Construcción y Medio Natural

primer premio

HÁBITAT
BIOCLIMÁTICO
RESPONSIVO

Autor:

Dr. José Roberto García Chávez
Universidad Autónoma Metropolitana,
MÉXICO

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es presentar diversas alternativas, basadas en un óptimo aprovechamiento y aplicación de las fuentes de energía renovable en el Medio Ambiente Construido, así como exponer las experiencias alcanzadas en proyectos arquitectónicos reales, que contribuyan a la solución de la problemática ambiental y al mismo tiempo establezcan las condiciones propicias para alcanzar una verdadera calidad de vida y una economía mas favorable.

Las acciones propuestas también tienen como meta el ahorro y uso eficaz de la energía en todas sus formas, con lo cual se podrá ampliar el horizonte energético de las fuentes de energía no renovable y liberar recursos económicos para hacer un uso mas adecuado de ellos. En consecuencia, se buscará incrementar la productividad e impulsar un desarrollo sostenido, que no ponga en riesgo la factibilidad de que las generaciones venideras puedan a su vez relacionarse armónicamente con su Medio Ambiente para satisfacer sus propios requerimientos.

SINTESIS

El deterioro ambiental provocado en la Tierra es el resultado de diversas actividades depredadoras del hombre y se manifiesta en fenómenos tales como: el calentamiento global o "efecto invernadero"; la reducción y destrucción de la capa protectora de ozono en la estratósfera; la creciente deforestación y destrucción de las selvas tropicales (los pulmones naturales del planeta); producción de lluvia ácida; formación de "smog" fotoquímico; contaminación en océanos, ríos, lagos; contaminación debida a desechos sólidos (basura), contaminación lumínica y por ruido, etc.

En México, el daño al Medio Ambiente es uno de los mas graves del planeta. A consecuencia del deterioro ambiental, México ha perdido el 95 por ciento de sus selvas húmedas, mas del 50 por ciento de sus selvas bajas y mas del 65 por ciento de sus bosques mixtos. Mas de una tercera parte del país se ha convertido en desierto inservible. La mayor parte de nuestros ríos, lagos y lagunas presentan un alto índice de contaminación. Esta situación tiene un efecto desfavorable en la salud de las personas y en su calidad de vida, así como en otras actividades productivas, que limitan el crecimiento económico y desarrollo del país.

La mayor parte de las actividades humanas a través del tiempo se han caracterizado por una utilización inadecuada de la energía, lo cual ha provocado diversos problemas en el Medio Ambiente. El resultado de dos siglos de desarrollo industrial, basado en la explotación intensiva de combustibles fósiles altamente contaminantes (carbón, petróleo, gas, etc.) y de una explosión demográfica sin precedentes, es un ostensible deterioro en el planeta, provocando un grave daño a los ecosistemas globales, que se traducen en cambios significativos en la biósfera, atmósfera e hidrósfera.

Por lo que respecta al MEDIO AMBIENTE CONSTRUIDO por el hombre, también ha sido evidente, sobre todo a partir de la Revolución Industrial, el uso inadecuado e irracional de los combustibles fósiles, situación que ha provocado parte del deterioro ambiental que aqueja a la Humanidad.

El objetivo principal de este trabajo es presentar diversas alternativas que, en base al óptimo aprovechamiento de las fuentes de energía renovable en el MEDIO AMBIENTE CONSTRUIDO por el hombre, contribuyan a la solución de la problemática ambiental y al mismo tiempo establezcan las condiciones propicias para alcanzar una verdadera calidad de vida.

El objetivo principal de este trabajo es presentar diversas alternativas que, en base al óptimo aprovechamiento de las fuentes de energía renovable en el MEDIO AMBIENTE CONSTRUIDO por el hombre, contribuyan a la solución de la problemática ambiental y al mismo tiempo establezcan las condiciones propicias para alcanzar una verdadera calidad de vida. Asimismo, se tiene como meta el ahorro y uso eficiente de la energía en todas sus formas, para ampliar el horizonte energético de los combustibles fósiles que se usan en la actualidad, liberando recursos económicos y así hacer un uso mas adecuado de éstos. Por otra parte, también se busca incidir en un incremento en la productividad para impulsar un mayor desarrollo, sano y equitativo en el país.

Los patrones actuales del quehacer constructivo, se caracterizan por: ignorar las características climáticas y socioculturales de lugar y las verdaderas necesidades del usuario, por el alto dispendio de energía en las edificaciones y por el daño ocasionado al Medio Ambiente. Esta situación debe corregirse, en base a: acciones que lleven a cabo un análisis de la interacción de los factores naturales del lugar con el habitat construido, al aprovechamiento los recursos energéticos naturales renovables (energía solar, eólica, biogas, etc.) y al uso eficiente de la energía. Esto coadyuvaría a: mejorar las condiciones del entorno natural, a ahorrar y preservar las fuentes de energía convencionales y a mejorar la economía y calidad de vida del hombre en su habitat. Contar con un habitat digno y adecuado para el hombre ha sido desde épocas muy remotas una necesidad prioritaria. Protegerse de la acción de los elementos agresores del medio circundante, la premisa fundamental. Sin embargo, hoy en día, ambas, han sido ignoradas y distorsionadas por la arquitectura actual. Es por ello que, ante las circunstancias presentes y futuras, la integración armónica del habitat construido con su Medio Ambiente natural, es ciertamente, una necesidad imperiosa e impostergable.

Las alternativas propuestas en este estudio, cuya meta es lograr un impacto favorable en el Medio Ambiente, al igual que en la salud, economía y calidad de vida del hombre, han sido resultado de un análisis de factibilidad técnica y económica para su óptima aplicación, tanto en el medio urbano como en el rural. En la selección de las propuestas se consideraron las condicionantes y limitaciones existentes en México y se ha planeado que su aplicación sea viable a corto y mediano plazo. Algunas de las alternativas investigadas ya han sido aplicadas en proyectos arquitectónicos reales y los resultados y experiencias se presentan en la parte final de este trabajo.

Nota aclaratoria: El presente trabajo ha sido sintetizado para adaptarse a las bases del concurso, para mayor información sobre la totalidad del mismo, favor de dirigirse al autor.

INTRODUCCION

La situación actual de deterioro de nuestro Medio Ambiente, caracterizada por una afectación severa de los ecosistemas y de las diversas formas de vida en nuestro planeta, ha llegado a niveles alarmantes y urge llevar a cabo acciones concretas para combatir los efectos ocasionados. El problema de deterioro ambiental no conoce de fronteras ni países, lo compartimos y nos afecta a todos globalmente, por lo tanto, la búsqueda de soluciones también debe darse de manera compartida.

La mayor parte de las actividades humanas a través del tiempo se han caracterizado por una utilización inadecuada de la energía, lo cual ha provocado diversos problemas en el Medio Ambiente. En efecto, el resultado de dos siglos de desarrollo industrial, basado en la explotación intensiva de combustibles fósiles altamente contaminantes (carbón, petróleo, gas, etc.), y de una explosión demográfica sin precedentes, es un ostensible deterioro del Medio Ambiente. Actualmente, las diversas actividades del hombre, incluida la construcción, se basan en una tecnología altamente contaminante y están provocando un grave daño a los ecosistemas globales, que se traducen en cambios significativos en la biósfera, atmósfera e hidrósfera.

Ciertamente, al inicio de este Siglo XX, ni los seres humanos que entonces habitaban el planeta (1700 millones), ni su resultante tecnología, tenían el poder de alterar radicalmente los ecosistemas del planeta. Hasta antes de la Segunda Guerra Mundial, las sociedades crecían a tal ritmo que la recuperación de los ecosistemas naturales le eran factible tanto al medio natural como al hombre. A partir de la década de los 50s, las consecuencias del deterioro ambiental, producto de un desmedido aceleramiento del proceso de industrialización y urbanización, empezaron a ser evidentes.

Hoy en día, el deterioro ambiental causado por el hombre en la Tierra se manifiesta en fenómenos tales como: el calentamiento global o "efecto invernadero"; la reducción y destrucción de la capa protectora de ozono en la estratósfera; la creciente deforestación y destrucción de las selvas tropicales (los pulmones naturales del planeta); lluvia ácida; "smog" fotoquímico; contaminación de océanos, ríos, lagos, etc; contaminación por desechos sólidos (basura), contaminación lumínica y por ruido, etc. Este daño al Medio Ambiente es un gran riesgo para la supervivencia del hombre. Además, se pone en peligro la habitabilidad de nuestro planeta, el único lugar en el universo donde se ha dado la prodigiosa aventura de la vida.

En México, el daño al Medio Ambiente es uno de los mas graves en el planeta. A consecuencia del deterioro ambiental, México ha perdido el 95 por ciento de sus selvas

húmedas, mas del 50 por ciento de sus selvas bajas y mas del 65 por ciento de sus bosques mixtos. Mas de una tercera parte del país se ha convertido en desierto inservible. La mayor parte de nuestros ríos, lagos y lagunas presentan un alto índice de contaminación. Esta situación tiene un efecto desfavorable en la salud de las personas y en su calidad de vida, así como en otras actividades productivas, que limitan el crecimiento económico y desarrollo del país.

Por lo que respecta a la utilización de la energía en el Medio Ambiente construido por el hombre, es evidente que desde la Revolución Industrial ha existido un uso inadecuado e irracional de las diferentes formas de energía, (carbón, petróleo, gas, natural, etc.), situación que ha provocado un sinnúmero de problemas ambientales que hoy en día se han revertido y amenazan seriamente a la Humanidad.

Del total de la energía comercial disponible en el mundo, mas del 50 por ciento se consume en las edificaciones. La gran mayoría de los edificios modernos, construidos en casi todos los centros urbanos del planeta a partir de la década de los 50s', presentan un alto consumo y dependencia de energía, obtenida a partir de los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural, etc.). Esta gran cantidad de energía se usa en los edificios para satisfacer los requerimientos de control ambiental, situación que provoca no solo el agotamiento acelerado de las reservas de dichos combustibles (formados durante millones de años), sino graves daños al Medio Ambiente y a la salud de sus ocupantes. Todos estos requerimientos (calefacción, enfriamiento, etc.) pueden satisfacerse en gran medida utilizando los factores naturales del Medio Ambiente tales como el **sol, viento, agua, vegetación**, etc. Esto daría como resultado la extensión del horizonte energético de los combustibles fósiles, un mejor uso de ellos y una menor dependencia, el mejoramiento y preservación del Medio Ambiente y condiciones de vida más favorables para las diversas actividades del hombre (**calidad de vida**). Lo anterior se puede lograr por medio de "**Sistemas Pasivos del Diseño Bioclimático**". Esto implica *la utilización de la edificación misma para seleccionar aquellos componentes del Medio Ambiente natural exterior que contribuyan al confort natural de los ocupantes en su ambiente interior.*

CAPITULO 1

DIAGNOSTICO

1.1 Antecedentes. Uso de la energía a través del tiempo en las actividades del Hombre y sus efectos en el Medio Ambiente

Desde sus primeras manifestaciones, el hombre ha enfrentado una serie de retos y necesidades, producto de su constante interacción con el medio ambiente. Para satisfacer muchas de sus necesidades, el hombre ha hecho uso de las diversas formas de energía existentes en el planeta, tales como la leña, el carbón y los hidrocarburos.

Hasta mediados del siglo XVIII, la madera, las caídas de agua y el viento, fueron las principales fuentes de energía utilizadas por el hombre. A partir de 1765, la fuerza industrial se hace independiente de las corrientes de agua (energía hidráulica), al inventar James Watt una máquina de vapor para aplicaciones textiles, que utilizaba **carbón** como fuente de energía. De esta manera surge la Revolución Industrial (cuando la población mundial era de aproximadamente mil millones). Desde este momento empezaron a efectuarse una serie de cambios en el mundo, los cuales dieron lugar a una transformación radical del habitat natural del hombre. El cultivo de la tierra, que durante siglos se había convertido en la principal actividad del hombre, empezó a ser desplazada por actividades fabriles. Grandes grupos humanos abandonaron el campo para ir a las ciudades, cuyo crecimiento desmesurado demandó mas y mas servicios para sus pobladores. A partir del siglo XIX, esta situación se generaliza en Europa y los EE.UU., principalmente.

Debido al aumento de producción textil, minera y de otros tipos, se requería una transportación mas idónea. A principios del siglo XIX aparece el barco de vapor y en la tercera década del mismo siglo la locomotora. El ferrocarril permitió extender la "civilización" y crear mas ciudades a costa de areas verdes y con el invento del automovil a finales del siglo XIX, hubo que construir carreteras asfaltando la tierra en campos y ciudades. Todas estas actividades basaron su desarrollo en la utilización de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas, etc.), altamente contaminantes.

En conclusión, la utilización intensiva e inadecuada de los combustibles fósiles, el crecimiento expolsivo y acelerado de la población y el actual poderío tecnológico (por lo general mal aplicado), alcanzado por el hombre, han causado un deterioro evidente y considerable al Medio Ambiente.

1.2 Situación del deterioro ambiental en México y el mundo

1.2.1 Situación Mundial

El desarrollo y evolución del hombre han dependido en gran medida de las condiciones del clima en la Tierra, sobre todo si se considera que lo que hoy en día conocemos como civilización, ha tenido lugar dentro de un período interglacial de aproximadamente 10,000 años, caracterizado por condiciones climáticas benignas, mismas que han sido determinantes para llegar al nivel actual de desarrollo alcanzado por la humanidad. Sin embargo, el clima está siendo alterado por diversas actividades humanas, que tienen el potencial de causar un desequilibrio total en los ecosistemas de la Tierra. Las diversas actividades humanas, caracterizadas por un uso inadecuado de los energéticos fósiles (carbón, petróleo, gas, etc.), están provocando alteraciones climáticas, cuyos efectos ponen en peligro la existencia misma de diferentes formas de vida en la Tierra. Ciertamente, el avance logrado hasta ahora por el hombre, ha sido posible a costa de la creciente destrucción de nuestro Medio Ambiente y en particular de la alteración drástica de las condiciones climáticas del planeta, las cuales, debido a la intensidad del daño provocado, ya no tienen la misma capacidad de recuperación que en el pasado.

Debido a la excesiva emisión de gases a la atmósfera, producto de la quema de los combustibles fósiles (carbón e hidrocarburos) en la industria, para producir energía, en los vehículos, por las necesidades hogareñas, etc; el contenido de bioxido de carbono en la atmósfera se ha incrementado 25 por ciento en los últimos 150 años.

Además del bióxido de carbono, existen otros gases contaminantes producidos por actividades humanas, que se han acumulado en la atmósfera desde la Revolución Industrial: óxidos nitrosos, metano y clorofluorocarburos (CFCs). Al igual que el bióxido de carbono, estos gases también tienen la capacidad para atrapar algunos rayos del sol reflejados por la Tierra, como el vidrio de un invernadero, con lo cual el "fenómeno de invernadero" se intensifica y la superficie terrestre se calienta con rapidéz vertiginosa, mas allá de los niveles normales que establecen el equilibrio ecológico del planeta.

El metano es un gas que llega al atmósfera procedente de la cría en masa de animales, agricultura intensiva y depósitos de basura; los CFCs, se usan como propelentes de aerosoles, en la refrigeración y en la producción de espumas plásticas aislantes (muy utilizados en la construcción) y los óxidos nitrosos, son gases que emiten los motores de los autos y las chimeneas de las plantas térmicas generadoras de electricidad.

El efecto en conjunto de los gases de metano, CFCs y óxidos nitrosos, es mayor que el provocado por el bióxido de carbono y también se está elevando a un ritmo mucho más rápido (fig. 1).

Fig. 1. El efecto en conjunto de los "gases de invernadero": metano CFCs y óxidos nitrosos, es mayor al producido por el CO₂ y aumenta con mayor rapidez. El aumento de Temperatura en el efecto invernadero se localiza en la escala vertical, en °C. Fuente: Global Warming Report 1989. Friends of the Earth.

Por otra parte, los CFCs, cuyo lapso de vida es de 75 a 150 años, también destruyen la capa de ozono localizada en la estratósfera (que va de 20 a 40 km de altura), que nos protege de la dañina radiación ultravioleta. En la Antártida, ya se ha detectado un agujero en la capa de ozono, de dimensiones equivalentes a la superficie de los EE. UU. y en el Ártico (Polo Norte), el agujero equivale a la superficie de México (2 millones de kilómetros cuadrados). Esto significa que en el Polo Sur, la capa protectora de ozono ha desaparecido en un 50 por ciento, y en un 15 por ciento en el Polo Norte. Los principales efectos causados por el agotamiento y reducción de la capa de ozono serán: un aumento drástico de los casos de cáncer en hombres y animales, así como la perturbación de la cadena alimenticia en los océanos.

Los científicos coinciden en que el calentamiento de la tierra es un hecho confirmado. En los últimos 150 años se ha registrado un incremento de 0.5°C y los años mas calientes registrados en éste siglo han sido los 80s. Se estima que dentro de 40 años, la temperatura media de la superficie terrestre se elevará entre 1.5 y 4.5°C . Este año de 1990 pudiera ser el mas caliente en 120,000 años (cuando ocurrió el pico de la última glaciación y la temperatura en la Tierra era unos 10°C menor a la actual). Las divergencias que todavía existen entre los científicos se refieren solo a los detalles de las repercusiones y la distribución regional de los efectos.

Complejos cálculos efectuados por computadora revelan que las consecuencias del calentamiento global debido al efecto invernadero van a provocar enormes alteraciones en el planeta, tales como: Deshielos, aumento del nivel del mar (de 50 a 150 cms para el año 2030), inundación de zonas costeras, desplazamiento de zonas climáticas, que a su vez alterará las modalidades de cultivos, incrementará las sequías, acelerará el proceso de desertificación del suelo y provocará cambios severos en las variaciones climáticas regionales. Para mucha gente, estos pocos grados significarán la diferencia entre la sobrevivencia y la extinción (hay que recordar que una tercera parte de la humanidad vive en una franja a 60 km del mar, donde la tierra tiende a ser mas rica).

En latitudes de clima templado y de mayor altura, se estima que los inviernos pueden llegar a ser mas breves, mas húmedos y mas cálidos, y los veranos, mas prolongados, mas calurosos y mas secos; en particular en las zonas continentales medias.

Otras plagas que han venido aquejando al planeta, sobre todo a partir de la década de los 50s son: la creciente deforestación, la destrucción de las selvas tropicales (los pulmones naturales del planeta); la formación de lluvia ácida (que en Europa extermina bosques y lagos y daña el patrimonio artistico y arquitectónico de la humanidad); las inversiones térmicas acompañadas de altos niveles de contaminación; el smog fotoquímico (ozono en las capas cercanas a superficie terrestre); la contaminación de mares, lagos, ríos, etc.), la producción de basura (desechos sólidos industriales, domésticos, municipales, etc.) y la contaminación visual, lumínica, olfativa y por ruido.

En consideración a lo antes expuesto, la humanidad no debe esperar a tener una prueba mas tangible de lo que ya se ha iniciado: un cambio de clima potencialmente irreversible. Se deben llevar a cabo acciones de cooperación internacional sin menoscabo de la soberanía de los países en vías de desarrollo, teniendo como objetivo el logro común de un desarrollo sostenido.

1.2.2 Situación en México

Debido a su situación geográfica, dentro de la zona de los trópicos del planeta y a la enorme variedad y compleja interdependencia de sus ecosistemas, México sería uno de los países que mas acusaría el efecto del calentamiento global. Es decir, Mientras mas complejo y diverso sea un ecosistema, mayor será la posibilidad de que lo afecten los cambios del clima. En el caso de un calentamiento global, con un incremento del nivel del mar entre uno y dos metros, se darían efectos desastrosos en las planicies costeras del Golfo de México, Yucatán, etc. Por otra parte, estudios recientes¹, establecen que, independientemente del modelo utilizado, México tenderá a ser mas cálido, seco y con una considerable reducción de sus recursos acuíferos naturales.

1.2.2.1 Situación en la Ciudad de México

La cuarta parte de la población nacional habita en la Ciudad de México, que a su vez ocupa menos de una milésima parte del territorio ($1480 \text{ km}^2 = 148,000 \text{ hectáreas}$), donde se consume el 20 por ciento de la energía total del país y se genera el 52 por ciento de la producción industrial y el 36 por ciento del PIB.

La Ciudad de México ha experimentado un crecimiento explosivo, ya que en tan solo 6 décadas, la población creció de 1 a 15 millones, lo cual la coloca como una de las ciudades mas pobladas del mundo. Una serie de medidas irracionales para extender la mancha urbana de la ciudad en respuesta a la creciente demanda de vivienda, trabajo y servicios, han provocado un daño considerable al Medio Ambiente.

La Ciudad de México ha perdido el 80 por ciento de sus bosques, el 99 por ciento de sus lagos se han desecado y el 75 por ciento de sus tierras no urbanas presenta un avanzado proceso de erosión. Cada habitante de la Ciudad de México dispone de solo 3.94 m^2 de áreas verdes, en tanto que la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece una área mínima de 9 m^2 por habitante.

¹ Estudio realizado por Liveman, D. y O'Brien K. Investigadoras de la Universidad de Wisconsin, EE.UU. Nota periodística por Iván Restrepo, La Jornada, 27/7/89.

Existe también un contrasentido en el siguiente hecho: por una parte, se tienen serios problemas de disponibilidad de agua en la Ciudad de México y por otra, se tiene un sistema de drenaje, insuficiente para desalojar las aguas servidas y el enorme caudal de la precipitación pluvial (del orden de 800 mm anuales!), el cual no se aprovecha.

Uno de los resultados de la explosiva urbanización de la Ciudad de México es tener una cantidad cada vez mayor de suelos pavimentados y asfaltados, donde el agua no puede infiltrarse al subsuelo en forma natural, lo cual agudiza el abatimiento de los mantos freáticos de la ciudad. Esta situación también ocasiona importantes hundimientos del suelo de la misma y la formación de enormes cavidades que, tal y como se manifestó trágicamente el 19 de Septiembre de 1985, amplifican la intensidad de las ondas sísmicas a través del fenómeno de resonancia.

De continuar esta situación, para el año 2000, la ciudad de México contará con 25 millones de habitantes, es decir mas del 20 por ciento de la población del país vivirá en una zona árida, donde habrá menos de 20, 000 hectáreas de bosques, requerirán 70 m³ de agua por segundo y generarán 25, 000 toneladas de basura al día.

A consecuencia de la severa contaminación ambiental, la mayoría de la gente estará condenada, desde temprana edad, a enfermedades de tipo respiratorio, ocular, auditivo, así como alteraciones en el sistema nervioso, circulatorio, musculo-esquelético y otras afectaciones.

1.3 Situación del uso de la energía en México y el mundo

Hasta antes de la Revolución Industrial, la mayor parte de los requerimientos de energía se satisfacían a partir la combustión de la madera y en menor grado con el uso de las caldas de agua y el movimiento del viento. Con el advenimiento de la Revolución Industrial, se inició la explotación del carbón como fuente de energía y a finales del siglo XIX los países industrializados del occidente ya presentaban una alta dependencia de este combustible fósil. El uso del carbón como fuente de energía primaria llegó a su nivel mas alto en la segunda década del siglo XX (1920s) y fué disminuyendo rápidamente conforme grandes cantidades de petróleo, a muy bajo costo, empezaron a utilizarse.

Actualmente, la Humanidad consume en un año una cantidad de combustibles fósiles que ha tomado a la Naturaleza un millón de años producir (el consumo global de

energía se elevó de 21 exajoules² en 1900, a 318 exajoules en 1988). El carbón y los hidrocarburos participan con el 88 por ciento del total, mientras que la energía nuclear y en menor medida la geotérmica, proporcionan la mayor parte del resto. El Banco Mundial estima que la demanda anual de energía para esta última década crecerá en 6 por ciento en los países en vías de desarrollo y solo 3 por ciento en los desarrollados (el 25 por ciento de la población mundial: países industrializados, consumen el 78 por ciento de la energía del planeta). Los principales factores que propiciarán esta situación son: crecimiento poblacional, desarrollo industrial y urbanización.

1.3.2 Situación en México

En México, la aparente abundancia y bajo costo de los energéticos aunada a la implementación de estrategias energéticas inadecuadas (subsidios, monodependencia energética, etc.), ha provocado patrones de consumo irracionales y un uso ineficiente de la energía. Situación que ha prevalecido en México, sobre todo en los últimos 30 años, lo cual ha ocasionado un agotamiento acelerado de los recursos energéticos no renovables, afectado la productividad y economía nacional y provoca un grave deterioro ambiental, así como una considerable reducción en la calidad de vida.

Desde el punto de vista energético, México es un país prácticamente monodependiente de hidrocarburos, lo cual es un riesgo potencial en muchos aspectos. Situación que se agrava debido a que la demanda interna de energía, tanto de hidrocarburos como de electricidad, ha registrado un acelerado incremento, lo cual ha provocado una creciente importación de energía secundaria (combustóleo, gasolinas, gas licuado, carbón, etc.).

Por otra parte, se ha avanzado muy poco en la diversificación energética y el apoyo para la investigación y desarrollo de fuentes alternativas de energía renovable (energía solar, eólica, bioenergía, etc.), es insuficiente. Una medida viable para coadyuvar a la solución de la problemática energético-ambiental, es el aprovechamiento de las fuentes alternativas de energía y la implementación de programas de ahorro y uso eficiente de la misma, ya que estas son medidas económicas prácticas y efectivas.

² Un exajoule es 10^{18} joules (10^{18}), o sea, el calor disipado por 170 millones de barriles de petróleo crudo.

CAPITULO 2

USO DE LAS FUENTES DE ENERGIA RENOVABLE PARA COADYUVAR AL MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE

2.1 Fuentes alternativas de energía renovable

El carbón y los hidrocarburos, fuentes de energía tradicionales cuya utilización ha sido la base del desarrollo industrial de nuestra sociedad, pero al mismo tiempo el origen del severo deterioro ambiental que nos aqueja, no son eternos y depender en un alto grado de su disponibilidad es sumamente peligroso. La denominada "crisis mundial de los energéticos" de 1973 (embargo petrolero árabe) y la actual del Golfo Pérsico, han demostrado este hecho y la necesidad de diversificar las bases energéticas de cualquier economía.

Históricamente se ha comprobado el riesgo que implica la explotación y uso exclusivo de un solo recurso energético. Afortunadamente, algunos países han iniciado el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan el aprovechamiento de fuentes no convencionales de energía (nuclear, solar, eólica, oceánica, biomasa, etc.).

México es un país privilegiado, ya que esta ubicado en una zona geográfica que es muy rica en dotación de recursos energéticos naturales renovables. Por ejemplo, con respecto a la energía solar, nuestro país esta ubicado en la franja de insolación máxima a nivel mundial; cuenta con un potencial eólico de los mas importantes del mundo, sobre todo en la zona del Istmo de Tehuantepec ("La Ventosa"); la extensión de su Zona Económica Exclusiva³, de 2'926,252 km², al igual que sus 11,600 kilómetros de litorales, le hacen un país con enormes posibilidades de aprovechamiento de la energía oceánica (maremotriz, gradiente térmico y oleajes). México tiene también un enorme potencial hidráulico plenamente identificado, pero aún no explotado, superior al 80 por ciento. La energía hidroeléctrica es un recurso renovable que constituye un aprovechamiento indirecto de la energía solar.

³ Faja marítima situada fuera del mar territorial y adyacente a este, de una anchura máxima de 200 millas náuticas, a partir de la cual el país tiene derechos soberanos para los fines de exploración y explotación económica, producción de energía derivada del mar, las corrientes y los vientos.

La biomasa (materia orgánica: árboles, vegetación, algas marinas, desechos agrícolas, animales, etc.), es otra fuente de energía potencialmente aprovechable. Un promedio del 10 por ciento del consumo mundial de energía se obtiene a partir de la biomasa. En México, alrededor de 15 millones de personas consumen mas de 20 millones de ton de leña al año, equivalente al 13 por ciento del consumo total en 1989. Estos datos ilustran la importancia que la biomasa tiene en la producción de energía. Dos problemas ambientales se infieren de esta situación: la emisión de altos porcentajes de gases de invernadero, producto de la quema de este recurso natural (sobre todo CO_2) y una acelerada deforestación, que ocasiona erosión e impide la absorción de los niveles elevados de CO_2 e intensifica la ausencia de oxígeno en el aire. En realidad el aprovechamiento de la biomasa debería ser en otra dirección, por ejemplo, a través de cámaras de digestión anaeróbica (digestores), que brindan tres productos: gas metano para uso doméstico, agrícola, etc.; combustible líquido (metanol) y abono de una gran calidad. Con esto también se elimina otra plaga ambiental: la basura orgánica.

El tratamiento de los desechos líquidos y sólidos, así como su reciclaje, es una acción importante para proteger el Medio Ambiente. La fig. 2 ilustra un criterio para el manejo adecuado de estos desechos y su correspondiente reciclaje.

Fig. 2. Reciclaje de productos de desecho, orgánicos e inorgánicos. Circulo Virtuoso.

2.2 Problemática actual de las edificaciones a nivel urbano y rural

Las diferentes géneros de edificios en el mundo consumen grandes cantidades de energía fósil no renovable para calentar, enfriar, ventilar, humidificar, deshumidificar e iluminar sus diversos espacios y para calentamiento de agua y cocción de alimentos. Todos estos requerimientos pueden ser satisfechos en gran medida a través del manejo adecuado de las energías del Medio Ambiente (energía solar, eólica, etc.), con lo cual se reduciría significativamente la excesiva emisión de contaminantes y el severo daño en el Medio Ambiente que afecta la salud y calidad de vida de las personas.

En México, la mayoría de las edificaciones en el medio urbano, se caracterizan por su alta dependencia y consumo intensivo de combustibles fósiles, además, no presentan una respuesta armónica a las exigencias del entorno natural circundante y mas bien obedecen a diseños propios de otras latitudes y formas de vida. La electricidad y el gas licuado son los energéticos que mas se consumen en las edificaciones urbanas.

En el medio rural, donde la arquitectura tradicional por lo general ofrece una respuesta mas adecuada a las exigencias del clima del lugar, se ha detectado un consumo considerable de leña para cocinar y calentamiento de agua y espacios interiores. Este excesivo consumo de leña, además de provocar una acelerada deforestación, está causando una menor tasa de absorción del bióxido de carbono y en consecuencia menor disipación de oxígeno, vital para la supervivencia del hombre.

En consideración a lo anterior, la energía que se consume en los edificios, representa un considerable porcentaje del total. Por lo tanto un uso eficiente de la misma, a través de un manejo adecuado de los combustibles fósiles convencionales y programas de ahorro y la aplicación de las fuentes de energía renovable, se incidiría favorablemente en el equilibrio del Medio Ambiente y la economía nacional.

2.3 Tipología edificatoria actual en México e influencias externas

La tipología edificatoria del país es el resultado de la interacción de factores históricos, socioculturales, tecnológicos, económicos, políticos y climáticos. A pesar de que nuestro país presenta una gran diversidad de climas, este último factor ha sido poco atendido en las acciones de la construcción.

En las últimas décadas, se ha abusado, sobre todo en las grandes urbes, de una arquitectura conocida como "estilo internacional", cuya premisa fundamental ha sido el construir el mismo tipo de edificación sin importar las condicionantes climáticas, socioculturales y económicas de un determinado sitio y proyecto. La característica de este tipo de arquitectura es el dispendio y excesiva dependencia de energía, situación que provoca un efecto nocivo en el Medio Ambiente y las personas. Es necesario modificar esta tendencia negativa y propiciar acciones orientadas a la implementación de una arquitectura que **responda favorablemente a la tradición, cultura y clima de un lugar** y que aproveche adecuadamente los avances tecnológicos disponibles, en base a una cultura ecológica que satisfaga las verdaderas necesidades presentes del hombre, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan a su vez satisfacer las propias.

2.4 Fuentes alternativas de energía y diseño bioclimático en las edificaciones. Principios de aplicación

La aplicación en las edificaciones de las fuentes alternativas de energía para reducir el consumo de energía y preservar el Medio Ambiente, son algunos de los objetivos del "**diseño bioclimático**", que implica la utilización de "**sistemas pasivos**", es decir, el *manejo de la edificación misma para seleccionar aquellos componentes del Medio Ambiente exterior que contribuyan al confort ambiental interior de los ocupantes*. El propiciar condiciones de confort ambiental (higrotérmico, lumínico, visual, auditivo y olfativo), en los edificios mejorará la salud, economía y calidad de vida de sus ocupantes y al mismo tiempo se podrá incidir favorablemente en la eficiencia y productividad en el trabajo, al ofrecer un ambiente mas saludable y natural, en el cual las personas podrán desarrollar sus actividades satisfactoriamente.

Para lograr un enfoque ecológico integral en las construcciones, se propone también aprovechar y aplicar las fuentes alternativas de energía renovable. La figura 3, muestra ejemplos de diversos sistemas ecoenergéticos integrados en una vivienda: colectores solares, sistema de reciclaje del agua, aprovechamiento del agua de lluvia, cámara biológica, cultivo de hortalizas, granja avícola, estanque de acuicultura, clasificación de los desechos orgánicos e inorgánicos, etc. El objetivo de estos sistemas es el ahorro y uso eficiente de la energía, el agua y la producción de alimentos.

Fig. 3. Sistemas ecoenergéticos integrados en una vivienda rural.

2.4.1 Estrategias y aplicación del diseño bioclimático en climas de México

Los principios generales de aplicación del diseño bioclimático en edificaciones habitacionales para cuatro climas representativos del país (cálido húmedo, cálido seco, templado y semi-frío), se presentan a continuación e ilustran en las figuras 4, 5, 6 y 7.

Estrategias y recomendaciones de diseño bioclimático para edificaciones

Clima Cálido Húmedo

Distribución y forma: edificios separados y con espacios libre entre ellos para aprovechar al máximo el flujo del aire. Los edificios deben ser alargados en planta; habitaciones preferentemente en una sola fachada con acceso a través de porches. Ubicar los edificios en zonas elevadas y/o elevar los edificios sobre soportes para aprovechar al máximo el flujo del viento y evitar la humedad y posibles plagas del suelo.

Orientación recomendable para espacios habitables: Norte y Sur, con dispositivos de control solar (volados, parteluces, etc.). En edificios altos es muy importante el control solar. Las habitaciones deben estar provistas de abundantes abertura para la facilitar la ventilación natural a través de ellos. Las zonas que produzcan calor deben aislarse y ventilarse por separado. Las zonas exteriores al igual que la estructura del edificio deben estar en sombra todo el año. La vegetación no debe impedir el flujo del aire.

Las aberturas (ventanas) deben ser grandes y localizadas en el espacio para enfriar, según el momento del día y época del año, la estructura y a los usuarios directamente. Las aberturas deben estar diseñadas con dispositivos de control solar y protegidas del ruido y la lluvia. El uso de mosquiteros es imprescindible.

Los muros deben tener un adecuado coeficiente de transmisión térmica (aislante) y construirse de materiales ligeros y de baja inercia y respuesta térmica, es decir, que no acumulen ni conduzcan el calor; por ejemplo: materiales orgánicos como madera, otates, zacates, etc. La superficie exterior deberá ser altamente reflejante.

Las cubiertas deberán ser inclinadas para que la lluvia escurra rápidamente, con grandes aleros para protegerse del sol. La cubierta deberá ser ligera, de baja inercia térmica y con una cámara intermedia para ventilación y enfriamiento estructural. Debe ser resistente al empuje del viento; con alta reflectancia y plafón aislante con superficie superior reflejante. Debe evitarse que los elementos constructivos acumulen humedad.

Fig. 4. Clima Cálido Húmedo

Fig. 5. Clima Cálido Seco

Clima Cálido Seco

Distribución y forma: edificios y agrupación compacta para que los edificios se den sombra entre sí y tengan una mínima exposición solar. Los edificios más adecuados son los cerrados, de distribución compacta y expuestos en sus aberturas hacia patios interiores profusamente sombreados. En edificios grandes, son mejores las formas compactas.

Orientación recomendable para espacios habitables: Norte y Sur, con dispositivos de control solar. Deben evitarse las orientaciones Este-Oeste, o bien ubicar ahí espacios no habitables y usarlos como barrera térmica. Las habitaciones deben ser profundas y expuestas a patios. Las zonas que produzcan calor deben aislarse y ventilarse por separado. Las zonas exteriores deben estar cerradas, sombreadas la mayor parte del día, expuestas al interior y con cuerpos de agua (vegetación y/o estanques de agua). Deben evitarse las superficies pavimentadas y altamente reflectivas. Debe preverse la posibilidad de zonas de descanso nocturno al aire libre.

Las aberturas (ventanas) deben ser relativamente pequeñas, sobre todo en muros exteriores, pero sin causar una drástica reducción en los niveles de iluminación natural. Deben protegerse y controlar la radiación solar directa y reflejada. Durante el día, debe mantenerse una ventilación mínima necesaria para efectos de higiene y en la noche exponer toda la estructura al aire ambiente. Es decir, en el día, debe evitarse el acceso a las habitaciones del aire a temperaturas mayores a la de la piel del cuerpo humano.

Los muros deben ser gruesos y de alta capacidad e inercia térmica. Las habitaciones de uso nocturno pueden tener materiales con baja capacidad para almacenar calor, los cuales se enfriarán rápidamente después de la puesta del sol.

Las cubiertas deberán ser macizas y con buena inercia térmica, con superficie superior reflejante. La aplicación de agua con un rociador o pequeño estanque situado en la cubierta es de gran utilidad. Se recomienda también el uso de una cubierta doble, con la parte inferior pesada y con superficie superior reflejante y con capa exterior ligera, también con superficie superior reflejante y de baja emisividad en la inferior; con cámara de aire ventilada, para una efectiva disipación del calor y enfriamiento de la estructura. No debe hacerse un uso indiscriminado de colores altamente reflectivos en superficies exteriores, ya que pueden provocar problemas térmicos, luminicos y visuales.

Clima Templado

Distribución y forma: edificios y agrupación flexible para permitir el acceso solar durante el período de bajocalentamiento (generalmente invierno). El uso del patio es altamente recomendable.

Orientación recomendable para espacios habitables: Sur- Sureste, con dispositivos de control solar. Deben evitarse las orientaciones Oeste y Norte, o bien ubicar ahí espacios no habitables y usarlos como barrera térmica. Las zonas que produzcan calor deben aislarse y ventilarse por separado. Las zonas exteriores deben sombreadarse con vegetación caducifolia, para permitir el paso del sol en invierno e impedirlo en primavera y verano. Se deben proteger las habitaciones y los pisos del viento frío del invierno y la infiltración.

Las aberturas (ventanas) deben ser de un tamaño mediano y que ofrezcan un balance óptimo entre la luz y el calor, durante todas las épocas del año. Deben colocarse dispositivos de control solar, diseñados para permitir el acceso solar en invierno e impedirlo en la época de sobrecalentamiento (primavera-verano), sin causar una drástica reducción en los niveles de iluminación natural. Durante la época fría, debe mantenerse una ventilación mínima necesaria para efectos de higiene y en la época calurosa, exponer toda la estructura al aire ambiente.

Los muros, debido a las altas oscilaciones térmicas en este tipo de clima, deben ser gruesos y de alta capacidad e inercia térmica, para almacenar calor durante el día y disiparlo al interior por la noche. Los colores en exteriores deberán ser oscuros para absorber mejor la radiación solar incidente y claros en el interior para dar un nivel adecuado de iluminación.

Las cubiertas deberán ser macizas y con buena inercia térmica e inclinadas para que escurra la lluvia fácilmente. La superficie exterior de la cubierta debe ser de color oscuro para absorber mas eficientemente la radiación solar.

Clima Semi-frío

Distribución y forma: edificios y agrupación que permitan el acceso solar durante la mayor parte del año.

Orientación recomendable para espacios habitables: Sur- Sureste, Sur-Poniente, con dispositivos de control solar diseñados para impedir el acceso solar directo en verano. Deben evitarse las orientaciones Norte, o bien ubicar ahí espacios no habitables y usarlos como barrera térmica. Las zonas que produzcan calor deben integrarse y conducir dicho calor hacia los espacios habitables. Las zonas exteriores deben sombreadse con vegetación caducifolia, para permitir el paso del sol en invierno e impedirlo en primavera y verano. Se deben proteger las habitaciones del viento frío del invierno y la infiltración, con vegetación y talúdes de tierra.

Las aberturas (ventanas) deben ser de un tamaño regular y ofrecer un balance óptimo entre la luz y el calor necesarios durante todas las épocas del año. Deben colocarse dispositivos de control solar, diseñados para permitir el acceso solar en invierno e impedirlo en la época calurosa, sin causar una drástica reducción en los niveles de iluminación natural. Durante la época fría, debe mantenerse una ventilación mínima necesaria para efectos de higiene.

Los muros, deben ser gruesos y de alta capacidad e inercia térmica, para almacenar calor durante el día y disiparlo al interior por la noche. El uso de espacios, sistemas pasivos y zonas adyacentes (muros termoconvectivos, invernaderos, solarium, etc.) para ganancia directa, indirecta e inducida de calor solar es altamente recomendable. Los colores en exteriores deberán ser oscuros para absorber mejor la radiación solar incidente y claros en el interior para dar un óptimo nivel lumínico.

Las cubiertas deberán ser macizas y con buena inercia térmica e inclinadas para que escurra la lluvia y nieve fácilmente. La superficie exterior de la cubierta debe ser de color oscuro para absorber mas eficientemente la radiación solar.

Fig. 6. Clima Templado

Fig. 7. Clima Semi-Frío

2.5 Análisis del costo-beneficio de la aplicación del diseño bioclimático y sistemas ecoenergéticos. Implicaciones, ventajas y beneficios

En un análisis económico comparativo de una edificación convencional con una bioclimática que integre sistemas ecoenergéticos, ésta última resultaría mas económica, sobre todo considerando el verdadero costo de una edificación: el costo inicial o capital mas los gastos energéticos y costos de operación y mantenimiento durante el ciclo de vida de ambas edificaciones. El costo real de una edificación, incluye el costo inicial de material y mano de obra y los gastos energéticos de operación y mantenimiento durante su ciclo de vida.

Al comparar los costos reales durante el ciclo de vida de dos viviendas de tipo popular, una convencional y otra bioclimática con sistemas econergéticos, localizadas en un clima cálido seco de México (mas de la mitad del país está ubicado en zonas cálido áridas, donde existen aproximadamente 5 millones de viviendas), ésta última presenta beneficios y ventajas en lo **económico**, **ecológico** y en la **calidad de vida** de los ocupantes. Por lo tanto, la relación de costo-beneficio de la construcción bioclimática presenta un resultado mas favorable, aún considerando los altos subsidios que en México se otorgan a la mayoría de los energéticos, lo cual es un obstáculo para una mayor diseminación de las tecnologías que aprovechan las fuentes alternativas de energía.

Por ejemplo, durante un ciclo de vida estimado de 30 años, la vivienda bioclimática ubicada en un clima cálido seco, en comparación con una convencional, presenta un ahorro aproximado de 200 por ciento (ver tablas 1 y 2).

CONCEPTO	VIVIENDA CONVENCIONAL (COSTO ANUAL)	VIVIENDA BIOCLIMÁTICA (COSTO ANUAL)
Costo de construcción (100 m ²)	\$ 75 millones	\$ 75 millones
Costo de equipo de climatización	\$ 3 millones (equipo de enf. evaporativo)	-----
Costo de "sistemas pasivos" para climatización natural	-----	\$ 3 millones (diseño bioclimático)
Costo de equipo para calentar agua	\$ 0.5 millones (calentador convencional de gas)	\$ 1 millón (colector solar "pasivo")
SUBTOTALES	\$ 78.5 MILLONES	\$ 79 MILLONES
<u>Gastos energéticos: Agua</u>	\$ 0.5 millones (500 m ³ /año a \$ 1000/m ³) Sistema y consumo convencional	\$ 0.075 millones (150 m ³ /año a \$ 500/m ³)* Sistemas de ahorro de agua, reciclaje y aprovechamiento de de agua pluvial (70 % de ahorro) * aplica tarifa por consumo menor
<u>Gastos energéticos: Gas</u>	\$ 0.3 millones (750 kg/año a \$ 400/kg) Sistema y consumo convencional	\$ 0.06 millones (150 kg/año a \$ 400/kg) Colector solar "pasivo" (80 % de ahorro)
<u>Gastos energéticos: Energía Eléctrica</u>	\$ 1.68 millones (500 kWh/mes, promedio bajo a \$ 280/kwh) Sistema y consumo convencional. El equipo de climatización es el mayor consumidor	\$ 0.5 millones (150 kWh/mes a \$ 280/kwh) Sist. de ahorro de energía, manejo de diseño bioclimático y sistemas "pasivos" (70 % de ahorro)
SUBTOTALES	\$ 2.48 MILLONES	\$ 0.635 MILLONES

* Nota: En México, el peso sufre una progresiva devaluación. La tasa de cambio a septiembre de 1990 equivale a \$ 2990 por un dólar norteamericano.

Tabla 1. Consumo y ahorro de energía en una vivienda convencional y en una bioclimática, ubicadas en un clima cálido seco de México (cifras calculadas para septiembre de 1990).

Los datos obtenidos indican que el ahorro en la vivienda bioclimática sería de **\$ 1.845 millones de pesos** en un año y si el sobrecosto inicial es de **\$ 0.5 millones de pesos**, esta inversión inicial adicional en la edificación se recuperaría desde antes de concluir el primer año de operación. Esto significa que la inversión en sistemas bioclimáticos y ecoenergéticos, además de propiciar beneficios en la calidad de vida de los ocupantes y en el Medio Ambiente, es una medida rentable. Si se considera, conservadoramente, que solo cada 5 años se duplicarían los costos de los energéticos en México (en los dos últimos años la energía eléctrica doméstica triplicó su precio, el agua subió 23 veces y el gas se duplicó), se tendrían los siguientes resultados:

GASTOS ENERGETICOS (en millones de pesos)			
PERIODO		VIVIENDA CONVENCIONAL	VIVIENDA BIOCLIMATICA
1	año	\$ 2.48	\$ 1.27
10	años	\$ 9.92	\$ 5.08
20	años	\$ 39.68	\$ 20.34
30	años	\$ 158.72	\$ 81.28

Tabla 2. Gastos energéticos de viviendas: convencional y bioclimática, en un clima cálido seco de México.

Estos resultados indican que la edificación bioclimática es una mejor alternativa económica, al obtenerse un **ahorro de \$ 77.44 millones de pesos** en los gastos energéticos durante el ciclo de vida de 30 años. Esto equivale a una economía de casi un 200 por ciento de la edificación bioclimática en comparación con la convencional.

Si estos conceptos se aplicaran masivamente en las acciones de vivienda del sector público y privado, el beneficio global sería social, económica, tecnológica, política y ambientalmente de gran significado. Por ejemplo, si se construyen 300,000 viviendas en un año en este tipo de clima, se tendría un ahorro de 23.232 billones de pesos, o sea 8297 millones de dólares (a costos de sept/1990).

La pregunta que surge es: cuantas cosas se podrían hacer con este ahorro, proveniente tan solo del sector doméstico? Algunos acciones propuestas podrían ser: construcción de un mayor número de viviendas para reducir el déficit actual en el país, que es de 6 millones, programas de protección ambiental y de impulso a la investigación para el desarrollo de tecnologías "limpias", basadas en el aprovechamiento de las fuentes alternativas de energía, reforestación integral a nivel nacional, recuperación de ecosistemas, programas operativos para la eficiencia y ahorro de energía, plantas de tratamiento y reuso del agua, centros de acopio y reciclaje de desechos inorgánicos, granjas y hortalizas ecológicas comunitarias, etc.

RESUMEN DE OPORTUNIDADES PARA AHORRO DE ENERGIA A TRAVES DEL DISEÑO BIOCLIMATICO Y SISTEMAS ECOENERGETICOS

SECTOR CONSTRUCTIVO	ENERGETICO	APLICACION Y OPORTUNIDAD PARA AHORRO*
<u>Doméstico/Residencial</u>	electricidad	iluminación ♦ □ ap. electrodomésticos □ equipos de acond. artif. ♦
	gas	cocinar □ calentar agua □
	leña	cocinar □ calentar agua y espacios ♦ □
<u>Comercial</u>	electricidad	iluminar ♦ □ ap. electr. oficina □ equipos de acond. artif. ♦ □
	gas	cocinar □ calentar agua □
	hidrocarburos	calentar agua □ procesos indust. □
<u>Servicios Públicos</u>	electricidad	iluminar ♦ □ ap. electr. oficina □ equipos de acond. artif. ♦ □
	gas	cocinar □ calentar agua □ procesos indust. □
	hidrocarburos	calentar agua □ procesos indust. □
<u>Industrial</u>	electricidad	iluminar ♦ □ ap. y equipo electr. oficina □ equipos de acond. artif. ♦ equip. electromec. proc. ind. □
	gas	calentar agua □ procesos indust. □
	hidrocarburos	calentar agua □ procesos indust. □

* SIMBOLOGIA: OPCIONES

- ♦ **Diseño Bioclimático y Sistemas Pasivos** (ventilación e iluminación natural, uso de vegetación, prop. termofísicas de los materiales y sistemas constructivos, dispositivos de control solar, sistemas pasivos para enfriar, calentar, humidificar, deshumidificar y ventilar, uso de colores y texturas, aprovechamiento de los fenómenos naturales, etc).
- **Sistemas Activos de Energías Renovables** (colectores y concentradores solares de alta temp., aerogeneradores, cocinas y hornos solares, cámaras biológicas, digestores, celdas fotovoltaicas, energía oceánica, maremotriz, eólica, etc.)

En consideración al severo problema agropecuario actual de México, en este estudio también se propone la instrumentación de zonas de producción alimentaria integradas a las construcciones, tanto en el medio rural como urbano. Actividades como la acuacultura, hidroponía, cultivos intensivos horizontales y verticales, cunicultura, apicultura, avicultura, etc., son alternativas viables que propiciarían beneficios de tipo nutricional, económico, ecológico y de integración social.

Por lo que respecta a la basura, se propone llevar a cabo acciones que permitan la selección y separación de los residuos orgánicos e inorgánicos, su envío a centros de acopio para su reciclaje y nueva introducción al mercado, evitando así un daño al Medio Ambiente. La comercialización de productos resultantes como el abono natural y la energía, propiciaría un aporte económico adicional, condiciones ambientales mas saludables, una efectiva terapia ocupacional y un óptimo desarrollo integral comunitario.

CONCLUSIONES

La realización de edificaciones bioclimáticas con sistemas ecoenergéticos, representa beneficios cuantitativos y cualitativos, estos últimos solo se podrían evaluar desde un punto de vista de mejora en la calidad de vida. Sin embargo, para que las alternativas propuestas tengan un resultado positivo, se requiere de la participación de todos los sectores de la sociedad e implementar acciones que modifiquen nuestros depredadores patrones de consumo energético y aberrantes estilo de vida, producto de un insensato e irresponsable afán por buscar mayores comodidades y satisfacer "necesidades" innecesarias, para finalmente conducirnos en nuestro quehacer constructivo con una verdadera y permanente cultura ecológica, que satisfaga las necesidades del hombre y propicie un mejoramiento en su calidad de vida y en el Medio Ambiente.

En esta nueva actitud, es imprescindible el dejar de pensar que el planeta es infinito en recursos y que somos sus únicos dueños para dominarlo y hacer uso de el a nuestra conveniencia. La Naturaleza tiene leyes y debemos respetarlas y mantener una alianza permanente con ella. Como constructores del habitat del hombre, debemos brindar nuestro mejor esfuerzo y asumir nuestro compromiso moral de buscar soluciones a las verdaderas necesidades humanas. Por lo tanto, hoy y siempre, debemos diseñar una arquitectura y un urbanismo tendientes a propiciar un verdadero proceso evolutivo de la vida en este, nuestro único habitat natural dentro de un inmenso y seguramente hostil océano cósmico..

3 EJEMPLOS DE CONSTRUCCIONES BIOCLIMATICAS REALIZADAS POR EL AUTOR DE ESTE TRABAJO EN MEXICO

Las experiencias obtenidas en las construcciones bioclimáticas y ecológicas realizadas por el autor, localizadas en climas semi-frío y cálido húmedo (figs. 8, 9, 10 y 11), indican significativos ahorros promedio, en comparación con edificios similares, del orden de: un 80 por ciento en agua, 35 por ciento en electricidad y 70 por ciento en gas; además de propiciar confort natural ambiental y una notable mejora en la economía familiar, debido a la producción alimentaria que se logra en la propia construcción. El logro mas importante que se ha obtenido con la realización de estos proyectos es, sin lugar a dudas, la mejora en la calidad de vida de los usuarios y el servir de ejemplo para la integración de los principios bioclimáticos y ecoenergéticos en otras edificaciones, tanto existentes como nuevas, que en una acción múltiple, tendrían el potencial de alcanzar un significativo mejoramiento y preservación de nuestro Medio Ambiente.

Sistemas bioclimáticos y ecoenergéticos integrados en este proyecto: 1) Climatización ambiental natural de los espacios (manejo de geometría solar, masa térmica constructiva, ventilación, vegetación, cuerpos de agua, sistemas pasivos de ganancia y pérdida directa, lumínicos y de control auditivo/olfativo); 2) Ahorro y producción de energía: electricidad (sistema central termolumínico, refrigerador solar pasivo para conservación de alimentos, destilador-purificador solar para agua) y gas (colectores solares planos para calentamiento de agua, cocina y horno solar pasivos); 3) Ahorro de agua (aprovechamiento y reciclaje de agua pluvial y gris, dispositivos ahorradores en válvulas, muebles sanitarios e hidráulicos de bajo consumo); 4) Clasificación y reciclaje de residuos orgánicos e inorgánicos; 5) Producción y conservación de alimentos (hortaliza e hidroponía, etc.).

Fig. 8 Casa Bioclimática y ecológica en Bosques Aragón, México (1985). Clima semi-frío.

CASA ECOLÓGICA

MÉXICO: PERTENECE A UNA REGIÓN TEMPLADO FRÍO, POR ESA RAZÓN SE PUNTARON LAS PAREDES EXTERIORES DE LA CONSTRUCCIÓN COMO CAPA OSCURA Y A SU VEZ EL CALOR GANADO TRANSMITIDO AL INTERIOR EN FUNCIÓN DE LA CONDUCTANCIA DE LOS MATERIALES.

BARandas EN COLOR BLANCO PUDIDO PARA OBTENER MAYORES GANANCIAS LUMINICAS Y EVITAR DESLUMBRAMIENTO.

TAMBIEN SE MANEJAN CONCEPTOS ARQUITECTONICOS COMO SON LA SECCION AUREA, PROPORCIONES SACRADAS, PROPORCIONES ARMONICAS, EN.

- a)... PAREDES
- b)... ASPECTO FORMAL
- c)... ASPECTO FUNCIÓN
- d)... VENTANAS.
- e)... PORTON DE ACCESO
- f)... SISTEMAS CENTIALES TERMOLUMINICOS ETC...

LA VENTILACION JUEGA UN PAPEL IMPORTANTE.

LAS VENTANAS, PUERTAS ESTAN DISEÑADAS PARA QUE EXISTA UN CONTROL DEL FLUJO DEL VIENTO Y SE DISTRIBUYA UNIFORMEMENTE EN TODOS LOS ESPACIOS DE LA CONSTRUCCION.

EN LA ESCALERA DE SERVICIO EXISTE UN TIPO (UNA CORRIENTE BÓLICA) DONDE SE VA A PERMITIR EL DESALOJO DE AIRE EN LA EPOCA DE SOBRECALENTAMIENTO Y A LA VEZ VA A PERMITIR UN CONTROL ADECUADO DEL MISMO. EN LA ZONA INTERIOR Y SUPERIOR DEL EDIFICIO SE DISEÑO EL FENOMENO VENTURI PARA PROPICIAR UN FLUJO MAYOR.

azcapotzalco

Sistemas bioclimáticos y ecoenergéticos integrados en este proyecto: 1) Climatización ambiental natural de los espacios (manejo de geometría solar, masa térmica constructiva, ventilación, vegetación, cuerpos de agua, sistemas pasivos de ganancia y pérdida directa, lumínicos y de control auditivo/olfativo); 2) Ahorro y producción de energía: electricidad (sistema central termolumínico, lámparas fluorescentes de bajo consumo de electricidad en interiores, refrigerador solar pasivo para conservación de alimentos) y gas (colectores solares planos para calentamiento de agua); 3) Ahorro de agua (aprovechamiento de agua pluvial, reciclaje de aguas grises, dispositivos ahorradores en válvulas, muebles sanitarios e hidráulicos de bajo consumo); 4) Clasificación y reciclaje de residuos orgánicos e inorgánicos; 5) Producción y conservación de alimentos (hortaliza, huerto, hoyos composteros, etc.).

Fig. 9 Casa bioclimática y ecológica en Azcapotzalco, México (1988). Clima semi-frío.

Sistemas bioclimáticos y ecoenergéticos integrados en este proyecto: 1) **Climatización ambiental natural** de los espacios (manejo de geometría solar, masa térmica constructiva, ventilación, vegetación, cuerpos de agua, sistemas pasivos de ganancia y pérdida directa, lumínicos y de control auditivo/olfativo); 2) **Ahorro y producción de energía : electricidad** (sistema central termolumínico, luminarias fotovoltaicas exteriores, lámparas fluorescentes de bajo consumo de electricidad en interiores, refrigerador solar pasivo para conservación de alimentos, bomba manual de reloj para elevar agua, destilador-purificador solar para agua, secador solar) y gas (colectores solares planos para calentamiento de agua y cocina solar); 3) **Ahorro de agua** (aprovechamiento de agua de lluvia, reciclamiento de aguas grises, dispositivos ahorradores en válvulas, tratamiento y aprovechamiento de aguas negras, muebles sanitarios e hidráulicos de bajo consumo); 4) **Clasificación y reciclaje de residuos orgánicos e inorgánicos**; 5) **Producción y conservación de alimentos** (deshidratador solar, hortaliza, huerto, invernadero, hoyos composteros, acuacultura, hidroponía, apicultura, cunicultura, etc.).

Fig. 10 Casa Bioclimática y ecológica en Ecatepec, México (1990). Clima semi-frío.

Sistemas bioclimáticos y ecoenergéticos integrados en este proyecto: 1) **Climatización ambiental natural** de los espacios (manejo de geometría solar, ventilación, vegetación, sistemas pasivos de pérdida directa, lumínicos y de control auditivo/olfativo); 2) **Ahorro y producción de energía:** electricidad (sistema central termolumínico, luminarias fotovoltaicas exteriores, lámparas fluorescentes de bajo consumo de electricidad en interiores, aerogenerador eólico); 3) **Ahorro de agua** (aprovechamiento de agua de lluvia, dispositivos ahorradores en válvulas, muebles sanitarios e hidráulicos de bajo consumo); 4) **Producción y conservación de alimentos** (deshidratador solar, hortaliza, huerto, invernadero, hoyos composteros, acuicultura, hidroponía, apicultura, cunicultura, etc.).

Fig. 11. Catedral Bioclimática en Lázaro Cárdenas, México (1987). Clima cálido húmedo.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Balance Nacional de Energía 1989. SEMP. México, 1989.
- 2 Energía Rural en México. SEMP y Comisión de las Comunidades Europeas (CEE). México, 1988.
- 3 Caballero, M. "Los precios del petróleo: equilibrio sobre alfileres". Información Científica y Tecnológica. Vol. 10, Num. 146, Noviembre, 1988, pp. 28-31. CONACYT, México, D.F.
- 4 Liverman D. M., O'Brien, K. "Climate change in México: likely effects and impacts". Conference Proceedings, AAAS Annual Meeting, New Orleans, EE.UU., Febrero, 1990.
- 5 Clark, W. "Managing Planet Earth", en Scientific American (Special Issue), Vol. 261, Num. 3, pp. 46-54, Septiembre, 1989.
- 6 Graedel, T., Crutzen, P. "The Changing Atmosphere", en Scientific American (Special Issue), Vol. 261, Num. 3, pp. 58-68, Septiembre, 1989.
- 7 Shneider, S. "The Changing Climate", en Scientific American (Special Issue), Vol. 261, Num. 3, pp. 70-79, Septiembre, 1989.
- 8 Keyfitz, N. "The Growing Human Population", en Scientific American (Special Issue), Vol. 261, Num. 3, pp. 118-126, Septiembre, 1989.
- 9 Gibbons, J., Blair, P., Gwin, H. "Strategies for Energy Use", en Scientific American (Special Issue), Vol. 261, Num. 3, pp. 136-143, Septiembre, 1989.
- 10 Ruckelhaus, W. "Towards a Sustainable World", en Scientific American (Special Issue), Vol. 261, Num. 3, pp. 166-174, Septiembre, 1989.
- 11 Brundtland, H. "How to Secure our Common Future", en Scientific American (Special Issue), Vol. 261, Num. 3, p. 190, Septiembre, 1989.
- 12 "Our Common Future". World Commission on Environment and Development. Oxford University Press, Oxford, 1987.
- 13 Lee, E. "Calentamiento del Planeta". Edición Mundial. Año XIII, Num. 160, Junio, 1990. Suplemento ecológico, pp. 1-6, México Desconocido, México, D.F.
- 14 Tijerena, E. "El Problema Ecológico de México" Año 2, Num. 11, Marzo, 1990, pp. 33-37. UAM, Unidad Iztapalapa, Div. de Ciencias Sociales y Humanidades. México, D.F.
- 15 Moncada, G. "D.F. 2000: Los Años Que Viviremos en Peligro", en Nuestro Ambiente, Revista Mexicana de Ecología, Vol. 1, Num. 1, Junio 1990. Respuesta Ecológica, México, D.F.
- 16 Almodóvar, M., Rojas, F. "El Clima en Alerta Roja", En Conocer la Vida y el Universo. Num. 73, Febrero 1989. Grupo Z., Alcobendas, Madrid.
- 17 Yasseur, A., Probst, Y. "Las Siete Plagas Que Amenazan la Tierra" En Conocer la Vida y el Universo. Num. 81, Octubre 1989. Grupo Z., Alcobendas, Madrid.
- 18 Bedoya, et al. Las Energías Alternativas en la Arquitectura. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, Madrid, 1982.
- 19 Wittes, T. Ecología, Contaminación y Medio Ambiente. Interamericana, México, D.F., 1981.
- 20 Seymour, J. Girardet, H. Proyecto para un Planeta Verde. Blume, Madrid, 1987.
- 21 Olkowski, H. et al. "The Integral Urban House": Self-Reliant Living in the City. Sierra Club Books, San Francisco, 1979.