar de la actual situación económica que vive el país, las expectativas en cuanto a energía se orientan a que las necesidades no disminuirán bruscamente; es posible predecir que para los próximos años, a pesar de la crisis, el crecimiento del sector energético será menor que en el pasado reciente; pero de ninguna manera tendrá tasas negativas.

A nivel internacional, el costo del reemplazo de las fuentes energéticas actuales por otras fuentes de energía (nuevas o convencionales), así como el tiempo requerido para la sustitución de la infraestructura actual del sector energético por nuevas instalaciones, asegura para el petróleo, como fuente actual de energía, un período hasta el año 2000 por lo menos, quedando cualitativamente definida la mayor parte de la demanda de bienes de capital del sector energético tanto a nivel nacional como internacional.

El aprovechamiento de las fuentes de energía actuales presenta una amplia gama de impactos ambientales y sociales, en extensión regional y estatal, que se manifiestan con severos desequilibrios interregionales y en la agudización de las contradicciones estructurales entre las zonas productoras y los grandes centros urbanos hacia donde se dirigen los beneficios financieros y la mayor parte de los múltiples productos derivados de dichas fuentes energéticas.

El proceso de conservación ambiental es complejo e involucra una componente técnica y una componente social. La industria se encuentra dentro de la componente técnica y se debe definir los niveles o límites máximos alcanzables para control de emisiones contaminantes, los métodos de evaluación y la economía de su abatimiento, además de cuantificar las sustancias potencialmente contaminantes.

La industria ha tomado el liderazgo en los aspectos social y político. De hecho el gobierno actúa sobre la conducta de la sociedad valorando los objetivos de conservación ambiental contra otras necesidades sociales, demandas y aspiraciones, estableciendo prioridades de abatimiento en la contaminación, instituyendo normas o expidiendo leyes y reglamentos. En la actualidad la legislación ambiental en el campo de la conservación y protección ambiental es tan grande, que su aplicación en un problema local se dificulta, siendo la mayor dificultad el hecho de que la protección ambiental no es una actividad aislada, sino que es una parte de la llamada calidad de la vida, lo que involucra factores sociales y económicos. Una complicación adicional estriba en el hecho de que en algunos casos, pasa de ser una ciencia exacta a otra subjetiva, por ejemplo : ¿Cómo cuantificar la calidad de la vida?. El ideal ambiental de un hombre puede diferir grandemente del de su vecino, o yéndose al extremo, ser alcanzable sólo por la enajenación de los bienes del prójimo.

La salud y la seguridad son prioridades obvias en este campo y todos tenemos la responsabilidad de asegurar su mantenimiento, sin embargo, la selección de prioridades se dificulta grandemente, por ejemplo: ¿cuál es el balance correcto entre el costo de alguna contaminación por la conveniente disponibilidad del transporte en una gran ciudad y cuál es la ganancia marginal de aire limpio para quienes viven en ella?.

Algunos factores microeconómicos son alterados en áreas de desarrollo de algunas fuentes energéticas, por ejemplo el petróleo, pudiéndose mencionar entre otros la tasa de empleo, la inflación, el crecimiento económico y la disponibilidad de capital para la inversión. Por otra parte, el resultado de un mejoramiento ambiental realizado puede ser amplio y, desde un punto de vista microeconómico, las actividades de conservación podrían llevar a un proyecto económicamente rentable, es decir, a una operación sin pérdidas ni ganancias. Los costos de la contaminación pueden expresarse también en términos de la pérdida de otros recursos igualmente preciosos, ya que los contaminantes producidos por la explotación y uso de dicho energético (el petróleo), dañan la salud humana y el vigor de los sistemas ecológicos, reducen el número o índice de diversidad de especies, abatiendo substancialmente algunas de ellas y disminuyendo la actividad biológica general.

Los continuos accidentes de la industria han transformado diversos ecosistemas del trópico húmedo, destruyéndolos sistemáticamente: primero, por la construcción de la infraestructura necesaria, como brechas, caminos, tendidos de líneas y ductos, etc.; en segundo lugar, por medio de la utilización de selvas y pantanos para emplearlos en actividades agropecuarias por una población afectada por las expropiaciones y como una respuesta a la demanda de alimentos, a la inflación y al desempleo. Desafortunadamente los recursos financieros derivados del uso de dicho energético no se han utilizado adecuadamente en obras que eviten, o al menos controlen, la contaminación, o disminuyan la marginación social en que se encuentran la mayor parte de la población en zonas de explotación y desarrollo petrolero. El gobierno y la industria necesitan planear la expansión industrial, así como aquellos que afectan el habitat natural, siendo muy claros que tanto la sociedad como el gobierno local deberán elegir el mejor punto de equilibrio y la forma más adecuada para proteger su ambiente tanto físico como económico.

Finalmente, y a pesar de los impactos ecológicos, económicos, políticos y sociales del uso de esta fuente de energía actual, como lo es el petróleo, éstos han sido muy significativos; debemos considerar que esta no es la única fuente de energía actual, debiéndose explotar y usar tan sabiamente como sea posible y tomar la experiencia para la futura explotación de otras fuentes alternas de mayor capacidad. De ahí la importancia, tanto de la industria como del gobierno, para estudiar las necesidades y las ganancias económicas, contra los efectos ambientales ocasionados al hombre y al ambiente en una perspectiva a corto y a largo plazo de su explotación.

TEMA 3

DISPOSICIÓN DE FUENTES DE ENERGÍA

III.1 ENERGÉTICOS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO.

El mundo debe ser lo que nosotros queremos que sea; vivimos en un mundo tecnificado en el que se ha logrado un gran desarrollo tecnológico y científico, en el que tanto la tecnología y el desarrollo están fundamentados en los recursos energéticos naturales que, dándoles una transformación adecuada, nos procurarán un trabajo útil y necesario para nuestros objetivos.

Es de vital importancia el conocer dichas fuentes energéticas para su debida utilización y aplicación, máxime hoy en día ante la situación crítica mundial ante el posible agotamiento de los recursos más usuales en nuestro desarrollo tecnológico, el cual en el presente siglo ha sido impresionante y está influyendo directa y poderosamente en la vida, en la mentalidad y en el comportamiento humano.

Ante el progreso tecnológico y científico, el hombre está obligado a penetrar en el conocimiento del fin a que está destinado; la potencia de los medios no debe cegarlo en su afán por conseguir la excelencia de los fines, en el cual el hombre y sólo él es responsable de la trascendencia de la técnica y de su influencia en el porvenir del mundo y del destino de la humanidad.

El mundo actual está dividido en países desarrollados y países en desarrollo; los primeros son aquellos donde la mayoría de los habitantes gozan de un alto nivel de vida, un alto producto nacional bruto, elevado consumo de energía, abundante producción y mucho confort. En los países en desarrollo o tercermundistas, el nivel promedio es inferior al promedio mundial tanto en producto nacional bruto, como en los demás factores.

El desarrollo se fundamenta en tres bases que son: los recursos humanos, los energéticos y las materias primas y su adecuada coordinación, que determinan básicamente el desarrollo tecnológico y el bienestar material. De los tres factores básicos, consideraremos al factor humano como fundamental en el desarrollo de un país, o sea, a la preparación, la educación y nivel cultural de sus habitantes.

Los desaciertos en el desarrollo tecnológico se pagan muy caro, puesto que inducen a desajustes y crisis socioeconómicas, fomentando la incertidumbre en el progreso e incluso poniendo en peligro la supervivencia humana.

III.1.a) Fuentes naturales de energía.

La energía se presenta en el mundo de diversas maneras, aunque éstas se pueden resumir en cuatro orígenes:

- a) la radiación solar
- b) el calor subterráneo, debido a la radioactividad natural
- c) las fuerzas gravitacionales y rotacionales del sistema solar
- d) la fisión y fusión nucleares que son producto de las reacciones nucleares.

En general, los recursos energéticos están formados por reservas naturales cuyo origen es alguna de las cuatro fuentes energéticas señaladas con anterioridad. La energía almacenada puede encontrarse en forma de yacimientos de combustibles fósiles, de materia nuclear, de acumulación de agua, de calor telúrico o bien, se puede presentar en otros estados naturales antes de ser transformada por el hombre a formas más fácilmente utilizables. La mayor parte de las tecnologías industriales del mundo actual dependen fundamentalmente de recursos fósiles (carbón e hidrocarburos), que son fuentes de energía no renovables.

El siglo XX es el siglo del petróleo (aunque también tiene importancia el carbón); se prevee una dependencia creciente de los hidrocarburos (petróleo y gas natural), hasta finales del presente siglo.

En el siglo XXI empezarán a declinar estos hidrocarburos, los cuales se agotarán a finales de dicho siglo y surgirá la fusión termonuclear del hidrógeno, como la principal fuente de energía, y aunque la fusión nuclear es un recurso no renovable, se considera casi inagotable por las posibilidades que ofrece, aunque se declina su aprovechamiento por los peligros actuales que representa su aplicación y manejo.

Por lo anterior a la fusión termonuclear del hidrógeno se le puede considerar como una fuente renovable, pues se obtiene del agua y volverá a ser agua, la cual es una fuente ideal y sin peligro de contaminación.

Otras fuentes de energía lo son: la energía hidráulica, la energía solar, la geotérmica y la energía del viento. Todas estas fuentes ofrecen la ventaja de ser inagotables y renovables y no presentan contaminación ni trastornos en su uso.

III.1.b) Fuentes actuales de energía.

En la actualidad las principales fuentes son los combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas natural, que constituyen el 96% de la energía primaria que se consume en el mundo; de estos, el más abundante en la naturaleza es el carbón, el cual fue el primero en ser utilizado y con toda seguridad el último a emplear, aunque presenta muchos problemas en el quemado directo, pues produce alta contaminación, producto de la combustión. En la destilación del petróleo se da un proceso semejante, pues es evidente una pérdida energética en las conversiones, que puede significar el estipendio que debemos pagar por un servicio.

Otra fuente potencial en forma de hidrocarburos, lo representan los esquistos bituminosos (depósitos de carbón) aunque no se aprovecha su utilización por existir otras fuentes más rentables.

Otra fuente importante lo constituye el salto de agua la cual se almacena en presas, creando embalses o depósitos de agua con una energía potencial aprovechable de ciclo renovable. La conversión de la energía del agua en mecánica se realiza por simples procesos dinámicos con auxilio de turbinas hidráulicas, las cuales mueven generadores que producen electricidad. A manera de comparación, la energía hidroeléctrica representa hoy en día aproximadamente el 3.5% de la energía primaria en el mundo, mientras que la energía nuclear, la cual genera calor que produce vapor capaz de mover turbinas que accionan generadores eléctricos, representa el 0.5% de la energía útil mundial en la actualidad.

Ante el posible agotamiento de los combustibles fósiles, sobre los que descansa la economía mundial hoy en día, se buscan nuevas fuentes de energía cuyo aprovechamiento no ocasione problemas de contaminación ambiental, y entre estas nuevas fuentes se encuentra la energía solar, la cual es inagotable y aunque no se han desarrollado sistemas de gran capacidad de captación y utilización competitivos con otros sistemas en uso, se advierten grandes posibilidades de aprovechamiento a escala industrial una vez que se incrementa la eficiencia de los colectores y se diseñen sistemas de almacenamiento a prueba de la acción intermitente de la radiación solar.

Otra fuente lo representa la energía geotérmica procedente del agua y vapor hirvientes que brotan del interior de la Tierra; el uso del vapor abastece los sistemas de calefacción además de generar electricidad para uso industrial.

La energía del viento o eólica, aunque es muy limitada su aplicación en las turbinas para generación de energía mecánica, ofrece proyectos que hacen abrigar grandes esperanzas de aprovechamiento futuro.

III.1.c) Recursos energéticos renovables.

Dichos recursos son las fuentes de energía que prácticamente son inagotables, ya sea por tener una recuperación en plazos relativamente cortos (días o meses), o bien porque la duración de la fuente puede ser tan larga (de millones de años), que no impide realizar programas de aplicación a plazos muy prolongados; incluyéndose entre estos recursos los siguientes:

- 1) los aprovechamientos hidráulicos
- 2) la energía nuclear
- 3) la energía geotérmica
- 4) la energía solar
- 5) la energía del viento
- 6) la energía maremotriz
- 7) biomasa

A continuación se dará una breve explicación de cada uno de los anteriores recursos.

1) Aprovechamientos hidráulicos. Esta energía es una forma indirecta de energía solar, pues el sol evapora agua y los vientos la llevan a las montañas donde se forman corrientes que caen y liberan energía. A medida que se exploren más lugares, mayor energía se captará controlando los saltos de agua. Sin embargo, aunque el consumo de energía continúe aumentando, es probable que la importancia relativa de la energía hidroeléctrica no aumente mucho pues no hay un buen número de lugares adecuados para construir grandes diques.

Se aprovecha la energía del agua (energía potencial) mediante el movimiento de una turbina, accionada por la caída del agua, la cual hace girar una bobina de alambre dentro de un campo magnético; en este caso la energía del agua se convierte en energía mecánica y ésta a su vez en electricidad.

2) Energía nuclear. Consiste en utilizar la radioactividad, convirtiéndola en energía calorífica o eléctrica, desarrollándose la industria uranífera e impulsando la nucleoelectricidad; prueba de ello es la nucleoelectrónica de Laguna Verde (con muchos problemas no resueltos, como la eliminación de productos secundarios o residuos contaminados y por otro lado la continua emisión de partículas radioactivas).

3) Energía geotérmica. Esta energía procede del calor del interior de la Tierra y es nula la posibilidad de peligro de contaminación. Existen grandes reservas subterráneas de calor utilizable, que puede ser extraído en forma de agua caliente y vapor seco. En algunos países se ha empleado dicho calor para accionar turbo-alternadores para generar energía eléctrica. Entre sus desventajas está que sólo puede ser explotada en lugares geológicamente favorables.

4) Energía solar. La energía solar que llega a nuestro planeta, cada 17 minutos, equivale a las necesidades de energía que tiene la humanidad durante un año, según el nivel de consumo de 1975.

En la actualidad, se dispone de la tecnología necesaria para retener y utilizar gran parte de esta energía y producir fuerza utilizable sin crear un problema de contaminación.

Desafortunadamente la energía solar no es de uso ordinario.

El sol es la fuente de energía menos aprovechable y constituye una fuente inagotable de la misma, siempre disponible y no contaminante, gratuita, no dañina, de costo decreciente en virtud de que tanto las celdas fotovoltaicas, como los paneles para su calentamiento van siendo cada vez más accesibles. El sol tampoco está sujeto a presiones geopolíticas, como es el caso del petróleo y es aprovechable a niveles tecnológicos accesibles.

México dispone de un potencial energético a partir del sol, ya que en toda la superficie nacional está presente. Entre las ventajas de la utilización de la energía solar, podemos anotar: reservas ilimitadas, no contamina el aire y el agua, no produce ruidos, no produce contaminación térmica, no existe posibilidad de una explosión o desastre en gran escala, conserva los recursos de la Tierra, tecnológicamente se encuentra disponible para un uso amplio e ilimitado, se utiliza también para modificar ambientes en el interior de los edificios y en procesos térmicos industriales.

5) Energía eólica. Esta energía es generada por la fuerza del viento y es utilizada desde la antigüedad para elevar agua y moler grano entre otros usos. La construcción de estaciones generadoras de electricidad a gran escala plantearía graves problemas de ingeniería a causa de sus grandes proporciones; en cambio, el empleo de pequeños molinos de viento, como fuente auxiliar de electricidad doméstica resultaría económico y permitiría preservar otras fuentes de energía. En México el aprovechamiento de este recurso no se ha explotado debidamente, no obstante de disponer ventajosamente de este elemento en casi toda la República. En México se aprovecha principalmente, aunque todavía en forma incipiente, para bombeo de agua, aunque ya existen diseños de máquina de viento para generación de electricidad a pequeña escala.

6) Energía maremotriz. La fuerza de los mares como fuente de energía ha intrigado al hombre desde hace mucho tiempo. Supóngase una turbina sumergida en el mar cerca de la costa, pudiéndose generar electricidad al hacer girar la fuerza de las mareas a los álabes de la turbina, pero el rendimiento por generador sería muy pequeño, y resultaría muy costoso equipar la costa con millones de generadores pequeños.

Una alternativa práctica sería construir un dique de marea a través de una bahía o estuario, en donde el flujo y reflujo son grandes. Mediante embalse y encauzamiento del agua pueden lograrse concentraciones significativas y un rendimiento económico de energía.

México tiene 10,000 km de costas en espera de poder explotar ese potencial de producción de energía; sin embargo, si quisiéramos explotar este recurso más a fondo, habríamos de tomar en cuenta las consecuencias que la construcción y la conservación de diques, a través de los estuarios, ocasionaría en la vida acuática. Además, las bahías y estuarios debidamente orientados, no cubren más que un pequeño porcentaje de nuestras necesidades energéticas.

7). Biomasa. Con este término se le designa al peso total de organismos vivos en un sistema. Toda la vida animal y la del hombre depende de las plantas que, mediante la fotosíntesis, convierten la energía del Sol en energía química, que es la energía de los alimentos, y que está almacenada en la biomasa vegetal, prueba de ello es que el hombre con tres comidas al día puede realizar su trabajo. Esta energía almacenada en la biomasa residual, puede aprovecharse mediante gran variedad de procesos, tales como destilación, combustión, hidrogasificación, pirólisis y fermentación anaeróbica.

Como ejemplo tenemos la producción de metano que es un proceso de bajo costo y de gran utilidad, en relación a otros sistemas. Los digestores anaeróbicos son una alternativa para la utilización de esta energía; usando inodoros convencionales y empleando excreta animal se produce gas metano en estufas para cocina habitacional. En el medio rural, este sistema contrarresta el uso de madera. Basta recordar que el 40% de la población mexicana pertenece al campo.

III.2- DESARROLLO DE TECNOLOGIA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS DISPONIBLES.

Los procesos tecnológicos exigen energía para operar transformaciones en la materia. La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. Se aprovecha así la transformación o cambio que puede liberar energía convertible en trabajo.

Para llegar a las formas últimas de energía que la hagan de fácil y eficaz aplicación es preciso realizar conversiones. Estas conversiones, justificadas por una mejor calidad de la energía, determinan lógicamente un incremento en su uso, y por lo tanto la exigencia de mayores cantidades de energía disponible.

De momento, y posiblemente por mucho tiempo, la forma eléctrica es la preferida, ya sea en las aplicaciones domésticas, comerciales o industriales. Solo en los transportes no ha podido generalizarse su uso a causa de la dependencia alámbrica y a las faltas de sistemas de almacenamiento con una alta relación de capacidad a peso.

En los mismos combustibles que se utilizan en los transportes, se requiere una alta relación entre la energía liberada y la masa del combustible. Como quiera, en la mayoría de las conversiones se contempla siempre la posibilidad de llegar a la forma eléctrica, lo cual se advierte en el aumento inusitado que va teniendo cada día la demanda de esta energía. El mundo entero exige más y más electricidad como forma limpia, fácil y eficiente de resolver los problemas del desarrollo.

Ahora bien, hoy en día la principal fuente de energía natural se haya en los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) y muy particularmente en el carbón y en el petróleo, conocidos como los combustibles sucios, ya que producen alta contaminación ambiental. Estos contribuyen no sólo a la producción de energía eléctrica, sino también a satisfacer las necesidades de transporte y otras muchas en los campos de la industria comercial y doméstica.

El incremento en el consumo de los combustibles fósiles es causa de gran preocupación, no sólo porque se acelere su extinción por tratarse de recursos no renovables, sino también por los efectos contaminantes que originan los gases, producto de la combustión. Esto está obligando a buscar formas derivadas, unas veces como combustibles sintéticos, otras con naturaleza diferente, como es la eléctrica, con las cuales se alivia o elimina la acción contaminante del ambiente. Esto justifica el interés que se está poniendo en la gasificación del carbón .

Las conversiones a que se someten los energéticos naturales para encontrar formas de más fácil y conveniente aplicación, reducen fuertemente la potencialidad de estos recursos. En la conversión de los combustibles fósiles en electricidad se pierde alrededor del 65% de su contenido energético que se disipa en calor en el ambiente. En la gasificación del carbón es del 70% y esto no significa que el resto de la energía disponible se traduzca íntegramente en el trabajo útil buscado, es decir, deben usarse rendimientos que hagan descender la energía realmente utilizada a valores mucho más bajos.

Estas exigencias del desarrollo que obligan a formas depuradas de la energía utilizable reducirán inevitablemente la duración de los combustibles fósiles. La vida del carbón puede reducirse a la cuarta parte si se destina a procesos intensos de gasificación. Los países con grandes yacimientos de carbón consideran justificadas estas conversiones, para no frenar el desarrollo tecnológico por falta de energía, y tratando de aliviar los efectos de contaminación ambiental. El gas del carbón se podrá emplear como sustituto del gas natural en todos los servicios domésticos, industriales y comerciales. También se piensa que podrá encontrar uso en la producción de electricidad en los generadores magnetohidrodinámicos (MHD) con rendimientos del 50%. Se espera que los combustibles fósiles puedan soportar la fuerte demanda de energía mientras se generaliza el uso de la energía nuclear, cuyo gran despegue se prevee para finales de este siglo.

A continuación se describen muy brevemente las distintas formas de convertir una energía a otra.

III.2.a) Convertidores de energía mecánica.

La conversión de energía mecánica en energía calorífica o térmica, ocurre en un proceso irreversible por medio de la fricción. En muchos procesos, a la fricción se le considera un fenómeno inamovible y todo esfuerzo hecho es para eliminarlo o reducirlo. La fricción convierte parte de la energía mecánica en energía térmica, haciendo el proceso irreversible. La energía mecánica puede convertirse en energía térmica reversible e irreversible en ambos procesos. Un ejemplo lo constituye la operación de una bomba ideal en donde la energía mecánica es usada en la bomba para pasar de la temperatura baja a la temperatura alta, donde la energía mecánica es convertida en energía térmica. Si el proceso es completamente reversible, esta energía mecánica equivalente puede recobrase si se utiliza un motor de calor reversible que se la reintegre totalmente.

La fricción puede actuar en beneficio nuestro; por ejemplo, si no fuera por dicha fricción entre la suela de los zapatos y el piso, sería imposible caminar.

III.2.b) Convertidores de energía calorífica.

Esta energía puede obtenerse mediante la combustión correcta de los combustibles comerciales y cuando se emplean los equipos adecuados, parte de esta energía puede transformarse en trabajo. Cada máquina utilizada para la conversión de la energía calorífica en trabajo mecánico útil, se denomina máquina motriz y ésta pueden ser una turbina de vapor, un motor de combustión interna o una turbina de gas. Cada una de ellas requiere de un medio que transporte la energía calorífica. Las máquinas y turbinas de vapor trabajan con vapor de agua a distintas presiones y estados.

En los motores de combustión interna y en las turbinas de gas, el medio lo constituye los productos gaseosos de la combustión. Dichas máquinas forman parte de una central térmica y basándose en la clase de medio y en el punto donde tiene lugar la combustión, dichas centrales se clasifican en centrales de vapor, de motor de combustión interna y de turbina de gas.

a) Centrales térmicas de vapor. Utilizan turbinas o máquinas de pistón o ambas cosas a la vez, para mover los equipos auxiliares como lo son las bombas, los ventiladores, etc. El vapor se produce en la caldera quemando el combustible, el cual forma parte de la propia caldera. La producción de energía puede efectuarse en centrales que trabajan con equipo reducido, o sea, en aquellas instalaciones que realizan su trabajo con unas cuantas unidades de tamaño regular, así como en instalaciones con grandes máquinas combinadas con los equipos apropiados para conseguir el máximo grado de economía y eficiencia.

b) Centrales térmicas de motor de combustión interna. Cuando el combustible se quema en un extremo de cada cilindro de un motor de combustión interna se le considera de simple efecto; si dicho proceso se efectúa en los dos extremos de cada cilindro, el motor se considera de doble efecto. Según el número de emboladas requeridas para completar un ciclo en cada extremo del cilindro, un motor puede ser de dos emboladas o dos tiempos, de cuatro emboladas o cuatro tiempos por ciclo completo, y estos motores se arrancan normalmente con aire comprimido o con un motor eléctrico. Los combustibles más comunes son gases y destilados del petróleo de distintas densidades. Todos los combustibles líquidos deben ser gasificados antes de ser quemados en el aire que suministra el oxígeno necesario para su combustión.

c) Centrales de turbina de gas. En la actualidad se encuentran instaladas turbinas de gas en algunas locomotoras y en algunas industrias; la temperatura tope de los productos gaseosos resultantes de quemar el combustible es de 760 grados Centígrados al entrar a la turbina. Estas centrales presentan las siguientes ventajas respecto a los motores de cualquier tipo:

- la energía calorífica obtenida de un combustible es convertida en trabajo en el eje giratorio de la turbina, sin necesidad de ningún movimiento alterno,
- no hay problema de inyección de combustible ni de engrase de cilindros, como sucede en los motores de combustión interna; sólo necesita un pequeño motor para ponerla en marcha y no necesita agua de refrigeración, excepto cuando se utilizan refrigeradores entre los compresores de aire.

Estas centrales emplean combustibles sólidos como el carbón, coque, madera, etc, o combustibles líquidos como el alcohol, petróleo y sus destilados, etc.

Una turbina es una máquina en la cual el vapor entra y se expande hasta una presión menor, adquiriendo una gran velocidad.

III.2.c) Convertidores de energía geotérmica.

Bajo la superficie de la República Mexicana y hasta una profundidad de 10 km, existe una energía calorífica que si se pudiera recuperar totalmente quedaría resuelto el problema energético durante 10000 años. Aproximadamente a 30 km de la superficie fluye una mezcla de rocas fundidas, metales y gases, llamado magma y que cuando es arrojada por un volcán se convierte en lava, la cual en su camino hacia la superficie, al encontrar aguas subterráneas, las calienta a elevadas temperaturas expulsándolas al exterior en estado líquido o gaseoso. Existen en la República cuatro campos geotérmicos en los cuales la presencia de fluidos y vapores son altos para la producción de electricidad y éstos son: "La Primavera", en Jalisco, "Los Húmedos", en Puebla, "Los Azufres", en Michoacán y "Cerro Prieto", en Mexicali, produciendo los dos últimos 645 MW.

El potencial geotérmico del país puede generar 2450 MW para el año 2000, lo cual significará el 5% de la demanda eléctrica para dicho año, por lo que la geotermia no podrá reemplazar al petróleo. Sin embargo, una central geotérmica no contamina, pues el agua, producto de la reacción, después de separarse del vapor, aunque no es útil al consumo humano, puede o bien depositarse en el subsuelo o depositarse en lagunas de evaporación y los residuos asentados, como el cloruro de potasio se utilizarían en fertilizantes y el vapor formado por agua y bióxido de carbono, no representa problema alguno de contaminación.

La energía geotérmica, aunque es enorme, su disponibilidad natural es muy reducida y para su aprovechamiento debe darse en la naturaleza una situación especial que permita concentrarla en un área pequeña. El sistema consiste en una fuente de calor, un fluido caliente y una zona de la corteza terrestre donde se almacena y circula el fluido. La fuente de calor es un magma que en su ascenso, se estacionó a una profundidad de seis o siete km de la superficie, a una temperatura aproximada de 600 grados centígrados y si se perfora un pozo, se obtendría un fluido a una temperatura de 200 grados centígrados aproximadamente, por lo que el origen de los sistemas geotérmicos es una magma en proceso de enfriamiento, el cual puede ser aprovechado para la generación de energía eléctrica.

III.2.d) Convertidores de energía hidráulica.

Desde los primeros intentos por llevar agua de un lugar a otro sin emplear recipientes, el hombre se interesó en la mecánica de fluidos. Por siglos, obtuvo sus conocimientos con base en la observación directa, tediosos tanteos y empirismo, con soluciones muy restringidas. Desde la antigüedad se sabe que el agua que fluye de un nivel superior a un nivel inferior posee una determinada cantidad de energía susceptible de convertirse en trabajo. Hace más de 100 años que se aprovecha la energía hidráulica para generar electricidad y de hecho fue una de las primeras formas que se emplearon para producirla. Se construyeron pequeñas represas particulares productoras de electricidad, que se instalaban cerca de los lugares de consumo pues la tecnología no permitía enviar corriente eléctrica a grandes distancias. Al paso del tiempo se empezaron a construir grandes embalses en ríos con mucho caudal o desnivel, para el diseño de grandes centrales hidroeléctricas, sin considerar los costos ecológicos y sociales que esto ocasionaría como lo han demostrado algunos embalses catastróficos, aunque en esos tiempos las consideraciones del medio ambiente apenas si contaban. Hoy se ven las cosas desde otro punto de vista, los problemas de los combustibles fósiles y nucleares, la contaminación, tanto del agua como de la Tierra, el efecto invernadero y la lluvia ácida, han hecho renacer el interés por el aprovechamiento de esta fuente de energía renovable, que no genera ningún tipo de contaminación, recuperando poco a poco infraestructura abandonada, con nuevos equipos automatizados. Un estudio del Banco Mundial que analizaba el estado energético de 100 países en vías de desarrollo, encontró que 31 de ellos habían doblado

entre 1980 y 1985 su potencia hidroeléctrica instalada. México, a pesar de poseer grandes recursos hídricos, no cuenta con la tecnología ni con la infraestructura para explotar de esta manera los pequeños cauces. Se debe tener en cuenta que para su buen funcionamiento, se requiere un buen mantenimiento, tanto de los equipos de generación, como de la cuenca hidrográfica. Esta fuente no será realmente renovable a menos que las funciones tanto del control de avenidas, irrigación, transporte fluvial, producción eléctrica, recursos pesqueros, suministro de agua potable y vertido de aguas residuales se coordinen de una manera global; sólo así podremos conservar nuestros ríos saludables y productivos.

III.2.e) Convertidores de energía nuclear.

Se puede obtener energía mediante la combinación o fusión de núcleos de determinados elementos ligeros, especialmente del hidrógeno. Dicha fusión no crea contaminación ambiental, excepto las explosiones de bomba de hidrógeno en una guerra o en las pruebas nucleares, pues no se han diseñado reactores prácticos, aunque todo mundo espera que se diseñen, porque la fusión nuclear es prácticamente una fuente inagotable en la cual las temperaturas son muy altas, razón por la cual dicha fusión se le llama reacción termonuclear y es posible obtener energía útil si fuera práctico realizar dicha reacción controlada. Estas reacciones son muy difíciles de controlar, porque ningún material puede resistir las altas temperaturas de operación, no existe recipiente rígido que dure el tiempo necesario para contener el producto destinado a la producción útil de energía termonuclear, la cual podría extraerse mediante un elemento auxiliar como el agua, creando vapor que puede impulsar una turbina. Son muchos y muy complejos los problemas ingenieriles que aún no se resuelven. Pero si lo fueran, ¿qué problemas ambientales crearían?. Al tener energía en abundancia y prácticamente inagotable, el mundo daría un cambio de vida radical, tanto de la sociedad como del medio.

III.2.f) Convertidores de energía eólica.

Se considera que la energía que contienen los vientos es aproximadamente el 2% del total de la energía solar que llega a la Tierra y aunque en la práctica sólo puede utilizarse una pequeña parte de esa cantidad, dicha energía reúne las características para ser rentable. De todas las energías, la solar y la eólica son las que se encuentran mejor distribuidas, pero la mayor dificultad para su aprovechamiento es la irregularidad de su producción energética, que obliga a instalar costosos sistemas de almacenamiento para adaptar el suministro a la demanda. En el campo de la producción eléctrica a gran escala, un grave inconveniente lo representa el límite de potencia en plantas productoras de electricidad. En aplicaciones pequeñas, la energía eólica tiene grandes posibilidades de desarrollo a corto plazo, los inconvenientes se convierten en ventajas y en un modelo de producción de energía descentralizadas. El almacenamiento de la energía es la única solución para subsanar la irregularidad del suministro y la demanda de la potencia producida por las

máquinas de viento. El primer problema de las altas y bajas, puede resolverse conectándose a la red de distribución eléctrica, cuando esto es posible y en este caso se aconseja colocar algún tipo de almacenamiento a corto plazo para evitar pequeñas interferencias entre la red y el aerogenerador. Una segunda alternativa de almacenamiento, lo representa el hidrobombeo, el cual consiste en bombear agua a un depósito, situado a una altura suficiente para su posterior recuperación a través de una turbina generadora de energía eléctrica. También puede almacenarse aire comprimido en tanques especiales para su posterior recuperación a través de una turbina en forma de energía eléctrica. De todos los casos posibles, aunque existen distintas formas de almacenamiento de la energía, todas complican y encarecen su aprovechamiento, aunque lo más conveniente es recurrir al uso o aplicación directa como lo son: bombeo para riego, bombeo de aire comprimido, sistemas de ventilación, etc.

III.2.g) Convertidores de energía maremotriz.

Una gran reserva de energía la contienen los océanos que cubren el 70% de la superficie de la Tierra; lo más evidente de esta fuerza es la marea que llenando y viniendo mueve millones de toneladas de agua por acción de la fuerza de gravedad de la Luna y del Sol. Existen algunas centrales de energía generada por las mareas, en donde el agua penetra dos veces al día en el estuario y se retira arrastrando más de un millón de metros cúbicos por minuto, provocando diferencias de nivel de más de 14 m y que son aprovechadas para generar energía eléctrica. Para que una instalación sea competitiva desde el punto de vista económico, dichos proyectos deben producir además la energía necesaria para pagar el costo de las plantas de potencia y también pagar el costo de las presas y otros adicionales como lo son el desarrollo integral del sitio, el desarrollo de las transmisiones, la operación y el mantenimiento.

Debido a los riesgos e incertidumbre comprendidos en el diseño, valoración, construcción y capital de operación en el trabajo intensivo de las mareas, así como a las tecnologías desarrolladas en los otros tipos de capacidad de generación, existe una tendencia a rechazar el desarrollo de sistemas de generación de potencia a partir de las mareas. Los trabajos civiles requeridos son muy extensos, las grandes distancias de transmisión hasta los centros de carga, los sistemas de coordinación entre la demanda y la generación de las mareas, necesitan interconexiones para que la carga resulte económica. Por lo anterior, la capacidad esencial del potencial de las mareas en el mundo es prácticamente insignificante para resolver las demandas mundiales de electricidad.

III.3 ASPECTOS ECONOMICOS, POLITICOS Y SOCIALES

Con excepción de los aprovechamientos hidráulicos, todos los demás recursos están poco desarrollados, de suerte que la energía total generada por todos los recursos renovables representa escasamente el 4% de la energía total que se consume en el mundo. Como ya se dijo, los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural), absorben el 96% de las necesidades energéticas del mundo. El hombre había encontrado facilidad y economía en la aplicación de estos combustibles fósiles y no había pensado mucho en buscar opciones alternas y la limitación de estos recursos no renovables ante la creciente demanda de energía, está abligando al hombre a la investigación de otras fuentes de energías potenciales que permitan reciclajes de recuperación o que se presenten como prácticamente inagotables, o sea, recursos energéticos renovables.

La humanidad está orgullosa del avance tecnológico logrado, pues ha multiplicado su fuerza y extendido su campo de acción, su capacidad inventiva parece inagotable, el hombre ha dominado a la materia, obligándola a entregar la energía que guarda en sus entrañas y ha dominado la tierra; más sin embargo empieza a sentir temor de lo que ha desarrollado, hay peligro de perder valores especialmente unidos a un verdadero existir como hombres; ¿estamos realmente orientando la tecnología al bienestar del hombre o estamos propiciando su extinción sobre la Tierra?

Se puede responder desde distintos puntos de vista, más lo que no se puede evadir, es la responsabilidad de definirse ante estas graves cuestiones. Debe ser honra del hombre actual la serenidad para tomar conciencia de sí mismo, para enfrentarse con su propia obra sin dejarse hechizar por ella.

Este es el problema del hombre tecnificado, ahogado, aniquilado tal vez por su progreso técnico, o el hombre que entiende y comprende su auténtica realidad humana y que puede afirmarse en su medular condición vocacional.

Dicha preocupación es un signo de buen augurio, desde luego preferible a la ingenuidad e inconciencia precipitadas, siendo una buena señal de prometedora madurez y reflexión; debemos reconquistar los valores más decisivos y más personales del hecho técnico.

El hombre a través de la técnica tendrá dominio sobre la naturaleza y al mismo tiempo podrá descubrir nuevos modos de contacto con ella y de reencuentro de su ser.

En el amplio campo de la cooperación técnica, asistimos a una doble intervención: la de la conciencia y la de la razón.

La intervención de la razón en la operación técnica, lleva a la convicción de que se pueden encontrar otros medios de estar en el mundo. La razón cambia lo natural y transforma las tradiciones pragmáticas; examina en general las posibilidades de una experimentación más amplia y viva. La razón multiplica las operaciones técnicas con una gran diversificación, mide los resultados para tener en cuenta su eficacia y escoge aquél que se adapta mejor al fin pretendido.

La razón y la conciencia son las que determinan la búsqueda del mejor medio en todos los dominios (es la creatividad).

La técnica debe estar orientada a un verdadero progreso del hombre, progreso en madurez, en inteligencia, en libertad, en la calidad de las relaciones personales, en la posibilidad de alcanzar sus valores más auténticos y añadiremos que en su capacidad de aceptar la salvación ofrecida.

El hombre y sólo él, es responsable de la trascendencia de la técnica y de su influencia en el porvenir del mundo y del destino de la humanidad. La técnica y la ciencia, sin el ideal del deber y sin el respeto al derecho, puede conducir a una civilización egoísta y materialista, a una barbarie sabia y refinada que propicie un envilecimiento de la humanidad y hasta una desintegración material del mundo.

Al sacar provecho de la tecnología y ante el mal uso y abuso que se ha hecho de dicho avance tecnológico, aparecen dos tendencias extremas respecto al valor humano de la técnica. Unos exaltan la técnica, haciéndonos creer que será capaz de proporcionarnos un paraíso terrestre; otros denuncian, sin matización, los males que acarrea; esto es la realidad ambivalente. El problema queda planteado al hombre en la forma de una función implícita con un número de variables que crece día con día, pues el progreso técnico no se detendrá, ya sea movido por ansias de dominio o por un auténtico deseo de servir a nuestros semejantes. La técnica es un desafío al hombre actual. Ojalá, que no nos desvíe de nuestra vocación original, sino que nos permita profundizar más en ella.

Como en toda actividad del ser humano, la técnica tiene un tremendo riesgo. No en balde el pensamiento existencial ha subrayado las categorías de la elección, como determinante de nuestro ser. Aquí es donde está el riesgo presente, en la amenaza de que el hombre sea devorado por su criatura o se convierta en esclavo de su artificio y en el caso máximo, ya contemplado en el horizonte, que llegue a destruirse físicamente; o mandamos en la técnica, dirigiéndola y aplicándola al verdadero servicio del hombre, o en su marcha histórica, el hombre dejará de ser el protagonista para ceder el puesto al instrumento.

La voluntad de poder ciego, es el resorte que deforma los efectos del efecto técnico. Actualmente un gobierno puede ser mucho más opresor de lo que podría ser un gobierno anterior a este desarrollo tecnológico. La técnica ha multiplicado la fuerza y el poder de los gobernantes.

No se trata de construir un mundo más fuerte, más rápido o más nuevo; sino lograr sencilla y tenazmente, un mundo más habitable.

El hombre, ya sea como creador o como utilizador de la técnica, no ha profundizado en el significado y trascendencia del hecho técnico, es por esto, que frecuentemente se habla de la técnica deshumanizante, cuando realmente es un valor existencial del mismo hombre. La humanidad se ha visto sorprendida por el artefacto al cual en cierta manera admira y le cautiva, hasta hacerle depender de él; es evidente que el hombre se ha proyectado excesivamente en la materia hasta olvidarse de sí mismo.

No cabe duda que a mayor conocimiento de la naturaleza, aumentan las posibilidades de dominio y control de las fuerzas naturales; pero esto no implica que dichos conocimientos sean atinadamente dirigidos hacia aplicaciones concretas que redunden en un real bienestar del hombre sobre la Tierra, ofreciendo mayores garantías de supervivencia y sobre todo de felicidad. ¿Qué indican, si no, las crisis socioeconómicas y los problemas de desarrollo que se están presentando a nivel mundial?

La mayoría de los hombres actuales no tienen otro freno que las limitaciones económicas; en nuestro medio, es muy frecuente la falta de preparación, de educación apropiada para saber juzgar, para saber usar y para saber decidir. Muchos de los males actuales, provienen del desajuste entre sujeto y medio. Se ha modificado el medio, se ha ido realizando un avance tecnológico; pero se ha ido desconociendo al hombre como hombre, en su integridad humana de cuerpo y espíritu.

Por seguridad y como garantía de supervivencia, es conveniente educar y concientizar al pueblo; debemos buscar al hombre en sus auténticos valores humanos, en lo íntimo de su ser; debe existir un entendimiento a la reflexión, al análisis sobre lo que debe hacer y lo que debe utilizar; se debe tener una educación que sitúe y actualice al hombre en nuestro mundo tecnológico, que le permita contemplar e incorporarse al progreso técnico serenamente, sin que esto lo ahogue y lo domine. Se le debe educar para que comprenda el uso ponderado que debe hacer de los recursos energéticos y de las materias primas, así como de la producción de satisfactores, tratando de no complicar el desarrollo con nuevos problemas, ya sea en los procesos de transformación y fabricación o con los objetos fabricados, saturando el mercado de productos superfluos y que terminan por hacerse indispensables; una educación en la que el hombre se mueva por los principios y no por los instintos.

TEMA 4

DESCRIPCIÓN Y DISEÑO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS APROVECHABLES

IV.1 INTRODUCCIÓN

En muchos lugares de la República Mexicana es posible disminuir o evitar totalmente el uso de sistemas de calefacción o aire acondicionado, aunque por lo general sucede lo contrario pues se construye sin considerar el clima imperante de cada zona. Es posible en gran medida evitar el uso de energéticos no renovables y contaminantes y sustituirlos por otros más económicos, más limpios e inagotables; pero el desconocimiento de su existencia evita que se les considere al proyectar una edificación, pudiéndose mejorar el confort, la calidad de vida y el costo de mantenimiento de las edificaciones si se toma en cuenta la adecuación climática y el conocimiento de los materiales y fuentes alternas de energía. Anteriormente las edificaciones se realizaban tomando en cuenta las experiencias de los ancestros, adecuándolas al clima de la región, relacionándose entre sí, y respondiendo a la manera de ser de sus habitantes. En la actualidad muchos de estos valores ya no existen porque los materiales pueden traerse de lugares muy lejanos y el uso de los energéticos permite crear las condiciones de confort que se requieran para la vivienda; sin embargo, el mundo comienza a darse cuenta que los energéticos convencionales pueden escasear en el futuro y esto ha provocado desde la década de los setenta el considerar, el aprovechamiento de la energía existente de una manera más racional.

Una de las energías más abundantes, baratas y limpias que se encuentra en la naturaleza, es la que proviene del sol. Para su adecuado aprovechamiento se han vuelto a tener en cuenta los conocimientos que empleaban nuestros antepasados al construir sus casas, como aprovechar las orientaciones, pintar con colores claros que evitan que penetre el calor del sol; utilizar materiales que almacenen el calor del sol en lugares fríos y facilitar la circulación del aire en climas tropicales; asimismo se desarrollan nuevas técnicas que permiten aprovechar más racionalmente los energéticos, como por ejemplo, los calentadores solares, las celdas fotovoltaicas, los aerogeneradores, etc.

Entre los objetivos para seleccionar los sistemas energéticos están los siguientes:

a) Comprender el movimiento del sol, pues su influencia es decisiva en la adecuación climática de una vivienda. Una orientación correcta permite aprovechar o evitar los efectos del asoleamiento, lográndose así un ambiente interior agradable.

b) Aprovechar las características de los materiales que se utilizan en la construcción, para almacenar la energía calorífica, transmitirla o evitarla.

- c) Conocer los rangos de actividad metabólica del ser humano, para así dar respuestas de diseño adecuadas a las diferentes actividades que éste realiza.
- d) Conocer todos los factores climáticos que influyen en las edificaciones, para dar una respuesta adecuada al clima del lugar.

- e) Crear condiciones de confort dentro o fuera de la vivienda, mediante el conocimiento de los factores que influyen para crearlas.

- f) Conocer soluciones concretas para la vivienda, de acuerdo al conocimiento de las principales ecotécnicas que se utilizan y su posible aplicación a partir de los datos y comentarios que la experiencia nos proporciona.

IV.2 SELECCIÓN DE SISTEMAS ENERGÉTICOS APROVECHABLES DENTRO DEL ÁREA METROPOPLITANA.

Si nos preocupamos, exclusivamente, por atender a la zona metropolitana de nuestra República, tendremos que estar ciertos que no sería posible aplicar todas las opciones de sistemas energéticos que se han mencionado hasta ahora, ya que esta zona no cumple con los requerimientos fundamentales para la aplicación de algunas de estas tecnologías. La energía solar sí podría ser aprovechada como también podría ser la utilización de la biomasa.

Pero con el fin de poder seleccionar correctamente algún sistema para aprovechar la energía solar en forma eficiente, es necesario tener nociones de algunas características importantes del sol para poder aprovechar al máximo su energía. Entre estos factores a tomar en cuenta podemos citar los siguientes:

a) **Movimiento del Sol.** El hombre desde tiempos remotos se ha preocupado por comprender el movimiento del sol, pues le sirve para mejorar las condiciones de su vivienda, como para medir el tiempo (equinoccios, solsticios, horario, etc), y orientarse en sus viajes.

En la actualidad no se considera este conocimiento en el diseño de las edificaciones, quizás porque el razonamiento aplicable es tridimensional y no es posible aplicarse por medio de recetas.

b) **Latitud.** La ciudad de México se encuentra en una latitud relativamente cercana al Ecuador, por lo que los cambios no son muy bruscos en todo el año, incluso hay rayos que inciden perpendicularmente a la superficie de la Tierra.

c) **Altitud.** Encontrándose a 2240 m sobre el nivel del mar y aunque la latitud indica que el lugar tiende a ser caliente, no es así, pues en este caso la altitud es muy importante, ya que mientras más alto es un lugar, éste contiene menos aire que acumula calor por lo que tiende a ser frío. Estos dos factores combinados dan como resultado un lugar de clima templado como lo es el de la Ciudad de México.

d) **Orientaciones.** Observando el movimiento del Sol se puede concluir:

d.1) **Orientación Sur.** Esta fachada tiene sol durante el invierno, época en que más se necesita y no así el verano, época en que debe evitarse. Lo ideal es tener todas las habitaciones orientadas hacia el sur, como esto no es posible se deben escoger las que se habiten durante más tiempo, como lo son la estancia y las recámaras.

d.2) **Orientación Norte.** Debe evitarse esta orientación, pues recibe el sol cuando menos se desea y no le da cuando más lo necesita; más sin embargo, si es que deben colocarse algunas habitaciones orientadas al norte, éstas deberán ser las que se ocupen el menor tiempo posible o las que conservan mejor el calor, como la cocina y así mismo deberán orientarse las bodegas y los closets hacia el norte, ya que pueden servir de aislamiento a las demás habitaciones.

d.3) **Orientación Este.** Muchos de los lotes de la Cd. de México son estrechos; si se colocan en orientación Norte Sur son pocas las posibilidades de aprovechar la radiación solar, pues sólo se asolearía un lado del lote y las construcciones vecinas nos tapan la luz solar la mayor parte del día. Por otro lado, en estos lugares se prefiere la orientación Este-Oeste, ya que, cuando menos en la mañana o en la tarde, las fachadas reciben los rayos del sol.

Si fuera necesario escoger entre una orientación Este o una Oeste, lo más conveniente sería la primera, pues el sol empezaría a incidir sobre la fachada cuando la casa esté más fría en la mañana y deja de calentar cuando el ambiente en general está más caliente al mediodía. Es conveniente utilizar esta orientación para las habitaciones que se usan más durante el día, como la estancia, el estudio o el cuarto de costura.

d.4) **Orientación Oeste.** Al mediodía cuando el Sol ha calentado la Tierra y el medio ambiente, la radiación solar empieza a penetrar por la fachada Oeste, ocasionando que las habitaciones orientadas en esta posición tiendan a ser frías en la mañana y calientes en la tarde. En la Cd. de México el clima tiende a ser frío por lo que es conveniente colocar las recámaras del lado Oeste, pues así estarían templadas en la noche. Tanto en la orientación Este como en la Oeste, el sol puede penetrar horizontalmente la habitación, lo que hace agradable el clima cuando los días son fríos; pero no cuando son días calientes, pues el calor resulta muy molesto y difícil de controlar.

d.5) Orientación Sureste y Suroeste. Las habitaciones participan de algunas ventajas del Sur y es más fácil controlar las desventajas de las fachadas Este y Oeste.

d.6) Orientación Noreste y Noroeste. Las habitaciones así orientadas tienen algunas ventajas del Este y del Oeste; pero en general son casi tan inconvenientes como las situadas en el Norte.

Todas estas conclusiones son aplicables en la mayoría de los casos, aunque en ocasiones se crean microclimas dentro de un clima general. La existencia de edificios, vegetación, o montañas vecinas, pueden evitar el paso de la energía solar, aún teniendo una orientación Sur, y en otros casos puede aumentar ésta por el reflejo en vidrios o en pavimentos cercanos.

Aunque existen otros factores, como el viento y los nublados que afectan las condiciones climáticas dentro de la vivienda, el conocimiento del movimiento del sol ayuda a encontrar satisfactores climáticos a nuestra vivienda. Aún en el caso de contar con sistemas de calefacción y aire acondicionado, su costo se reduce considerablemente si se logran evitar condiciones extremas de temperatura dentro de la vivienda. Una buena orientación es un factor básico para el aprovechamiento de sistemas de captación de energía solar.

e) Conocimiento de materiales. El utilizar materiales adecuados al lugar es un elemento muy importante para obtener condiciones adecuadas de confort dentro de una vivienda, por lo que se enmarcan a continuación datos y tablas útiles para seleccionar el material adecuado en cada caso.

e.1) Vidrio ordinario y vidrio especial. Según la figura 4.1 el vidrio ordinario deja pasar la mayor parte de la energía solar, pero una vez dentro, ésta se convierte en energía calorífica no pudiendo salir otra vez. La cantidad de radiación que se transmite a través de un vidrio, depende del ángulo de incidencia, o sea hasta 45 grados la magnitud no varía; pero a partir de los 60 grados, la energía transmitida decrece bruscamente hasta anularse. Existen vidrios que reflejan una buena cantidad de la energía reflectante y otros que la absorben en el mismo vidrio; su uso depende de las condiciones que se requieran lograr en el interior de la construcción. El albedo es la medida que nos indica la cantidad de luz reflejada por una superficie, pudiendo haber diferencias de 2 al 90% según el material y el ángulo de incidencia de los rayos. Ver tabla IV.1.

e.2) Determinación gráfica de la resistencia térmica total de un muro compuesto. Existen materiales con poca resistencia térmica como el tabique y otros con alta resistencia como el poliestireno expandido que es un buen aislante. Ver figura 4.2.

e.3) Ubicación de la capa aislante. De la figura 4.3 se puede determinar que es menor la variación de las temperaturas interiores, cuando la capa aislante se encuentra en el exterior, que cuando se encuentra en el interior. Una protección exterior evita mucho más la penetración de la energía solar que una protección interior.

f) Factores climáticos. Tener una sombra que proteja del sol, abrigarse contra el frío, evitar mojarse con la lluvia, resguardarse del viento o aprovecharlo cuando hace falta, son factores muy elementales. Su conocimiento es importante para el diseño de una vivienda, dándose a continuación una serie de datos con factores prácticos, tomándose como referencia la Ciudad de México:

f.1) Temperatura. El cuerpo humano sólo se siente bien a una temperatura alrededor de los 20 grados centígrados. Si es necesaria la captación de calor, conviene considerar en qué épocas del año debe hacerse esta captación; qué posibilidades existen de almacenarlo en el día para irradiarlo en la noche o si en realidad debemos evitarlo.

f.2) Temperatura media. Es la suma de las temperaturas horarias divididas entre 24 h.

f.3) Humedad. No basta mantener la temperatura a determinado nivel, hay que considerar la proporción de humedad en el aire para crear un confort en un lugar determinado.

f.4) Humedad relativa. Es la relación entre la cantidad de vapor de agua existente en un momento dado y la que se requiere para llegar a la saturación. Ver tabla IV.2.

f.5) Precipitación pluvial. Es la cantidad de agua que cae en un lugar; se mide en mm y puede ser anual, mensual o diaria. La medida indica si es necesario el uso de materiales resistentes a la humedad, el tipo de pendientes en los techos, la necesidad de desalojar el agua y la posibilidad de almacenarla para su posterior reutilización.

f.6) Días grado. Indica los grados en que la temperatura estuvo por encima o por debajo de la zona de confort, sumando todos los días del mes.

f.7) Índice ombrotérmico. Indica las temporadas de lluvias y sequías en un lugar mediante un coeficiente que relaciona temperatura, humedad y precipitación pluvial.

f.8) Radiación solar global. Indica la magnitud de la radiación solar mediante tres medidas diferentes:

- Langley's por día. Mide las calorías/cm²/h que se obtienen.

- Kwh/m²/día. Medida internacional que indica los kilowatts que se reciben por unidad de superficie en un día.

- Insolación total. Total de horas que apareció el sol en el mes. Ver tablas IV.3 y IV.4

g) Viento. Es necesario conocer su dirección; en muchos casos las condiciones propias de cada lugar influyen en esta característica, ver figura 4.4.

La colocación y forma de los edificios también influye en la dirección del viento y provoca la creación de microclimas, que deben considerarse para el diseño arquitectónico.

En el interior de un edificio, el viento varía su dirección y velocidad, de acuerdo con la forma y tamaño de aberturas y elementos exteriores, figura 4.5.

La vegetación sirve para controlar la dirección del viento, además de que impide el paso de polvo y en climas fríos ayuda a conservar el calor del inmueble por medio de barreras de árboles y de arbustos. Ver figura 4.6.

Factores que intervienen en la elección de un sistema ecotécnico.

Para su evaluación intervienen varios puntos, como lo son:

- 1) Descripción. Da una idea general de cómo es el sistema.
- 2) Rendimiento. Muestra lo que se puede esperar del sistema.
- 3) Ventajas y Desventajas. Explica las razones de la conveniencia, o no, de su uso a partir de la experiencia y de manera objetiva.
- 4) Costo. Se toma de las fuentes que se tienen a la mano con el fin de dar un punto de referencia y poder compararlo con otros sistemas.
- 5) Observaciones. Se consideran datos que no aparecen en los demás incisos y que pueden ser de gran importancia para la elección del sistema.
- 6) Datos complementarios y material gráfico. Para complementar cada sistema se incluyen diagramas, tablas e ilustraciones generales que permitan su conocimiento y una vez que se elija alguna deberá verificarse y ampliarse la información.

IV.3 DESARROLLO DE LAS ECOTÉCNICAS EN EL ÁREA METROPOLITANA

A partir de la década de los setenta se comenzó a hablar con mucha insistencia de las ecotécnicas, de tal manera, de que parecía que al fin se iba a tomar en cuenta el problema del desequilibrio ecológico, causado principalmente por el uso de combustibles fósiles; sin embargo la razón de esta actitud no fue precisamente encontrar una solución a este problema; sino el buscar fuentes alternas de energía, pues ya se preveía la escasez de hidrocarburos debido fundamentalmente al aumento del precio de los mismos decretado por los países árabes.

Al buscar otras alternativas, se encontró que una de las fuentes de energía con más posibilidades de uso era la del sol. Esto hizo que en los diseños constructivos se volviera a tener en cuenta la importancia de las orientaciones y las características de los materiales; asimismo, volvió a considerarse la idea de la captación de la energía solar olvidada por la facilidad de utilización de los combustibles fósiles, y se desarrollaron nuevas tecnologías, anteriormente antieconómicas, como lo son las fotoceldas solares.

Parecía que con este tipo de energía inagotable, limpia y abundante como es la del sol, el problema de la falta de energéticos se iba a resolver; pero no fue así. Se podía contar con la energía necesaria para el aprovechamiento de la energía solar y para producir calor, electricidad, frío y procesar desechos; pero los sistemas eran generalmente complicados con una inversión inicial alta que en muchos casos requería de mantenimiento constante.

Por si fuera poco, el precio del petróleo volvió a bajar y la gente creyó que podría seguir dependiendo de los combustibles actuales y que no convenía buscar otras opciones. Es innegable el gran deterioro que le hemos causado al medio ambiente; las grandes urbes se ven abrumadas por el problema de la contaminación; los desperdicios se encuentran diseminados en gran parte de ríos, lagunas, lagos y mares; la falta de agua potable se acentúa más cada día; las zonas boscosas cada vez disminuyen más y tal parece que vamos encaminados a la destrucción de nuestro planeta; pero debemos hacernos una pregunta: ¿por qué hemos llegado a este extremo?. La causa principal del deterioro ambiental es el desequilibrio en la naturaleza causado por la tecnología humana. Si se analizan los procesos biológicos es posible darse cuenta que generalmente no hay principio ni final, sino que todo forma parte de un ciclo y el error de la humanidad fue el haber interrumpido dicho ciclo. La actual sociedad de consumo en que vivimos, se ocupa sólo de la satisfacción de las necesidades inmediatas y descuida la supervivencia futura, o sea que destruye el medio ambiente como lo es la vegetación, acaba con los combustibles fósiles, crea artículos innecesarios que producen basura, utiliza fertilizantes químicos que contaminan el ambiente, no aprovecha los desechos orgánicos creando problemas de contaminación y padece problemas por falta de agua; conduce toda el agua de lluvia directamente al drenaje. Se puede concluir que en general no empleamos formas razonables de aprovechamiento de los recursos y con el tiempo se puede llegar a crear un caos. ¿Cuál es la solución a este problema?. Ya que el problema es causado por el desequilibrio en la naturaleza, la solución debe ser su reestablecimiento y una de las maneras de lograrlo es el uso de las ecotécnicas. Las ecotécnicas son sistemas que ayudan al hombre a aliviar algunas de sus necesidades, tomando en cuenta principalmente el equilibrio ecológico.

IV.4 CAUSAS QUE DETERMINAN LA FALTA DE DESARROLLO DE LAS ECOTÉCNICAS EN LA ACTUALIDAD.

Son varias las razones que pueden influir para explicar esta falta de desarrollo, pudiéndose clasificar de la siguiente manera:

1) Políticas

a) Subsidio en el costo de los servicios. Mucha gente no tiene un motivo para pensar en la utilización de otras fuentes de energía, pues en la actualidad los servicios cuentan con precios muy reducidos (a costa de otra buena parte de la población).

b) Falta de control en el uso de los servicios. Muchas casas no tienen medidor de agua y su cuota fija es muy baja, lo que no motiva en lo absoluto a ahorrar agua. Por otra parte existen una gran cantidad de tomas clandestinas, tanto de agua como de electricidad, con las cuales el consumo es desmedido.

2) Técnicas

a) Necesidad de mantenimiento. Puede parecer que con el uso de fotoceldas y aerogeneradores se resuelve de una vez por todas el problema del gasto en energía. Esto es cierto, sólo en el caso de utilización directa como el de las bombas de agua; pero en la mayoría de los otros usos, son necesarias las baterías que requieren tanto de un mantenimiento constante y de su sustitución periódica.

b) Operación complicada. Algunos sistemas, como el sirdo y la producción de biogas, requieren de determinada capacitación y dedicación constante (que no es necesaria en los sistemas convencionales), lo que lo convierte en opciones poco atractivas para los usuarios.

3) Económicas.

Cuando no se cuenta con los servicios municipales, las ecotécnicas pueden ser una buena opción; pero en el caso contrario es mucho más económico conectarse a la red que invertir en un sistema de este tipo.

Uno se pregunta: ¿qué razones existen para el uso de las ecotécnicas? Las razones para su uso son fundamentalmente económicas; pero podemos enumerar otros factores importantes como lo son:

a) Ausencia de fuentes convencionales de energía. En lugares remotos y en general en aquellos donde las líneas eléctricas y de agua están retiradas del lugar de utilización, las ecotécnicas pueden resultar una buena alternativa en lugar de extender las líneas de la red pública existente.

- b) **Uso constante o masivo.** Una de las aplicaciones más usuales, por ejemplo de los calentadores solares, consiste en el calentamiento de las albercas, pues a la larga el uso de combustibles incrementa el gasto siendo cada vez mayor; por otra parte en la industria donde se utiliza constantemente el agua caliente, como en las embotelladoras de refrescos, los calentadores solares también son una buena alternativa.
- c) **Lugares con alto índice de radiación solar.** Existen varios lugares donde se puede aprovechar la energía solar, por ejemplo en los desiertos, en donde la inversión económica en sistemas de captación puede representar una buena alternativa.
- d) **Prevención contra futura escasez de energéticos.** En México cada vez es más crítica la escasez de servicios, siendo día con día mayor la demanda de los mismos. El uso de ecotécnicas permitiría asegurar el abasto aunque no existiera en la red pública.
- e) **Poco mantenimiento.** Aunque sucede en todos los sistemas, en algunos como las fotoceldas y los calentadores solares con termosifón, el mantenimiento en general es poco, con la gran ventaja de que la fuente de energía es constante.
- f) **Reducción de la contaminación.** Estos sistemas parten de la no interrupción del ciclo biológico por lo que no genera desechos y por lo tanto no contaminan.
- g) **Conexión con la red pública.** En algunos lugares de los Estados Unidos, existen contratos entre los productores particulares de energía eléctrica y el gobierno, para que ésta sea absorbida por la red pública cuando no sea utilizada por el particular y la red a su vez proporciona energía cuando este último así lo requiera; evitando el problema del almacenamiento. En México aún no es posible implementarlo; posiblemente en un futuro pueda llegarse a un acuerdo.

IV.5 SISTEMAS PARA LA PRODUCCION DE ENERGIA

En esta sección se describirán, en forma breve, diversos sistemas para el aprovechamiento de varias formas de energía que pueden ser aplicables al área metropolitana.

IV.5.1) APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR

El uso conciente de la energía solar es tan antiguo como la agricultura. Los antiguos labradores seleccionaban, protegían y cultivaban ciertos tipos de plantas útiles, las cuales convertían una pequeña parte de la energía que recibían del sol, a través de sus hojas, en la energía química que captaban los elementos que servían para alimentar o vestir al hombre. Esta transformación de energía en las plantas se conoce como fotosíntesis la cual es realizada por una substancia llamada clorofila, responsable de su coloración verde. La clorofila forma carbohidratos que constituyen la fuente de energía biológica de la planta o del animal que se alimenta de ella. Toda la vida depende de la fotosíntesis y en consecuencia, toda la energía vital proviene del sol, a través de las plantas.

Cuando nuestros antepasados empezaron a manejar el fuego, se inició una nueva línea de desarrollo en la utilización directa de la energía solar. La culminación de la misma han sido los cohetes que han puesto al hombre en la Luna, las casas con calefacción central y todo tipo de coches sin caballos. Desde que alguien prendió fuego a unas ramas, liberando la energía solar almacenada durante años por el árbol, ha ido creciendo la fascinación por liberar cantidades de energía concentrada cada vez mayores.

El descubrimiento de los fósiles carbo y petrolíferos ha influido de manera trascendental en este proceso histórico. Con apenas pulsar un interruptor, el hombre actual convierte en fuego y desparrama la energía solar que animaba la vegetación de los bosques carboníferos hace millones de años. La transformación que se produjo en los restos sepultados de las plantas muertas, sometidos a grandes presiones, dió lugar a los depósitos minerales que hoy día seguimos explotando.

La sociedad actual se ha acostumbrado a esta manera excepcional de energía concentrada. La explotación de los depósitos energéticos ha sido tan grande que, tan solo después de un par de siglos de festín, las reservas que tardaron en formarse millones de años, pronto quedarán agotadas. Mucho antes de que esto ocurra, los precios de los combustibles se elevarán tanto que serán inaccesibles a la mayor parte de la población.

Es preciso el inicio de un uso más directo de la energía solar, es decir de la energía tal y como nos llega, sin dedicarnos a liberarla de nuestro precioso legado prehistórico. Una manera de captar energía puede ser el cultivo de plantas específicamente destinadas a producirlas; bien ya sea quemando los residuos vegetales o destinándolos para la obtención de algún combustible líquido adecuado.

Comparada con una máquina, una planta no es muy eficaz como convertidor de energía; la eficacia normal de un proceso fotosintético suele ser del 1%, o sea sólo una mínima parte de la energía recibida por la planta es realmente aprovechada. Según esto, en Brasil están cultivando grandes áreas, antes cubiertas por bosques tropicales, con la única idea de destilarlas para producir etanol y mezclarlo con petróleo para usarlo en los motores de combustión interna convencional. Así esperan reducir las importaciones de crudos en un 50% en un siglo.

Captar la energía solar puede ser muy sencillo. En algunas regiones muy soleadas se puede tener agua caliente sacando a pleno sol una manguera de jardín extendida en forma de serpentín. Cuando el clima es menos propicio, los sistemas de captación han de ser más sofisticados. Es necesario utilizar todo el sol posible durante el mayor tiempo posible y almacenar su energía, de tal manera que dure por lo menos el tiempo que transcurre entre una mañana soleada y la hora de mayor demanda, a la caída de la tarde.

Una de las consecuencias inmediatas de la absorción de la radiación solar por un cuerpo, es el aumento de su temperatura, pudiéndose utilizar directamente en la satisfacción de las necesidades humanas, como la calefacción de viviendas y hospitales y agua caliente para viviendas. Otras aplicaciones directas y sencillas del calor solar, como el secado de alimentos y la destilación de agua, tienen un origen muy antiguo y pueden servir de base para la utilización de la energía solar con otros fines.

A) Producción de electricidad mediante energía solar.

Se puede generar energía eléctrica directamente a partir de la energía solar. Convertir la luz en electricidad utilizando paneles fotovoltaicos, tiene sus bases en las propiedades de algunos sólidos conocidos como semiconductores que, al exponerse a la radiación solar, generan una carga eléctrica. Al exponer al sol un "sandwich" formado por dos capas delgadas de cristales de silicio, se crea una diferencia de potencial eléctrico entre ellas. Esto se logra mezclando minúsculas cantidades de otros dos elementos en las capas. Por ejemplo, si se aplica arsénico en la cara superior, se proporciona un electrón "suelto" que se libera merced a la radiación y poniendo boro en la inferior, éste tiende a atraerlo, originándose así un voltaje que puede ser medido entre las dos láminas. Un número suficiente de estas celdas solares (generalmente circulares y de diámetro entre 50 y 100 mm y 4 a 5 mm de espesor), conectadas en serie, producen corriente a la tensión deseada.

La primera aplicación de los semiconductores o monocristales de silicio puro, fue para el suministro de energía a satélites artificiales. Estos paneles fotovoltaicos también llamados generadores fotovoltaicos, baterías solares o colectores heliovoltaicos, están compuestos por un cierto número de celdas fotovoltaicas conectadas entre sí. Este sistema revolucionario empezó a dar resultados en 1954, cuando se inventó dicha celda en el departamento de investigación de la Bell Telephone Co. en los Estados Unidos de Norteamérica.

Los paneles fotovoltaicos formados por celdas, son altamente resistentes a la degradación, resultado de 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 metálica y una superficie de reverso de resina resistente.

Los paneles tienen de 34 a 36 unidades monocristalinas o policristalinas de silicio, conectadas en serie entre sí, formando cuatro hileras doblemente interconectadas para minimizar las fallas eléctricas. Los proveedores colocan los grupos de celdas ya armadas en un marco de aluminio anodizado que proporciona soporte y estructura, alta resistencia a todo tipo de ambientes y facilidad para acoplarse con otros paneles.

Para alambrear los módulos, se conectan los alambres a los botones roscados o a los bornes eléctricos localizados en la parte posterior del panel (caja de conexiones), ver figura 4.7.

Los accesorios necesarios para una instalación fotovoltaica son:

- a) Módulo fotovoltaico. Se debe colocar orientado al sur para aprovechar al máximo la radiación solar.
- b) Regulador. Evita la sobrecarga de la batería.
- c) Desconectador o interruptor. Evita las descargas profundas de la batería e interrumpe la conexión antes de alcanzar valores críticos que la dañarían.
- d) Batería. Aquí se almacena la corriente producida por los paneles; ésta debe colocarse en un lugar bien ventilado, protegida de cambios bruscos de temperatura y de las inclemencias del tiempo.
- e) Cables. El tendido debe ser lo más corto posible para reducir pérdidas de energía por caídas de tensión; esto es para una instalación adecuada. Figura 4.8

Características de las celdas fotovoltaicas.

a) Rendimiento

a.1) En el Instituto Politécnico Nacional se han desarrollado módulos de 36 celdas de silicio monocristalino de dos pulgadas de diámetro, con capacidad de 7 watts pico.

a.2) Para producir 1000 watts, se requieren 5000 celdas, lo que necesitaría aproximadamente una vivienda

b) Ventajas

b.1) No requieren de combustible

b.2) No contaminan

b.3) Son silenciosas

b.4) Tienen poco peso

b.5) Requieren mínimo mantenimiento

c) Desventajas

c.1) Costo inicial muy alto

c.2) Para almacenar la energía es necesario utilizar baterías que tienen un periodo determinado de vida útil y deben cambiarse continuamente

c.3) La conversión de la energía solar a eléctrica es de un rendimiento bajo: un 10% aproximadamente.

d) Costo

d.1) 3.5 dólares por watt en E.U. y de 7 a 8 dólares por watt en México

d.2) Para satisfacer las necesidades de una vivienda se requieren invertir 3500.00 dólares aproximadamente

d.3) Un poste de energía eléctrica, tiene un costo de 5000 pesos aproximadamente (Datos de octubre de 1996).

e) Observaciones

e.1) A tres kilómetros de la red de energía eléctrica conviene utilizar celdas fotovoltaicas.

e.2) Utilizando las baterías, se puede lograr una autonomía aproximada de 15 días sin sol.

e.3) Las celdas fotovoltaicas también funcionan con luz difusa.

Ver figura 4.9

B) Calefacción por medio de energía solar.

El sol nos proporciona calor por efecto de la radiación, que consiste en despedir cualquier tipo de energía en forma de ondas electromagnéticas, las cuales se desplazan por el espacio por medio de los rayos solares. Aproximadamente la mitad de los rayos solares son visibles, un 47% forman la luz y estos son rayos luminosos, perceptibles por el ojo humano; el resto son rayos invisibles constituidos por los infrarrojos o caloríficos (46%) y los ultravioletas que conforman el 7% restante.

Para llegar a la Tierra, los rayos solares recorren aproximadamente 150 millones de Km, perdiendo aproximadamente el 30% de energía; no obstante la radiación nos llega con una potencia por unidad de superficie comprendida entre 1000 y 1200 vatios por metro cuadrado.

La transformación de la energía solar para calentar agua es la aplicación más conocida de la energía solar y la más utilizada debido a la sencillez de sus instalaciones. La cantidad de energía solar que recibe una superficie de 100 m² inclinada de cara al sol durante 8 horas, es de 500 megacalorías, que en energía calorífica equivale a quemar 65 litros de gasolina. Una aplicación de esta energía solar es el calentamiento de agua para uso doméstico. Se estima que por cada metro cuadrado de colector solar, se ahorra un barril de petróleo al año, pues así se evita el uso de calentadores de gas.

El que la electricidad producida a partir de la energía solar tenga un precio competitivo en el futuro, podrá conseguirse seguramente gracias a los concentradores. Estos son muy simples: son superficies altamente reflectantes y conformadas de tal modo de que la radiación incidente sobre un área bastante extensa queda localizada en otra mucho menor, en la cual dicha radiación puede ser transformada directamente en electricidad, mediante células solares, o para aprovechar su calor para la producción de vapor que mueva un generador. Quizá sea esta la solución con más futuro, ya que los reflectores son mucho más baratos que las grandes superficies de células fotovoltaicas a las que sustituyen. En el caso de las plantas de generación de vapor, es necesaria la concentración de la energía solar para lograr las altas temperaturas del intercambiador, siendo posible obtener estas altas temperaturas en dichos colectores focales, ya que el foco, que es la única parte del aparato que se pone realmente caliente, es pequeño en comparación con la superficie de la que procede la energía en ella concentrada. Por otra parte, la pérdida de calor es proporcional a la superficie, con lo que las dimensiones relativamente pequeñas del área focal, harán que las pérdidas sean menores.

A continuación se mencionarán algunas aplicaciones importantes que tiene la calefacción solar.

B.1) Hornos, secadores y cocinas solares.

Existe un inmenso colector focal localizado en Odeillo (Pirineos franceses), el cual logra temperaturas superiores a los 4000 grados centígrados, utilizándose para fundir metales. Existen otros tipos de colectores con fines domésticos, en la cual la forma ideal de esta "cocina solar", es la de un plato poco profundo de sección parabólica; el fogón puede ser simplemente una chispa negra. Cuando sea preciso calentar a altas temperaturas grandes cantidades de líquido, se hace circular éste por una tubería que recorre toda la zona focal. El problema principal de todos estos aparatos es que es preciso seguir el movimiento del sol para obtener un rendimiento aceptable de ellos.

Una cocina solar puede moverse a mano; pero una estación de gran potencia precisa un sistema automático de orientación. Otro inconveniente es la imposibilidad de concentrar la radiación difusa que producen las nubes. El sistema de concentración sólo funciona bajo la luz directa del sol. En países con menos de 1500 horas de sol brillante, queda patente que todo el tiempo los colectores solares dejan de ser económicos. Figuras 4.10 y 4.11

B.2) Sistema de calefacción ambiental con colector solar.

Este sistema a base de radiación solar, se puede colocar en casas unifamiliares o edificios multifamiliares. El sistema opera con bomba eléctrica de circulación forzada, controlada por sensores térmicos para arrancar la bomba y activar la válvula del circuito correspondiente. La velocidad de aportación térmica del sistema, puede establecerse por comparación del volumen de aire y de la temperatura ambiente en el momento de iniciar el proceso, por ejemplo: en una habitación de 30 m² aproximadamente a 14 grados centígrados, circulando el agua por el serpentín o radiador a 75 grados, se logra un incremento hasta el punto de confort de 20 grados en dos horas de circulación con la temperatura constante, ver figura 4.12

La mayor dificultad que tiene el uso de energía solar en la calefacción de espacios, es precisamente la necesidad de calentar más cuando no hay sol. Un sistema de calefacción solar debe de contar con otro convencional auxiliar para mantener la temperatura confort durante los periodos sin sol o bien contar con un amplísimo dispositivo de almacenamiento, que permita utilizar en el invierno el calor acumulado estaciones antes; pudiendo llegar esta solución a ser tan grande como la misma casa, convirtiéndolo en una solución económicamente inaceptable. Los sistemas se han diseñado cumpliendo una solución de compromiso, planteando capacidades de almacenamiento de 3 a 6 m³ cúbicos, cantidad de agua caliente suficiente para calentar una casa unifamiliar durante 2 ó 3 días, contando además con un tipo de calefacción auxiliar.

Otro sistema más económico, es la del "efecto invernadero", el cual consiste en construir un invernadero en la fachada sur de la casa, el cual nos proporcionará una forma de producción de alimentos, además del aire caliente buscado. La fachada sur se puede acristalizar, dejando una pequeña separación entre vidrio y muro, con lo cual, al cerrar esta separación se puede calentar la casa, dejando que el aire caliente entre a través de los huecos dejados en la parte alta del muro. Al cerrar el conducto no habrá circulación de aire que se lleve el calor afuera y tendrá que ser absorbido por la propia pared, pudiendo transcurrir horas para que esto ocurra; de este modo, la radiación hacia el espacio interior no se producirá hasta el crepúsculo, a cuya hora es precisamente cuando se empezará a sentir más la necesidad de calentar la casa. El colector solar más elemental de todos, es una ventana al sur, según su tamaño puede contribuir con el 10, 20 ó 100% a las necesidades de calefacción de una vivienda, simplemente poniéndole cortinas gruesas o póstigos aislantes que eviten la pérdida de calor a través del vidrio durante la noche. El colector solar es un artículo relativamente nuevo y como tal aún no existe un parámetro que nos indique la calidad de su funcionamiento; de hecho, estos dispositivos son intercambiadores de calor que lo absorben del sol y lo transmiten al agua, y contruidos respetando los principios básicos, no hay alguna razón que impidan su funcionamiento durante años.

B.3) Calentadores solares.

Consisten en paneles de metal con tuberías integradas por las que circula agua que calienta el sol y se almacena en un termo-tanque para su posterior distribución.

a) Rendimiento

a.1) Un metro cuadrado de colector solar produce aproximadamente 3500 watts por día

a.2) Un metro cuadrado de colector solar calienta 60 l de agua a una temperatura de 40 a 60 grados centígrados

a.3) Para calentar una alberca se necesita una superficie de colector del 50% de la superficie de la alberca aproximadamente, ver figura 4.13.

b) Ventajas

b.1) No consumen combustible

b.2) No producen ruido

b.3) No contaminan

b.4) Reducen el consumo de gas en un 30%

b.5) Su mantenimiento es mínimo.

c) Desventajas

c.1) El smog y las nubes reducen su rendimiento

c.2) En la Cd. de México es necesario el calentador de gas

d) Costo

Para la Ciudad de México y para una familia de 5 miembros su costo aproximado es de \$ 1500.00 para una casa. (Datos de octubre del 88).

Ver figuras 4.14, 4.15, 4.16, 4.17.

B.4) Almacenamiento de calor

Depósito de rocas en el que se almacena calor proveniente del calentamiento de aire en colectores solares. Posteriormente dicho calor se distribuye a toda la casa por medios mecánicos.

a) Rendimiento. Se necesita de 0.5 a 2.0 toneladas de roca por m² de colector solar

b.) Ventajas

b.1) No requiere combustibles

b.2) No presenta el riesgo de una caldera

b.3) Puede controlarse el calor como un sistema normal de calefacción

c.) Desventajas

c.1) Costo inicial muy alto

c.2) Ocupa mucho espacio

c.3) Necesita energía solar para funcionar

d.) Observaciones

d.1) Se puede en lugar de utilizar rocas, utilizar agua, con un depósito más reducido; pero con mayor mantenimiento en el sistema de distribución

d.2) Disminuye el costo del sistema, si se planea su inclusión antes de la construcción de la casa. Ver figuras 4.18 y 4.19.

B.5) Muro Trombe

Sistema formado por un cancel de vidrio, un espacio de aire y un muro masivo, en el cual se almacena y distribuye calor en la vivienda, y/o crear una corriente de aire fresco en la casa.

a) Rendimiento. Se puede ahorrar un 70% de la calefacción necesaria en casa.

b) Ventajas

b.1) No necesita de energía eléctrica para funcionar

b.2) No produce ruido

b.3) Se integra y forma parte de la misma casa

c) Desventajas

c.1) Su costo es elevado

c.2) Es necesario controlar la entrada y salida del aire

c.3) Afecta el aspecto de la casa

Ver figuras 4.20 y 4.21

C) Enfriamiento y refrigeración solar.

De todos los usos posibles de la energía solar, el enfriamiento y la refrigeración son los que más futuro tienen. En las costas y trópicos mexicanos esta aplicación se irá difundiendo más poco a poco, pues la energía eléctrica se irá encareciendo más y más. Con esta alternativa energética aprovechable, se puede solucionar el problema de consumo de leche y carne pues será posible conservarlas con este sistema.

Los principios generales del enfriamiento con energía eléctrica o calor es bien sencillo: algunos refrigeradores domésticos funcionan por medio de un fluido como el amoníaco o parecido que se evapora a baja presión y se condensa como líquido a una presión más elevada. La evaporización extrae calor del ambiente circundante y enfría una vivienda o un refrigerador. El principio de enfriamiento por absorción/vaporización, es similar al de condensación/vaporización excepto que la vaporización se produce con una reducción en la presión de vapor del amoníaco por absorción en una solución. La capacidad de enfriamiento se regenera añadiendo calor a la solución mediante un colector solar plano o un concentrador solar; haciendo crecer la presión de vapor del amoníaco de tal forma que éste se destile de la solución en un recipiente y se condense en otro, en lugar de realizarlo con un pistón móvil que comprima el vapor. Ver figura 4.22.

Entre los principales sistemas de refrigeración solar, tenemos:

C.1) Sistema solar de refrigeración o sistema de absorción.

El objetivo fundamental consiste en disminuir la temperatura ambiente utilizando la energía proporcionada por el sol, tanto la calorífica como la eléctrica. La energía eléctrica producida por el panel fotovoltaico, es utilizada para accionar la bomba y el ventilador que trabajan con corriente solar directa. Al bombear el agua por el serpentín y empujar el aire a través del mismo, se logra enfriar el local donde está colocado el sistema, siempre y

cuando la temperatura del agua sea por lo menos 10°C por debajo de la temperatura ambiente y que de cualquier manera el agua de la cisterna nunca exceda de 18°C. A estos sistemas solares de refrigeración también se les llama sistemas de absorción. Al hervir el refrigerante a una temperatura relativamente baja, de tal modo que se logre la refrigeración a través del evaporador que absorbe el calor, la presión dentro del propio evaporador debe ser muy baja y para lograrlo debe removerse el vapor del refrigerante al mismo tiempo que se forma el líquido en ebullición. Los vapores se absorben inmediatamente con un segundo líquido que puede ser agua. Utilizando como refrigerante amoníaco ya que el agua tiene la cualidad y la gran capacidad de absorber rápido el vapor de amoníaco. Ver figura 4.23 y 4.24.

C.2) Sistema de absorción continua.

Otro sistema de absorción lo constituye el sistema de absorción continua, el cual requiere de un condensador, un receptor de líquido, una válvula de expansión y un evaporador. La mayor parte del amoníaco se elimina del agua en virtud de que el generador no elimina totalmente el amoníaco. Se tiene un flujo de una solución baja en amoníaco que pasa por gravedad al absorbedor. El agua en el absorbedor chupa amoníaco hasta que la solución contiene aproximadamente un 30% de amoníaco. Esta solución se bombea por medio de una bomba de solución concentrada hacia el generador, el absorbedor opera a la presión del evaporador, del lado de baja, en contraste con la presión del generador.

En el generador que contiene un serpentín de calentamiento conectado a un colector solar tipo concentrador o parabólico que puede producir temperaturas de hasta 3000 grados centígrados, el vapor de amoníaco se extrae de la solución concentrada de igual forma que se expulsa el aire del agua cuando ésta se calienta. En la medida que el vapor de amoníaco que se encuentra a un nivel mayor de temperatura y presión, se desprende y pasa al condensador, el líquido acuoso diluido desciende en el separador y luego fluye a través del receptor de líquido hacia el evaporador donde hierve a presión reducida. El calor latente se absorbe al mismo tiempo que el amoníaco líquido cambia a vapor y necesariamente se produce el efecto de refrigeración. Figura 4.25.

Características de la refrigeración por energía solar

a) Rendimiento

En la casa solar que construyó el laboratorio de energía solar del Tecnológico de Monterrey, el sistema absorción bromuro de litio/agua, aportó el 72% de la refrigeración requerida.

b) Ventajas

Aprovecha la energía solar donde más se necesita

c) Desventajas

c.1) Alto costo inicial

c.2) Su fuente de energía es variable pues necesita electricidad para operar las bombas

c.3) No se ha comprobado su eficiencia técnica, su confiabilidad y su gasto de operación

d.) Costo

Aproximadamente en agosto de 1981 era de \$600.00 en el sistema SAAS, instalado en Mexicali

e) Observaciones

e.1) Sólo es recomendable cuando no hay otro tipo de energía.

e.2) Puede funcionar un sistema comercial instalando celdas fotovoltaicas; pero su costo es elevado. Figuras 4.26 y 4.27.

Otra aplicación del enfriamiento y refrigeración solar se tiene en la conservación de cosechas y vegetales. Se podrán conseguir ahorros considerables enfriando moderadamente las cosechas de vegetales como tomates y papas, aumentando la temporada de consumo de los mismos. Se deben realizar investigaciones intensivas para conseguir equipos baratos capaces de producir un enfriamiento de este tipo en depósitos para vegetales parcialmente enterrados. Se podrán utilizar colectores planos fijos en vez de colectores focales móviles y la mano de obra sería más barata en ciertas áreas, que la utilización de máquinas automáticas que requieren grandes inversiones de capital. El mantenimiento de los refrigeradores solares es un problema desafiante en las áreas remotas en donde no existe electricidad.

Un ejemplo típico del aprovechamiento del aire frío lo tenemos en la fresquera, cuyas características se mencionan a continuación.

Es un compartimiento inmediato al exterior, orientado al norte y que aprovecha la circulación natural de aire frío para conservar alimentos que necesitan de ligera refrigeración

a) Rendimiento. Se pueden conservar cierto tiempo los siguientes alimentos:

Huevo: 7 días

Queso: 5 días

Mantequilla y crema: dos días

Leche: un día

b).- Ventajas

b.1).- Disminuye el consumo eléctrico al disminuir la carga de refrigeración.

b.2).- Permite tener un refrigerador de menor capacidad

c).- Desventajas

c.1).- No evita el uso del refrigerador

c.2).- Reduce el tiempo de conservación

c.3).- Requiere de mantenimiento (mínimo). Figura 4.28.

Como se ha dicho, el diseño arquitectónico y la selección de los materiales pueden hacer mucho para ayudar al confort de una vivienda, como lo son: colocar más ventanas en la fachada norte y la utilización de grandes voladizos para sombrear las ventanas en verano; pero nunca en invierno, cuando se desea calor solar. La selectividad a las radiaciones es tan importante para calentar como para enfriar, lo mismo sucede con el aislamiento térmico.

IV.5.2) CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA PLUVIAL.

La recolección de agua pluvial es necesaria en las áreas donde el bombeo no alcanza a subirla; utilizándola se obtienen grandes economías, el agua existente sería de mejor calidad y además no se traería a la Ciudad de México aguas de otras cuencas a grandes costos.

El sistema para captar y almacenar agua de lluvia consta de un techo de teja que es el principal captador que vierte el agua a un canalón que mediante la tubería de PVC vierte el agua en el sistema del filtrado para que de ahí pase a la cisterna; de ésta se bombea el agua al tanque para pasar a distribuirla por gravedad a la red de alimentación. Figura 4.29.

La capacidad de almacenamiento de la cisterna debe ser suficiente para tener agua durante los meses que no puede ser autosuficiente sólo con la lluvia. Se considera que con una capacidad de 50 m³ es suficiente para una familia de cinco miembros.

El mantenimiento de este sistema implica que el canalón de lámina galvanizada se deberá limpiar y pintar interior y exteriormente cada seis meses mínimo; además, cada año después del primer mes de lluvia, en abril, deberán limpiarse los filtros, sacando las gravas y el tezontle para también lavarlos. La cisterna deberá vaciarse y limpiarse cuidadosamente para almacenar lluvia.

En las zonas donde la lluvia sea lo suficientemente limpia, o sea no esté contaminada por humos, gases o partículas en suspensión, se podrá potabilizar para consumo humano, agregando cada 15 días, 10 gotas de "Actium" por cada m³ de agua almacenada. Antes de consumirla, el agua deberá hervirse 10 minutos mínimo; midiéndose éstos a partir de que empiece a hervir.

Actualmente en la República Mexicana la situación del suministro del agua potable presenta distintas características, dada la distribución poblacional, la presencia del agua y la actividad económica.

En el altiplano entre las latitudes 18 grados y 22 grados se concentra el 60% de la población y el 80% de las actividades industriales. Estas cifras hablan por sí solas y explican el problema de la escasez, de ahí la importancia de buscar sistemas que permitan aprovechar el agua de lluvia. A continuación se describen brevemente algunos sistemas para este fin.

SISTEMA DE CAPTACION PLUVIAL EN UN CONJUNTO DE EDIFICIOS.

Con base en la figura 4.30 se observa que es importante calcular correctamente el tamaño del tinaco de agua pluvial con el fin de satisfacer la demanda requerida.

El tamaño del tanque de almacenamiento pluvial dependerá de:

- 1) La cantidad de lluvia que cae en el lugar.
- 2) La superficie que va a captar esa lluvia, o sea techos o suelos que van a servir de captadores para alimentar esa cisterna. En la figura 4.31 se muestra una gráfica, correspondiente a una zona específica con una cierta precipitación pluvial anual, en la cual se puede cuantificar el número de metros cuadrados necesarios para poder recolectar un determinado volumen de agua de lluvia; es evidente que estas curvas variarán de región en región, dependiendo de la precipitación anual de la zona, y por lo tanto en algunas de ellas se necesitarán más metros cuadrados para recolectar cierta cantidad de agua.
- 3) Las pérdidas de la captación por evaporación y filtración; se considera un 80% de aprovechamiento pluvial del total de la precipitación y un 20% de pérdidas
- 4) Considerar el número de personas y su demanda de agua según sea la cisterna a considerar, ver tabla IV.5.

Ejemplo : una familia promedio de 5 miembros consumen 100 l por día cada uno durante la mitad del año, o sea: 180 días no llueve; entonces tenemos que: 180 días x 5 personas x 100 l/día es igual a 90 000 l, que es igual a 90 m³, por lo que se requiere un tanque de 5 x 9 x 2 m de altura.

Si el régimen pluviométrico es de 70 mm y tenemos en superficie de captación de 150 m², tenemos:

$$70\text{mm} \times 150 \text{ m}^2 \times 80\% = 0.07 \times 150 \times 80 = 84000 \text{ l} = 84 \text{ m}^3.$$

En conclusión: la cisterna o tanque de 84 m³ tiene la capacidad para surtir los 90 m³ en tiempos de secas, dado que la lluvia no cae todo de golpe, si no a lo largo de los seis meses que corresponden a la lluvia.

CISTERNAS.

Para casas unifamiliares y multifamiliares, se recomienda utilizar toda la superficie de cimentación posible como tanque de almacenamiento de agua ya sea de lluvia o la red municipal. Ver figura 4.32

Almacenando así el agua debajo de la casa, es fácil guardar la cantidad necesaria para una familia de 5 miembros; con una dotación de 100 litros por persona y por día durante seis meses, solo será necesario hacer un poco más profundos los cimientos y desde luego construir una losa más que será la tapa de la cisterna y el piso de la casa. De esta manera también es posible tener un sistema de refrigeración natural haciendo pasar tubos de entrada de aire a la casa a través de la cisterna. Figura 4.33.

Dentro de las características más importantes de este sistema, se pueden citar las siguientes:

a) Rendimiento. Se necesita construir una cisterna con una capacidad aproximada 80000 lt. para satisfacer las necesidades de una familia durante 1 año en la Ciudad de México.

b) Ventajas

b.1) No depende de la cada vez más ineficiente red pública

b.2) Se aprovecha toda el agua de lluvia sin desperdiciarse

b.3) El agua almacenada puede utilizarse en acuacultura

c) Desventajas

c.1) El costo inicial es muy elevado

c.2) Por lo general, el agua se almacena en la parte inferior de la vivienda y es necesario bombearla para su aprovechamiento de la misma

c.3) Se debe dar mantenimiento tanto a la bomba como a la cisterna.

d) Costo. Depende de los materiales y del lugar donde se construya, aunque un costo aproximado es de \$ 6000 (dato enero 1989).

e) Observaciones

e.1) Considerando el costo del agua en la red pública, no parece una inversión atractiva para la ciudad; más bien está encaminado a las áreas rurales.

e.2) Para abatir el costo constructivo, se puede emplear el ferrocemento como alternativa. Ver figura 4.34

PURIFICACION DEL AGUA.

El agua va adquiriendo impurezas a su paso por la atmósfera (al llover), como es el caso de la lluvia ácida en la Cd. de México, agua que incluso puede llegar a ser venenosa, como lo son los siguientes componentes: dióxido de azufre, sales de cobre, de zinc, mercurio, y plomo; arsénico, hierro, sulfuro de sodio, cromatos y decromatos, etc.

Otras impurezas se adquieren al paso del agua sobre la superficie de la tierra o a través de pozos. La polución y contaminación están asociadas con el hombre en particular con el uso de agua en la vivienda y la industria, que retorna su agua de desecho a los causes naturales de ríos y lagos sin previo tratamiento anticontaminante. La gran mayoría de los metales pesados como lo son plomo, cobre, zinc, etc., contenidos en el agua, proviene de la corrosión de las tuberías.

La calidad del agua provenientes de fuentes superficiales o subterráneas en estado natural, generalmente es aceptable para todo uso; aunque de cualquier manera debe desinfectarse. Otras aguas contienen sustancias que deben retirarse o reducirse a límites admisibles o bien destruirlo o alternarse en sus características antes de ser consumidas. El Municipio o autoridad debe suministrar agua de acuerdo a las normas mínimas aceptables para su calidad, debiendo cumplir los sigs. puntos :

1) Higiénicamente segura.

2) Estéticamente atractiva, cristalina y de buen gusto y sabor.

3) Económicamente satisfactoria para los usos a que se destinará

La mayor parte de los suministros de agua de consumo doméstico, se cloran para asegurar su desinfección. También se agrega cal u otros productos químicos para reducir la corrosión del agua hacia el hierro y otros metales y así conservar la calidad del agua durante la distribución y al mismo tiempo asegurar una vida más larga de las tuberías metálicas. Los olores y sabores se absorben en carbón activado o se eliminan con dosis excesivas de cloro, bióxido de cloro u otros métodos de tratamiento según sea el caso.

ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE.

Este almacenamiento debe ser tomando en cuenta las máximas precauciones, ya que el agua desinfectada puede contaminarse si no se tiene cuidado. Los cuidados a seguir son los siguientes:

- a).- deben usarse recipientes bien tapados para evitar que los insectos, polvo o cualquier sustancia u organismo penetre al interior.
- b).- Los recipientes deben limpiarse periódicamente (tinacos dos veces al año, jarrones o botellones una vez por semana) vaciándolos, lavándolos o enjuagándolos con agua clorada.
- c).- Deben usarse recipientes pequeños de cuello delgado para que el agua tenga el menor contacto con el exterior; se recomiendan recipientes a prueba de golpes.

Respecto a los líquidos a beber se pueden citar las siguientes recomendaciones:

- a) El hielo puede estar contaminado, por lo que los cubos de hielo deben prepararse con mucho cuidado con agua tratada para garantizar su pureza; si el hielo no es puro, éste debe usarse externamente para enfriar los recipientes y no para beber.
- b) El agua embotellada y los refrescos gaseosos no necesariamente están puros. El bióxido de los refrescos inhibe bacterias tanto benéficas como patógenas, por lo que no son de lo más adecuadas para la salud.

CÓMO SABER SI EL AGUA ESTÁ CONTAMINADA

- a) Por su color. Si el agua está café quiere decir que está sucia y puede estar mezclada con aguas negras. Hay que poner el agua en un recipiente de vidrio y esperar una hora a que se asienten las impurezas; si éstas se asientan, poner el agua clara sin remover los asientos en un recipiente limpio y hervirla 20 minutos o tratarla con productos químicos. Si el agua está amarilla, puede tener contaminates químicos, no debe tomarse. Si el agua está verde, significa que está contaminada con aguas negras.
- b) Por su olor. Si el agua tiene mal olor, no debe ingerirse, pues puede estar contaminada.
- c) Por su sabor. Si el agua tiene mal sabor, no se ingiera.

PROGRAMA DE AHORRO DE AGUA

Este programa debe incluir un conjunto de acciones que disminuya su consumo y la preserve para el futuro. No debe estar orientada exclusivamente a los usuarios que difícilmente valoran o justifican las deficiencias cuando se les explica las magnitudes y dificultades de las obras que deben realizarse.

La Ciudad de México concentra alrededor del 20% de la población, la cual se duplicó en los últimos 15 años y es predecible que lo vuelva a duplicar en los últimos 15 años. Más de la mitad de su superficie está ocupada por la mancha urbana, sin embargo no existe legislación alguna que obligue al aprovechamiento, captación o infiltración de la lluvia.

Si se aprovecha el agua pluvial en la zona metropolitana a razón de 730 mm/año durante 4 meses, generaríamos una recarga del acuífero subterráneo de 750 millones de metros cúbicos por año, algo así como el líquido necesario para 8 millones de personas a razón de 100 litros diarios por habitante. Si se recupera la calidad de las redes de distribución del agua potable, se obtendría 8 m³/s, casi el 20% del gasto total en la zona metropolitana.

Si en todas las casas de la Ciudad de México se colocaran dispositivos ahorradores, obtendríamos un ahorro del 50% del gasto del agua. Si se establecieran normas obligatorias para recuperar aguas de segundo uso, se obtendría un ahorro considerable.

No debe olvidarse que para abastecer la Ciudad de México se gastan 2500 megawatts/hora, que equivalen al 10% de la generación de electricidad en el país.

Por todo lo anterior es necesario adoptar medidas de racionalización del agua, y se apliquen tarifas reales y geométricamente ascendentes conforme al gasto de los usuarios.

Adicionalmente, se han desarrollado algunos sistemas simples para ahorrar este líquido, de entre los cuales podemos citar:

Ahorradores de agua para inodoro

Se colocan 5 ó 6 botellas de un litro dentro del tanque del inodoro y se llena sólo cuando se va a utilizar; el llenado es con el agua del lavabo y en ocasiones de la regadera. Se evitan las fugas en dicho tanque en la llave alimentador-flotador y en el obturador, al controlar el llenado del tanque mediante una llave de paso, auxiliada con un tubo transparente que indica el nivel interior del tanque. El sistema trabaja con agua jabonosa procedente del lavamanos (podrá también funcionar con agua directa de la red mediante la llave de paso), eliminándose el cespel del mismo y ahorrándose hasta 90 litros de agua por persona. Figuras 4.35 y 4.36.

a) Rendimiento

e) El consumo del inodoro se reduce en un 50%

b) Ventajas

b.1) Disminuye el consumo de agua

b.2) Se evitan las fugas de agua

c) Desventajas

c.1) Es necesario un conocimiento previo para su aprovechamiento

c.2) Es necesario subir varios escalones para acceder a la regadera cuando se desea aprovechar el agua

d) Observaciones

d.1) Constantemente se está revisando el sistema para su mejor aprovechamiento.

Ahorrradores de agua para llaves y regaderas.

Son dispositivos que se instalan a la salida de las llaves o en lugar de la regadera y reducen el gasto de agua

a) Rendimiento . Según los fabricantes, el consumo se reduce en un 60% en el sistema Amanda y el 90% en el sistema acuatizador

b) Ventajas

b.1) Reduce el gasto del agua

b.2) Al utilizar menos agua caliente, disminuye el consumo de gas

c) Desventajas

c.1) En los fregaderos el agua salpica mucho

c.2) En regaderas el sistema acuatizador no produce la suficiente cantidad de agua para un baño confortable.

d) Costo. La regadera Amanda costaba \$ 3,500.00 en 1989.

e) Observaciones

En el sistema Amanda el chorro de agua se parece al de una regadera normal; mucha gente no se acostumbra. Ver figura 4.37.

IV.5.3) APROVECHAMIENTO DE AGUAS JABONOSAS O GRISES

El reciclaje de estas aguas, que vienen de la red de primer uso, utilizada en regadera, lavamanos y en algunos casos del lavatrastos siempre y cuando no se utilice detergente, consiste en devolverle al agua su potabilidad. Los muebles mencionados anteriormente deberán estar conectados a un drenaje independiente separado del de las aguas negras. El drenaje de las azoteas (pluvial) puede conectarse al de las jabonosas o grises para su tratamiento y recirculación.

El tratamiento consiste en filtración, decantación, oxigenación, clarificación y desinfección, para ser bombeadas a un tanque elevado y utilizarlas en los inodoros y en el riego de áreas verdes en conjuntos habitacionales. Ver figuras 4.38, 4.39 y 4.40.

La comunidad debe colaborar indiscutiblemente para que este sistema de tratamiento funcione adecuadamente, puesto que si vierten por la regadera o el lavamanos detergentes, aceites, solventes, se lavan pañales o estos dos muebles sanitarios se lavan con productos detergentes químicos, la planta de tratamiento no puede filtrar y eliminar su agresividad.

Para su mantenimiento, el sistema requiere de aseo periódico de los filtros, lavando las arenas y la cisterna, cuidando la coloración y el cloro en los goteros, cambiando el cartucho del filtro y manteniendo las bombas en perfecto estado, puesto que una falla ocasionaría la paralización de los muebles sanitarios.

La aportación de esta agua, representa un desalojo diario de 30 a 45 litros diarios por persona por día, considerando únicamente el agua utilizada en lavamanos y regadera, siempre y cuando no contengan detergentes, sustancias químicas o materias fecales; para así someterla a un proceso de filtrado sencillo y reutilizarla en donde no se requiere un alto grado de pureza como el sanitario y el riego de áreas verdes.

Si calculamos la aportación del agua jabonosa tomando un desalojo diario por persona de 100 litros, tendremos una aportación del 50% del consumo diario de agua potable, considerando una dotación diaria de 200 litros por persona.

Aún se realizan investigaciones y estudios en relación al tratamiento y reuso de agua y a los efectos en la salud, e impacto en el ambiente por el uso de aguas residuales tratadas. Al obtener los resultados de estos estudios se tendrán los elementos de juicio para establecer los requisitos de confiabilidad que deben satisfacer los diversos sistemas de reuso y conocer los niveles de riesgo en cada caso.

Es inevitable el tratamiento y reuso de aguas residuales como posible fuente alterna al abastecimiento de agua para su consumo en el área metropolitana, aunque se requiere legislar, y aplicar la reglamentación resultante, sobre características de las aguas residuales que se viertan al alcantarillado, a efecto de facilitar su tratamiento.

Es necesario desarrollar la tecnología adecuada para el tratamiento primario, secundario y terciario de las aguas residuales a efecto de ampliar el ámbito de su utilización; esta tecnología deberá buscar el uso de materiales y equipos nacionales reduciendo la dependencia tecnológica del extranjero; deben promoverse, donde sea factible, el reuso propio de las aguas residuales, así como el reuso doméstico y en servicios de las aguas residuales correspondientes.

Como ejemplos de sistemas para el aprovechamiento de las aguas jabonosas tenemos:

FILTRO DE AGUAS JABONOSAS O GRISES

Este filtro está formado por un depósito en donde el agua pasa por varios procesos de limpieza como lo son: trampas de nata, filtros de grava gruesa y fina, rebosadero y un depósito para su posterior utilización en riego, lavado de patios, automóviles, etc. Figura 4.41

SISTEMA INDEPENDIENTE POR EDIFICIO O GRUPO DE EDIFICIOS

Este sistema independiente puede instalarse por cada edificio o grupo de ellos. Técnicamente en lo que a filtración se refiere, es igual que los sistemas centrales; la diferencia está en la capacidad de la cisterna que puede ser desde seis metros cúbicos por cada 20 viviendas.

En resumen, para poder hacer uso de plantas de tratamiento de aguas jabonosas o grises para su recirculación es necesario que se tomen las siguientes medidas:

- a) Separar las redes de drenaje de aguas negras, mismas por las que drenan las aguas jabonosas
- b) Construcción de la planta de tratamiento de aguas jabonosas, lo cual adquiere un alto costo inicial, por la obra civil que esto implica y por la cantidad de equipo de bombeo y filtrante que se requiere para su adecuado funcionamiento.
- c) Modificación al diseño de los edificios o casas; para la colocación de tanques de distribución de aguas grises, en las azoteas, para su distribución por gravedad a las correspondientes redes de alimentación de los inodoros.
- d) El establecimiento de una dependencia total, tanto del sistema del filtrado, como del de bombeo, así como de los químicos que continúan y necesariamente deben aplicarse a estas plantas.

El reuso de agua mediante plantas de tratamiento ofrece aún inconvenientes, en cuanto que a la fecha no existe reglamento sobre la calidad que deben alcanzar las aguas renovadas según el uso a considerar. Deben establecerse las normas sanitarias de calidad de los diversos tipos de aguas residuales tratadas, en función de su uso potencial, además de establecerse un sistema de tarifas adecuadas para el uso de estas aguas. ver figura 4.42.

IV.5.4) APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA

En algunas partes del área metropolitana la basura es incinerada, siendo el proceso complejo pues no es nada más la simple acción de prender fuego a una masa de basura en un área a cielo abierto. La mayor parte de los desperdicios contienen una gran riqueza en materias primas que pueden volver a utilizarse para elaborar nuevos productos, siendo

las alternativas de reciclaje de muchas clases. La gente arroja muchas cosas a la basura, ¿cuál sería la manera más eficaz de reducir al mínimo dichos desperdicios?. Es indudable que existiría menor escoria si se tiraran menos desperdicios; en general, con el reciclaje, además de conservar los recursos materiales, se ahorra combustible, por ejemplo, se emplea más o menos el doble de energía para fabricar acero y papel de las fuentes naturales que de los desechos.

En muchos casos, en las operaciones de reciclaje se provoca menos contaminación que en los procesos originales. Se liberan grandes cantidades de contaminantes cuando se fabrica el papel con la pulpa de madera o cuando se refina el metal a partir de la mezcla. Sin embargo, no todos los objetos son susceptibles de reparación o de nuevo uso. Un neumático por ejemplo, sólo puede vulcanizarse dos veces sin exceder los límites de seguridad. Los periódicos viejos y la carne descompuesta carecen de utilidad para la mayoría de la gente. Cuando un objeto no puede utilizarse en la condición en que se encuentra, se le debe destruir y tratar de alguna manera, para extraerle sus materias primas aprovechables. Por ejemplo, los neumáticos gastados se pueden cortar en pedazos y convertirse en materias primas como caucho crudo; los periódicos viejos pueden convertirse en pulpa y en papel; los alimentos descompuestos pueden derretirse y convertirse en sebo y alimento para animales.

En el mejor de los casos, los procedimientos de reciclaje conservan tanto la energía como los materiales, aunque no todos los objetos se pueden reciclar eficazmente, por consiguiente, a pesar de los cálculos teóricos, las operaciones de reciclaje pierden eficacia si el desperdicio se esparce.

Resulta fácil concebir un orden de sucesión ideal en el que los objetos duraderos se utilizan durante mucho tiempo, se reparan para prolongar su vida útil y finalmente se desmontan sus elementos constitutivos para volver a utilizarlos en materias primas, aunque sin duda, algunos materiales se descartan del ciclo, pues su volumen será muy reducido, y ningún plan de esta clase ha funcionado eficazmente en la sociedad moderna, porque intervienen determinados factores sociales y económicos complejos que lo impiden.

RECICLAJE, TECNICAS Y TECNOLOGIA

Muchos desperdicios municipales, industriales y agrícolas no pueden ni volver a usarse ni repararse y, por consiguiente, han de ser reducidas a materias primas aptas para un nuevo artículo. Para esta clase de recirculación se dispone de diversas técnicas, como se enumeran a continuación:

A) Fundición. Muchos materiales, como los metales, vidrio y algunos plásticos, pueden fundirse, purificarse y volver a vaciarse o modelarse.

B) Revulcanización. El caucho es un material plástico que no puede en absoluto calentarse ni remodelarse. El caucho bruto es viscoso y amorfo y reacciona con azufre para ligar entre sí a las moléculas de caucho en forma cohesiva. Los artículos de caucho gastado pueden desmenuzarse, someterse a desintegración química y volverse a unir en un proceso llamado revulcanización, el cual es un proceso en el que se calienta el caucho bruto con azufre o compuestos de azufre, para hacerlo más fuerte y durable. El caucho reciclado que se manufactura en esta forma carece de la resistencia y la elasticidad del hecho a partir de materia virgen; por consiguiente, para determinadas aplicaciones sólo sirve si es mezclado con fibras más duraderas.

C) Reducción a pulpa y conversión en papel.

Todo material que contenga fibra de celulosa natural (madera, trapos, papel, caña de azúcar, etc), puede machacarse, reducirse a pulpa y convertirse en fibra útil. El paso consiste en la recuperación de fibra para mezclar tres partes de papel de desecho con una parte de agua en una máquina de reducción hidráulica. El material de desecho es agitado y batido con un movimiento similar a un batidor de huevos hasta que se forma una suspensión. Si se reduce a pulpa el papel procedente de fuentes municipales y se le añaden sustancias químicas que eliminan la tinta; una vez hecho esto, la suspensión se tamiza para eliminar los objetos grandes que pudieran haber contaminado la masa original y luego se hace rodar a través de exprimidores para quitar el agua y la tinta disuelta. Las pequeñas impurezas se eliminan en un separador centrífugo y las fibras se convierten en papel mediante los procedimientos normales.

A medida que el agotamiento de las tierras de bosques se agraven, las fibras procedentes de desperdicios agrícolas se irán haciendo más atractivas. Cuando se extrae azúcar de la caña los tallos fibrosos restantes o bagazo se pueden transformar en papel. Dicho bagazo produce un considerable desecho sólido que podría convertirse fácilmente en un recurso valioso.

D) Conversión en abono.

El reciclaje de materia orgánica por los organismos desintegradores produce mantillo, también conocido como humus. La conversión en abono es la biodegradación acelerada y controlada de materia orgánica húmeda que se transforma en un producto parecido al mantillo, susceptible de ser utilizado como fertilizante o acondicionador del suelo. Casi toda materia vegetal o animal (residuos de alimentos, paja, aserrín, hojas, hierba, etc) constituyen una base excelente para la conversión en abono. Los organismos esenciales para esta conversión necesitan no solo celulosa de almidón, sino también nitrógeno, fósforo, potasio y microelementos. Así pues, la paja, los periódicos y el aserrín que constan fundamentalmente de compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno; no se convierten bien en abono, por lo que se deben mezclar con sustancias químicas complementarias. El estiércol es una fuente excelente de nutrientes para el abono; pero algunos materiales tan distintos como las cáscaras de piñón o la sangre seca pueden reemplazarlo perfectamente.

A continuación se citan algunos sistemas que aprovechan la biomasa y que pueden aplicarse en la zona metropolitana.

I) Sanitario seco (basón). Es un sanitario que recibe los desechos humanos y los desperdicios orgánicos en general y después de un tiempo de proceso, los convierte en abono.

a) Rendimiento. Como el depósito es muy grande, cubre las necesidades de una familia.

b) Ventajas

b.1) Es una buena solución para el problema de todos los desechos orgánicos.

b.2) No es necesario separar la orina, funciona formando un "todo de manera general".

b.3) Funciona sin adicionarle agua.

b.4) Su construcción es a base de materiales convencionales.

b.5) Produce abono constante a partir de los dos años.

b.6) Es económico.

c) Desventajas.

c.1) Requiere de un espacio mayor que el de un sanitario común .

c.2) Necesita de mantenimiento.

d) Costo aprox. \$6000.00

e) Observaciones: Dadas sus características, se recomienda en áreas rurales. Figuras 4.43 y 4.44.

II) Deico-Mac. Consiste en un tanque de poliestireno con un agitador y con un agente degradador de la materia depositada directamente (los desechos humanos) y de la cual sólo queda, una vez que entra en acción el agente, materia líquida.

a) Rendimiento.

Los tanques pueden satisfacer demandas de 10 a 80 agentes de 40 a 320 usos.

b) Ventajas.

b.1) No requiere agua adicional.

b.2) No requiere infraestructuras.

b.3) No requiere vaciarlo periódicamente.

b.4) No produce olores.

c) Desventajas .

c.1) Costo inicial elevado.

c.2) Se debe mover el agitador cada determinado tiempo.

d) Costo.

d.1) Modelo para 10 personas ó 40 usos en \$1,700.00 (abril 1989).

d.2) Modelo para 80 personas ó 320 usos \$ 4,500.00 (abril 1989).

e) Observaciones.

Su acción constante y con sólo un desecho de 1.2 litros por habitante/día, lo convierten actualmente en uno de los sistemas más eficaces. Figura 4.45

III) Sirdo húmedo

Sistema de drenaje en donde se combinan las aguas negras con la basura doméstica orgánica y por medio de un proceso de descomposición biológica a través del calor generado por energía solar, se produce fertilizante. Las aguas grises se separan de las negras y pasan a través de un filtro de grava y arena y se reusan para riego de hortalizas.

a) Rendimiento: 24 familias producen en 1.5 años una tonelada de fertilizante.

b) Ventajas

- b.1) Se aprovecha parte de la basura
- b.2) No se desperdicia el agua
- b.3) Se puede vender el abono y obtener utilidades
- b.4) Disminuye el riesgo de contaminación ambiental
- b.5) No hay que hacer modificaciones al sanitario

c) Desventajas

- c.1) Es necesario planear una organización y mantenerla en la comunidad.
- c.2) Se deben separar las aguas grises de las negras
- c.3) Requiere de infraestructura
- c.4) Alto costo inicial
- c.5) Requiere alto mantenimiento (tomarlo en cuenta al decidir su aplicación)
- c.6) Ocupa mucho espacio

d) Costo

d.1) En 1982 un sirdo para 84 personas costaba \$ 2.500.00 sin considerar la mano de obra que la puso la comunidad. Figura 4.46.

IV) Sirdo seco. Consiste en una letrina de fibra de vidrio, con dos compartimientos de uso alternado donde se depositan los desechos orgánicos y mediante la acción solar, después de un determinado tiempo, se convierte en abono.

a) Rendimiento. Es el mismo servicio que el de un inodoro común

b) Ventajas

- b.1) No necesita adicionar agua
- b.2) Aprovecha todos los desechos orgánicos
- b.3) No requiere infraestructura
- b.4) Es de instalación rápida
- b.5) Produce abono

c.) Desventajas

- c.1) Alto costo inicial
 - c.2) Ocupa mucho espacio
 - c.3) Se debe mantener siempre cerrado
 - c.4) Requiere de mantenimiento constante
 - c.5) Debe permanecer al exterior para aprovechar el sol
 - c.6) Se deben remover los desechos diariamente
 - c.7) Puede producir parásitos y atraer moscas
- d) Costo. En 1986 era de \$ 160.00. Figura 4.47.

V) Letrina Vietnamita (versión mexicana)

Consiste en dos depósitos, los cuales reciben los desechos humanos alternadamente. La orina se separa desde un principio y después de algún tiempo produce abono.

a) Rendimiento

Cada depósito tiene una duración de 3 a 6 meses

b) Ventajas

b.1) Ocupa poco espacio comparado con otras letrinas secas

b.2) Su construcción es muy sencilla

b.3) No necesita ventilación

b.4) No produce olores

b.5) Produce abono

c) Desventajas

c.1) Ocupa un espacio mayor que el de un inodoro común

c.2) Requiere de mantenimiento

c.3) Requiere de determinadas instrucciones para su uso

c.4) Debe evitarse la entrada de líquidos

d.) Observaciones

d.1) Por sus características, es una alternativa para resolver el problema del desalojo y aprovechamiento de los desechos humanos

d.2) Se recomienda que su uso sea familiar y no colectivo.

Ver figuras 4.48 y 4.49.

E) Derretimiento.

Este proceso consiste en cocer desechos animales como la grasa, huesos, plumas y sangre para obtener un producto graso llamado cebo, que es una materia prima del jabón, así como otro producto no graso que tiene un alto contenido de proteínas y puede complementar a su vez el alimento para animales. Dicha materia prima proviene de gran diversidad de procedencias como lo son granjas, mataderos, carnicerías, plantas elaboradoras de productos pesqueros, avícolas, enlatadoras, etc. Sin la presencia de plantas de derretimiento, todos estos desechos impondrían una pesada carga a las plantas de tratamiento de aguas negras; añadiendo además contaminantes a los ríos y lagos, alimentando a su vez organismos patógenos. En las plantas de derretimiento, los materiales de desecho son esterilizados y convertidos en productos útiles tales como cebo, alimentos para pollo etc. Sólo hay un inconveniente: el proceso de cocción produce olores fuertes los cuales pueden controlarse por métodos como la incineración, etc. La comunidad situada cerca de una planta de procesamiento de desperdicios animales quizá piense que las desventajas sobrepasan las ventajas; pero este es un juicio somero, como sucede en muchas ocasiones el costo del mejoramiento ambiental no afecta a todos por igual.

Antaño el tratamiento de material de desperdicio era considerado un oficio repulsivo, que se caracterizaba por despedir olores hediondos, pestilentes y repulsivos. Generalmente esta industria se relacionaba con la descomposición de la materia animal; por ello se centraba en los animales muertos, en los productos obtenidos de ellos como lo son gomas, fertilizantes, pieles, etc., así como la eliminación de los desperdicios humanos y los cadáveres, las fábricas de jabón y de pegamentos, los mataderos, las plantas de procesamiento de desperdicios animales y las curtiderías; en la actualidad todas estas se pueden clasificar en operaciones de reciclaje.

F) Fermentación.

Las levaduras se pueden cultivar en una mezcla de azúcares derivados de desperdicios agrícolas y de esta manera, materiales como la paja, el aserrín, la lactosa del maíz, e incluso basura procesada pueden ser convertidas en alimento. Además, es posible obtener gas metano a partir de la conversión anaerobia del abono o del cultivo de levaduras.

Uno de los sistemas más comunes para aprovechar la fermentación es el llamado **digestor**, el cual consiste en un tanque cerrado en el que se deposita estiércol, basura orgánica, y agua, obteniéndose después de un determinado tiempo gas metano y fertilizante, siendo sus características las siguientes:

a) Rendimiento

Por cada kilogramo de estiércol seco se obtiene 0.23 m³ de gas

b) Ventajas

b.1) Son aprovechados tanto el estiércol como los desechos orgánicos

b.2) La fuente de energía es constante

c) Desventajas

c.1) Es un sistema complicado

c.2) Produce un olor desagradable

c.3) Costo inicial alto

c.4) Requiere de mantenimiento

d) Costo

Una pequeña planta que funciona en Sta Barbara, California tuvo un costo aproximado de 200 dolares en 1981

e) Observaciones

e.1) El digestor se puede alimentar diaria o quincenalmente

e.2) Los desechos humanos no son suficientes para hacer funcionar el sistema

e.3) Sólo es recomendable cuando no existe otro tipo de energía

e.4) Cuando no hay sol suficiente, deberán usarse calentadores solares

e.5) Para conservar el calor, deberá enterrarse el digestor.

Ver figura 4.50.

G) Destilación destructiva (pirólisis)

Este es un proceso mediante el cual un material es descompuesto por calentamiento en ausencia de aire, a unos 1650°C. Si una sustancia como el caucho o el material plástico, integrada por moléculas orgánicas, es pirolizada, las moléculas se fragmentan y vuelven a reaccionar y a fragmentarse tantas veces hasta alcanzar el equilibrio. Esta mezcla en equilibrio contiene gran cantidad de compuestos químicos útiles. De una tonelada de desperdicios se obtienen: de 70 a 100 kg de residuos de carbón, de 1 a 20 litros de alquitrán y betún, de 6 a 8 litros de aceite para alumbrado, de 8 a 12 kg de sulfato de amonio, de 320 a 520 litros de líquido y de 2 a 3 m³ de gas. Esta técnica de pirólisis consiste fundamentalmente en un sistema cerrado, de modo que no descarga contaminantes al medio ambiente.

H) Recuperación industrial.

Este tipo de recuperación abarca una gran diversidad de procesos en los que vuelven a utilizarse desperdicios industriales, como lo son la fabricación de ladrillo con ceniza muy fina de desperdicio; del neumático se pueden hacer topes de puertas, topes de barco, guardagolpes, etc., o se puede desmenuzar y revulcanizar; del estiercol se puede preparar abono y fermentarlo para obtener metano, o bien, se puede convertir en aceite mediante tratamiento químico; el vidrio se puede desmenuzar y fundir para su manufactura o se puede desmenuzar y utilizar como agregado para materiales de construcción o como aditivo antiderrapante en las superficies de los caminos.

No existe una operación de un solo paso capaz de tratar una mezcla tan diversa como la de los desechos; es necesario separar los elementos distintos de una mezcla porque difieren en una u otra de sus propiedades físicas, como lo son: el tamaño, la sensibilidad magnética, el calor, el brillo, etc.

Ejemplo de este proceso es el relleno sanitario, en el que cada capa de basura es recubierta por una de tierra arcillosa o grava. En la práctica, la distinción entre relleno sanitario y tiradero al aire libre no siempre es muy estricta puesto que la tierra no es una barrera muy eficiente contra las ratas que escarban, las moscas que emergen de las larvas y los gases que se forman en la descomposición de los contaminantes que se disuelven en el agua, además de que existen aspectos en el relleno que representan pérdidas efectivas de suministros no renovables como lo son: metales y vidrio, papel, cartón, plásticos, etc. Por otro lado el carácter y composición de la tierra cambia y se producen daños y efectos ecológicos irreversibles.

J) Incineración

La combustión debe llevarse a cabo en un horno especial para evitar la contaminación. Las cenizas producto de la quema seguirán representando un problema para su eliminación, así como la cantidad de energía necesaria para la quema, y ésta puede obtenerse de los propios residuos si se les clasifica; pero al hacerlo, éstos adquieren un valor que no tenían antes. ¿Entonces para qué se les quema?. La desventaja de este proceso consiste en desperdiciar una gran cantidad de materias primas que constituyen los residuos sólidos. La incineración sólo se recomienda para el control sanitario en clínicas y hospitales, en virtud de que dicho control es autoquemable.

FUTURO DEL RECICLAJE.

En general, se dispone de la tecnología para el reciclaje de residuos sólidos; pero el ambiente social no es propicio a la aplicación inmediata a gran escala de estos métodos. Algunos de los factores que desalientan actualmente el reciclaje son:

- 1) la apatía de la gente para llevar los desperdicios al centro de reciclaje.
- 2) la escasez de dichos centros.
- 3) poca posibilidad de reciclaje en muchos productos manufacturados.
- 4) incentivos fiscales que favorecen más la extracción de materias y la tala de árboles que el reciclaje.
- 5) tarifas de flete que favorecen más la extracción mínima y el corte de madera que el reciclaje.
- 6) escaso financiamiento a la investigación al reciclaje de los productos de los árboles.
- 7) leyes de zonificación que discriminan en perjuicio del reciclaje.

El mundo no puede darse el lujo de reciclar un material hasta que el recurso esté al borde del agotamiento. Como se señaló con anterioridad, jamás llegará a realizarse un reciclaje perfecto, ya que un poco de materia se dispersará y eludirá cualquier sistema de recuperación, por lo que siempre se necesitará algún suministro de materias primas; nuestros recursos deben conservarse como hasta ahora, para asegurar suficientes minerales, fertilizantes y fibras a las generaciones futuras.

IV.5 SELECCION DE MATERIALES

Los materiales a considerar son fáciles de conseguir en el mercado y de uso diario, salvo en el caso de las celdas eléctricas solares, en cuyo caso se tendrá que recurrir a una asesoría técnica para su construcción.

A continuación se mencionan los materiales básicos que intervienen en la construcción de diversos sistemas para el aprovechamiento de las distintas energías disponibles.

- a) Producción de energía mediante energía solar: Se necesitan los paneles fotovoltaicos, un regulador, interruptor, batería y cable.

- b) Calefacción por medio de energía solar. Se necesitan concentradores de energía solar a base de láminas galvanizadas, cables, termostato, tanques o tinacos, bomba eléctrica, radiador o serpentín metálico, cancel de vidrio, silicón, acrílico y madera.
- c) Enfriamiento y refrigeración solar. Amoniaco, colector solar, cables eléctricos, termostato, panel fotovoltaico, bomba eléctrica, ventilador, condensador, válvula de expansión, silicón, madera, acrílico, cartón corrugado.
- d) Captación y almacenamiento de agua pluvial. Techo de teja, canalón de lámina galvanizado, tubería de PVC, arena fina y gruesa, grava, tezontle, varilla, cemento, impermeabilizantes, malla electrosoldada, bomba eléctrica, tabiques, madera.
- e) Purificación del agua. Considerar cloro, actium, carbón activado, recipientes de vidrio, tinacos.
- f) Ahorradores de agua en el sanitario. Botellas de vidrio de un lt cada uno.
- g) Ahorradores de agua para llaves y regaderas. Dispositivos que reducen el gasto.
- h) Para aprovechamiento de aguas jabonosas. Se necesita canalón de lámina galvanizada, tubo de PVC, arena gruesa y fina, grava tezontle, cloro, bomba eléctrica, tinacos, grava, cemento, varilla y malla electrosoldada.
- i) Para la fundición se necesitan metales, vidrio, plástico; para revulcanizar se necesitan llantas inservibles y azufre; para reducir a pulpa de papel es necesario contar con madera, trapo papel, caña de azúcar, etc.
- j) Para conseguir abono se necesitan desperdicios orgánicos, paja aserrín, hojas, hierba, etc., nitrógeno, fósforo, potasio, carbono, hidrógeno, oxígeno, cáscaras, sangre seca, desechos fecales humanos, tanque de poliestireno o fibra de vidrio, aguas negras, madera, lámina galvanizada, y de acrílico, cartón corrugado.
- k) Para producir materia prima para jabón se necesita grasa, huesos, plumas de aves, sangre.
- l) El gas metano y el fertilizante se puede producir de la mezcla de estiércol (desperdicios agrícolas), paja, aserrín, lactosa de maíz, basura y agua.
- m) Si se calienta a 1650 grados centígrados un material como el caucho o el plástico, se obtienen residuos de carbón, alquitrán, betún, aceite, sulfato de amonio líquido y gas metano.

Cabe hacer la aclaración que en los párrafos anteriores de esta sección se ha hecho sólo un listado de los materiales más comunes para la fabricación de algunos sistemas que pueden ser empleados en el área metropolitana para aprovechar distintos tipos de energía, así como algunas de las sustancias que se pueden obtener para su posterior empleo, pero no se ha descrito cómo tendrían que estar dispuestos estos elementos para la construcción de dichos sistemas.

Se ha preferido que el lector consulte tanto la explicación dada en la sección IV.4, así como las distintas figuras a que se hacen referencia en dicha sección de este trabajo, en aras de evitar la repetición y bajo el principio de que una imagen dice más que cien palabras.

IV.5 ASPECTOS ECONOMICOS

El esfuerzo conjunto para purificar el ambiente beneficia a todos por igual en muchos aspectos, aunque este es costoso. La invención, instalación y operación de los equipos de control requieren grandes sumas de dinero, aunque el costo debería compararse con los costos extremos de la contaminación en si mismo; pero es indudable que el control es más barato que la contaminación. Estudios sobre el efecto probable que tiene el control de la contaminación en la economía, da los siguientes resultados:

- a) Las empresas que se han mantenido sobre una base económica sólida, seguirán funcionando aún bajo normas estrictas de contaminación.
- b) El fracaso tiende hacia aquellas empresas que tienen una economía deficiente, la quiebra de determinada empresa causará grandes problemas financieros, además del desempleo.
- c) Controlando la contaminación y aumentando los precios de los artículos al consumidor, ocasionará que dichos artículos sean más caros que los de importación. En realidad es falso el pronóstico de que una compañía quebrará si se le aplican controles ambientales. En algunos casos dichos controles o sistemas pasan a formar parte del mejoramiento de los procesos de fabricación; en otros casos las instalaciones cambian al diseñar un nuevo modelo o incluso un nuevo producto menos contaminante.

Algunos factores tienden a hacer que la reducción de la contaminación parezca más cara de lo que es, los gastos de capital para el control de la contaminación pueden repartirse a menudo en un periodo de 20 años; pero para aprovechar las ventajas fiscales del impuesto sobre el ingreso, el Estado podría implementar un programa de incentivos fiscales que hiciera atractiva dicha idea.

Con frecuencia se piensa que los programas ambientales son causa importante de desempleo; no obstante, los análisis parecen señalar que tal vez aumentan y esto se debe a las inversiones generadas por las medidas de control de contaminación del agua y el aire. No solo se necesitan obreros para fabricar el equipo de control de la contaminación y para la construcción de plantas; sino que se necesitan mucho más para operar y conservar el equipo en un plazo mayor. Algunos estudios recomiendan la necesidad de contar con mano de obra especializada en el sistema de control de emanaciones de los automóviles.

Desde luego, si se implementara este programa, no se vislumbrarían cambios en las industrias particulares; algunas prosperarían, en especial las que ayudan a reducir la contaminación; algunas otras entrarían en recesión, por ejemplo, algunas compañías químicas cuyos desechos contaminan el aire y no pueden pagar el costo del equipo de control (esto ocasionaría el cierre de la misma, se tendría aire puro pero a cambio del desempleo).

Los procedimientos de toma de decisiones en el ámbito industrial a menudo influyen en la políticas referentes al control de la contaminación. En las normas que se limitan a prohibir o mantener a la contaminación en ciertos parámetros admisibles, no se toman en cuenta los problemas que se acarrearán a la comunidad o compañías particulares. Otro procedimiento, consiste en ofrecer estímulos económicos que concientizan a los causantes de la contaminación a no seguir dañando el medio ambiente. Se han propuesto dos tipos de incentivos económicos:

- a) Un subsidio para la depuración
- b) Un impuesto sobre los contaminantes.

Ambos podrían funcionar de la siguiente manera: determinada empresa declara que sus procedimientos normales de funcionamiento ocasionarán determinada cantidad de contaminantes, en cambio la contaminación se reduciría con la instalación de dispositivos anticontaminantes, entonces el gobierno bonificaría a dicha empresa, dependiendo directamente de dicha reducción; pero este sistema se prestaría a abusos. En efecto, en muchos casos resultaría fácil medir la cantidad total de contaminación, aunque se vea muy difícil apreciar la cantidad que se produciría si no se le hubiera controlado, siendo evidentes los riesgos de corrupción y soborno.

Otra alternativa sería el impuesto de contaminación o gravamen residual, esto es, que a cada contaminador se le carga una cantidad proporcional a la cantidad de contaminantes emitidos. Este método estimularía procesos de manufactura ecológicamente sanos, puesto que establecería sanciones económicas contra los procedimientos contaminantes. Algunos estudios revelan que este método es una alternativa para la mayoría de las empresas, puesto que haría que los costos de contaminación fueran absorbidos simultáneamente por todas ellas, siendo necesario establecer y aplicar normas para materiales peligrosos y tóxicos; aunque un impuesto de contaminación recae directamente sobre el consumidor o sea, que el pueblo pagaría para el control de la contaminación una proporción mayor de sus ingresos que la clase rica.

En teoría, los gravámenes sobre los contaminantes, brindan al contaminador una opción que es descargarlos y pagar una multa o eliminarlos en alguna otra forma, ya sea tratándolos, reciclándolos, almacenándolos o reduciéndolos a un grado mínimo. Si el gravamen es demasiado bajo, habrá poco incentivo económico para impedir el despilfarro y se seguirá contaminando el ambiente. La gente se burla y evade estos impuestos; pero si ellos se emplean adecuadamente y se dieran a conocer de antemano, sería factible que la industria introdujera cambios en la producción, destinados a combatir la contaminación. Pese a que la aplicación efectiva a los gravámenes residuales implicaría mayor atención y previsión, así como procedimientos apropiados de inspección, muchos la apoyarían por considerarla un medio general para lograr el control ambiental.

Una variante del impuesto de contaminación consiste en el restablecimiento de métodos para reducir el consumo y por consiguiente, indirectamente la producción; esta variante permitiría ofrecer a los individuos incentivos económicos, o bien, les impondría sanciones para estimular la reducción de contaminantes, el despilfarro y otras molestias ambientales. De esta manera, los gravámenes por concepto de contaminación, podrían recaudarse de los individuos, puesto que los precios de muchos artículos de consumo no reflejan apropiadamente el efecto que producen en la naturaleza.

En el lapso en que el precio del petróleo estuvo en ascenso en el mercado de 1973 a 1981 y ante el escaso descubrimiento de nuevas reservas petrolíferas, las más poderosas empresas desarrollaron proyectos de inversión astronómicas, contando con apoyo financiero del gobierno. Al presentarse la crisis internacional con la baja de los precios del crudo, se generan factores que desalientan directa o indirectamente a dichos proyectos de inversión, cuya finalidad contemplaron la obtención de fuentes alternas de energéticos.

Al registrarse pérdidas financieras ante la disminución de los precios del (crudo) petróleo, que limitaba la obtención de otras fuentes alternas, a niveles lucrativos, se cancelaron posibles fuentes de crédito y se detuvieron proyectos ante la imposibilidad de obtener un sustituto del petróleo. Se ha dicho que la tecnología energética solar, geotérmica, hidráulica, de viento y otras no convencionales, capturaron la imaginación de los inversionistas; pero al desplomarse la demanda energética, los precios bajos y los cambios políticos, originaron un desinterés en todo proyecto de energía renovable.

Las tasas de interés se incrementaron, con lo que los posibles proyectos de sustitución de energéticos convencionales que tendieron a ser más caros, provocaron un deterioro del mercado de la bolsa de valores, al ser preferidos por los ahorradores los papeles financieros de corto plazo, puesto que estos hoy en día pagan mayores tasas de interés.

Durante la década de los 70's, se consideró que sería relativamente fácil la utilización de la energía nuclear para la producción de la electricidad. En la actualidad, los costos de obtención de electricidad con base en dicha energía, tiende a ser cada vez mayor. En efecto, esto ha ocasionado una oposición por parte de los residentes en lugares cercanos a dichas instalaciones nucleares, exigiendo la adopción de diversas políticas, desde la toma de mayores medidas de seguridad para la prevención de accidentes, hasta la oposición total para su instalación en dichos lugares adyacentes.

Debe considerarse el riesgo que implica el contar con una economía que dependa tanto de los hidrocarburos, ya que la economía se vuelve muy vulnerable a los cambios del mercado, los cuales se agudizan en tiempos de crisis económica mundial.

A pesar de la actual situación económica que vive el país, las expectativas en cuanto a energía, se orientan a que las necesidades no disminuirán bruscamente; es posible predecir, que para los próximos años a pesar de la crisis, el crecimiento del sector energético será menor que en el pasado reciente; pero de ninguna manera tendrá tasas negativas.

TEMA 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las clases de incentivos económicos y de recursos legales no nos conducirá a un retorno repentino del medio ambiente a su estado puro anterior; más bien conducirá a una reducción de su grado de deterioro en algunas áreas, una mejora gradual en otras y ocasionalmente, a una mejora espectacular; sin embargo, no existe ninguna garantía de que pueda lograrse una purificación total del ambiente, algunos pesimistas sostienen que sólo con los procesos naturales o quizás de manera más exacta con las calamidades naturales que han surgido por el abuso ambiental, se invertirá la tendencia actual. Otros afirman que el medio ambiente sólo podrá mejorarse utilizando métodos que sacrifiquen los derechos y las libertades humanas. El modo más eficaz para controlar la sobrepoblación, consiste en evitar el nacimiento de nuevos seres mediante métodos anticonceptivos como la esterilización obligatoria después del segundo hijo o la vasectomía obligatoria a los 35 años, etc. Fácilmente vienen a la mente otras políticas severas pero efectivas. El aire estaría más puro si los dueños de las industrias fueran encarcelados por ejemplo y las calles estarían más limpias si se multara con la mitad del salario al infractor.

Entonces, ¿es el futuro del ser humano una opción desalentadora entre degradación ambiental, desastre natural y pérdida de la libertad individual?. Este punto de vista es extremadamente pesimista, pues no se toman en cuenta los profundos recursos de la voluntad humana para sobrevivir, el ingenio del hombre para descubrir nuevas alternativas que produzcan un mejoramiento en su condición. Un paso positivo consiste en comprender mejor las reacciones entre la humanidad y su medio ambiente. Los problemas que deben resolver los ecologistas consiste en analizar muchos sistemas complejos y es necesario apoyarse en varias disciplinas como los son: Biología, Química, Física, Ingeniería Medicina, Psicología, Sociología y Derecho, la lista podría alargarse y parecer un compendio de todo el conocimiento humano. Sin embargo, nuestro conocimiento en muchos aspectos es incompleto para los problemas que necesitamos resolver, que a menudo no concretamos y quedan sin solución total.

La existencia de las ciencias del ambiente se debe principalmente a que el hombre está cambiando el aspecto de nuestro planeta como nunca antes y quizá, lo más importante, a una velocidad sin precedente. El cambio siempre se ha producido aún sin la intervención del hombre. Los cambios en los ciclos de las estaciones o la destrucción de un bosque a causa de un incendio, son alteraciones ambientales que han ocurrido en todas las eras geológicas y que continuarán mientras exista nuestro planeta. Las formas de vida que han evolucionado, lo han hecho de un modo paralelo a dichos cambios naturales y en general, el deterioro del medio ambiente causado por esos desastres naturales, no producen perturbaciones importantes ni duraderas en la biosfera.

Sin embargo, al hablar de contaminación por plaguicidas o residuos radioactivos, persistentes del agotamiento de la capa de ozono de la atmósfera debido a los fluorocarburos, muy pronto nos referiremos a cambios que por primera vez afectan a la biosfera. Son cambios potencialmente desorganizadores, en parte, porque las formas vivas de la tierra no tienen un período limitado para adaptarse a ellas. El número de especies en peligro de extinción o ya desaparecidas como resultado directo de la actividad humana, es una prueba elocuente de qué infinidad de organismos han tenido que sucumbir. La biosfera cuenta con mecanismos para mantener estables sus condiciones atmosféricas idóneas, aunque el medio terrestre no es estático, muchos cambios se producen en un corto período, otros necesitan más tiempo como la variación climática. En la historia de la humanidad han existido cambios ambientales que aunque no extremos, como lo son la aparición de temperaturas polares, las cuales han sido tan radicales como para que la constitución genética de una especie careciera de los elementos necesarios para un cambio flexible que le asegurara la supervivencia, es innegable que los recursos naturales y culturales del hombre le conceden enorme flexibilidad complementaria y le han permitido extender su dominio sobre la Tierra.

La vida del hombre como especie ha sido relativamente corta en la escala del tiempo evolutivo y en este breve período sus logros abarcan algunas armas que amenazan su existencia. Esta capacidad de total autodestrucción lo distingue de los demás animales. Los tipos de cambio ambientales son muy amplios y operan en un período de tiempo tan corto, que nunca antes se habían presentado en la Tierra. Además, las posibilidades de que la adaptación se sirva de dos mecanismos es muy limitada. El potencial de adaptación es muy limitado, la preservación de un ambiente intacto es uno de los problemas de mayor importancia. Las razones del deterioro ambiental no son tanto resultado de la perversidad humana, sino de la ignorancia o fuertes intereses económicos. Algunas veces el sendero que conduce a la conservación del medio ambiente parece perjudicar los intereses económicos de determinado ambiente. La escasez y los costos elevados del petróleo y del gas natural empiezan a favorecer el empleo de otras fuentes de combustible fósil, lo cual complicará aún más el problema del control de la contaminación del aire o de las fuentes radioactivas que también presentan grandes problemas ambientales. Las perspectivas no son nada agradables ni optimistas si cada cuestión relativa a la conservación del ambiente degenera en una polémica entre los especialistas ambientales y los industriales, a los cuales les interesa tanto ver el aire puro y las ganancias respectivamente. Lo ideal sería, que todos vieran el ambiente como un recurso personal, cuya integridad es esencial para esta generación y para las posteriores.

Dentro de la alta proporción que del consumo de energía corresponde a los hidrocarburos, a la fecha casi todos los substitutos del petróleo - como energéticos - no pueden, individualmente o en conjunto, ser más eficientes que el crudo en lo que respecta a costos, precios y versatilidad entre otros aspectos.

No obstante la importancia y rentabilidad económica del petróleo como energético, su producción está enfrentando una serie de adversidades que en las primeras décadas del siglo XXI serán más complicadas. Ante la disminución de las reservas del crudo ligero, se tiende a explotar el pesado, cuya extracción y procesamiento requieren de técnicas más complejas y de recursos elevados. Al tender a agotarse dichas reservas, adquiere relevancia lo importante que significa el impulsar el desarrollo de fuentes alternas de energía; pues de lo contrario se tendrá un retroceso en la economía y no se tendrá la posibilidad de establecer un programa de la magnitud e importancia requerido y se continuará así, sujetos al desarrollo tecnológico que efectúen áreas más desarrolladas.

En los últimos años, los países desarrollados han reducido las investigaciones en fuentes alternas de energía a los hidrocarburos. Esto nos permitiría retomar algunas de estas investigaciones y dedicar, en sus etapas iniciales, un esfuerzo serio para evitar que cuando algunas de estas fuentes alternas resulten económicamente competitivas, nos encontremos a la saga de los países desarrollados.

De los resultados generados por la investigación en la búsqueda de fuentes de energía, se considera que alguno de ellos ya pueden ser puestos en práctica dentro de nuestra área metropolitana, lo cual redundaría en un ahorro importante de algunas de estas fuentes, de tal forma que para el área metropolitana se sugiere lo siguiente:

- 1) En la época de calor, o sea primavera-verano, se puede utilizar directamente la energía solar para calentamiento de agua, ya sea utilizando serpentines o depósitos metálicos colocados en la azotea, el jardín o en determinada área al aire libre, empleándola en uso personal o en labores domésticas, con una inversión mínima, evitando el uso del calentador de gas o eléctrico.
- 2) Se puede captar la energía solar y transformarla en energía eléctrica por medio de fotoceldas solares, como una alternativa donde no llegue el suministro eléctrico normal.
- 3) La captación de la energía solar por medio de calentadores o colectores solares, transformándola en electricidad, mediante celdas fotovoltaicas, produciendo calor o vapor para uso doméstico, ayudaría durante buena parte del año al ahorro de generación de electricidad por otros medios.
- 4) Para el enfriamiento y la refrigeración, el uso de la energía solar en época de primavera-verano, es una alternativa, evitando el uso tradicional del gasto de energía eléctrica.
- 5) Para la conservación de productos alimenticios que requieren un mínimo de refrigeración, en época de otoño-invierno, que es cuando desciende la temperatura, se puede utilizar la fresquera como una alternativa.
- 6) El agua pluvial puede captarse, almacenarse, tratarse y aprovecharse, tanto para uso doméstico e industrial, así como para recargar los mantos freáticos disminuyendo además la aceleración del hundimiento del suelo del área metropolitana.
- 7) El aprovechamiento de aguas grises o jabonosas para riego de áreas verdes, lavado de automóviles, patios, etc., aunado con el punto anterior, aliviaría la demanda actual de suministro y dotación de agua potable

8) Con la separación, selección y reciclaje de la basura, aprovechando la fundición, vulcanización, reducción y con la conversión en papel o en abono, de toda la basura y los desperdicios, aún quemándolos; se obtendría materia prima para la generación de nuevos productos.

9) Para el desalojo y aprovechamiento de los desechos humanos, la letrina vietnamita es una alternativa barata, dando por resultado abono para mejoramiento del suelo.

Una consideración final: debemos hacer una evaluación de nuestros valores culturales, haciendo un examen de conciencia en la que valoremos el uso, aprovechamiento y racionalización de los recursos energéticos actuales; transmitiendo a las generaciones futuras una nueva filosofía y cultura tanto del aprovechamiento de dichos recursos, como de las fuentes energéticas alternas disponibles, en la que se evite el desperdicio, el abuso y la generación de intereses que actualmente padece la humanidad. Debemos de considerar que dichos valores se obtienen primeramente a nivel familiar, y que lo que hoy sembramos, repercutirá, invariablemente, en las nuevas generaciones.

F I G U R A S

FIGURA 4.1

COMPORTAMIENTO RADIANTE DEL VIDRIO ORDINARIO Y DE LOS VIDRIOS ESPECIALES.

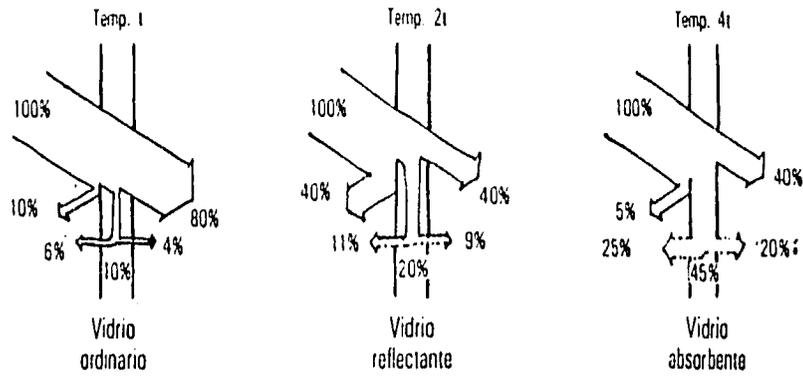


FIGURA 4.2

RESISTENCIA TERMICA TOTAL DE UN MURO

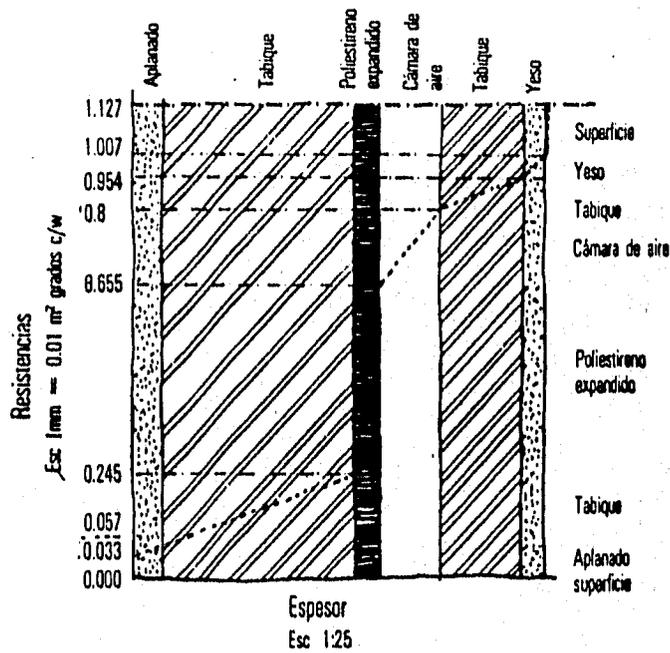


FIGURA 4.3

IMPORTANCIA DE LA UBICACION DE LA CAPA AISLANTE

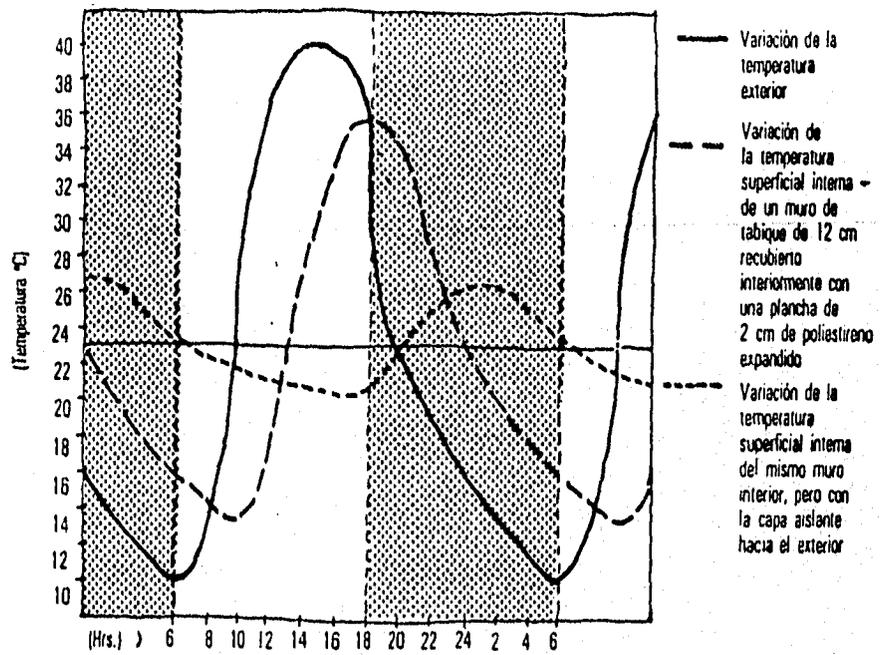


FIGURA 4.4

EFFECTO DEL VIENTO EN EL INTERIOR DE LOS EDIFICIOS

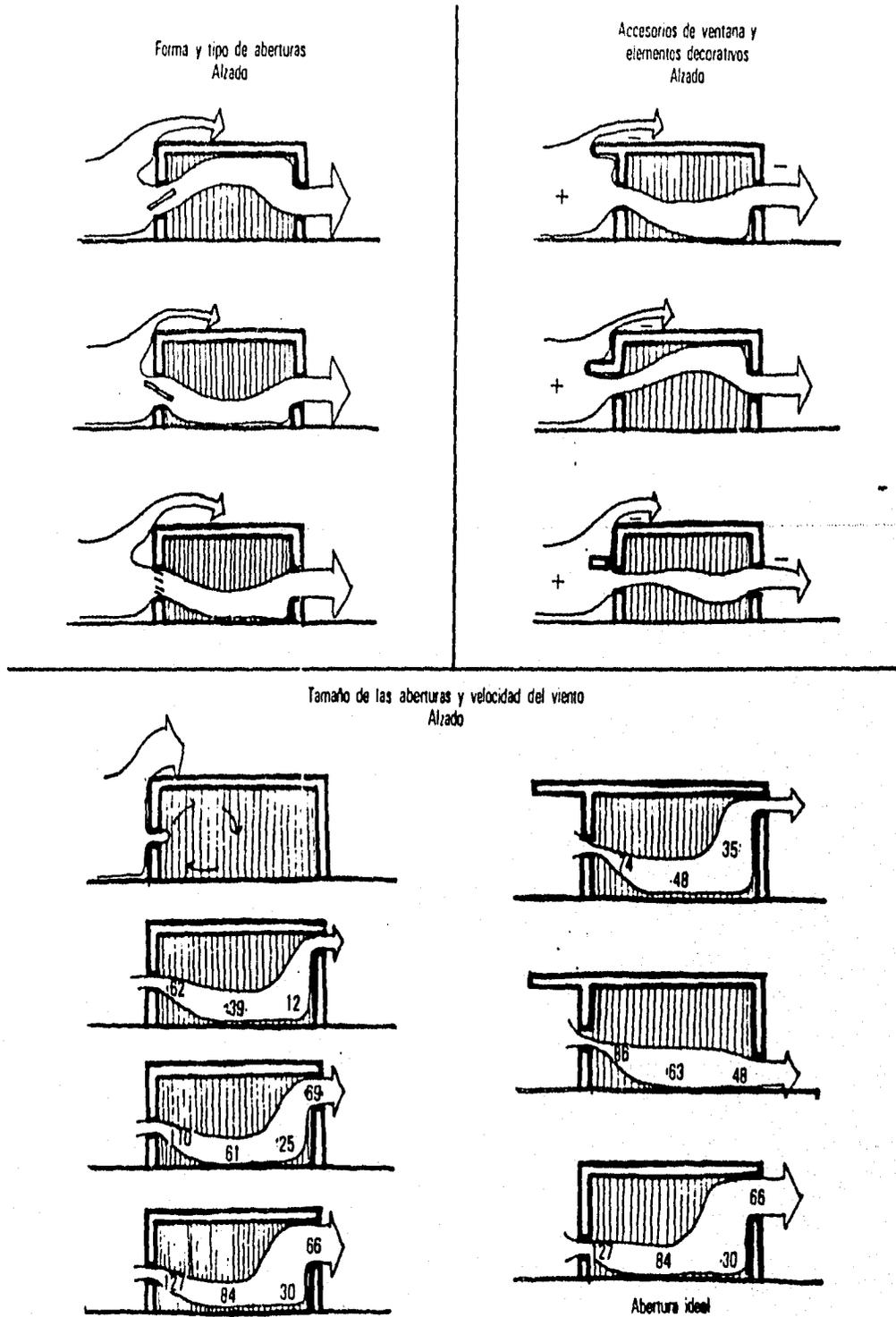


FIGURA 4.5
 EFECTO DEL VIENTO EN EL INTERIOR DE LOS EDIFICIOS

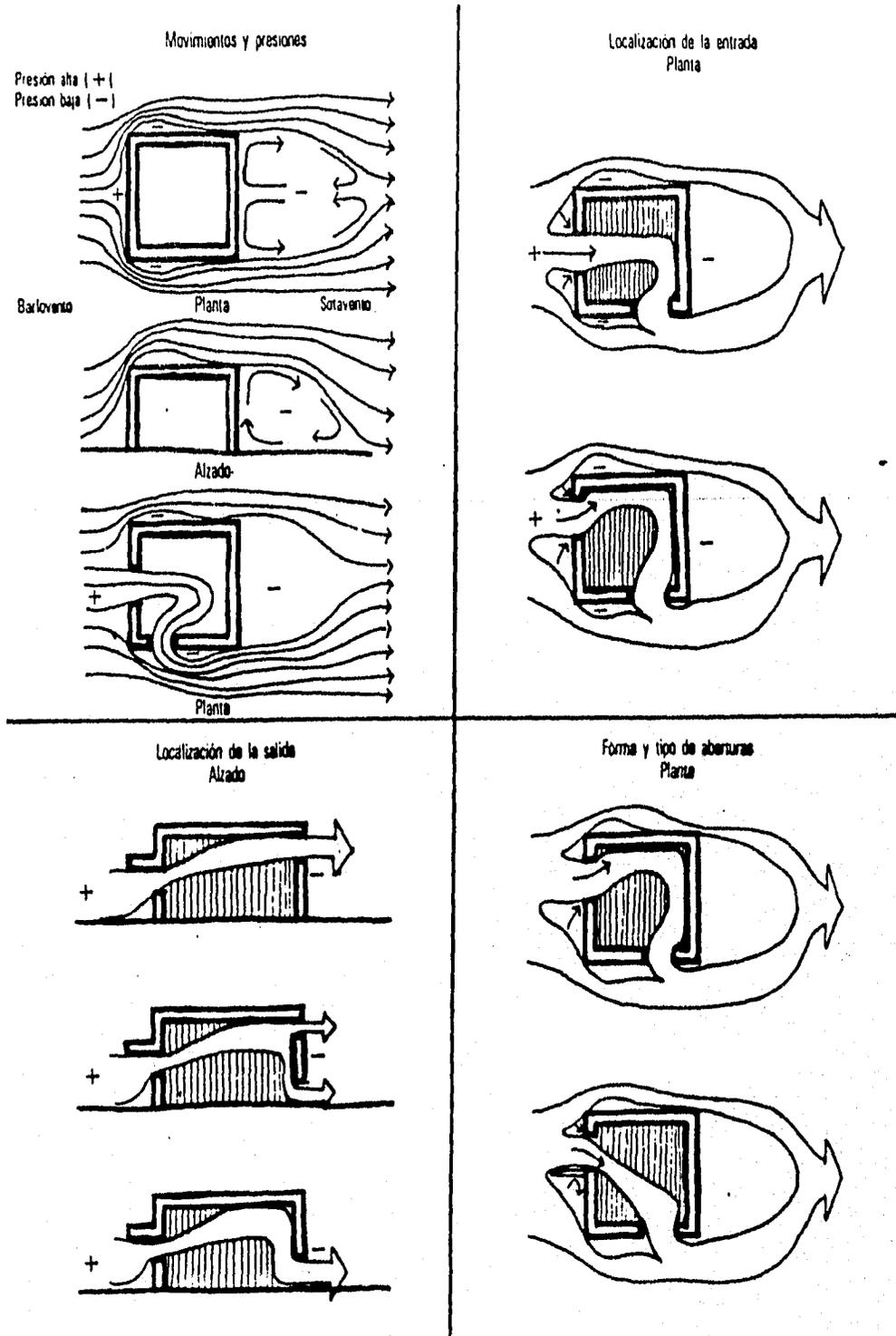


FIGURA 4.6 EFECTO DE LA VEGETACION

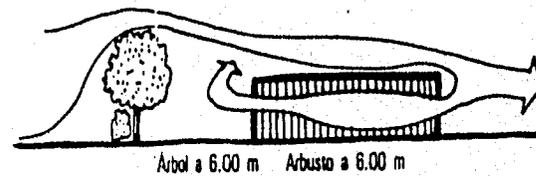
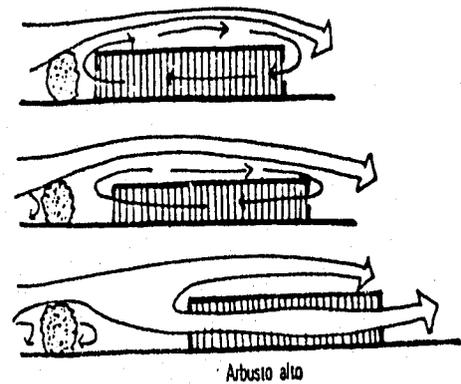
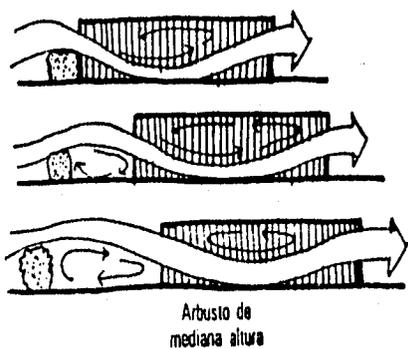
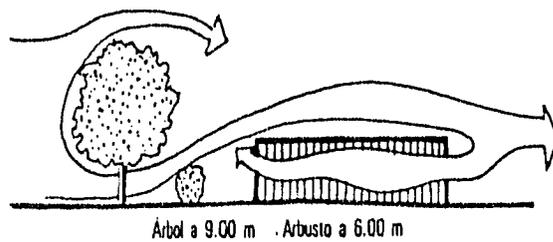
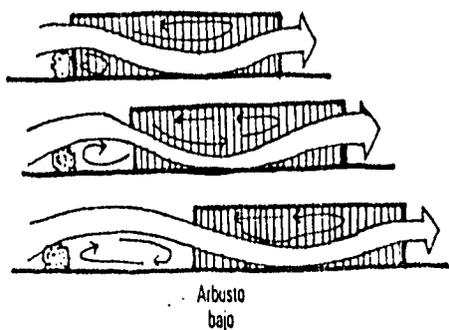
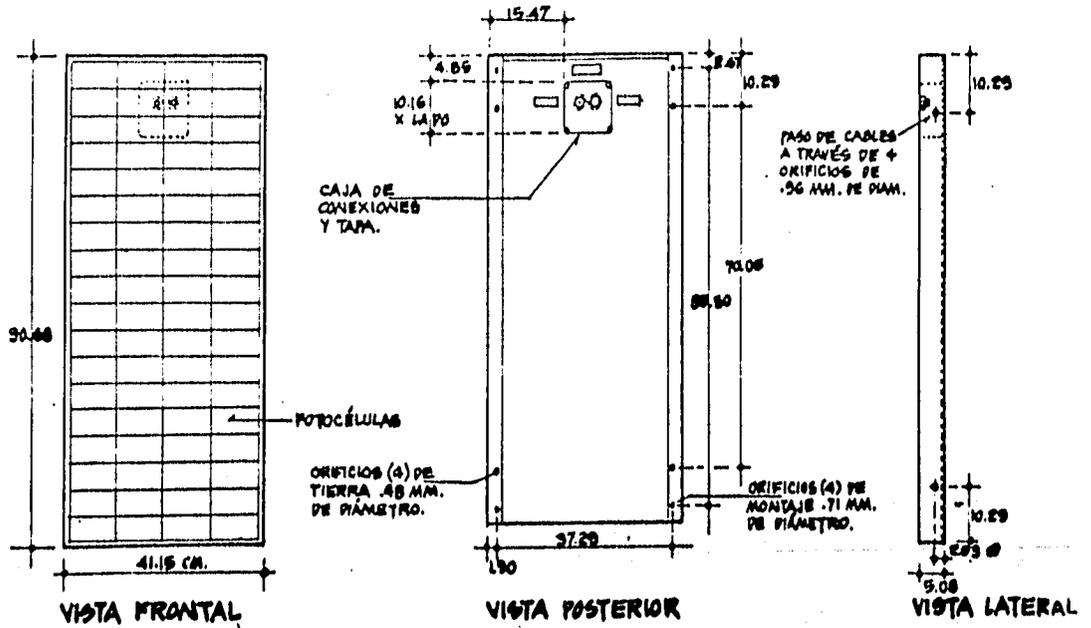
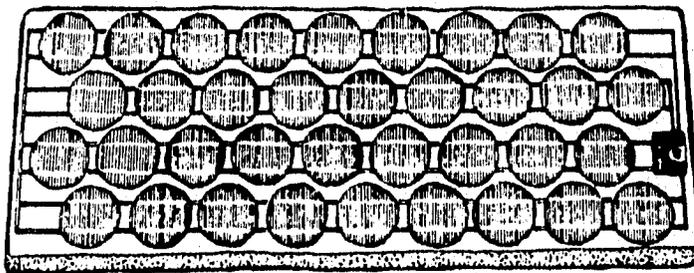


FIGURA 4.7

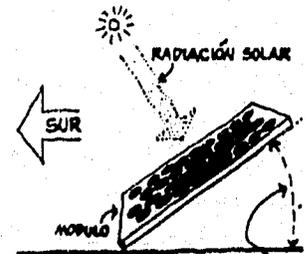


ACCESORIOS PARA UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA



MÓDULO FOTOVOLTAICO

DE CÉLULAS REDONDAS.



VARIACIÓN MÁXIMA DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN 10° EN RELACIÓN A LA LATITUD DEL LUGAR.

FIGURA 4.8 MONTAJE DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

SECCIÓN DE LOS CABLES A UTILIZAR EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD										
LONGITUD EN MTS.	1	5	10	15	20	25	30	35	40	METROS
ARMADO A 12 V.	SECCIÓN	4	10	10	16	16	25	25	35	MM ²
ARMADO A 24 V.	SECCIÓN	25	4	6	10	10	10	16	16	MM ²

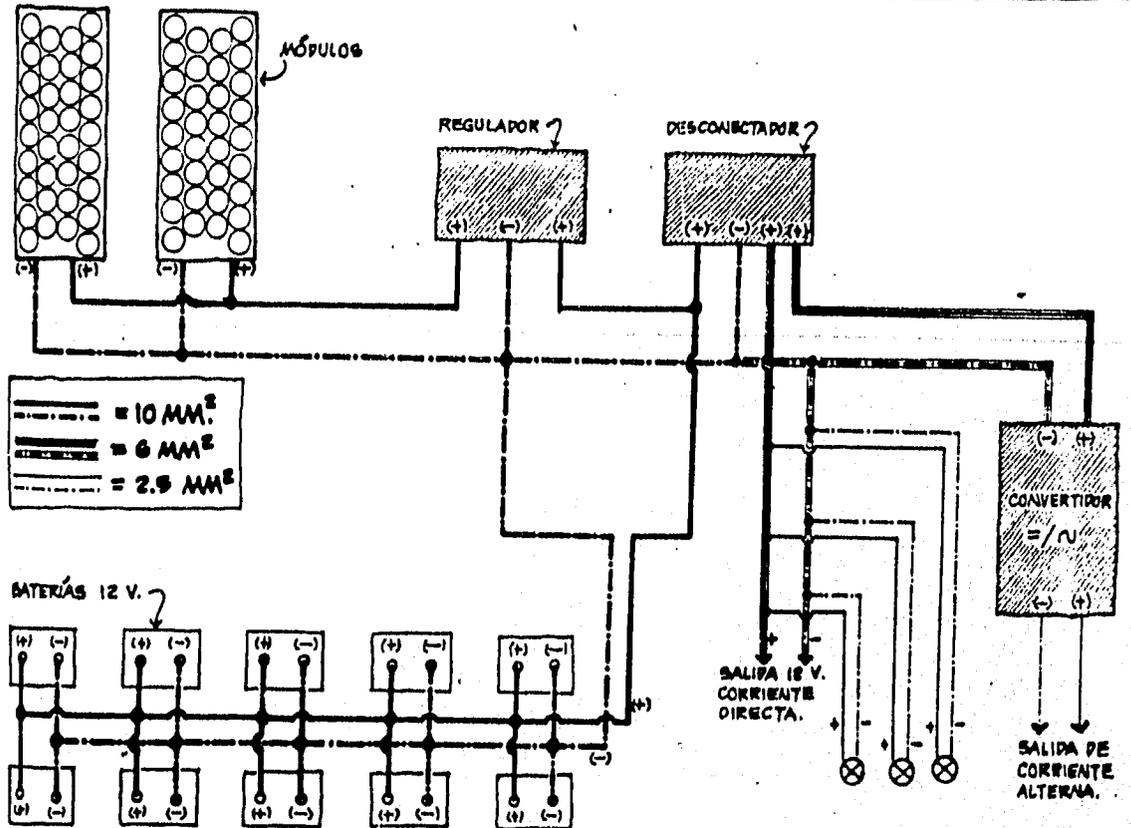
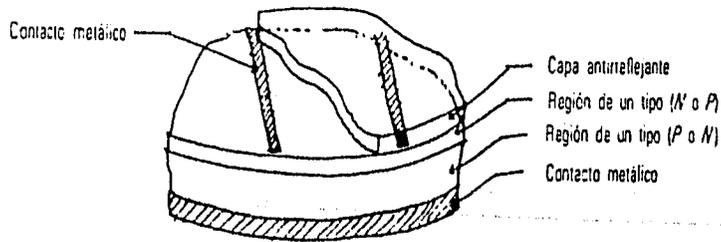
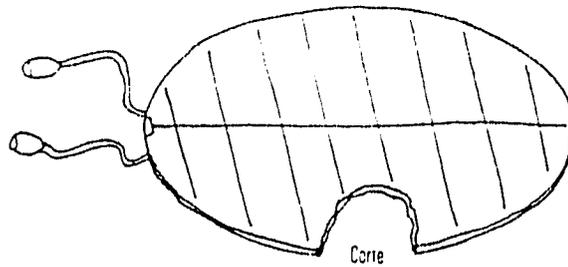


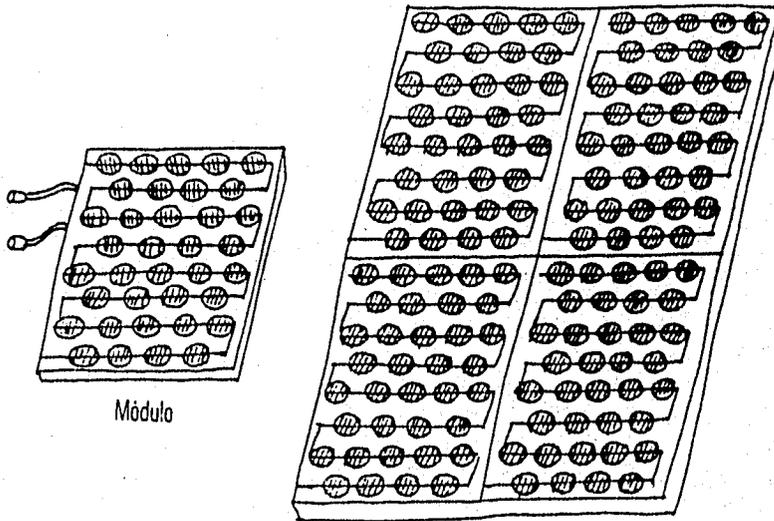
FIGURA 4.9

CELDA FOTOVOLTAICA

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



Fotocelda



Módulo

Panel

FIGURA 4.10
TIPOS DE COLECTORES SOLARES

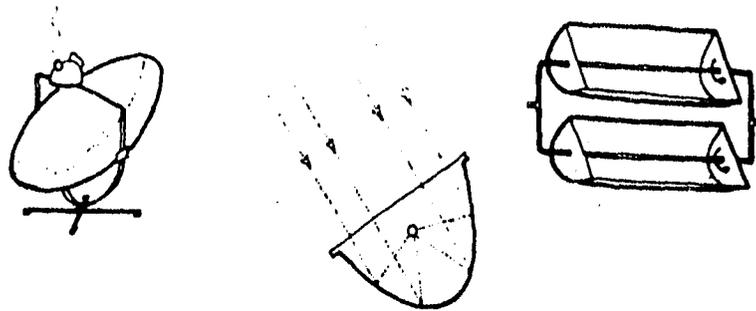


FIGURA 4.11
COCINA SOLAR

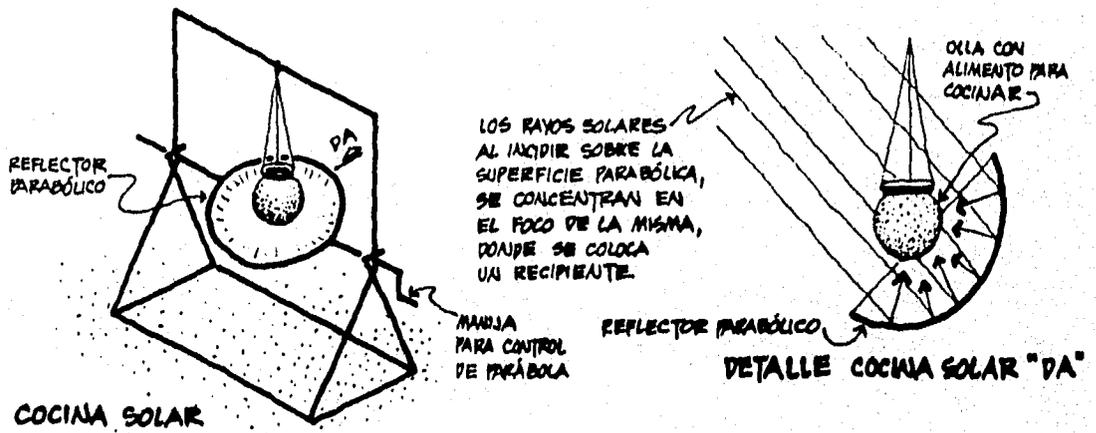
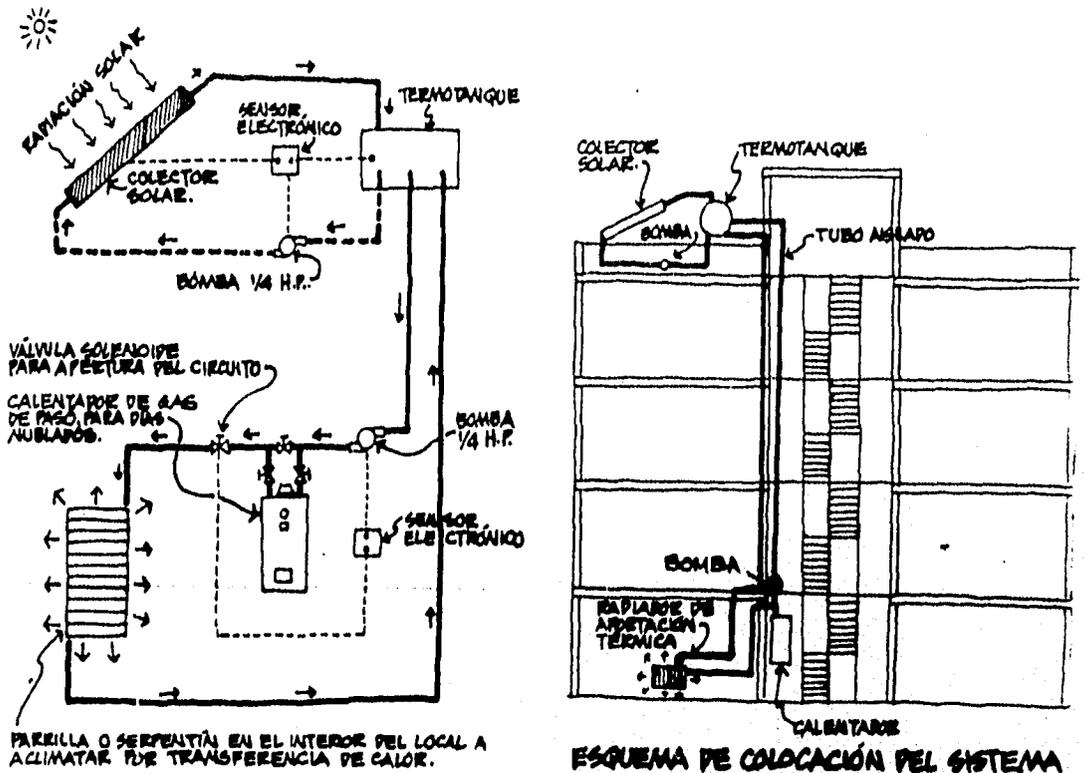


FIGURA 4.12

SISTEMA DE CALEFACCION AMBIENTAL CON COLECTOR SOLAR



ESQUEMA DE COLOCACION DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO SOLAR EN UN EDIFICIO

FIGURA 4.13

COLECTOR SOLAR PARA ALBERCA

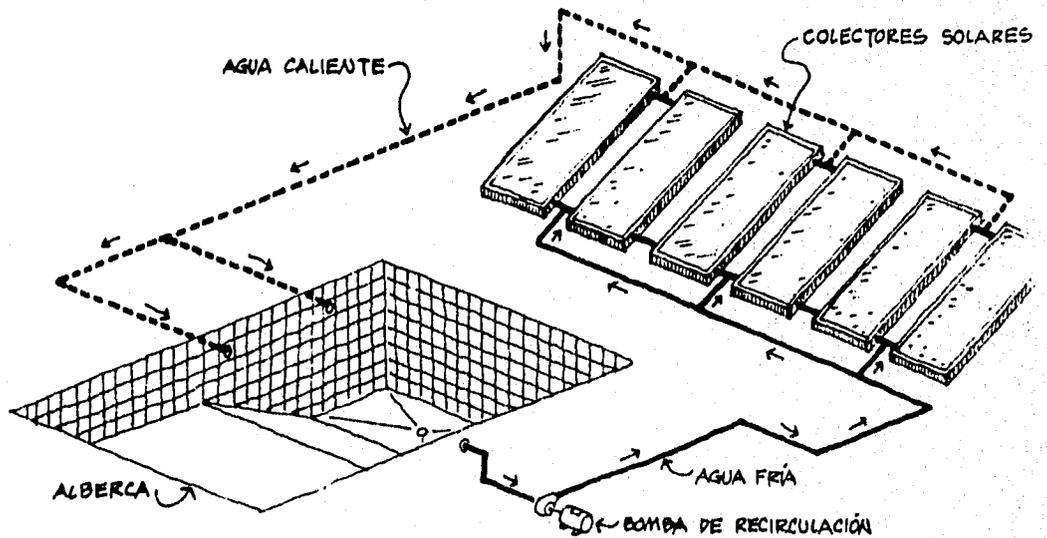


FIGURA 4.14

COLECTOR SOLAR

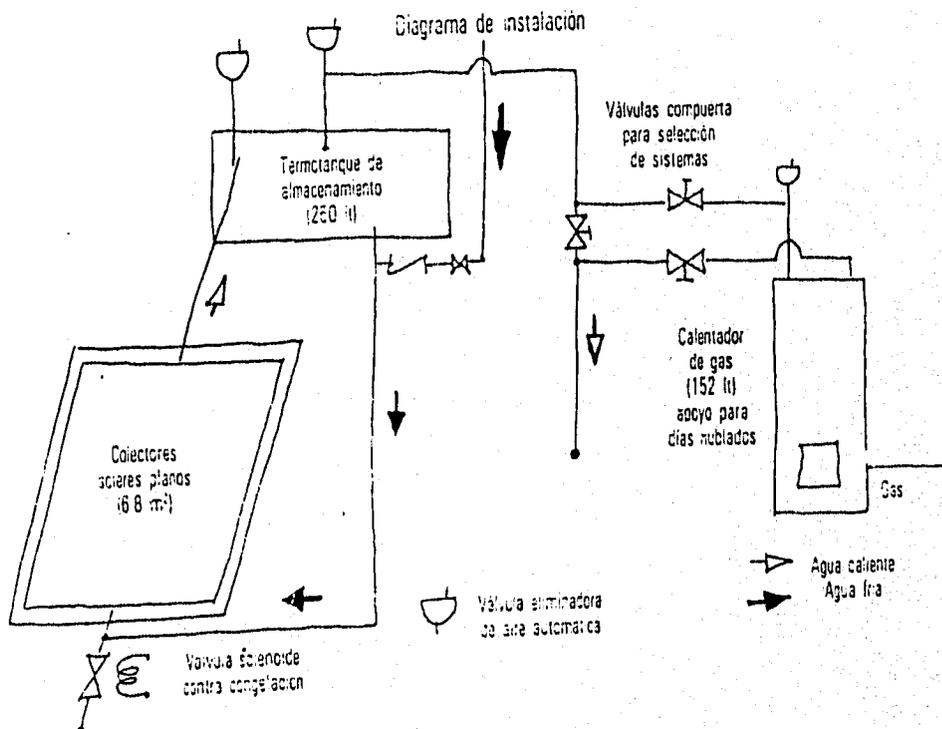
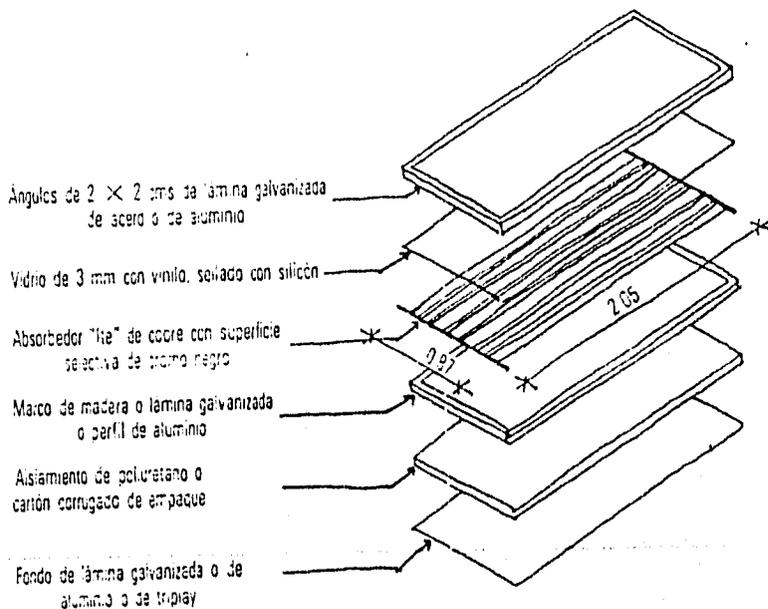
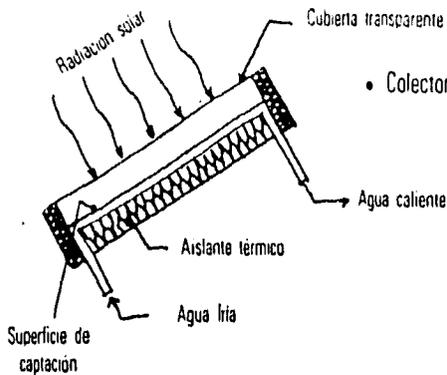
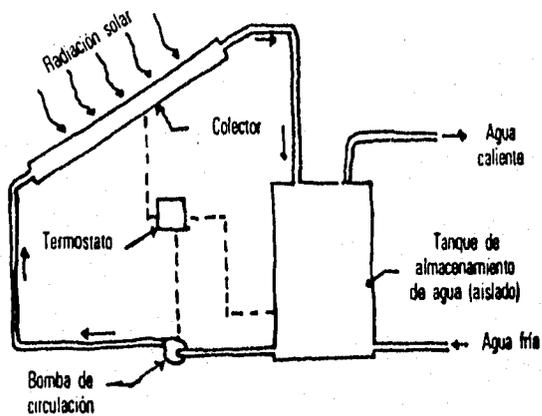
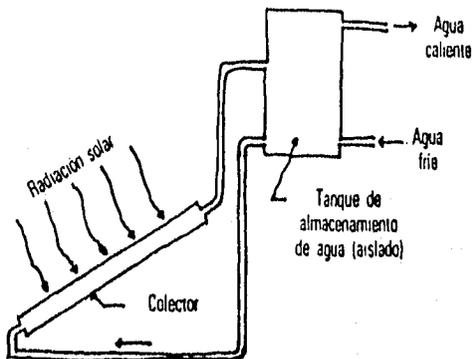


FIGURA 4.15
COLECTOR SOLAR



• Colector solar plano

• Sistema de calentamiento de agua por convección natural (termosifón)



• Sistema de calentamiento de agua por circulación forzada

• Sistema de calentamiento de agua para alberca

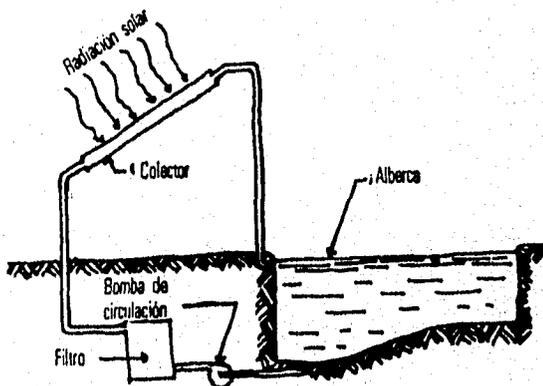


FIGURA 4.16

CALENTADOR DE TUBO DE COBRE SOBRE LAMINA DE ASBESTO ESTRUCTURAL.

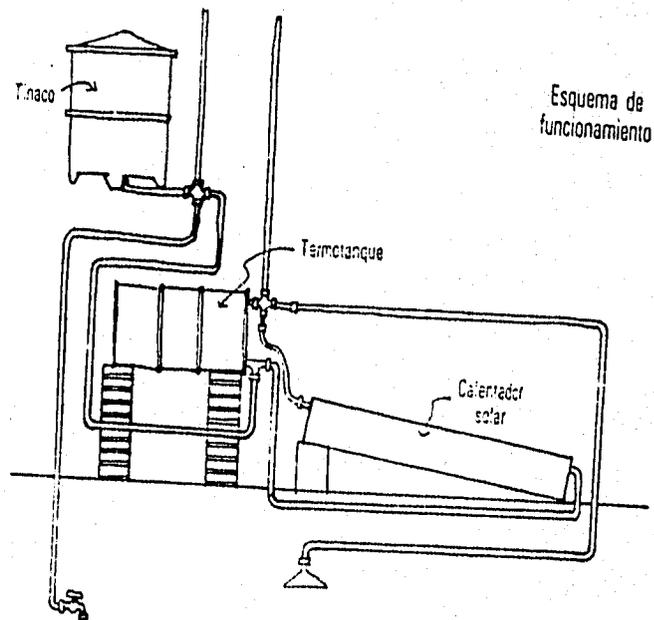
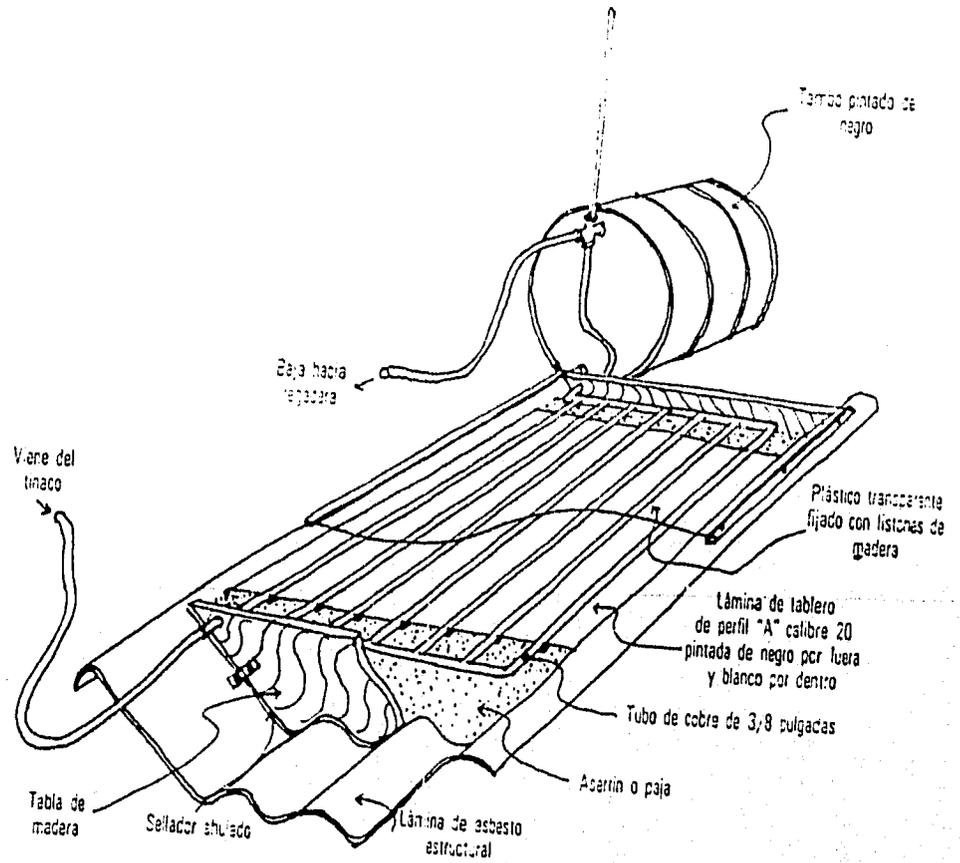


FIGURA 4.17
CALENTADOR DE TUBO NEGRO

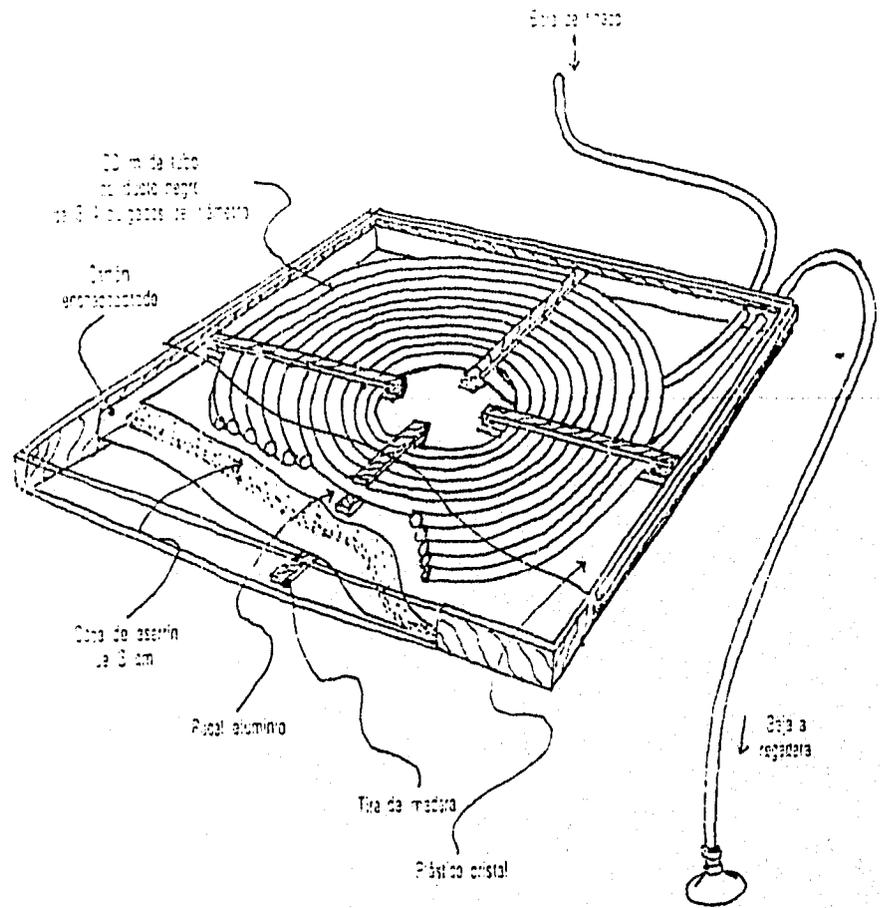


FIGURA 4.18

SISTEMA SOLAR DE CALENTAMIENTO DE AIRE CON ALMACENAMIENTO TERMICO EN CAMA DE ROCAS.

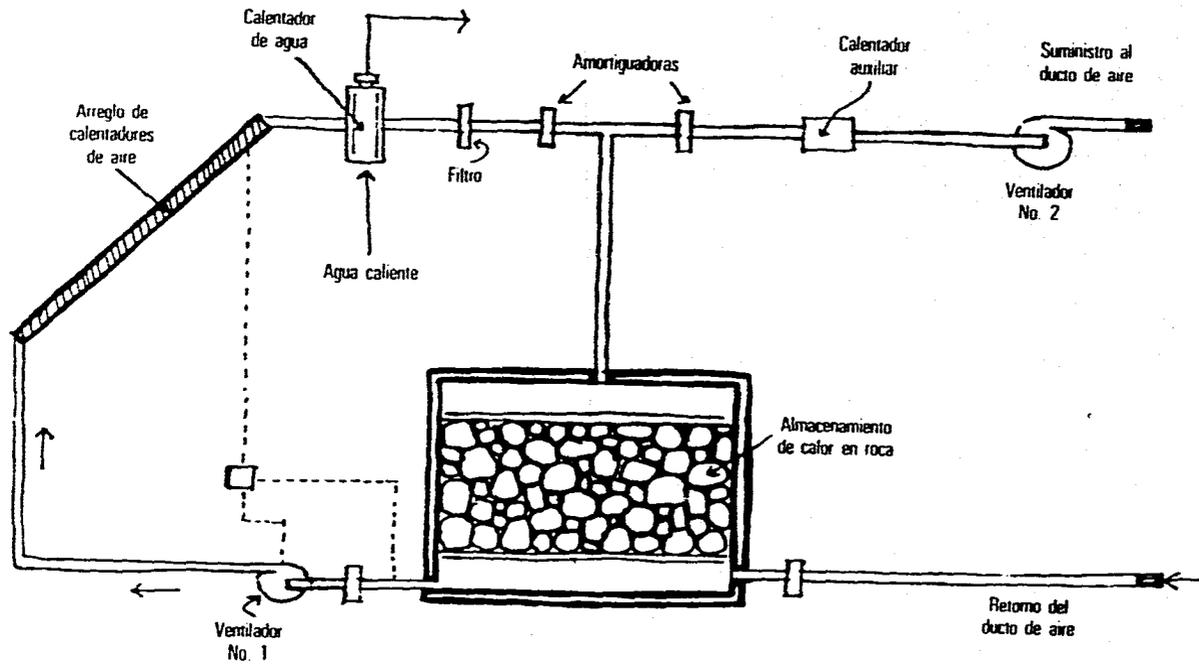


FIGURA 4.19
ALMACENAMIENTO DE CALOR

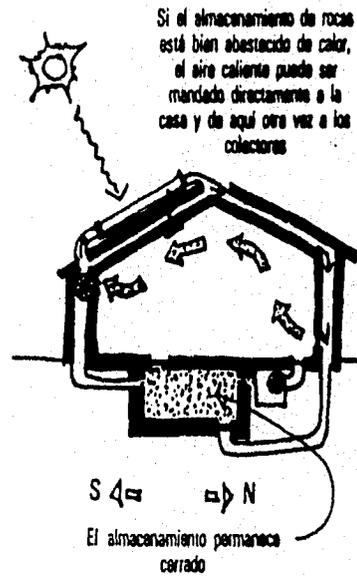
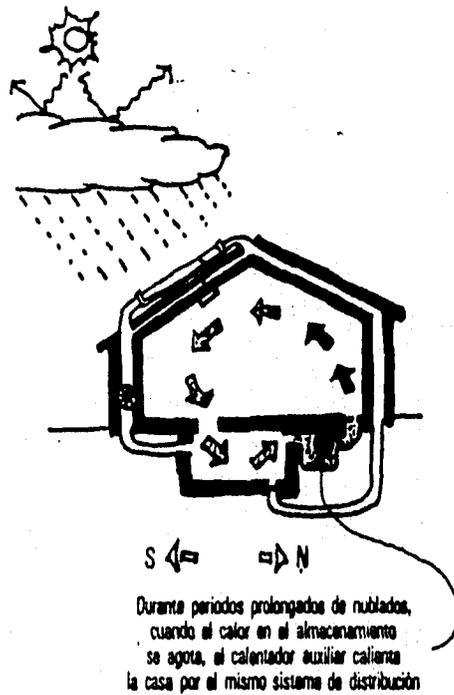
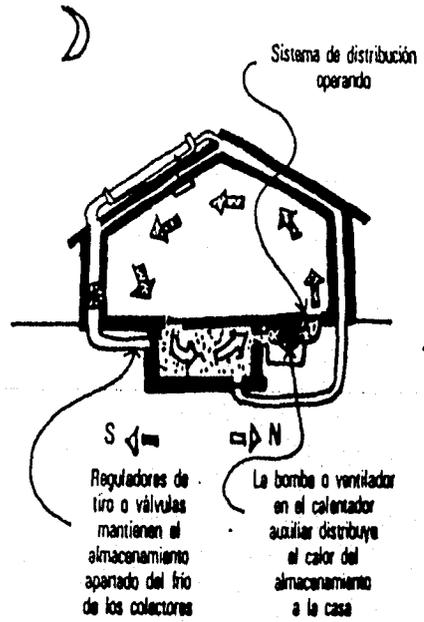
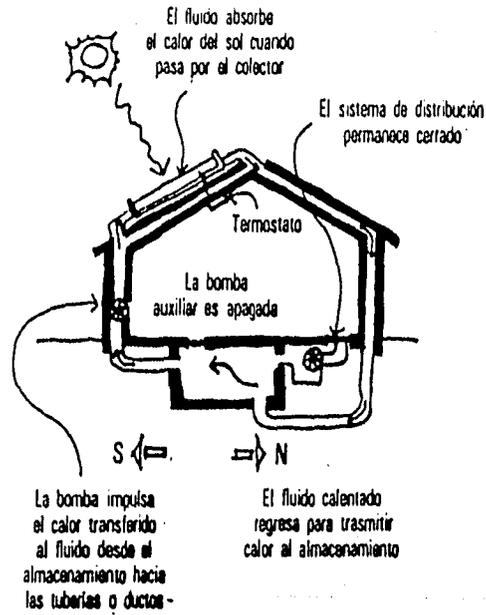


FIGURA 4.20

MURO TROMBE

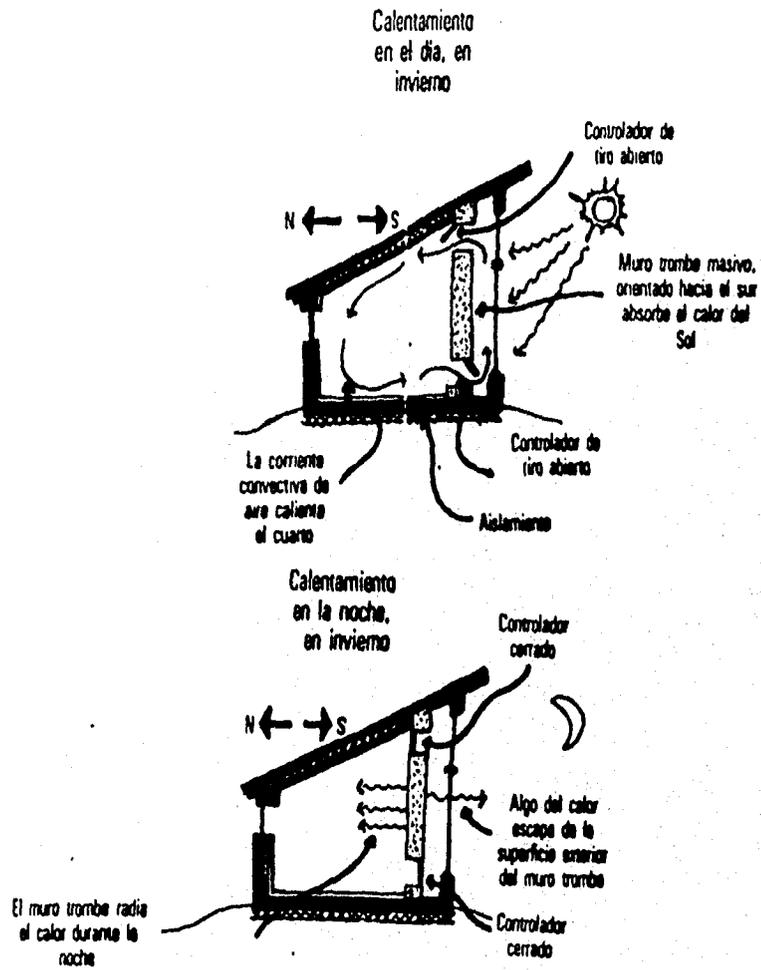


FIGURA 4.20 BIS
MURO TROMBE

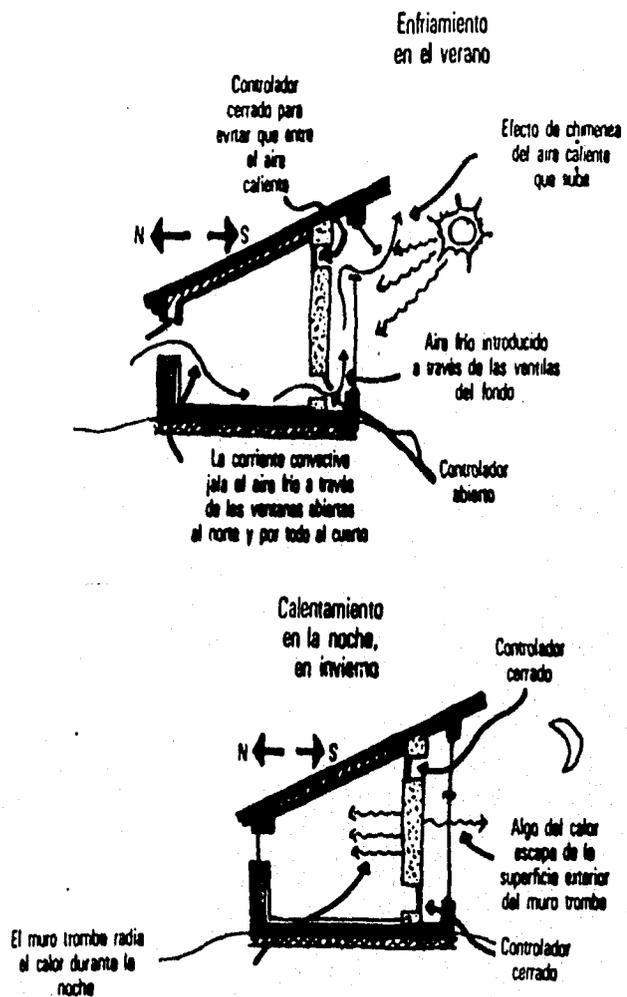
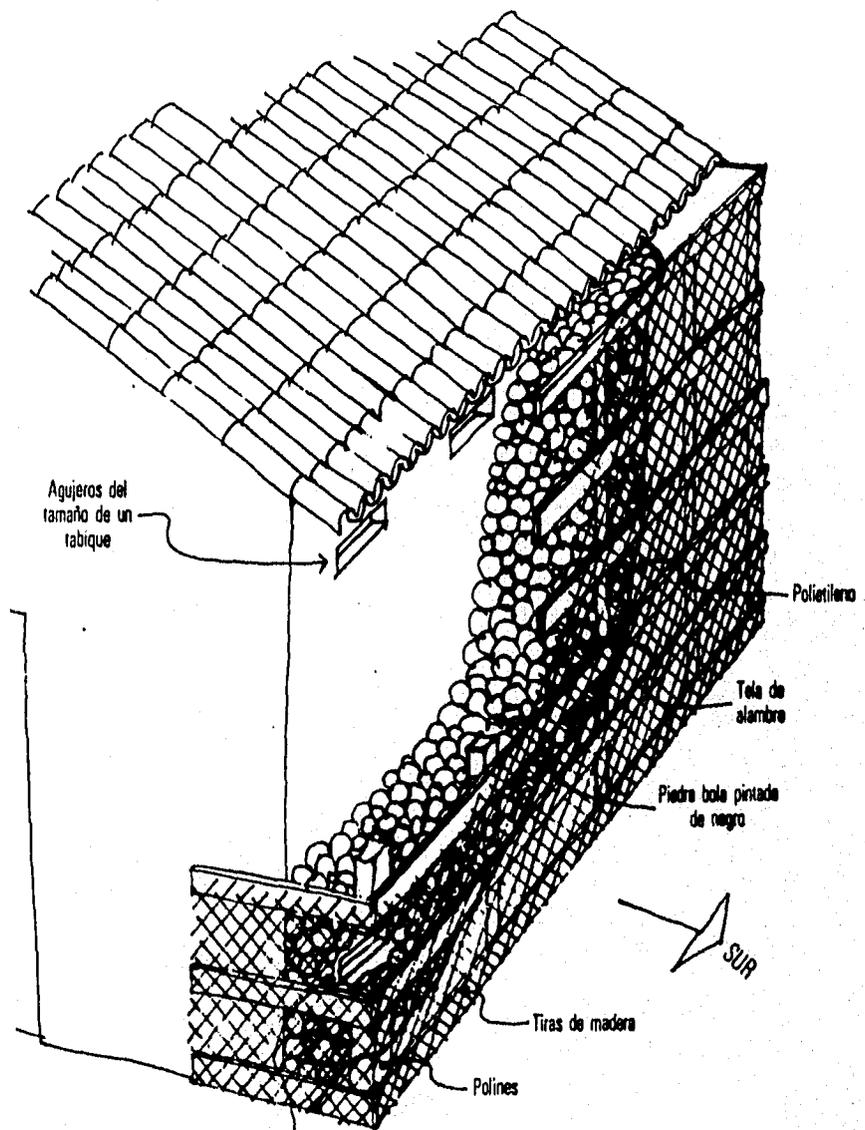


FIGURA 4.21

MURO TROMBE ECONOMICO (VERSION MEXICANA).



También abajo se hacen agujeros del tamaño de un tabique

FIGURA 4.22

PRINCIPIO DE ENFRIAMIENTO A BASE DE AMONIACO

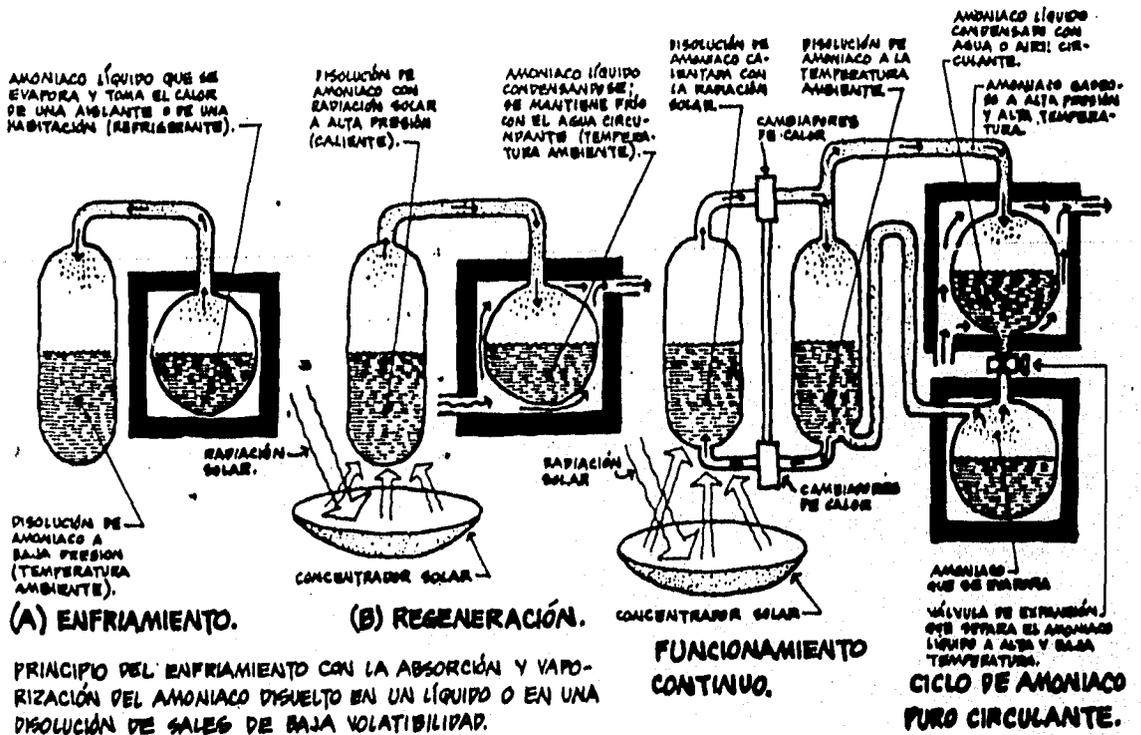


FIGURA 4.23
 SISTEMAS SOLARES DE REFRIGERACION

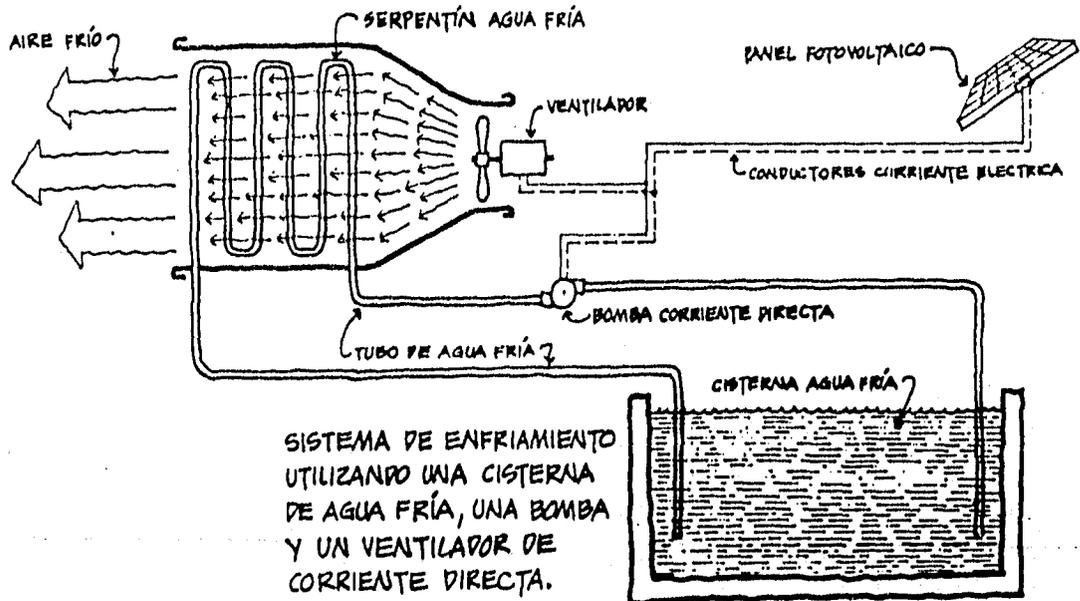


FIGURA 4.24
 PRINCIPIO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION POR ABSORCION

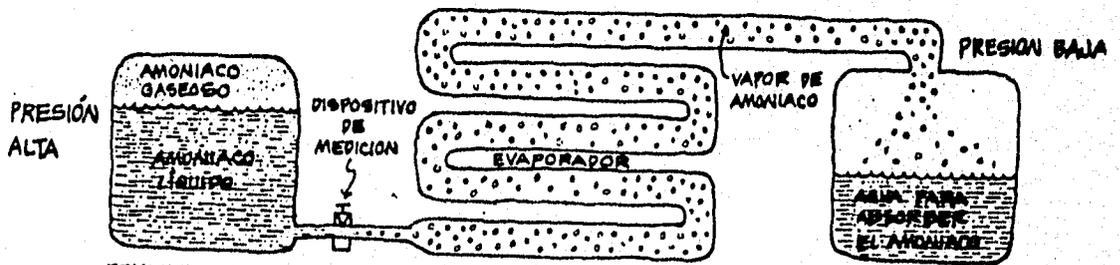


FIGURA 4.25
 SISTEMA DE ABSORCIÓN DE AMONÍACO
 DE OPERACIÓN CONTINUA.

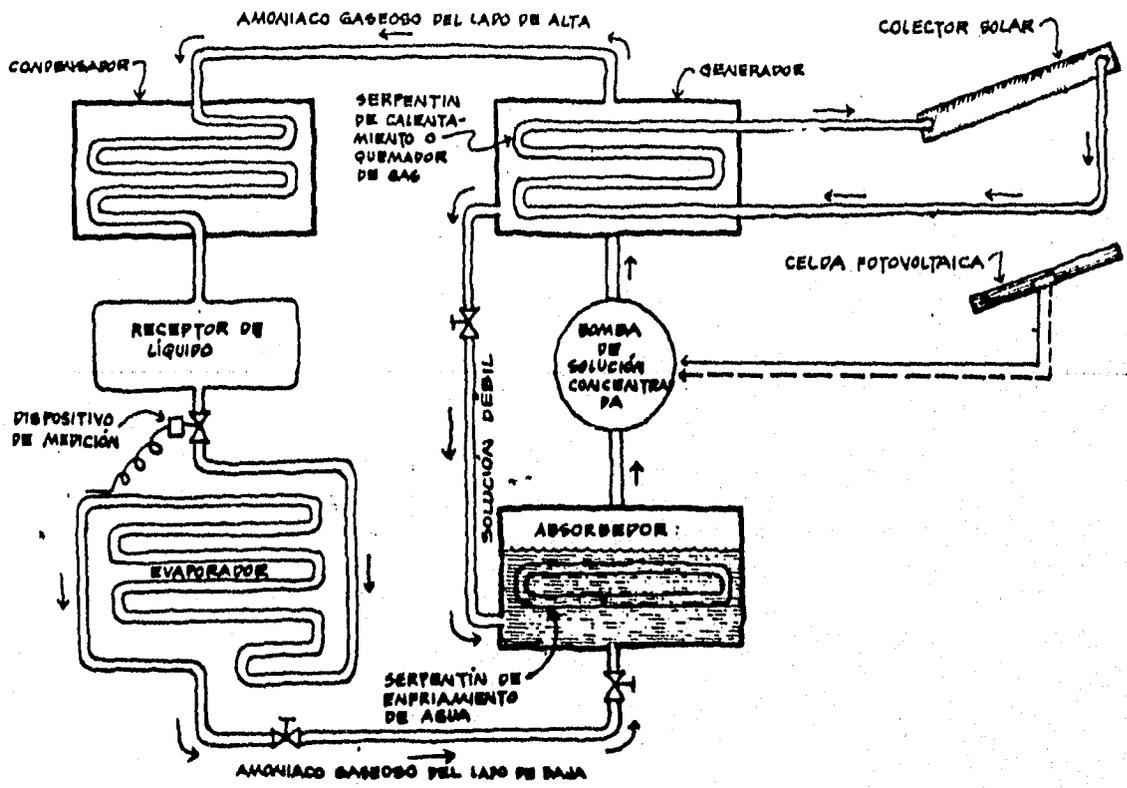


FIGURA 4.26

SISTEMA DE ABSORCION REFRIGERACION SOLAR

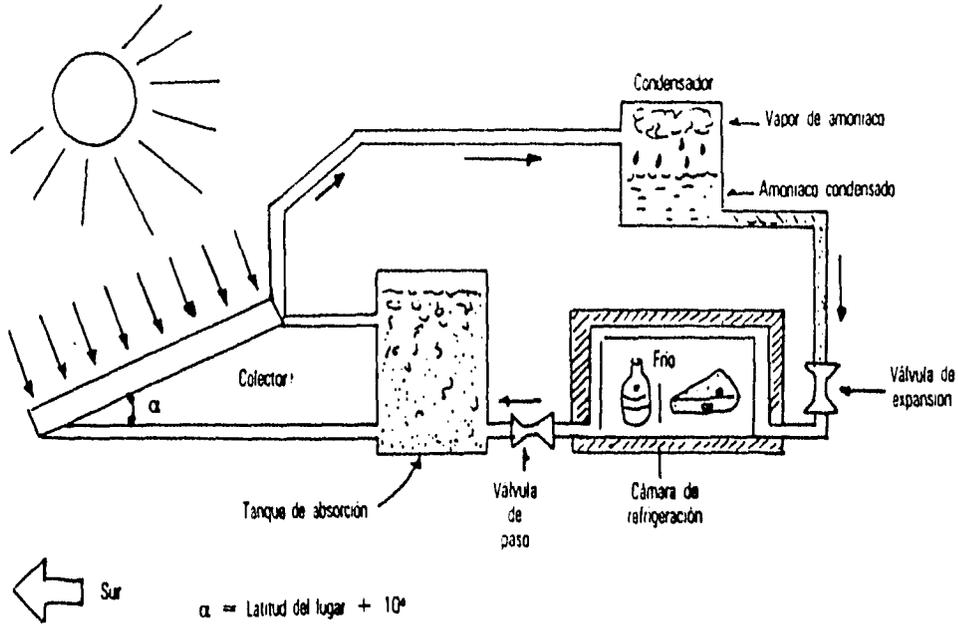


FIGURA 4.27

SISTEMA DE REFRIGERACION SOLAR

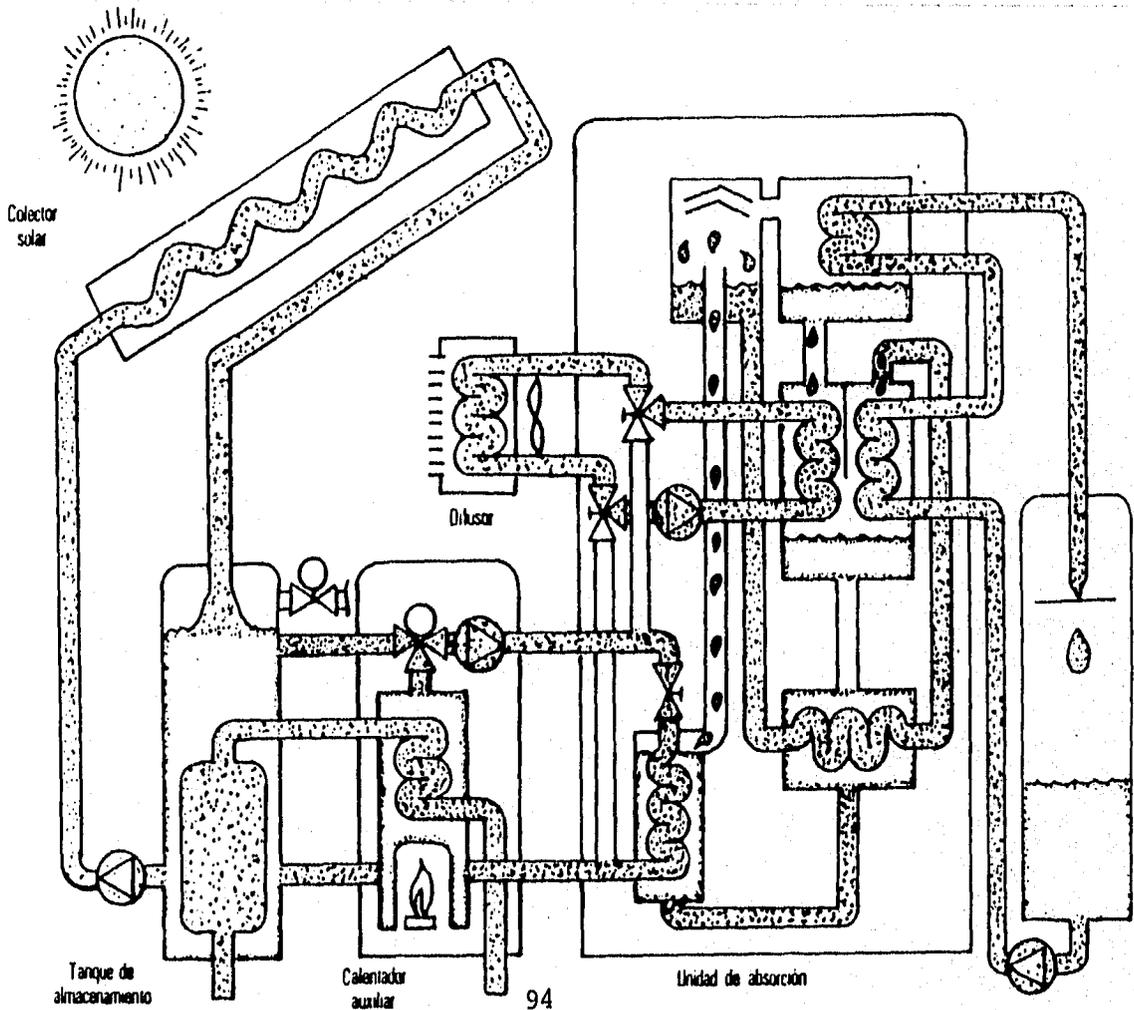


FIGURA 4.28

FRESQUERA CONSERVADORA DE ALIMENTOS

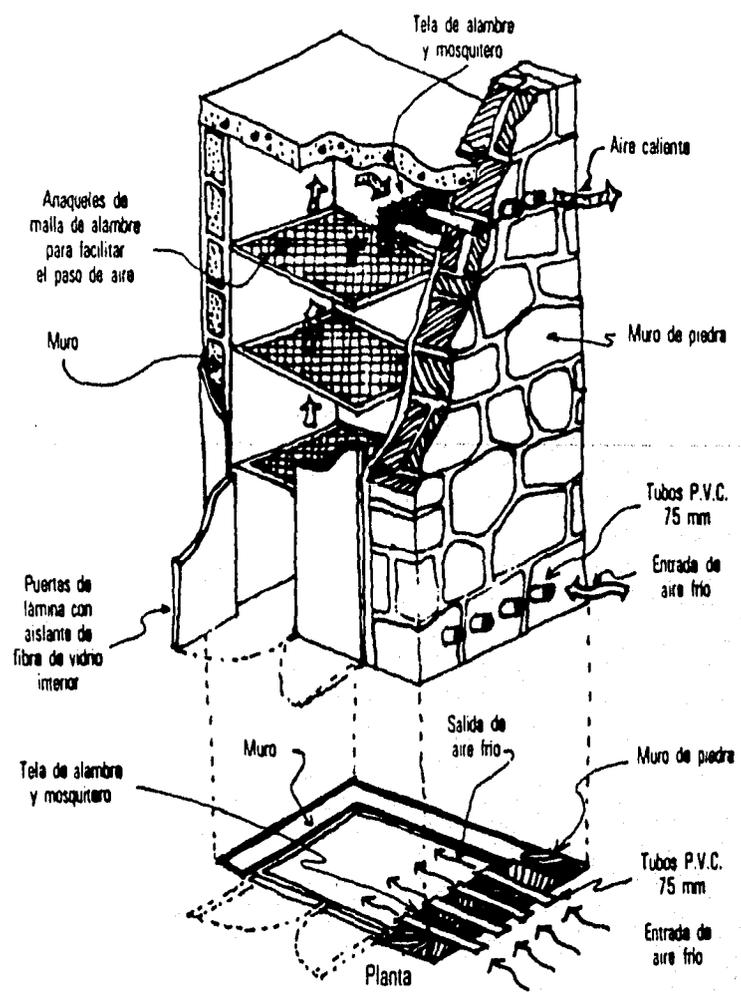


FIGURA 4.29

CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DEL AGUA

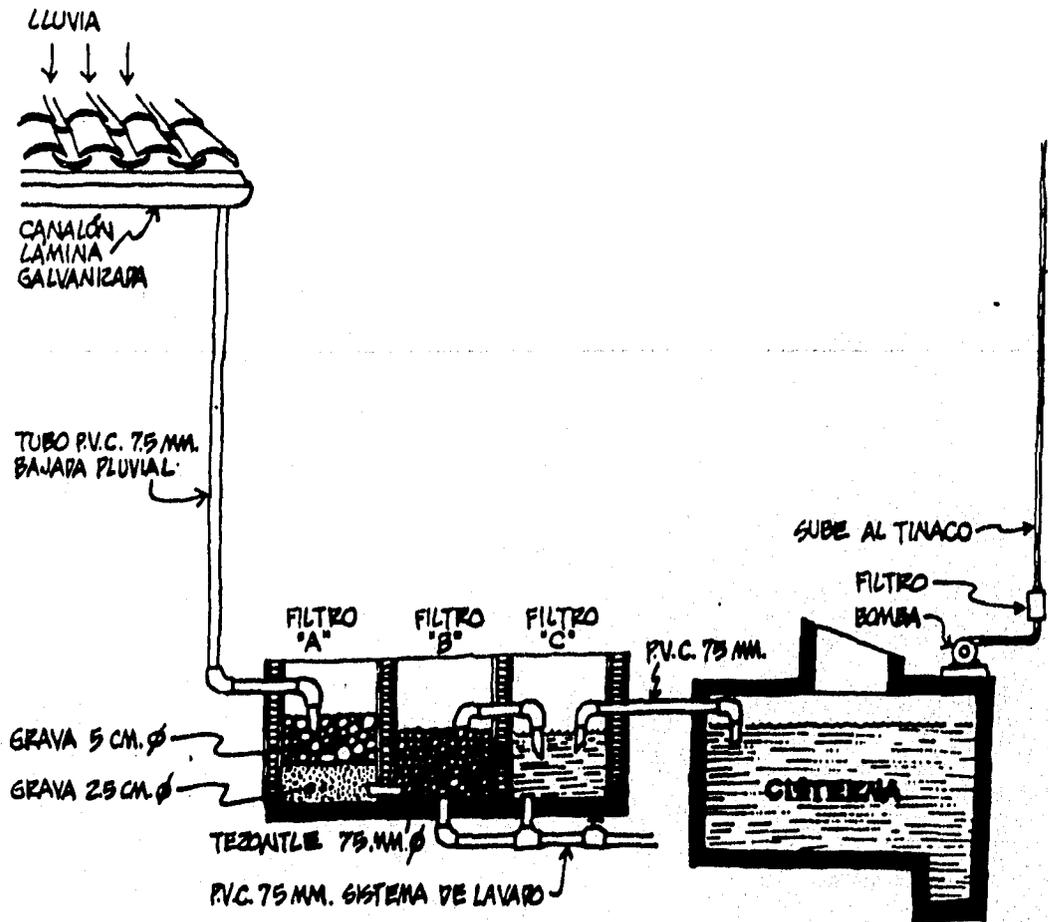
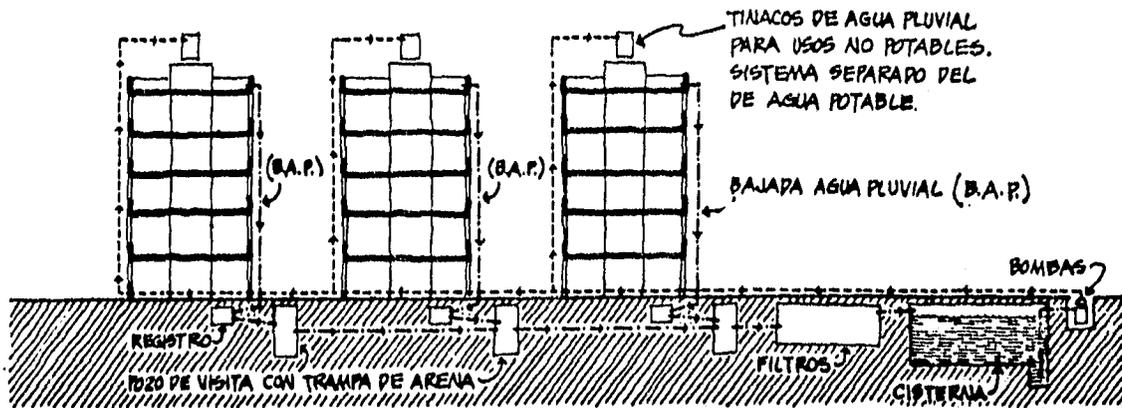


FIGURA 4.30

CAPTACION PLUVIAL DE AZOTEAS, CALLES Y BANQUETAS



CORTE

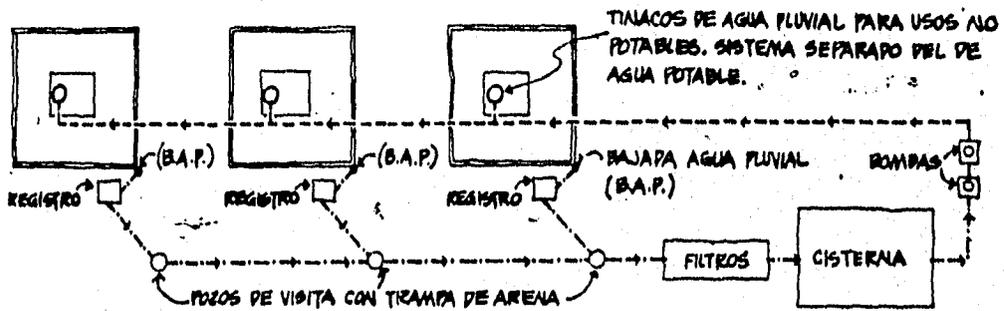


FIGURA 4.31

PROPORCION SUPERFICIE-LLUVIA

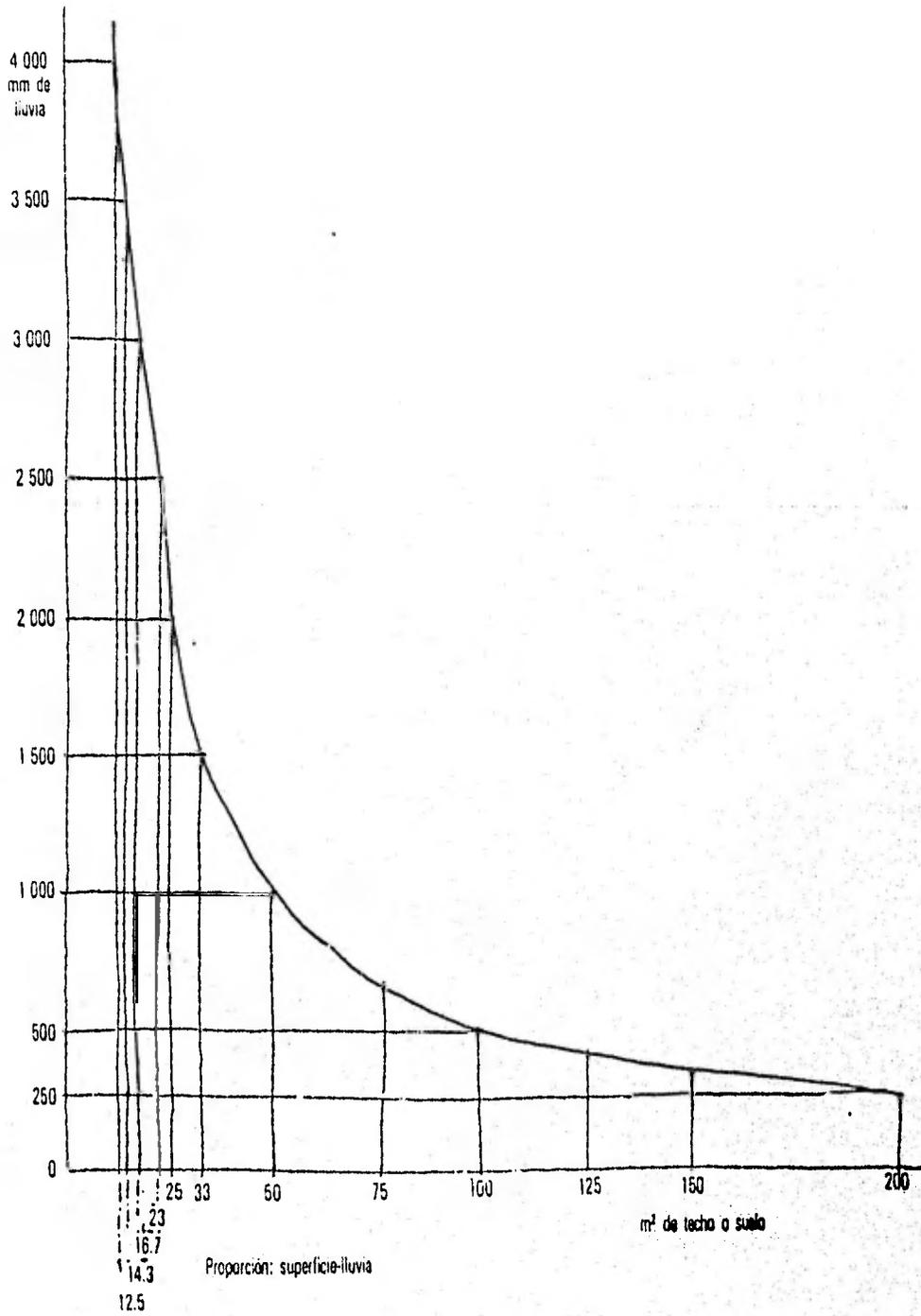


FIGURA 4.32
CISTERNAS, PLANTAS, CORTES.

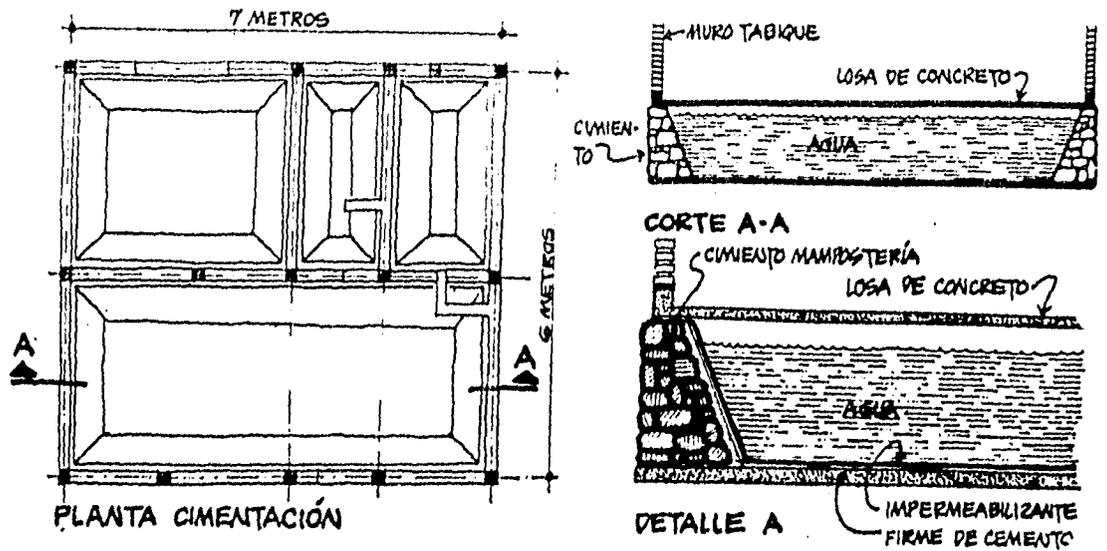


FIGURA 4.33
CISTERNAS, CORTES Y FACHADAS.

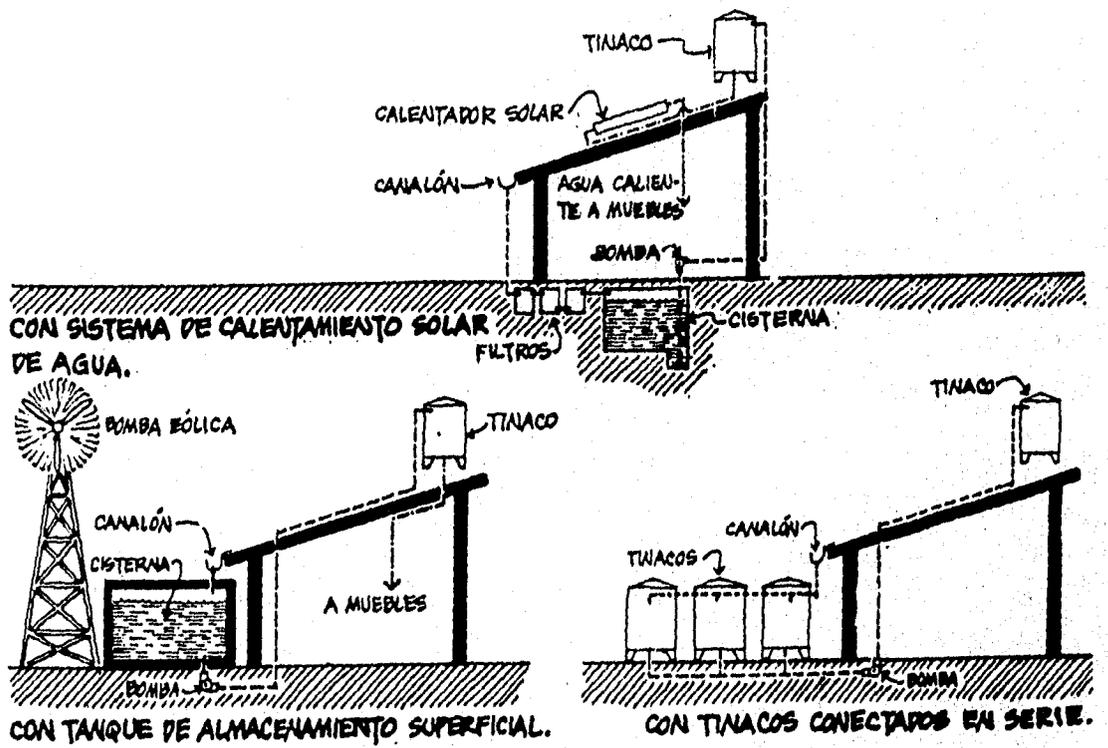


FIGURA 4.34

DIAGRAMA DEL SISTEMA DE CAPTACION PLUVIAL.

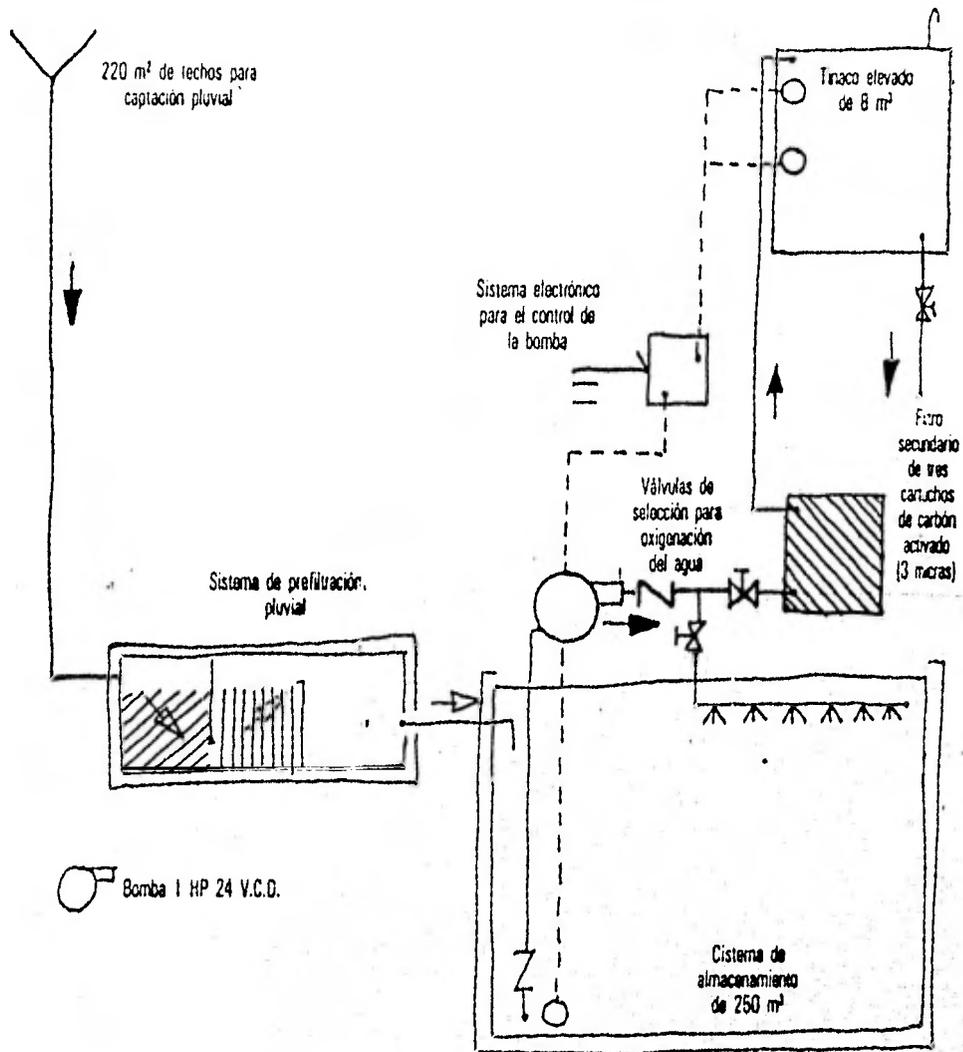


FIGURA 4.35

AHORRADOR DE AGUA EN SANITARIO

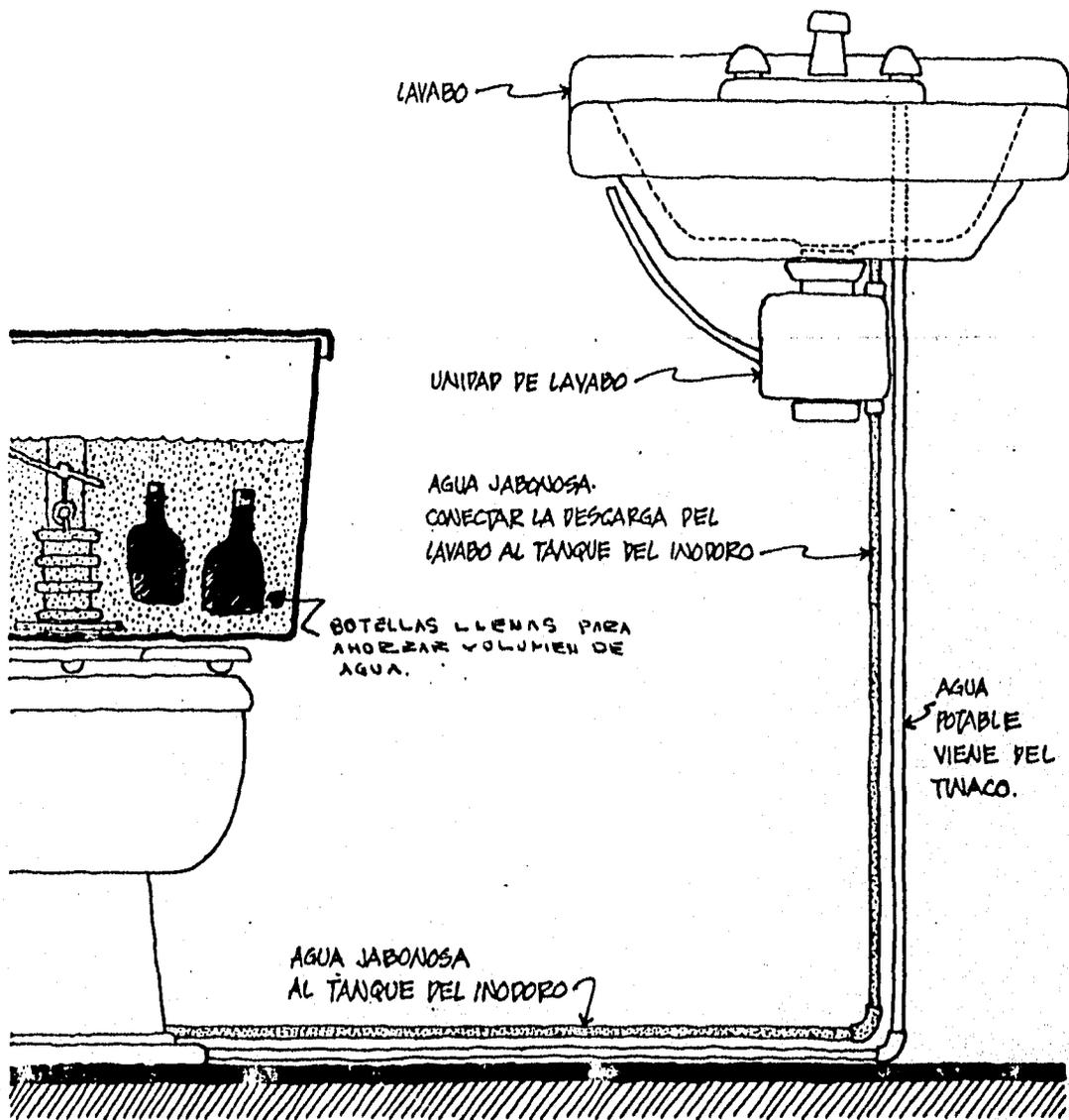


FIGURA 4.36

AHORRADOR DE AGUA SISTEMA LAVABO SANITARIO

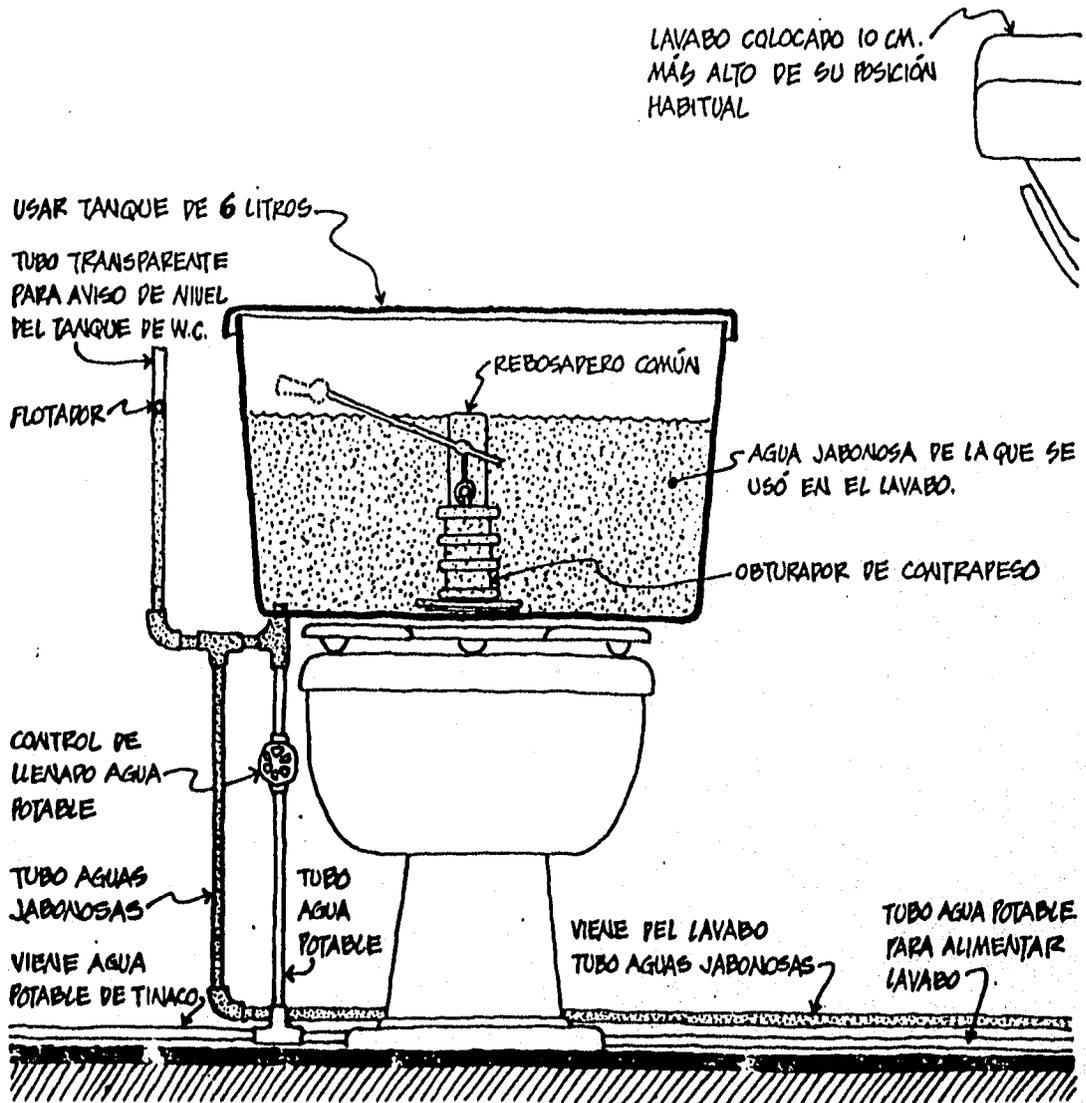


FIGURA 4.37
AHORRADORES DE AGUA EN REGADERAS Y LLAVES

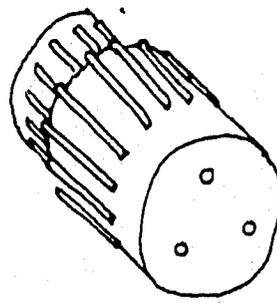
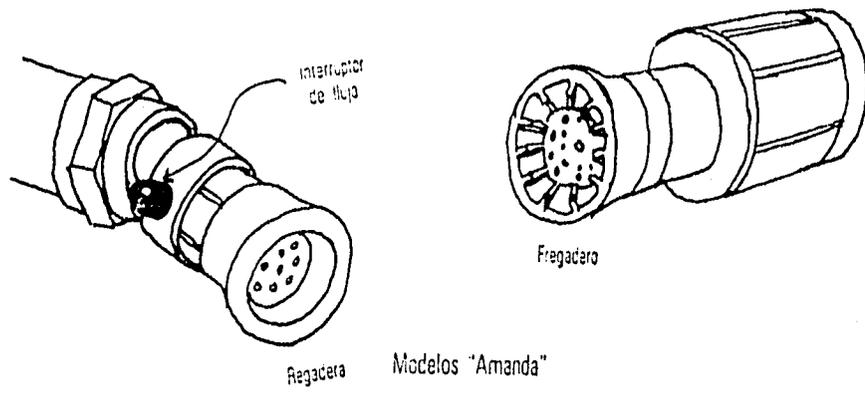
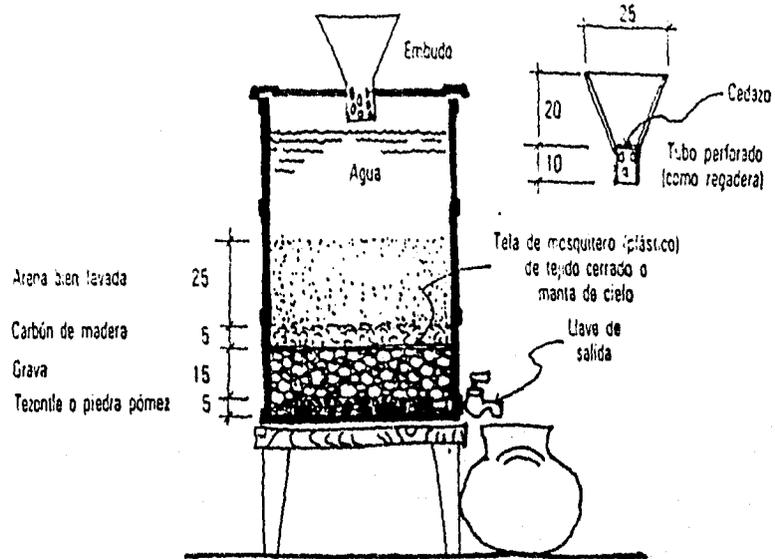


FIGURA 4.38

DISPOSITIVOS DE FILTRACION Y PURIFICACION

A) Agua casi limpia

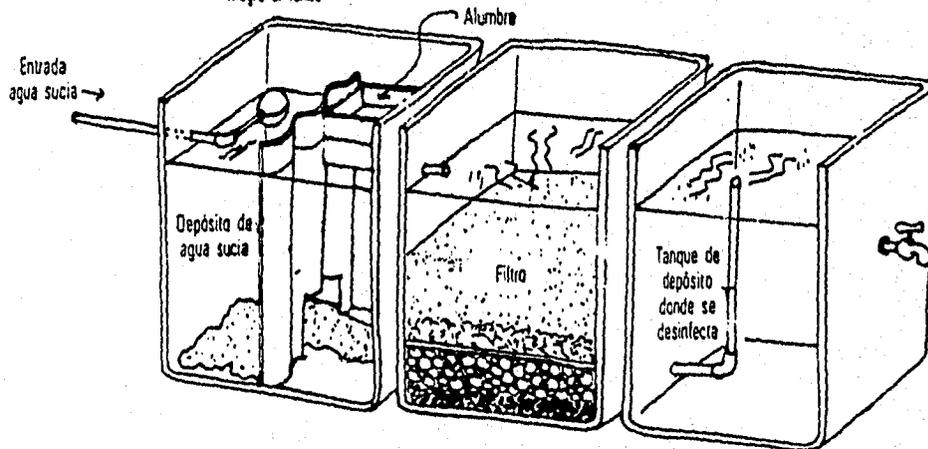


Filtro económico

B) Agua muy sucia

En el primer depósito el agua pasa por debajo de la lámina de asbesto y el alambre precipita la mugre al fondo.

En el filtro se le quita al agua todo lo sucio que queda y sale por abajo al tanque de depósito donde se desinfecta y queda lista para usarse.



Estos depósitos pueden ser tambores, tinacos, depósitos de mampostería o lo que convenga

FIGURA 4.40

SISTEMA CENTRALIZADO, OXIGENACION A BASE DE ASPERSORES.

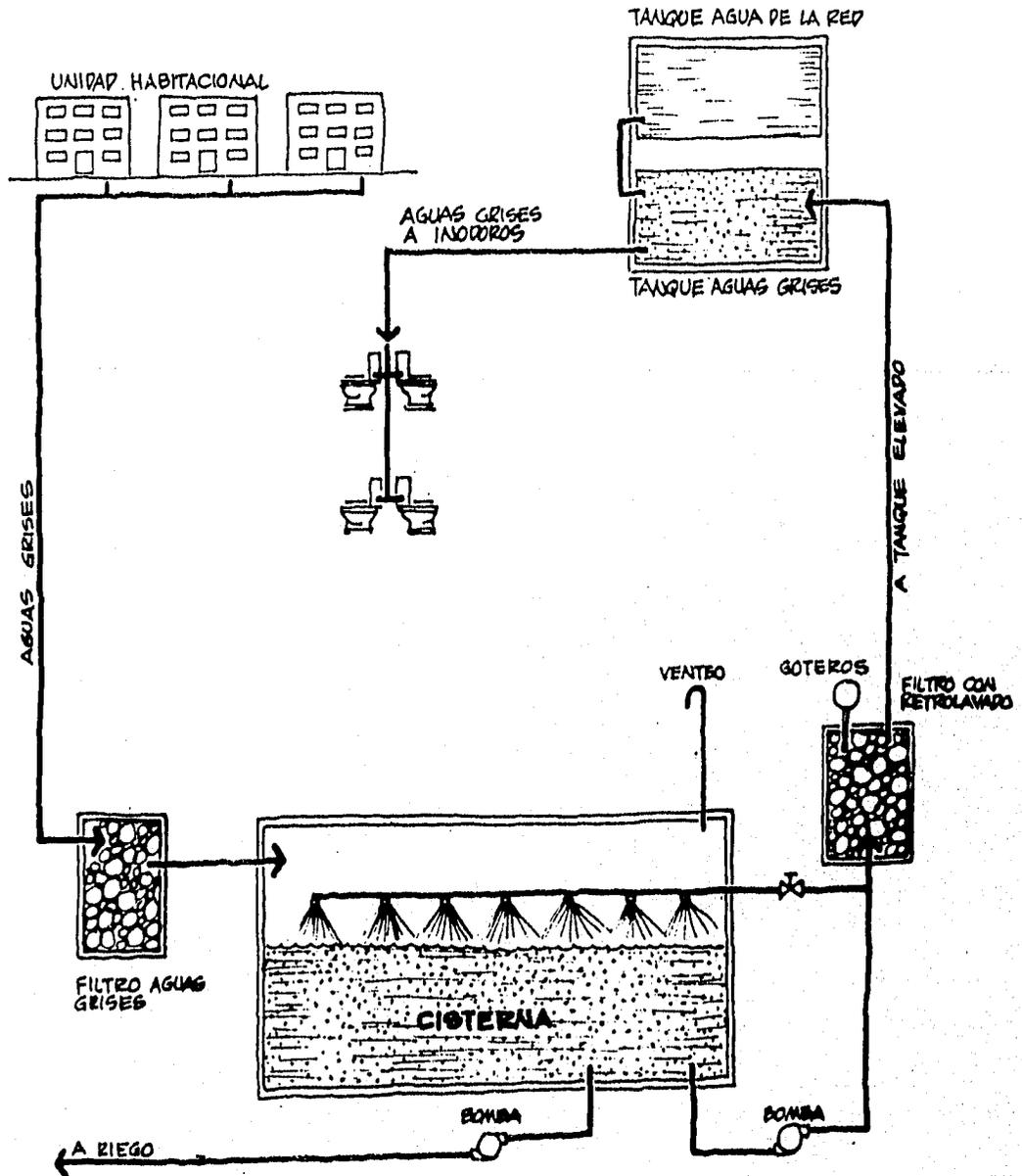


FIGURA 4.41
FILTRO DE AGUAS JABONOSAS O GRISES

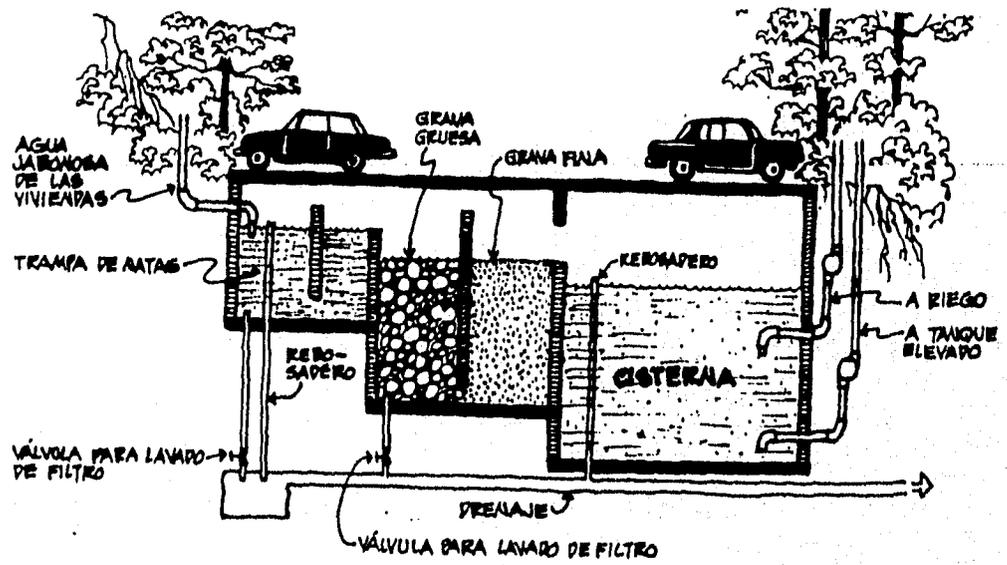


FIGURA 4.42

SISTEMA INDEPENDIENTE POR EDIFICIO O GRUPO DE EDIFICIOS.

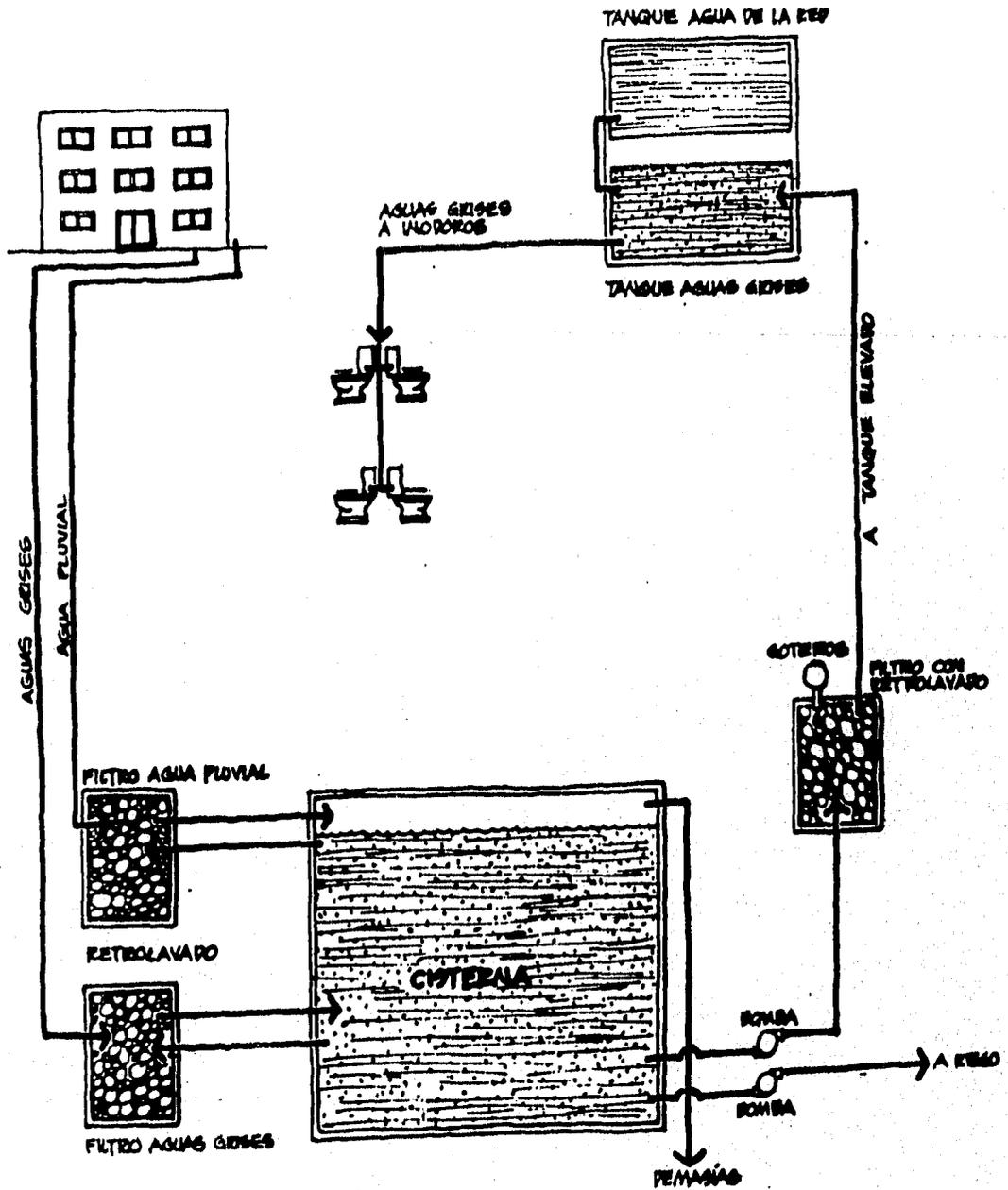
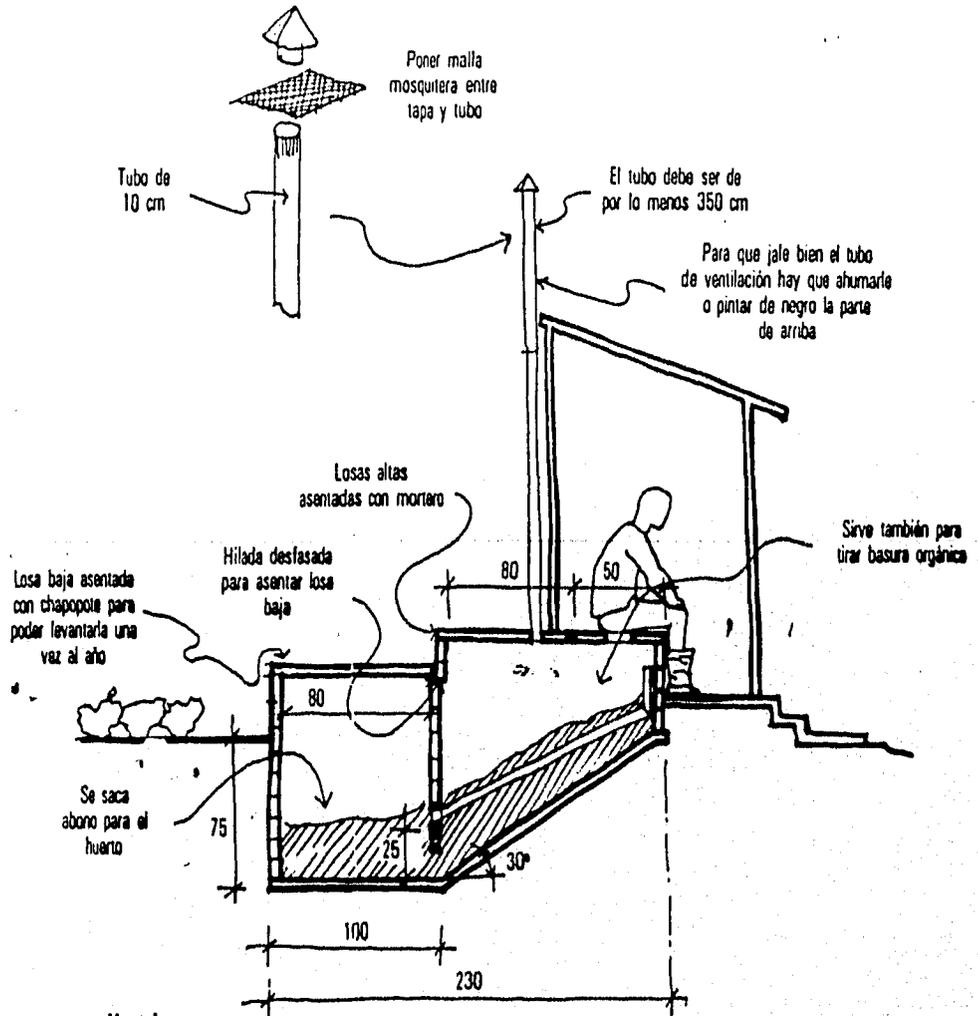


FIGURA 4.43 BASON

Sanitario seco donde se arroja
basura que se convierte en abono



Ventajas

- No necesita conexión al drenaje
- No contamina al suelo
- No necesita agua
- Sirve para tirar basura

Cuidados

- Antes del primer uso cubrir el piso inclinado con hojas secas o zacate unos 30 cm
- Es necesario echar basura o desperdicios como: hojas, canizas, aserrín, papel
- Nunca echar latas, metales, vidrios, plásticos, ¡ni agua!
- El abono se saca una vez al año para usar en los huertos
- Cierre siempre la tapa del asiento

FIGURA 4.44
 PROCESO CONSTRUCTIVO DEL BASON

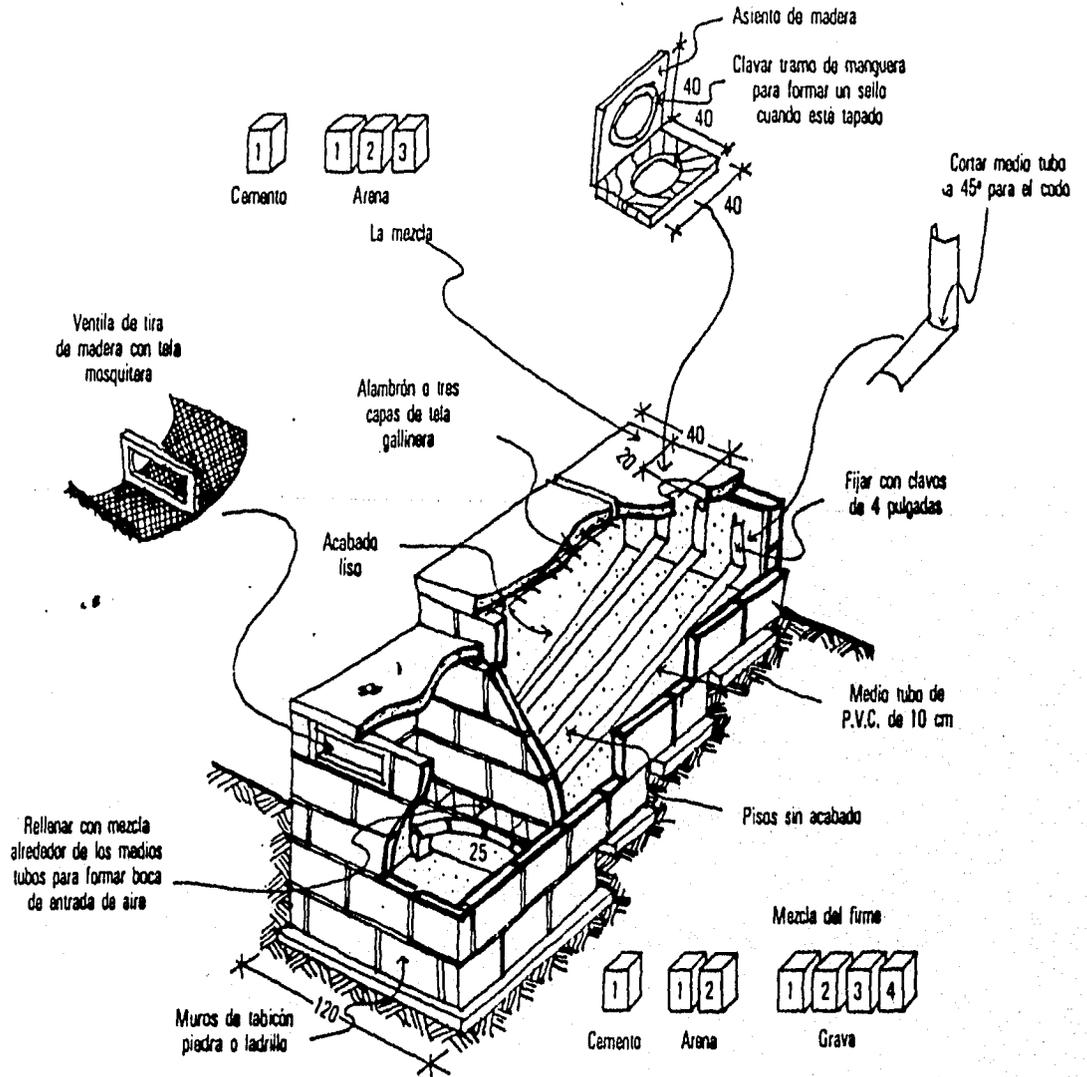
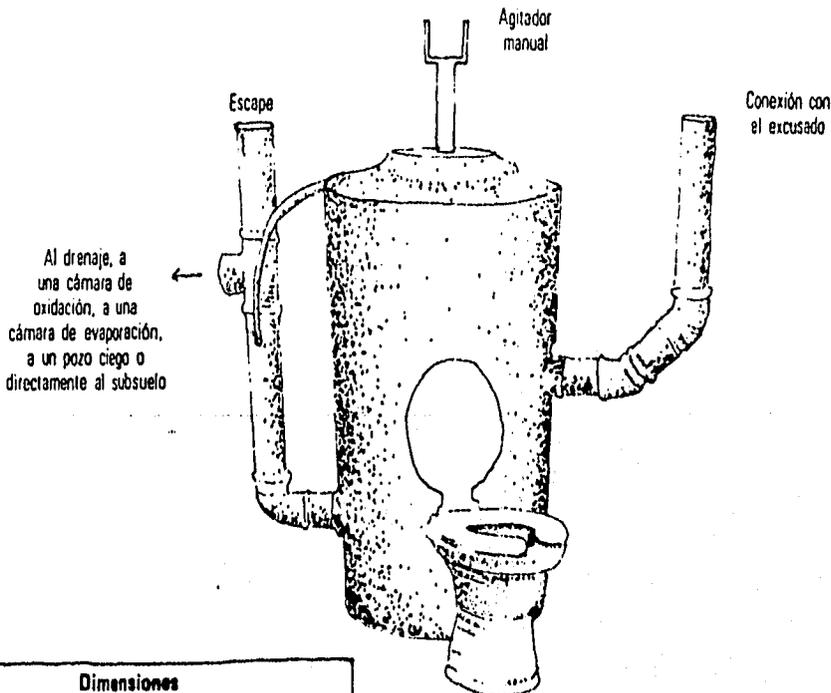


FIGURA 4.45

DEICO MAC

- Proceso
- Conforme los residuos pierden oxígeno, descienden y se biodegradan hasta exterminarse
 - El gas que se forma tiende a subir y se escapa por la válvula de desalajo
 - Una vez que se procesa el líquido se desaloja.



Dimensiones			
		a	b
Mod.	1100	0.71 m	0.91 m
Mod.	1600	1.20 m	2.10 m

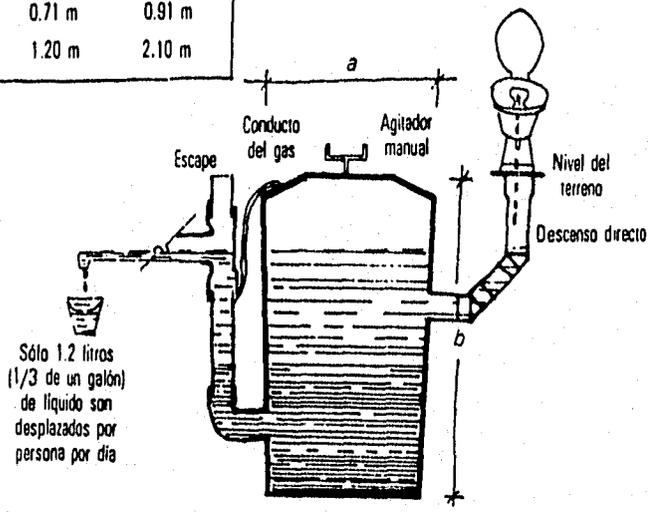


FIGURA 4.46

SIRDO HUMEDO

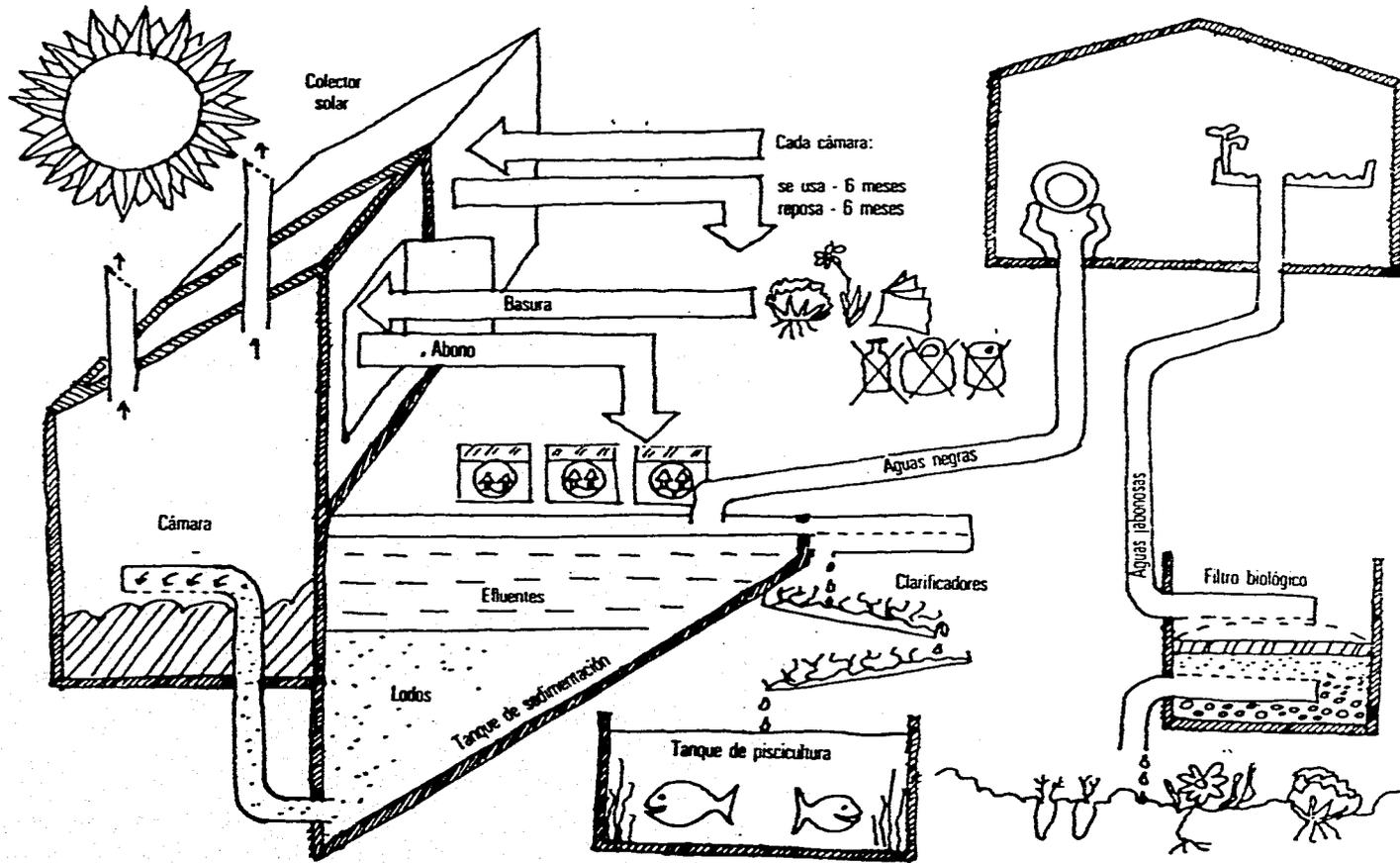


FIGURA 4.47

SIRLO SECO

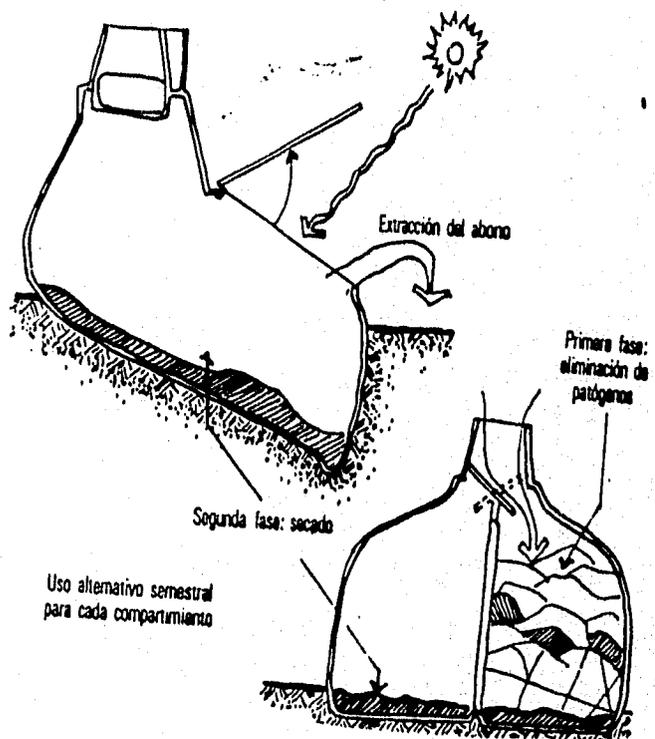
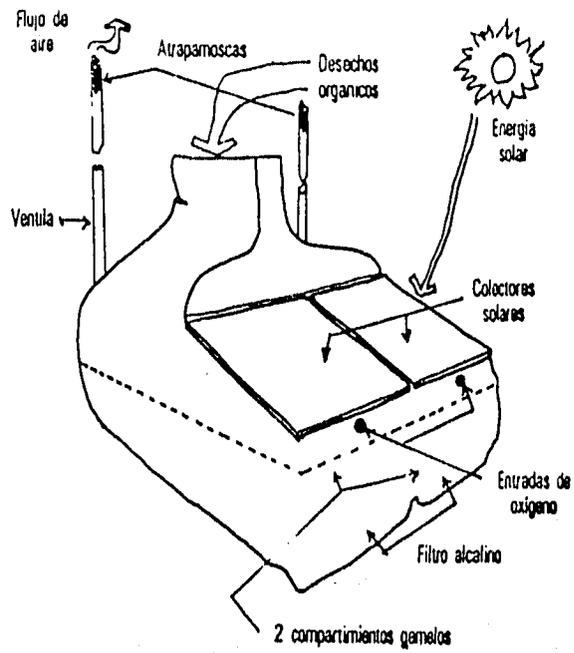
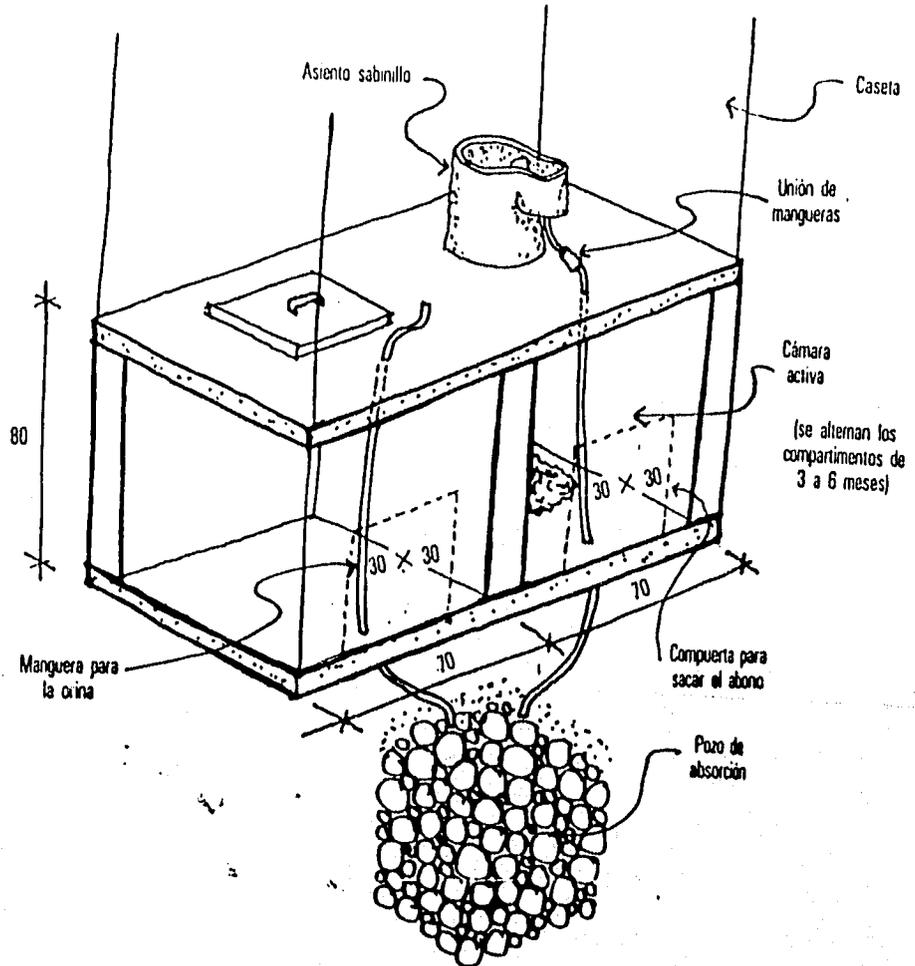


FIGURA 4.48

LETRINA VIETNAMITA (VERSION MEXICANA).

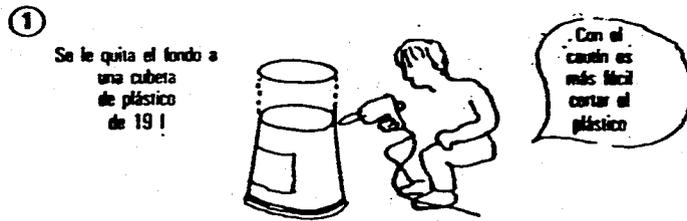


En cada uso, se
agrega a la cámara activa
un puño de ceniza o cal o
en el mejor de los casos
una mezcla de tierra,
ceniza y cal, en partes iguales

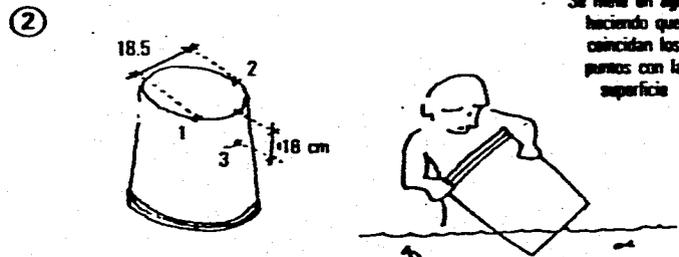


FIGURA 4.49

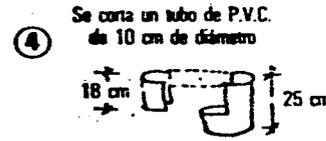
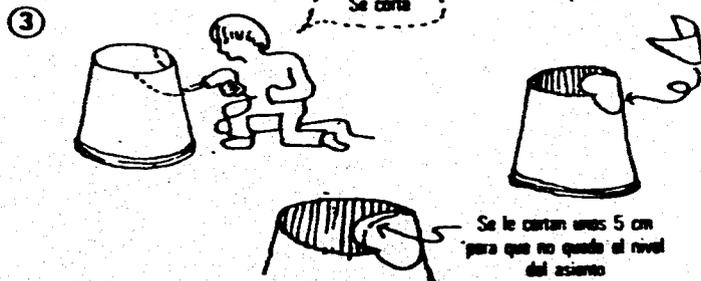
ELABORACION DEL ASIENTO



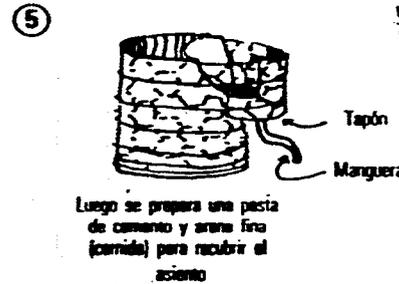
Para cortar la parte que servirá como separador, se marcan tres puntos



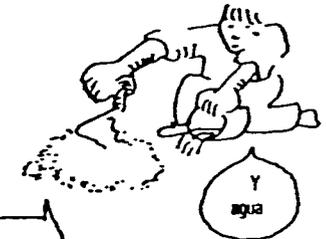
Se marca la línea que dibuja el agua



Se une a la cubeta y se amarra con alambre; ya fijos se envuelven con la malla metálica y al tubo de PVC se le hace un tapón con cemento, dejándole un pedazo de manguera para la salida de la orina

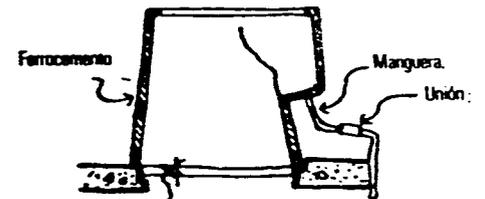


Una parte de arena
Una parte de cemento



Con una cuchara de albañil se aplica y se pule bien

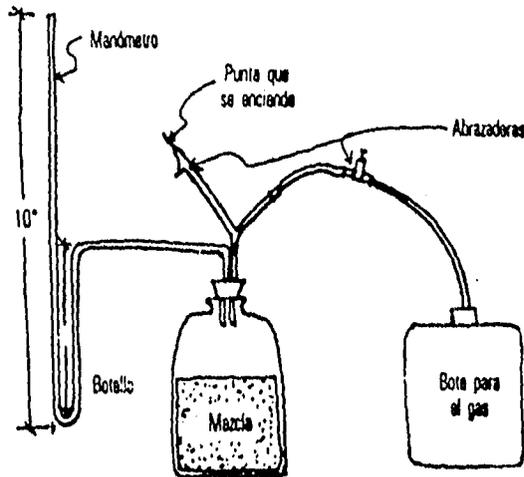
Un corte del asiento



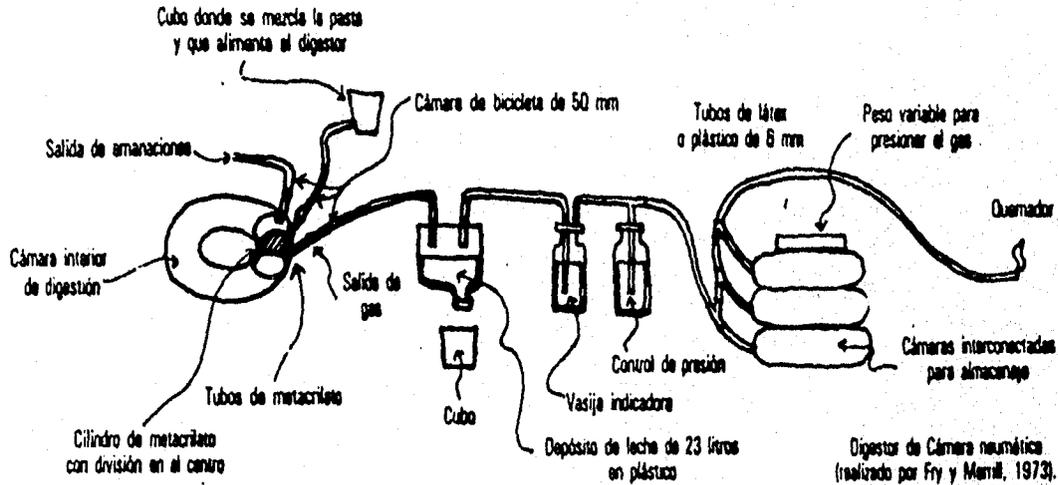
Se dejan sin recubrir unos 5 cm para que entre en la tapa de la letrina

FIGURA 4.50 LIGESTORES

Mini-digestor para ensaye:



Digestor de cámara neumática.



Digestor de Cámara neumática (realizado por Fry y Merrill, 1973). Un depósito de leche de 23 litros se cuelga boca abajo con objeto de atrapar los desechos que llegan junto con el gas procedentes del digestor; estos pueden variarse en el cubo desvroscando el tapón del depósito. La producción de gas se ve a través de las burbujas que circulan por el agua en la vasija indicadora. La vesija de control de presión, llenada con 200 mm de agua, mantiene el gas a una presión constante de 200 mm de agua.

T A B L A S

TABLA IV.I

ALBEDO

<i>Superficie</i>	<i>Albedo %</i>
Nieve fresca	80-90
Nube espesa	70-80
Nube delgada	25-70
Agua (dependiendo del ángulo de incidencia)	2-80
Arena mojada	10-20
Arena seca	18-35
Desierto	25-30
Tierra seca	10-25
Tierra mojada	8-10
Tierra cultivada oscura	7-10
Tierra removida húmeda	15
Roca desnuda	10-20
Zona pantanosa	10-15
Monte bajo desértico	20-30
Sabana	15
Hierba verde	10-25
Hierba seca	25-30
Bosque de coníferas	5-15
Bosque tropical	20
Bosque sin hojas	17
Asfalto	15
Ladrillo, tabique	25-50
Promedio zonas urbanas en Norteamérica	15
Áreas urbanas de edificación muy densa	15-25

TABLA IV.2

HUMEDAD RELATIVA (H. R.)

°C	HR %	Condiciones del ambiente	°C	HR %	Condiciones del ambiente
35	70	Cálido y húmedo	35	30	Cálido y seco
15	70	Frío y húmedo	12	30	Frío y seco
40	30	Cálido y seco	20	70	Templado y húmedo

TABLA IV.3
FACTORES CLIMATICOS

Cd. de México, Aeropuerto internacional Datos de 1982
 Bioclíma Seru-frio Seco Latitud 19 26
 Altitud 2234 M S N M Longitud 99 05

Parámetros	Ene.	Feb	Mar	Abr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oci	Nov	Dic	Anual
Temperaturas (grados centígrados)													
Máxima extrema	27.0	26.6	31.4	31.4	29.6	32.2	26.3	28.1	28.3	27.1	25.9	26.0	32.2
Máxima	23.9	24.1	26.5	28.5	26.6	27.9	24.6	25.0	24.9	24.1	23.2	22.5	25.1
Media	14.5	15.2	17.8	20.0	18.7	19.3	17.0	17.4	17.8	16.1	14.4	13.5	16.8
Mínima	4.7	5.6	8.8	11.5	12.7	11.4	11.5	11.1	11.9	8.8	5.7	5.5	9.1
Mínima extrema	1.5	1.5	2.6	9.0	8.9	7.9	8.3	8.0	6.9	3.7	6.4	-1.5	-1.5
Oscilación	19.2	18.5	17.7	17.0	13.9	16.5	13.1	13.9	13.0	15.3	17.5	17.0	16.0
Humedad (porcentaje)													
H. R. máxima	82	86	77	74	88	85	83	88	83	85	87	83	83.8
H. R. media	54	56	50	48	60	54	63	62	58	60	61	55	56.7
H. R. mínima	26	26	23	22	32	24	38	37	33	34	35	28	29.8
Precipitación (milímetros)													
Total	0.0	9.1	16.9	28.0	66.4	108.9	177.7	57.1	21.7	11.8	1.9	4.2	503.7
Máxima en 24 hrs	0.0	5.1	8.8	9.5	10.2	36.0	51.7	10.1	12.3	7.1	1.8	2.9	51.7
Días grado (grados centígrados)													
Días grado general	-108.5	-78.4	-6.2	0.0	0.0	0.0	-31.0	-18.6	-6.0	-58.9	-108.0	139.5	-555.1
Días grado local	-179.8	-142.8	-77.5	-9.0	-49.6	-30.0	-102.3	-89.9	-75.0	-130.2	-177.0	-210.8	-1273.9
Índice ombrotérmico (coeficiente)													
Índice de aridez	-1.0	-0.6	-0.3	0.0	1.0	2.1	4.4	0.8	-0.2	-0.5	-0.9	-0.9	0.3
Radiación solar global													
Langley/día	366	439	489	482	479	429	412	416	398	374	349	315	412
Kwh/m ² /día	4 237	5 106	5 687	5 606	5 571	4 989	4 792	4 838	4 629	4 350	4 059	3 663	4 792
Insolación total	255.7	206.8	222.3	248.3	174.8	255.2	199.4	216.6	199.8	199.4	198.9	207.1	2584.3
Fenómenos especiales (días)													
Lluvia apreciable	0.0	4.0	5.0	7.0	18.0	15.0	29.0	17.0	11.0	6.5	2.0	3.0	117.5
Lluvia inapreciable	0.0	1.0	2.0	4.0	4.0	2.0	2.0	0.0	3.0	1.5	0.0	1.0	20.5
Días despejados	17.0	1.0	20.0	22.0	0.0	7.0	0.0	1.0	2.0	11.0	19.0	13.0	113.0
Medio nublados	14.0	27.0	11.0	8.0	19.0	22.0	10.0	28.0	13.0	12.0	11.0	8.0	183.0
Días nublados	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	1.0	21.0	2.0	15.0	8.0	0.0	10.0	69.0
Días con rocío	0.0	1.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	5.0
Días con granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	0.0	0.0	3.0
Días con heladas	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	14.0
Días con temp. elec.	0.0	1.0	0.0	0.0	14.0	0.0	26.0	16.0	7.0	0.0	0.0	0.0	64.0
Días con neblia	0.0	2.0	0.0	9.0	11.0	0.0	4.0	2.0	1.0	0.0	0.0	6.0	35.0
Días con nevada	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vientos dominantes (metros/segundo)													
						Datos de 1981							
Dirección	SE	SE	SE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Velocidad media	1.9	1.6	2.4	2.5	2.8	2.7	3.3	3.2	3.0	2.8	2.8	2.3	2.5
Velocidad máxima	3.8	1.8	4.5	6.3	5.4	2.8	5.6	4.2	3.5	3.9	4.3	5.0	3.8

119

TABLA IV.4
FACTORES CLIMATICOS

Temperaturas	Ene.		Feb.		Mar.		Abr.		May.		Jun.		Jul.		Ago.		Sep.		Oct.		Nov.		Dic.	
	Máx.	Mín.																						
Distrito Federal																								
Castañeda Mixcoac	22.5	3.3	24.6	4.5	27.0	7.0	28.1	8.8	27.7	9.8	26.3	11.1	24.5	10.3	25.1	10.1	24.1	10.3	24.1	8.1	23.6	5.7	21.7	3.8
Colonia Escandón	22.5	6.3	24.9	7.7	27.0	9.9	27.4	11.6	26.9	12.7	25.5	13.8	24.0	12.9	24.3	13.0	23.2	12.9	23.5	10.9	23.1	8.9	22.2	6.9
Ixtacalco	23.1	2.6	25.0	2.8	27.3	5.8	27.9	7.6	27.4	9.3	26.0	11.0	24.8	10.8	25.7	10.2	24.4	10.4	24.1	8.0	23.7	4.8	22.9	3.1
San Gregorio A. (Xochimilco)	23.6	0.6	24.1	1.4	27.0	4.7	28.1	6.8	28.2	8.5	25.6	10.8	24.9	10.5	25.1	10.6	24.5	10.8	24.1	7.5	23.6	3.3	22.4	2.2
Tarango (Villa Obregón)	22.3	8.9	24.6	6.7	27.1	3.4	27.9	2.0	27.3	1.5	25.7	3.1	24.0	3.4	24.4	4.0	22.9	10.2	23.2	4.5	22.6	6.6	23.7	7.7

TABLA IV.5 CONSUMO DE AGUA CALIENTE POR PERSONA

Tabla de capacidades

Núm. personas	Tipo de consumo		
	1	2	3
2	1 200	2 200	2 200
4	2 200	3 400	5 400
6	3 400	5 400	8 600
8	4 400	6 600	10 800
10	5 400	8 800	13 1000

Consumo de agua caliente por persona

1. Agua regadera
50 l a 50°C
2. Agua regadera y lavadora de ropa
80 l a 50°C
3. Agua regadera y lavadora de ropa y vajilla
100 l a 60°C

Promedio anual para el D.F.

BIBLIOGRAFIA

1. Peña, P y Levi, E.
"Historia de la Hidráulica en México"
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)
Serie de divulgación No. 25. 1989.
2. Polo, M
"Energéticos y Desarrollo Tecnológico"
Editorial Limusa, 1a. Edición. 1979.
3. Stephenson, G.
"Power Technology"
Litton Educational Publishing. 1973.
4. Daniels, F.
"Uso directo de la energía solar"
Ediciones H. Blume. 1977.
5. Deffis, A.
"La casa ecológica autosuficiente"
Editorial Concepto. 1990.
6. "Hidrocarburos y Socio-economía"
Foros de consulta permanente del Programa Universitario de Energía.
Coordinación de la Investigación Científica, UNAM.
1983.
7. Eslava, H.
"Sistemas de potabilización y tratamiento en el medio rural".
Tesis de Licenciatura en Ing. Civil, F.I., UNAM. 1992.
8. Velez, R.
"La Ecología en el diseño arquitectónico"
Editorial Trillas, 1992.
9. "Manual de Saneamiento, Vivienda, Agua y Desechos"
Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia.
Editorial Limusa, 1982.
10. Turk y Wittes
"Tratado de Ecología"
Nueva Editorial Interamericana.
2a Edición, 1981.

11. Severns, W.H.; Degler, H.E.; Miles, J.C.
"La producción de energía mediante el vapor de agua, el aire y los gases".
Editorial Reverté, S.A.
5a. Edición, 1975.
12. McCarty, K.
"Agua caliente solar"
Ediciones H. Blume. 1977.

13. Brinkworth, B.J.
"Energía solar para el hombre"
Ediciones H. Blume. 1977.

14. "Atlas de México"
Departamento del D. F.
Departamento de Publicaciones del Colegio de México.

15. XI Censo General de Población y Vivienda de 1990
INEGI.