

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

“Casas Sustentables”

Autor: José Salomón Villegas Soto

Monografía presentada para obtener el título de:
Licenciado en Arquitectura

Nombre del asesor:
Arq. Zirahuén Joel Ayala Mora

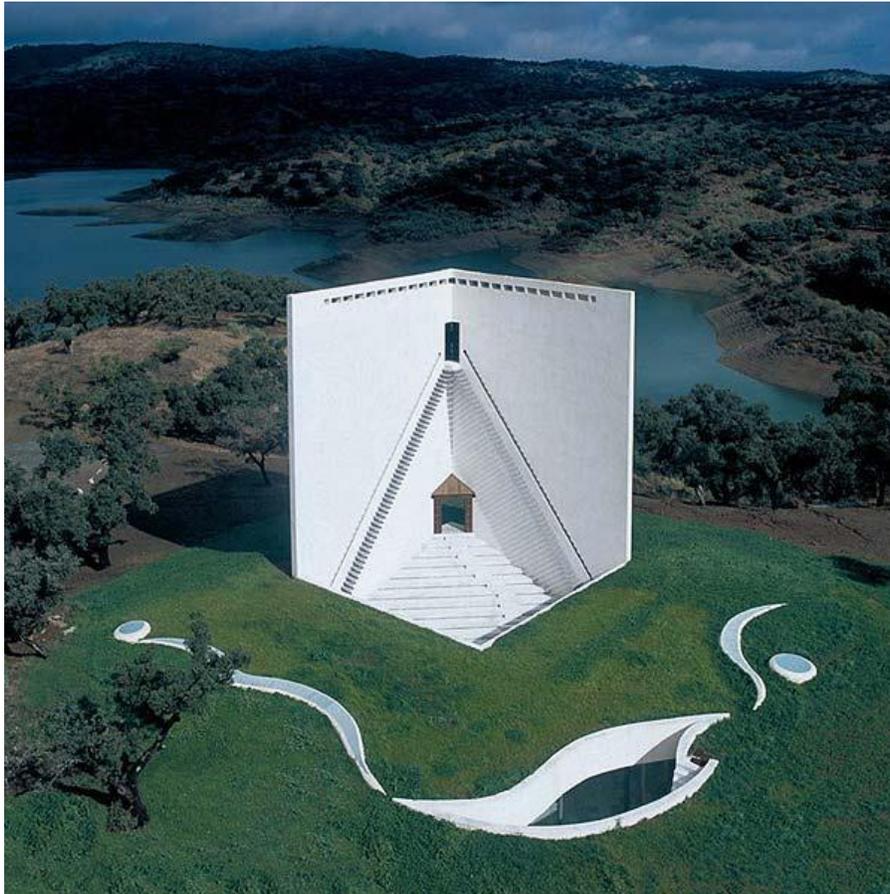
Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación “Dr. Silvio Zavala” que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo “Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada”, se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.



Monografía para titulación por modalidad de estudios de posgrado



TITULO: Casas Sustentables

SUBTITULO: Aplicaciones para una arquitectura equilibrada local.

Presenta

José Salomón Villegas Soto

Asesor

Arq. Zirahuén Joel Ayala Mora

Agosto 2013

ESCUELA DE ARQUITECTURA

UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA

Índice.

CAPITULO UNO – INTRODUCCION

1.1 Introducción al tema

1.2 Justificación

1.3 Objetivos

CAPITULO DOS - ANTECEDENTES TEÓRICOS DEL TEMA

2.1 Cambio climático

2.2 Impacto Ambiental y sus efectos en el planeta.

2.3 Concepto de consumo sustentable

2.4 Concepto de Arquitectura Sustentable

CAPITULO TRES – PRINCIPIOS ECOSUSTENTABLES

3.1 Clima

3.2 Viento

3.3 El clima y la luz del Sol.

3.4 Fuentes de energía Pasiva

3.5 Macroclima y Microclima

CAPITULO CUATRO – ECOTECNICAS DE CONSTRUCCION SUSTENTABLE

4.1 Arquitectura Bioclimática

4.2 Materiales y Técnicas de construcción sustentable

4.2.1 Madera

4.2.2 Ladrillo

4.2.3 Concreto

4.2.4 Prefabricados

4.2.5 Cristal

4.2.6 Metal

4.2.7 Placas fotovoltaicas

4.3 Acabados

4.4 Revestimientos

4.5 Reciclaje

CAPITULO CINCO – ESTUDIOS DE CASO

5.1 Estudio de Caso Uno. Parámetro Internacional

5.2 Estudio de Caso Dos. Parámetro Nacional

5.3 Estudio de Caso Uno. Parámetro Local

5.4 Análisis comparativo de costo- beneficio

5.5 Conclusiones

Anexo:

Bibliografía

Fuentes electrónicas de consulta

CASAS SUSTENTABLES

APLICACIONES PARA UNA ARQUITECTURA EQUILIBRADA LOCAL

CAPITULO I

INTRODUCCION

Este trabajo monográfico fue contemplado para exponer la relación actual entre la Arquitectura y el Desarrollo Sustentable, de este modo podemos observar el nacimiento de un nuevo tipo de Arquitectura que adopta los postulados del Desarrollo Sustentable y los aplica en el desarrollo de espacios para el desarrollo del hombre, la llamada Arquitectura sustentable o sostenible, término acuñado en 1993, durante el congreso celebrado por la Unión Internacional de Arquitectos (UIA) en Chicago y hace referencia a una nueva serie de ideas y propuestas que implican una manera de pensar, diseñar, construir y operar edificios teniendo en cuenta la responsabilidad ambiental y ecológica de la arquitectura.

Partiendo de la necesidad de desarrollar actividades humanas, y sustentándose en una visión económica y cultural que tenga en cuenta las particularidades locales, anteponiendo la decisión de no comprometer el desarrollo y el medio ambiente de generaciones presentes y futuras, buscando minimizar el uso de recursos escasos y sin producir emisiones contaminantes.

De esta forma, esta monografía proporciona una compilación de datos sobre este nuevo tipo de arquitectura, enfocándonos a proporcionar en primer lugar la base teórica que sustenta al tema e incluyendo además una serie de propuestas que actualmente se utilizan o estudian en el terreno del tratamiento del agua, el aprovechamiento de nuevas fuentes de energía, la aplicación de materiales no contaminantes, materiales sustentables.

Finalmente concluye con un análisis del costo-beneficio que podemos encontrar en la arquitectura convencional y esta Arquitectura sostenible, la cual toma cada más importancia en el mundo, por sus beneficios y ayuda para con el medio ambiente en general.

JUSTIFICACION

Nuestro planeta en estos últimos años está sufriendo un proceso de calentamiento global, ello lo advertimos por las altas temperaturas que se registran y el anormal comportamiento de la naturaleza que muestra su furia con los ciclones, las copiosas precipitaciones, sequías, olas de calor, etc.

El hombre, con su actuar poco consciente contribuye decidida y determinadamente con este fenómeno.

Se llama cambio climático a la variación global del clima de la Tierra.

Es debido a causas naturales y también a la acción del hombre y se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc.

La acción humana de nuestros hábitos en general está representada por la emisión de volúmenes crecientes de gases de efecto invernadero, que aumentan la capacidad de retención de radiación solar de la atmósfera generando una situación térmica desequilibrada y con efecto agravatorio creciente.

Todo esto ocurre por el afectación que ha sufrido la tierra, por los ataques continuos de los seres humanos, como la deforestación irracional, el mal uso de los elementos naturales sobre todo del agua que es un líquido vital.

Por todo ello, el núcleo central de este trabajo se conforma como una diagnosis general de la situación ambiental del hábitat humano y, con un enfoque más localizado de aplicación se avoca a conformar una selección temática que pretende dar a conocer datos teóricos y antecedentes de aquella problemática, así como información con ejemplos teóricos y prácticos, los cuales nos puedan ayudar a hacer conciencia de los procesos edificatorios y de producción con los que estamos viviendo actualmente y como afecta el cambio climático directa e indirectamente nuestro entorno y nuestras vidas.

El conocimiento de cómo podemos ayudar a mejorar el medio ambiente teniendo como estrategia un diseño y construcción de viviendas sustentables es eje de esta monografía pues el desarrollo de una Arquitectura Sustentable que preserve y no dañe irreversible y deliberadamente a la naturaleza será planteado a lo largo del texto.

Si hoy la crisis ambiental está gravemente consolidada, a la par, hay proyectos, fundaciones, sociedades, políticas y otros esfuerzos que confluyen en las acciones para revertir este grave afectación de los ecosistemas y no cabe duda que ante un problema de escala global se requiere la suma de todos los esfuerzos.

La arquitectura ha tomado un tendencia comprometida con las acciones sostenibles, pues su impacto en lo económico, lo social, lo simbólico y lo natural siempre la han puesto junto en conjunción con esta tendencia, hoy, con el gran auge de la preocupación por el medio ambiente y su preservación obligadas, el diseño de la vivienda se replantea hacia un enfoque más amigable con la naturaleza y un desarrollo arquitectónico sostenible.

OBJETIVOS

- Aportar los conocimientos adquiridos durante los estudios de la Licenciatura de Arquitectura, así como de la maestría la cual se basaba en el estudio de nuevas técnicas y materiales para la construcción de una nueva Arquitectura practica, sustentable y amigable con la naturaleza.
- Analizar los antecedentes teóricos en base al tema y por el cual llegamos a la conclusión de que es necesario encontrar una Arquitectura equilibrada con su medio ambiente con los parámetros: Internacional, nacional y local.
- Conocer los sistemas constructivos aplicados y nuevos, las propuestas y los materiales a utilizar en la realización de una Arquitectura Sustentable.
- Describir de manera fehaciente y eficaz los temas teóricos y prácticos para una fácil explicación y entendimiento del tema.
- Realizar una investigación de fácil lectura y comprensión para cualquier disciplina, sea de arquitectura, construcción o divulgación.
- Realizar a una comparativa de costo-beneficio de este tipo de Arquitectura, para que el usuario identifique sus valores y antivalores, en el contexto de una realidad local específica.
- Despertar el interés por este tema, y coadyuvar a que cada vez sean más las personas que se preocupan por la conservación y uso eficiente de los recursos naturales del planeta.

CAPITULO II

ANTECEDENTES TEORICOS DEL TEMA

El aporte en pro de una arquitectura equilibrada con el medio ambiente y optimizadora de energías está, en buena parte, en manos de los arquitectos, constructores y urbanistas; no obstante, en el caso del arquitecto, éste, en general, aún está casado con viejas ideas al no existir una cultura de la sustentabilidad; sólo a través de la difusión del tema en foros, fortificándolo en planes de estudio y construyendo de otra manera, las generaciones venideras podrán proponer obras plenas de nobleza ecológica, combinadas quizás, con tecnología de avanzada o, por el contrario, implementando soluciones ancestrales.

Son diversos los caminos para tratar de abordar y nombrar a esa arquitectura amable con el entorno y con el hombre; para algunos es sustentable, para otros sostenible, bioclimática o ecológica, unos más plantean la bioconstrucción y otros la arquitectura verde. Cada una de esas propuestas tiene sus propias características que las distinguen de las demás; sin embargo, en todas existe un fin integrador: brindar una mejor calidad de vida al hombre sin continuar depredando su hábitat.

Pero, ¿qué se entiende por calidad de vida en la arquitectura?

Al respecto, el arquitecto Raúl Huitrón -director de Biomah- dice: “La calidad de vida representa aspectos fisiológicos y psicológicos. Hay que satisfacer rangos de confort los cuales no se limitan sólo a cuestiones térmicas; también debe existir confort lumínico, acústico, olfativo, visual o psicológico, que se desarrollan dependiendo del lugar y del tipo de edificio. Lo sustentable es estar en armonía con el paisaje natural y artificial, bajo un contexto histórico, filosófico y económico;

con una arquitectura responsable que no consuma más energía de la que necesita o donde no se generen conflictos con los desechos que produce”.

Cabe acotar que desde tiempos remotos el hombre ha hecho obras amigables con el entorno; ahí está la arquitectura vernácula, como el iglú, en el cual contexto y edificación están plenamente identificados; pero, desgraciadamente, también por mucho tiempo, el hombre ha vivido despreocupado por cuidar el medio ambiente y ahorrar recursos; esa idea - inmersa en el mismo progreso del hombre- de que los recursos del planeta nunca se acabarían ni degradarían es la que nos ha conducido al estado en que ahora nos encontramos.

2.1 CAMBIO CLIMATICO

Nuestro planeta en estos últimos años está sufriendo un proceso de calentamiento global, ello lo advertimos por las altas temperaturas que se registran y el anormal comportamiento de la naturaleza que muestra su furia con los ciclones, las copiosas precipitaciones, sequías, olas de calor, etc. El hombre, con su accionar contribuye decididamente con este fenómeno.

Se llama cambio climático a la variación global del clima de la Tierra. Es debido a causas naturales y también a la acción del hombre y se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc.

La acción humana está representada por la emisión de volúmenes crecientes de gases de efecto invernadero, que aumentan la capacidad de retención de radiación solar de la atmósfera.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término *cambio climático* sólo para referirse al cambio por causas humanas (el párrafo 2 del artículo 1 reza así: "Por 'cambio climático' se entiende un cambio

de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables"). Al producido por causas naturales lo denomina *variabilidad natural del clima*.

El cambio climático nos afecta a todos. El impacto potencial es enorme, con predicciones de falta de agua potable, grandes cambios en las condiciones para la producción de alimentos y un aumento en los índices de mortalidad debido a inundaciones, tormentas, sequías y olas de calor. En definitiva, el cambio climático no es un fenómeno sólo ambiental sino de profundas consecuencias económicas y sociales. Los países más pobres, que están peor preparados para enfrentar cambios rápidos, serán los que sufrirán las peores consecuencias.

En consecuencia, aunque existen incertidumbres que no permiten cuantificar con la suficiente precisión los cambios del clima previstos, la información validada hasta ahora es suficiente para tomar medidas de forma inmediata, de acuerdo al denominado "principio de precaución" al que hace referencia el Artículo 3 de la Convención Marco sobre Cambio Climático.

2.1.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

La aceptación por la comunidad internacional de las graves consecuencias derivadas del cambio climático, llevó a la de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Dicha Convención fue aprobada el 9 de mayo de 1992. Por medio de ella, los países reconocen que la contribución humana al efecto invernadero es un problema común de toda la humanidad y necesita acciones oportunas y decididas para contrarrestarlo. Para ello, se establece como objetivo de la Convención "la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el

sistema climático." Este objetivo debería lograrse "en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible".

En la Convención se reconoce que debido a su proceso temprano de industrialización, existe un conjunto de países que históricamente ha hecho una contribución mayor al efecto invernadero. Por este motivo se determinó que este grupo de países (Partes Anexo I) debería tener una mayor responsabilidad y tomar las acciones más decididas con miras a enfrentar el problema del cambio climático. La Convención establece como uno de sus principios el derecho al desarrollo sostenible de cada una de las Partes y reconoce que "todos los países, especialmente en desarrollo, necesitan tener acceso a los recursos necesarios para lograr un desarrollo económico y social sostenible".

La Convención entró en vigor el 21 de marzo de 1994.

2.1.2 EL PROTOCOLO DE KYOTO

Los gobiernos acordaron en 1997 el Protocolo de Kioto del Convenio Marco sobre Cambio Climático de la ONU (UNFCCC).

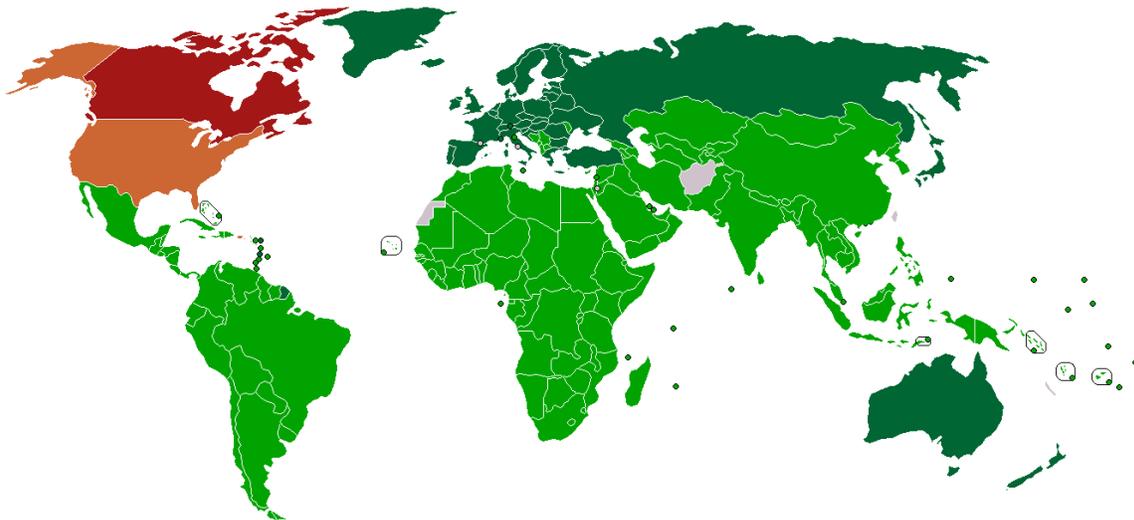
El Protocolo entra en vigencia en el año 2005, luego de que 55 naciones que suman el 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero lo ha ratificado. En la actualidad 129 países, lo han ratificado alcanzando el 61,6 % de las emisiones.

El objetivo del Protocolo de Kioto es conseguir reducir un 5,2% las emisiones de gases de efecto invernadero globales sobre los niveles de 1990 para el periodo 2008-2012.

Este es el único mecanismo internacional para empezar a hacer frente al cambio climático y minimizar sus impactos.

Para ello contiene objetivos legalmente obligatorios para que los países industrializados reduzcan las emisiones de los 6 gases de efecto invernadero de origen humano como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados:

- Hidrofluorocarbonos (HFC),
- Perfluorocarbonos (PFC) y
- hexafluoruro de azufre (SF₆).



Posición de los diversos países en 2011 respecto del Protocolo de Kioto.

- Firmado y ratificado (Anexo I y II).
- Firmado y ratificado
- Firmado pero con ratificación rechazada
- Abandonó
- No posicionado

2.2 IMPACTO AMBIENTAL

Que es la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)?

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento jurídico-administrativo de recogida de información, análisis y predicción destinada a anticipar, corregir y prevenir los posibles efectos directos e indirectos que la ejecución de una determinada obra o proyecto causa sobre el medio ambiente. Permitiendo a la Administración adoptar las medidas adecuadas a su protección.

La Evaluación de Impacto Ambiental valorará los efectos directos e indirectos de cada propuesta de actuación sobre la población humana, la fauna, la flora, la gea, el suelo, el aire, el agua, el clima, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas previsiblemente afectados.

Asimismo comprenderá la estimación de los efectos sobre los bienes materiales, el patrimonio cultural, las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público, tales como ruidos, vibraciones, olores y emisiones luminosas, y la de cualquier otra incidencia ambiental relevante derivada del desarrollo de la actuación.

Uno de los principios básicos que desde hace décadas está contenido en las políticas ambientales más avanzadas es el de la prevención, que trata de evitar, con anterioridad a su producción, la contaminación o los daños ecológicos, más que combatir posteriormente sus efectos.

En este marco, la Directiva Europea, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente, representa el instrumento jurídico que mejor respuesta a esta necesidad de prevenir

Las sucesivas actualizaciones de Directiva comunitaria de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) considera, entre otros aspectos, que los efectos de un proyecto sobre el medio ambiente deben evaluarse para proteger la salud

humana, contribuir mediante un mejor entorno a la calidad de vida, velar por el mantenimiento de la diversidad de especies y conservar la capacidad de reproducción del sistema como recurso fundamental de la vida.

2.2.1 La evolución Histórica del EIA

El primer país que introdujo la necesidad de la Evaluación de Impacto Ambiental fue Estados Unidos en enero de 1969 con la promulgación de la National Environmental Policy Act, (Ley nacional de políticas sobre el medio ambiente) comúnmente conocida como Ley NEPA, que establece cualquier proyecto que use fondos federales o aprobación, incluyendo proyectos de transporte, examine los efectos que el proyecto y alternativas tienen sobre el medio ambiente antes de que una decisión federal sea tomada.

En los países europeos es a partir de 1975 cuando comenzó a discutirse en foros de técnicos medioambientales y expertos en derecho, convirtiéndose primero en norma preceptiva que se elevó a la categoría de primera Directiva europea (85/337) sobre este tema en junio de 1985. En ella se especificaba la obligatoriedad de la Evaluación de Impacto Ambiental para determinados proyectos, pero aún no para planes y programas.

A nivel mundial, el primer documento con carácter supranacional sobre esta materia es el Convenio sobre Evaluación del Impacto Ambiental en un contexto transfronterizo, que se preparó en Expo (Finlandia) en febrero de 1991 y al que España se adhirió el 1 de diciembre de 1997.

Posteriormente, la Declaración de Río, elaborada durante la celebración de la Cumbre de la Tierra en 1992, dedica uno de sus 27 principios a la Evaluación del Impacto Ambiental.

2.3 CONSUMO SUSTENTABLE

Como consumo sustentable se entiende que las necesidades de bienes y servicios de las generaciones presentes y futuras se satisfacen de tal modo que puedan sustentarse desde el punto de vista económico, social y ambiental. El consumo sustentable, propugna el consumo de productos que no dañen la naturaleza, la reducción de químicos peligrosos, la sustentabilidad y distribución equitativa de los recursos naturales.

La definición más completa de consumo sustentable es la propuesta en el Simposio de Oslo en 1994 y adoptada por la tercera sesión de la Comisión para el Desarrollo Sustentable (CSD III) en 1995. El consumo sustentable se definió como:

El uso de bienes y servicios que responden a necesidades básicas y proporcionan una mejor calidad de vida, al mismo tiempo minimizan el uso de recursos naturales, materiales tóxicos y emisiones de desperdicios y contaminantes durante todo el ciclo de vida, de tal manera que no se ponen en riesgo las necesidades de futuras generaciones.

Durante la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, en 1992, el Consumo Sustentable fue tenido en cuenta como uno de los retos clave para lograr un desarrollo sustentable, por lo que se convirtió en el elemento central del capítulo 4 de la Agenda 21.

El Capítulo 4 de la Agenda 21 señala que:

“...la causa más importante del deterioro continuo del medio ambiente global son los patrones insostenibles de consumo y producción, particularmente en los países industrializados...” y menciona que ...lograr un desarrollo sustentable requerirá tanto de la eficiencia en los procesos de producción como de los cambios en los patrones de consumo... en muchas instancias, esto requerirá de una reorientación en los procesos de producción actuales y los patrones de consumo, los cuales han

surgido predominantemente de los países desarrollados y están siendo imitados cada vez con mayor frecuencia en la mayor parte del mundo, incluyendo a los países en vías de desarrollo.

Este capítulo es uno de los más contenciosos, no sólo porque apuntó con el dedo a países ricos, sino también porque los países en desarrollo sostienen con razón que el desarrollo sustentable no se puede alcanzar en un mundo donde 1,1 mil millones de personas viven bajo la línea de pobreza. La gran pregunta, que aún espera ser abordada con seriedad es: ¿cómo puede el mundo satisfacer las necesidades básicas de todos, sin intensificar el uso de los recursos y sin seguir dañando el medio ambiente?

El consumo siempre creciente se ha convertido en una amenaza para el medio ambiente, contaminando la Tierra, destruyendo sus ecosistemas y reduciendo la calidad de vida en todo el mundo.

La pobreza y la falta de recursos crecen a una velocidad alarmante y la disparidad entre el ingreso y el consumo es una situación presente en todo el mundo y en América Latina los países de la región padecen cada día los resultados de estas desigualdades crecientes. Los hombres debemos hacer que nuestros patrones de consumo sean más equitativos, y los países deben adoptar patrones de consumo sustentable, tanto en el aspecto social como en el ambiental, basados en una mejor y más sustentable calidad de vida.

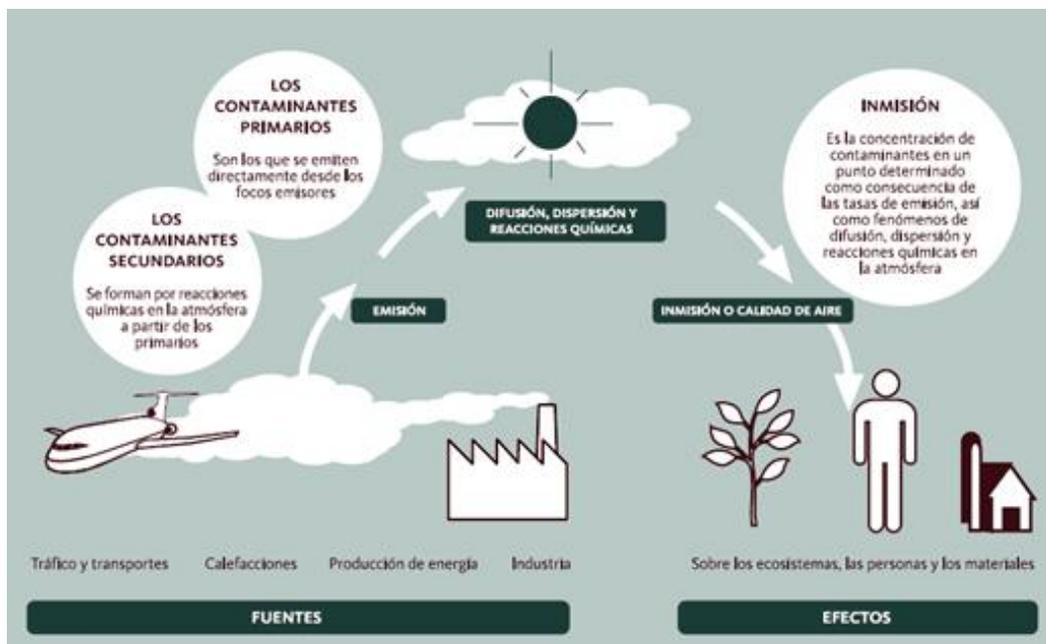
Baste señalar que los 20 países más ricos del mundo han consumido en este siglo más naturaleza, es decir, más materia prima y recursos energéticos no renovables, que toda la humanidad a lo largo de su historia y prehistoria (Vilches y Gil, 2003).

Como se señaló en la Cumbre de Johannesburgo, en 2002: “El 15% de la población mundial que vive en los países de altos ingresos es responsable del 56% del consumo total del mundo, mientras que el 40% más pobre, en los países de bajos ingresos, es responsable solamente del 11% del consumo”. Y mientras el

consumo del “Norte” sigue creciendo, “el consumo del hogar africano medio –se añade en el mismo informe- es un 20% inferior al de hace 25 años”

Estamos, además, agotando recursos que van a repercutir sobre la vida de las generaciones futuras. Como afirma la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (1988), “estamos tomando prestado capital del medio ambiente de las futuras generaciones sin intención ni perspectiva de reembolso”.

La escritora sudafricana Nadine Gordmier, Premio Nobel de literatura, que ha actuado de embajadora de buena voluntad del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), puntualiza: “El consumo es necesario para el desarrollo humano cuando amplía la capacidad de la gente y mejora su vida, *sin menoscabo de la vida de los demás*”. Y añade: “Mientras para nosotros, los consumidores descontrolados, es necesario consumir menos, para más de 1000 millones de las personas más pobres del mundo aumentar su consumo es cuestión de vida o muerte y un derecho básico” (Gordmier, 1999). “Un gran número de personas en el mundo necesitan consumir más, tan solo para sobrevivir. Otros muchos deberían hacer elecciones más responsables. Al final, eso significaría un menor uso de recursos, una disminución en la generación de emisiones, y se cubrirían las necesidades de la población mundial.”



2.4 Concepto de Arquitectura Sustentable

El origen del término Arquitectura Sustentable proviene de una derivación del término "desarrollo sostenible" (sustainable development) que la primer ministro noruega Gro Brundtland incorporó en el informe "Nuestro futuro común" (Our common future) presentado en la 42ª sesión de las Naciones Unidas en 1987. En dicho informe se hacía hincapié en que el empobrecimiento de la población mundial era una de las principales causas del deterioro ambiental a nivel global. En 1992 los jefes de estado reunidos en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro se comprometieron a buscar juntos "... las vías de desarrollo que responda a las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras de satisfacer las suyas".



Así el concepto del desarrollo sostenible se basa en tres principios:

- el análisis del ciclo de vida de los materiales;
- el desarrollo del uso de materias primas y energías renovables;
- la reducción de las cantidades de materiales y energía utilizados en la extracción de recursos naturales, su explotación y la destrucción o el reciclaje de los residuos.¹

Durante esta reunión en Río de Janeiro se realizó una reunión paralela,² convocada por académicos, investigadores y ONG mundiales para debatir acerca de cual era el estado del conocimiento en cada campo respecto de cada línea de conocimiento. Hubo centenares de trabajos de todo el mundo entre los cuales se encontraban los arquitectos con "conciencia ambiental" mayoritariamente provenientes de corrientes previas como la arquitectura solar, la arquitectura bioclimática o la arquitectura alternativa. Dada la precaución del mundo académico de consensuar nuevos conceptos y la adopción por parte del Diccionario de la Real Academia Española se posibilitó traducir "sustainable" como "sostenible" pero dejando dudas en su uso. Mientras en la península ibérica comenzaron a aparecer trabajos en congresos y tesis utilizando el término *sostenible* en américa latina se consolidaba la variación *sustentable*

En 1998 en el sitio de la Escuela de Arquitectura y Planeamiento Urbano de la Universidad de Míchigan aparece publicado el documento *An Introduction to Sustainable Architecture* donde se sintetizan los principios de la Arquitectura Sustentable.³

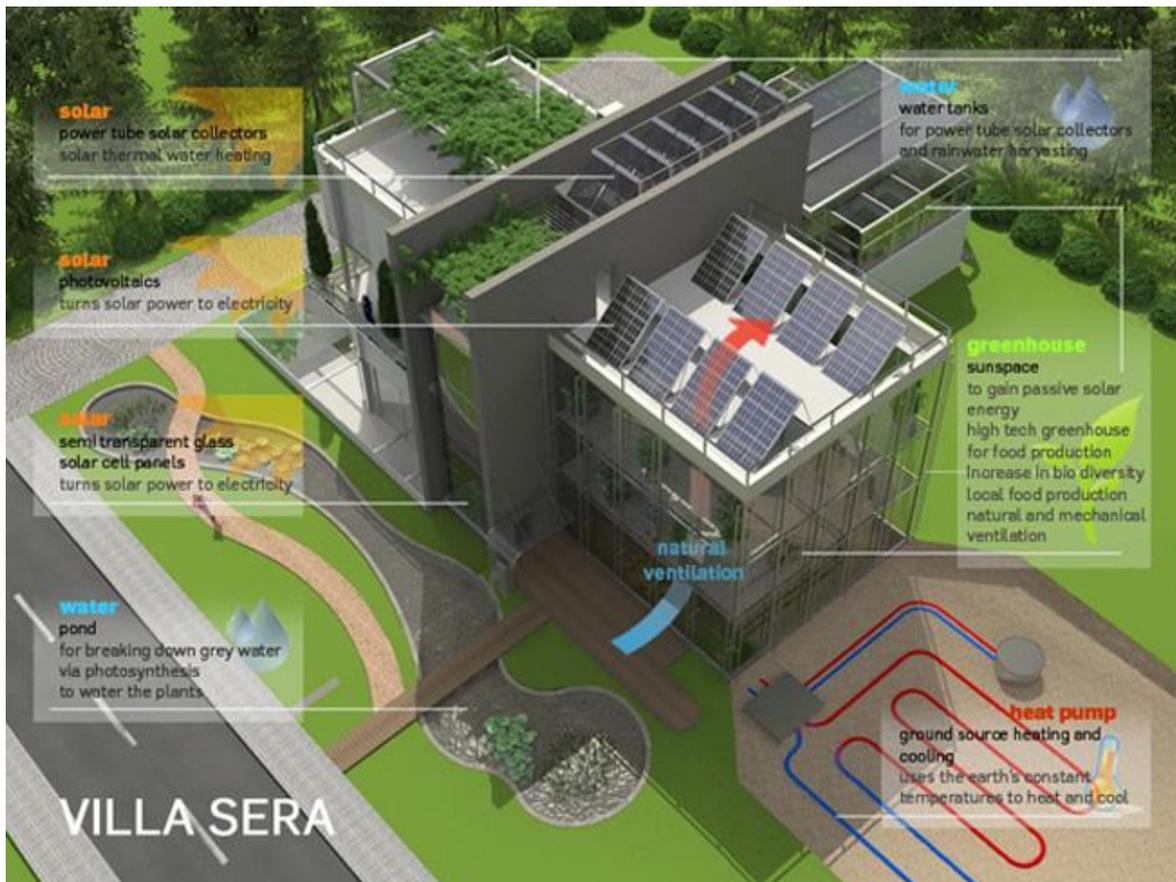
En el año 2004 se publicó el *Diccionario de arquitectura en la Argentina* donde aparece la voz "bioclimática/bioambiental/solar pasiva/sustentable/ambientalmente consciente (Arquitectura)" para unificar una línea de pensamiento de la arquitectura.⁴ Y se define: "... aplicados al diseño y la arquitectura, estos adjetivos se integran en construcciones que designan las estrategias y los edificios que son concebidos, se construyen y funcionan de acuerdo a los condicionantes y posibilidades ambientales del lugar (clima, valores

ecológicos), sus habitantes y modos de vida. Esto se logra mediante dos subsistemas: el de conservación y uso racional de la energía y el de los sistemas solares pasivos, incorporados ambos al organismo arquitectónico. Por extensión se aplican al urbanismo..."

2.4.1 Características de la arquitectura sustentable

Una Arquitectura Sustentable, es un estilo respetuoso con el entorno, el cual debe considerar cinco factores:

- El ecosistema sobre el que se asienta,
- Los sistemas energéticos que fomenten el ahorro,
- Los materiales de construcción,
- El reciclaje,
- La reutilización del residuo y la movilidad.



Esta arquitectura reflexiona sobre el impacto ambiental de todos los procesos implicados en una vivienda, desde los materiales de fabricación (obtención que no produzca desechos tóxicos y no consuma mucha energía), las técnicas de construcción (que supongan un mínimo deterioro ambiental), la ubicación de la vivienda y su impacto en el entorno, el consumo energético de la misma y su impacto, y el reciclado de los materiales cuando la casa ha cumplido su función y se derriba.

2.4.2 Alcances de la Arquitectura Sustentable.

En primer lugar, debemos hacer hincapié en el hecho de que existen tres grupos de acciones que pueden realizarse para lograr una arquitectura sustentable. El primer grupo concierne a la propia actividad de diseño del arquitecto, y puede dar lugar a grandes resultados sin apenas coste alguno adicional. Por ejemplo, si el planteamiento urbano y el diseño de las viviendas se hiciera “utilizando criterios bioclimáticos”, de tal modo que estén orientados al Sol para calentar la casa, aprovechando las corrientes de aire para refrescarla, etc., la construcción podría mejorar sustancialmente.

El segundo tipo de acciones no consigue una efectividad tan grande y cuesta algo más de dinero. En este grupo se incluyen, por ejemplo, el aumento del aislamiento y la inercia térmica del edificio, la utilización de materiales ecológicos y la utilización de agua caliente sanitaria solar.

Por último, un tercer tipo de acciones mucho más costosas y con eficacia muy relativa. A este grupo pertenece, por ejemplo la utilización de placas fotovoltaicas para generar electricidad.

Ya que el Sol es la principal y mayor fuente de energía que podemos obtener en el planeta, e interviene en lo que es la Arquitectura Sustentable, es importante tener una idea de su trayectoria en las distintas estaciones del año



2.4.3 La arquitectura y el desarrollo sustentable

El ambiente artificial y complejo que rodea al habitante urbano actual ha sido acondicionado para protegernos de las "incomodidades" de la naturaleza teniendo un altísimo costo energético y ecológico. Es en estos últimos años, cuando se vuelven urgentes cuestiones ambientales y de alcance global como el calentamiento del planeta y la depleción de la capa de ozono en los polos, el concepto de "desarrollo sustentable" se instala proponiendo soluciones.

El concepto de "desarrollo sostenible" hace referencia al desarrollo económico y social que permite hacer frente a las necesidades del actuales sin poner en peligro la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Esta teoría tiene dos principios fundamentales:

- En primer lugar, deben satisfacerse las necesidades básicas de la humanidad, comida, ropa, lugar donde vivir y trabajo, implicando el tomar en cuenta las necesidades de los pobres del mundo, ya que un mundo en el que la pobreza es común, será siempre proclive a las catástrofes ecológicas y de todo tipo.
- En segundo lugar, los límites para el desarrollo no son absolutos, sino que vienen impuestos por el nivel tecnológico y de organización social, su impacto sobre los recursos del medio ambiente y la capacidad que este tiene para absorber los efectos de la actividad humana.

A partir de esta nueva conceptualización del desarrollo se ha constituido en los últimos un nuevo tipo de Arquitectura que integra estas ideas en el terreno del diseño de edificios, es la llamada "Arquitectura sostenible". Esta busca el máximo

aprovechamiento de los recursos de cada lugar, como el clima, los recursos naturales, y la construcción con materiales ecológicos. anteponiendo la decisión de no comprometer el desarrollo y el medio ambiente de generaciones presentes y futuras, buscando minimizar el uso de recursos escasos y sin producir emisiones contaminantes.

Para lograr la “sostenibilidad” de la arquitectura, se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- El emplazamiento y evaluación medioambiental.
- Orientación y aprovechamiento de las energías pasivas.
- Sistemas constructivos.
- Materiales de construcción saludables.
- Consumo energético.
- Generación de residuos y reciclaje.

La Arquitectura sostenible se asienta en la racionalidad, en tanto y en cuanto contempla el aprovechamiento de las condiciones naturales, aplica el conocimiento científico y los avances tecnológicos en términos de ahorro energético, reciclaje y disminución de residuos, optimiza el rendimiento de sistemas constructivos tradicionales, e incluye el aspecto interior como el exterior.

CAPITULO III

PRINCIPIOS ECOSUSTENTABLES

3.1 CLIMA

Los edificios son barreras a la lluvia, al viento y, a veces, filtros sutiles a la luz y el calor. Rodeados de entornos variables, donde cambian el dia y la noche, el calor y el frio, el viento y la calma, la lluvia y el sol; se convierten en refugios de artificiales condiciones, como islas de tranquilidad en un mundo incomodo.

Cabe decir que si la Arquitectura es clima, también es verdad que son muchos los climas que en ella intervienen:

- Clima del aire y de la humedad.
- Clima de la luz y del sol.
- Clima de las paredes.
- Clima del viento y de la brisa.

También podemos encontrar climas en la Arquitectura popular o en la arquitectura representativa, climas naturales y climas artificiales, además de climas que no son climas propiamente como climas sonoros, psicológicos, mágicos, con los que se genera la infinita variedad de los espacios arquitectónicos.

Estudiar los climas de la arquitectura puede resultar difícil debido a la complejidad de dichos climas. Pero en realidad entenderemos el clima o los climas de la arquitectura en un sentido más amplio, incluyendo todos aquellos fenómenos ambientales que actúan sobre los ocupantes de un edificio, influyendo sobre su bienestar y sobre su percepción a la vez, ya sea que se trate de sensaciones térmicas, táctiles, visuales, auditivas.

3.2 VIENTO

El clima del aire y de la humedad.

Este tipo de aire resume por si solo, aparte de otros valores ambientales, tres de los cuatro parámetros que condicionan la sensación térmica : su propia temperatura, su contenido de vapor de agua (humedad)y, su movimiento (aire).

Las dos primeras características pueden estudiarse conjunta e independientemente de la del movimiento y su repercusión en la comodidad procede, como es lógico, de la influencia que tienen sobre las pérdidas y ganancias de calor del cuerpo humano

Así mientras la temperatura del aire influye en la sensación de calor del cuerpo a través de la piel y del aire que respiramos, la humedad del aire, si es baja, permite una mayor evaporación de la humedad de nuestra piel (sudor), a la vez que mayor cesión de vapor de agua al respirar. De esta manera nos refrigeramos, cediendo calor y humedad al aire, dos formas conjuntas y paralelas en su acción.

También es cierto que el tercer parámetro del aire, su movimiento, actúa sobre los dos primeros, ya que el aire que se mueve sobre el cuerpo humano incrementa a la vez la cesión de calor y la cesión de humedad de la piel al aire. Con esto podemos concluir que mayor temperatura y mayor humedad del aire producen más sensación de calor, mientras que su movimiento produce sensación de frío. Y que cada 0,3 m/s de velocidad del aire equivalen al descenso de 1°C en la sensación térmica de la persona sometida a esta corriente de aire.

Soluciones Arquitectónicas en este clima.

Las soluciones arquitectónicas para conseguir un adecuado clima de aire y la humedad, resultan más complejas que en otros climas de la Arquitectura, ya que significan solucionar el caso de invierno, crítico en cualquier clima frío temperado, pero sin empeorar el comportamiento del edificio mismo en verano.

Invierno.

Para invierno de deberá considerar en el proyecto de arquitectura los siguientes aspectos:

- Forma general del edificio compacta, que evita entrantes y salientes que aumentan la superficie de perdidas y favorece el desarrollo de fachadas orientadas entre sureste y suroeste, en detrimento de las otras.
- Aislamiento de los cerramientos, reforzado en la orientación norte y la cubierta del edificio, y aunque en menor medida, aislar también los contactos con locales auxiliares y con el terreno.
- Cerramientos practicables, con estanquidad relativamente alta, pero en el caso de climas húmedos conservando posibilidades de ventilación que renueven el aire de los locales sin que la corriente incida sobre los ocupantes.
- Aislamientos móviles en ventanas, mediante contraventanas con material aislante en su composición o cortinas que creen barrera total al paso del aire.

Verano.

Para el verano las soluciones adecuadas son las siguientes:

- Asegurar una salida de aire permanente, en la parte más alta de cada local y del edificio en su conjunto.
- Asegurar una o varias entradas de aire por la parte inferior de los locales, a ser posible que provengan de zonas o espacios donde el aire este en buenas condiciones de temperatura y humedad.

- Además e independientemente de las soluciones anteriores, será conveniente prever aberturas practicables que comuniquen al menos, con dos zonas exteriores en condiciones de temperatura y viento distintas.

3.3 El clima y la luz de sol.

La radiación electromagnética es, quizá, la principal de las energías presentes en nuestro entorno.

Siendo partículas inmateriales, los fotones atraviesan el espacio a velocidades inaccesibles. De toda la gama de radiaciones, existe una muy pequeña franja, entre 380 y 760 nanómetros de longitud de onda perceptibles por el ojo humano. Estas radiaciones forman la luz y en ellas se basa una gran parte de la precepción humana.

La superficie del sol, muy caliente, emite precisamente una gran parte de su radiación de la franja visible del espectro. Por ellos la luz no es más que una radiación en particular y las radiaciones son una forma de energías que atraviesa el espacio, yendo de uno a otro lugar de forma prácticamente instantánea.

Entre las diferentes fuentes de luz que dispone el ser humano, la natural o del sol es la que ofrece uno de los más levados rendimientos lumínicos. En otras palabras, iluminando con luz natural y para un determinado nivel de luz, la cantidad de calor resultante en el espacio iluminado es menor que la que resulta con los sistemas de alumbrado artificial.

El clima de la luz y el sol es en gran parte un tema relacionado con la visibilidad. De los diferentes parámetros relacionados con el bienestar, los lumínicos se resumen, muchas veces de forma errónea, en un nivel o cantidad de luz, pero lo que el ojo humano ve no son las cantidades de luz que llegan a las superficies, sino lo que estas reflejan hacia el ojo.

El bienestar térmico dentro de un edificio se relaciona con cuatro parámetros:

- Temperatura del aire.
- Radiación.
- Humedad.
- Movimiento del aire.

De estos cuatro parámetros, el único que no está relacionado con el aire es la radiación, que depende del clima de la luz y el sol del cual hemos estado comentando.

El clima del las paredes.

Cuando imaginamos convencionalmente un edificio, quizá son sus paredes lo que en mayor medida identificamos con su forma, incluso con su funcionamiento. Aunque en su análisis riguroso deberían ser sus cubiertas las que asumieran el verdadero protagonismo de la formación del espacio interior, en nuestra visión sesgada de usuario, e incluso en la más especializada de los arquitectos

Cuando la arquitectura moderna pretende romper, con ficticias continuidades, la separación interior-exterior y sustituye sus paredes opacas por paramentos totalmente vidriados, en realidad esta introduciendo la desmitificación de una larga tradición constructiva que, lógicamente, produce en usuarios y observadores cierta tensión.

Conceptualmente, las paredes son barrera, separación entre un ambiente controlado y otro que no lo está. De esta forma, si se entiende la arquitectura como abrigo o protección de agresiones del mundo exterior, la denominación de barrera para los elementos o componentes que cumplen este papel será la que mejor definirán esta forma de ver la arquitectura.

Las paredes y la radiación son quizás, el primer tema a abordar dada su doble influencia, térmica y lumínica. Las paredes, como lo hemos visto, son

obstáculos a la radiación general y barreras a la luz. En realidad, el proceso de funcionamiento puede analizarse de la siguiente forma:

Los cerramientos del edificio reciben la radiación solar incidente, sea directa, difusa o reflejada. De esta radiación, y según el acabado superficial de la pared, una parte es reflejada y otra absorbida, sin que pueda considerarse, a nuestros efectos, que exista ninguna parte transmitida directamente hacia el interior. Según este análisis, no existe penetración directa de radiación a través de las paredes y, por lo tanto, tampoco penetración de luz.

La parte absorbida de la radiación se transforma en energía térmica que calienta la pared. Esta transmite parte del calor hacia el interior, donde lo cede calentado directamente el aire y, además, emitiendo radiación hacia el interior. En este sentido consideramos que, aunque la pared se comporte como barrera casi total a la radiación, no lo es respecto a la energía térmica que esta radiación comporta, lo que puede resultar especialmente crítico para el funcionamiento de verano.

Las paredes y el calor sería el segundo tema a tratar, que en parte es consecuencia del anterior, ya que la radiación, como hemos visto, acaba reflejándose en el estado térmico del muro. Pero además de este efecto de la radiación, simultáneamente y en paralelo con él, existe el de la transmisión de calor entre el aire interior y el exterior.

En la transmisión del calor aire-aire a través de las paredes, se acostumbra considerar un caso teórico uniforme e infinito, donde el calor pasa de uno a otro ambiente en sentido perpendicular al cerramiento y en forma de un flujo constante de energía. Con este planteamiento podemos suponer que el porcentaje de aislamiento será mas grande cuanto mayor sea el grueso de material aislante que este incluido en sus capas.

Pero en la práctica, la realidad es distinta. Las paredes no son infinitas y presentan accidentes, aberturas y otras irregularidades que alteran los flujos de calor y sobre todo, las condiciones no son estables a ambos lados de la pared. La

transmisión de calor a través de la pared en condiciones variables queda afectada por la inercia de la propia pared, que es función directa de su peso. La inercia amortigua en el tiempo los efectos de los cambios en la temperatura, dando lugar a flujos de energía más regulares de lo que se produciría en un cerramiento sin inercia y reduciendo la oscilación de temperaturas en la cara interior respecto a la que actúa sobre la cara exterior de la pared.

Como, en la práctica, las temperaturas exteriores suelen oscilar en tres ciclos diferentes como lo son:

- Ciclo anual.
- Ciclo de días sucesivos.
- Ciclo día-noche

Los ambiciosos arquitectos modernos son aprendices de la alquimia de los constructores de catedrales que supieron convertir las paredes en luz dividida, pero hoy, en su empeño han conseguido que estas paredes desaparezcan; desde fuera convertidas en las imágenes que reflejan y , desde dentro, sustituidas por paisaje que nos e arquitectura. La arquitectura sin paredes necesita tener encendida la luz artificial durante el día. La luz, a partir de valores relativamente bajos, no es un problema de cantidad sino de reparto. Así resulta que en estos edificios las condiciones lumínicas son deficientes, lo que se agrava con el uso de vidrios especiales que rechazan y filtran la radiación, pero que siempre pierden mas luz que calor en el filtraje.

La arquitectura sin paredes favorece el contacto visual con el exterior, mas paradójicamente encierra a los usuarios con paramentos fijos que no se pueden abrir para ventilar, ni sacar la mano o la cabeza al exterior. Esta arquitectura artificialmente acondicionada desde un punto de vista térmico, no permite que sus ocupantes alcancen a nivel físico el tentador exterior que se les muestra una y otra vez.

El clima del viento y de la brisa.

El origen de la presencia del viento es, una vez más, la radiación solar: el calentamiento no uniforme de las superficies del planeta bajo la acción del sol unido a su rotación, establecen las pautas de los vientos que se generan a gran escala en nuestro globo terráqueo. Sin embargo a escalas mas reducidas, las circunstancias geográficas y topográficas son las que determinan los vientos presentes en un microclima concreto. De esta forma, en cada lugar de la geografía existe un régimen de vientos irregular, con lo que es muy difícil prever las condiciones posibles de intensidad y dirección del viento en un momento determinado.

Así, sabemos que las zonas próximas a la costa, se origina un régimen de brisas perpendiculares a dicha costa, debido a la diferente capacidad térmica del agua y de la tierra. Igualmente en zonas montañosas y unto a bosques o ciudades, puede suponerse cuáles serán los tipos de vientos más frecuentes, sea teniendo en cuenta como se generan brisas en estas zonas limítrofes, donde el bosque siempre tiene más inercia que el campo en general y este mas que las zonas urbanizadas.

Un caso que merece especial atención, con relación a la incidencia del viento sobre un edificio, es el de los árboles situados en su proximidad. La presencia de arbolado, en relación con el mismo edificio, debe significar la generación de zonas distintas en su entorno, más o menos protegidas o, incluso, el aumento de la acción del viento, según su disposición concreta..

Existen muchos casos que estudios así como tipos de vientos, pero en esta investigación analizaremos dos sistemas:

- Sistemas generadores de movimiento de aire.
- Sistemas de tratamiento del aire.

Sistemas generadores de movimiento de aire.

Son aquellos componentes que fuerzan el paso del aire mediante el efecto de las depresiones o sobrepresiones que generan. Sus efectos se valoran a partir de las renovaciones horarias del aire que se fuerzan. Las renovaciones horarias se calculan en metros cúbicos por hora y por metro cubico de volumen habitable.

El primero y más sencillo de los sistemas para mover el aire es la ventilación cruzada, la cual es aconsejable en todos los climas cálidos húmedos así como en climas templados en verano, las aberturas deben de situarse en fachadas que comuniquen con espacios exteriores en condiciones de radiación o de exposición al viento distintas.

El efecto chimenea se produce al crear una salida de aire con huecos situados en la parte superior del espacio, conectadas si es posible a un conducto de extracción vertical, la propia diferencia de densidad del aire, en función de la temperatura, hace que el aire, en función de la temperatura, hace que el aire caliente salga por estas aberturas superiores.

Otro sistema es la cámara o chimenea solar, que funciona captando radiación dentro de una cámara con una superficie de color oscuro protegida por una cubierta de cristal. Al calentarse el aire y disminuir su densidad, se produce un efecto de succión en las aberturas inferiores en contacto con el interior y una extracción del aire. Otro sistema para extraer el aire caliente del interior son los aspiradores estáticos, que producen una depresión interior en el edificio debida a la succión generada por efecto venturi en un dispositivo estático situado en la cubierta. Son sistemas de ventilación utilizables para los climas templados y los cálidos, pero deben ser zonas con vientos constantes si se quiere una utilidad real.

Sistemas de tratamiento del aire.

Son componentes que permiten que un determinado caudal de aire de ventilación pueda mejorar sus condiciones iniciales. Estos sistemas se caracterizan por el cambio que producen en las condiciones del aire que entra al ambiente interior, que normalmente son la temperatura o la humedad del mismo.

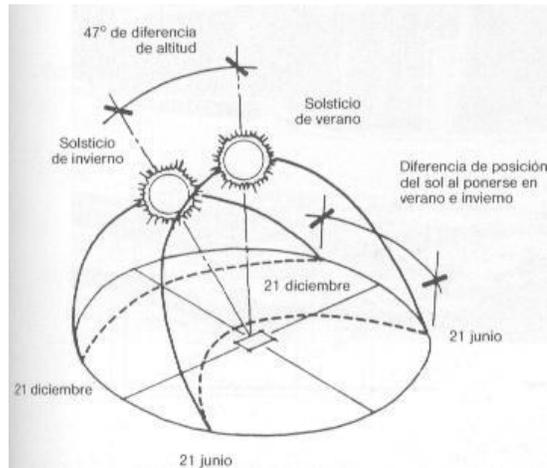
Los más habituales son los que favorecen la evaporación del agua en la corriente de aire. Este efecto de refrigeración evaporativa se basa en el principio de que un líquido, al evaporarse, roba energía del aire con el que está en contacto y lo enfría, aparte de aumentar su contenido de vapor de agua. Un tratamiento del aire mismo tipo, son las torres evaporativas, que tienen paredes humedecidas en contacto con el aire. Se trata de sistemas útiles para tratar pequeños espacios, ya que en otro caso la relación entre la superficie húmeda de contacto y el volumen de aire a tratar será demasiado pequeña y su efecto en el ambiente interior inapreciable.

El patio es otra solución de ventilación y tratamiento, aparentemente muy sencilla, y resulta compleja por el hecho de que, en el mismo, ya actúan muchos fenómenos simultáneos, siendo difícil aislar el efecto de cada uno del conjunto. También actúa protegiendo su ámbito de la radiación solar directa, manteniendo así más baja la temperatura del aire.

3.4 FUENTES DE ENERGIA PASIVA

La planificación del solar suele incluir la evaluación de ciertas características, pero es habitual que no se tengan en cuenta algunos rasgos naturales del emplazamiento, ni las posibilidades de utilizar fuentes alternativas de energía. Existen varios tipos de relaciones clave: las relaciones entre los propios edificios, la vegetación y las formas naturales y artificiales del terreno. Cuando los

espacios interiores y exteriores se proyectan con objetivos bioclimáticos, los edificios y el espacio que los rodea reaccionan conjuntamente para regular el ambiente interior y exterior, y para realzar y proteger el solar, los ecosistemas locales y la biodiversidad.



Trayectoria solar

Como se sabe, la existencia de las estaciones está motivada porque el eje de rotación de la tierra no es siempre perpendicular al plano de su trayectoria de traslación con respecto al Sol, sino que forma un ángulo variable dependiendo del momento del año en que nos encontremos.

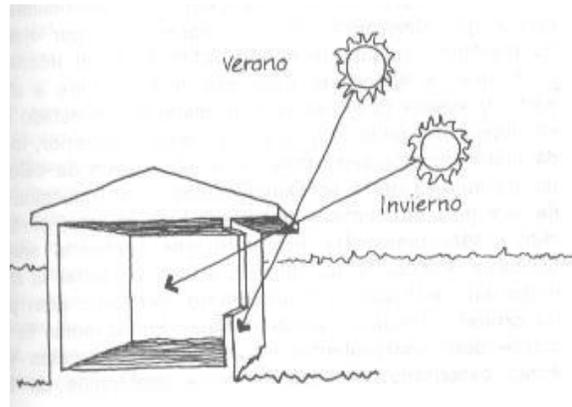
Sin entrar en detalles técnicos, y particularizando para el hemisferio norte, es decir, una situación geográfica en la que está nuestra isla, podemos decir: Hay sólo dos días del año en los que el eje de rotación es perpendicular al plano de traslación: el equinoccio de primavera (22 de marzo) y el equinoccio de otoño (21 de septiembre). En estos días, el día dura exactamente lo mismo que la noche, y el Sol sale exactamente por el este y se pone por el oeste.

Después del equinoccio de primavera, los días son cada vez más largos, y el Sol alcanza cada vez mayor altura a mediodía. La salida y la puesta de Sol se desplazan hacia el norte (es decir, tiende a salir cada vez más por el noreste y ponerse por el noroeste). Esta tendencia sigue hasta el solsticio de verano (21 de junio), el día más largo del año, para seguir después la tendencia contraria hasta llegar al equinoccio de otoño.

Después del equinoccio de otoño, los días son cada vez más cortos, y el Sol cada vez está más bajo a mediodía. La salida y la puesta de Sol se desplazan hacia el sur es decir, tiende a salir cada vez más por el sudeste y a ponerse por el sudoeste. Esta tendencia sigue hasta el solsticio de invierno (21 de diciembre), el día más corto del año, para seguir después la tendencia contraria hasta llegar al equinoccio de primavera.

Para hacerse una idea, en los equinoccios, la elevación alcanzada por el Sol a mediodía son unos 50° sobre la horizontal. Avanzando hacia el solsticio de verano, el Sol cada vez se eleva más, hasta los 74° (nunca llega a estar vertical), y avanzando hacia el solsticio de invierno, el Sol cada vez está más bajo, hasta los 27° . En cuanto a la salida y puesta, en el solsticio de invierno, se llegan a desplazar 31° hacia el sur, y en el solsticio de verano 21° hacia el norte.

Estas trayectorias solares que acabamos de describir tienen una consecuencia clara sobre la radiación recibida por fachadas verticales: en invierno, la fachada sur recibe la mayoría de radiación, gracias a que el sol está bajo, mientras que las otras orientaciones apenas reciben radiación. En verano, en cambio, cuando el sol está más vertical a mediodía, la fachada sur recibe menos radiación directa, mientras que las mañanas y las tardes castigan especialmente a las fachadas este y oeste, respectivamente.



RADIACIÓN DIRECTA, DIFUSA Y REFLEJADA

La energía solar incidente en una superficie terrestre se manifiesta de tres maneras diferentes:

La radiación directa es, como su propio nombre indica, la que proviene directamente del Sol.

La radiación difusa es aquella recibida de la atmósfera como consecuencia de la dispersión de parte de la radiación del Sol en la misma. Esta energía puede suponer aproximadamente un 15% de la radiación global en los días soleados, pero en los días nublados, en los cuales la radiación directa es muy baja, la radiación difusa supone un porcentaje mucho mayor. Por otra parte, las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que "ven" toda la semiesfera celeste, mientras que las superficies verticales reciben menos porque solo "ven" la mitad de la semiesfera celeste.

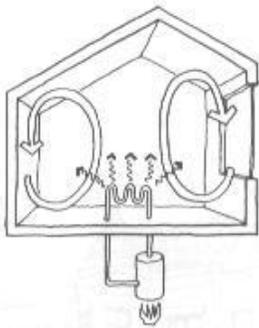
La radiación reflejada es, como su propio nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Por otra parte, las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no "ven" superficie terrestre, mientras que las superficies verticales son las que más reciben.

Por ejemplo, en un día medio de marzo, la energía directa supone 2,09 Kwh/m², mientras que la energía difusa es 1,91 Kwh/m², es decir, la difusa es un 48% del total, mientras que en un día medio de agosto, la directa supone 6,00 Kwh/m², mientras que la difusa es 2,08 Kwh/m², en este caso, un porcentaje del 25%. Esto se debe a que en agosto está menos nublado que en marzo.

Formas de transmisión de calor.

Es importante tener presentes los mecanismos de transmisión del calor para comprender el comportamiento térmico de una casa. Microscópicamente, el

calor es un estado de agitación molecular que se transmite de unos cuerpos a otros de tres formas diferentes:



Conducción.

El calor se transmite a través de la masa del propio cuerpo. La facilidad con que el calor "viaja" a través de un material lo define como conductor o como aislante térmico. Ejemplos de buenos conductores son los metales, y de buenos aislantes, los plásticos, maderas, aire.

Este es el fenómeno por el cual las viviendas pierden calor en invierno a través de las paredes, lo que se puede reducir colocando un material que sea aislante.

El coeficiente de conducción térmica de un material es una medida de su capacidad para conducir el calor.

Convección.

Si consideramos un material fluido (en estado líquido o gaseoso), el calor, además de transmitirse a través del material (conducción), puede ser "transportado" por el propio movimiento del fluido. Si el movimiento del fluido se

produce de forma natural, por la diferencia de temperaturas (aire caliente sube, aire frío baja), la convección es natural, y si el movimiento lo produce algún otro fenómeno (ventilador, viento), la convección es forzada.

Radiación.

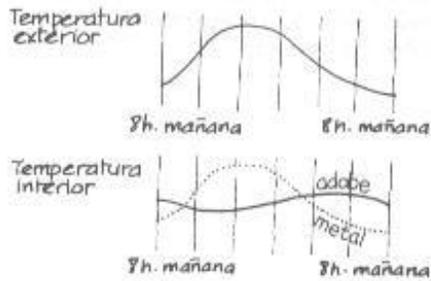
Todo material emite radiación electromagnética, cuya intensidad depende de la temperatura a la que se encuentre. La radiación infrarroja provoca una sensación de calor inmediata (piénsese en una estufa de butano, por ejemplo). El Sol nos aporta energía exclusivamente por radiación.

Capacidad calorífica e inercia térmica

Si a un cuerpo le aportamos calor, este eleva su temperatura. Si lo hace lentamente decimos que tiene mucha **capacidad calorífica**, puesto que es capaz de almacenar mucho calor por cada grado centígrado de temperatura. Las diferencias de capacidad calorífica entre el agua y el aceite, por ejemplo, (mayor la primera que el segundo) es lo que hace que, al fuego, el agua tarde más en calentarse que el aceite, pero también que el agua "guarde" más el calor.

Se llama calor específico de un material (en Kcal/Kg⁰C) a la cantidad de calor que hay que suministrarle a 1 Kg para que eleve su temperatura 1⁰C.

La capacidad calorífica y el almacenamiento de calor traen aparejados ciertos fenómenos. Por ejemplo: en casa, en invierno, cuando encendemos la estufa al llegar por la tarde, la habitación tarda en alcanzar una temperatura agradable, y cuando la apagamos, por la noche, la temperatura de la habitación todavía es buena y no se enfría inmediatamente. Esto ocurre también en las estaciones: en el hemisferio norte, el 21 de abril (equinoccio de primavera) el sol está en la misma posición que el 21 de septiembre (equinoccio de otoño), y sin embargo, las temperaturas son mayores en esta última fecha, por la sencilla razón de que la tierra todavía "guarda" el calor del verano, que irá perdiendo poco a poco. Esta "resistencia" de la temperatura a reaccionar inmediatamente a los aportes de calor es lo que llamamos **inercia térmica**.



Este es un concepto importante en las viviendas bioclimáticas: si tienen poca inercia térmica, reaccionarán rápidamente a la radiación solar, calentándose pronto durante el día (hablamos del invierno), pero también por la noche se enfrían más rápido: el retardo entre los aportes de calor y la

temperatura alcanzada es pequeño.

En cambio, en viviendas con gran inercia térmica, la radiación solar no provocará una subida rápida de la temperatura de la casa, porque el calor se está almacenando, y posteriormente se libera lentamente por la noche, por lo que no se producirá una disminución brusca de temperatura; además, las variaciones de temperatura se amortiguan, no alcanzando valores tan extremos.

Entonces, la inercia térmica en una vivienda lleva aparejado dos fenómenos: el de **retardo** (de la temperatura interior respecto a la temperatura exterior), y el de **amortiguación** (la variación interior de temperatura no es tan grande como la variación exterior).

Confort térmico

Muchos tenemos la idea intuitiva de que nuestro confort térmico depende fundamentalmente de la temperatura del aire que nos rodea, y nada más lejos de la realidad.

Podemos decir que nuestro cuerpo se encuentra en una situación de confort térmico cuando el ritmo al que generamos calor es el mismo que el ritmo al que lo perdemos para nuestra temperatura corporal normal. Esto implica que, en balance global, tenemos que perder calor permanentemente para encontrarnos bien, pero al "ritmo" adecuado. Influyen varios factores:

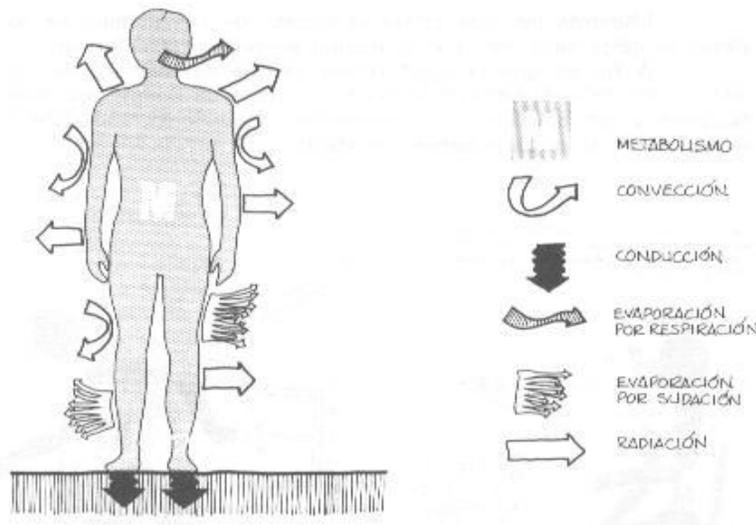
Actividad física y mental.

Nuestro cuerpo debe generar calor para mantener nuestra temperatura corporal, pero también es un "subproducto" de nuestra actividad física y mental. Para una situación de reposo, el cuerpo consume unas 70 Kcal. / hora, frente a una situación de trabajo, donde se pueden consumir hasta 700 Kcal. / h para un ejercicio físico intenso.

Metabolismo.

Cada persona tiene su propio metabolismo y necesita sus propios ritmos para evacuar calor.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RITMO DE PÉRDIDA DE CALOR



Aislamiento natural del individuo.

El tejido adiposo (grasa) y el vello, son "materiales" naturales que aíslan y reducen las pérdidas de calor. La cantidad de cada uno de ellos depende del individuo.

Ropa de abrigo.

La ropa de abrigo mantiene una capa de aire entre la superficie de nuestro cuerpo y el tejido que nos aísla térmicamente. Aunque la ropa de abrigo provoca una sensación de calentamiento del organismo, en realidad lo único que hacen es reducir las pérdidas de calor pues, evidentemente, no consumen energía ninguna y, por tanto, no producen calor. Como no consumen, es el mecanismo más barato energéticamente hablando para regular la temperatura del cuerpo.

En nuestras pretensiones de climatización de la vivienda, debemos considerar esta solución de una manera razonable, es decir, por ejemplo, en invierno, tan exagerado sería climatizar para estar siempre en camiseta (los costes energéticos se disparan), como para estar siempre con abrigo (demasiado incómodo).

Es absurdo, más que ser un símbolo de estatus, el pretender tener una casa climatizada donde podamos estar en invierno en manga corta y en verano con jersey.

Temperatura del aire.

Es el dato que siempre se maneja pero, como decíamos, no es el fundamental a la hora de alcanzar el confort térmico.

Temperatura de radiación.

Es un factor desconocido, pero tan importante como el anterior. Está relacionado con el calor que recibimos por radiación.

Podemos estar confortables con una temperatura del aire muy baja si la temperatura de radiación es alta; por ejemplo, un día moderadamente frío de invierno, en el campo, puede ser agradable si estamos recibiendo el calor del sol de mediodía; o puede ser agradable una casa en la cual la temperatura del

aire no es muy alta (15°C), pero las paredes están calientes (22°C). Esto es importante, porque suele ocurrir en las casas bioclimáticas, en donde la temperatura del aire suele ser menor que la temperatura de las paredes, suelos y techos, que pueden haber sido calentadas por el sol.

Movimiento del aire.

El viento aumenta las pérdidas de calor del organismo, por dos causas: por infiltración, al internarse el aire en las ropas de abrigo y "llevarse" la capa de aire que nos aísla; y por aumentar la evaporación del sudor, que es un mecanismo para eliminar calor.

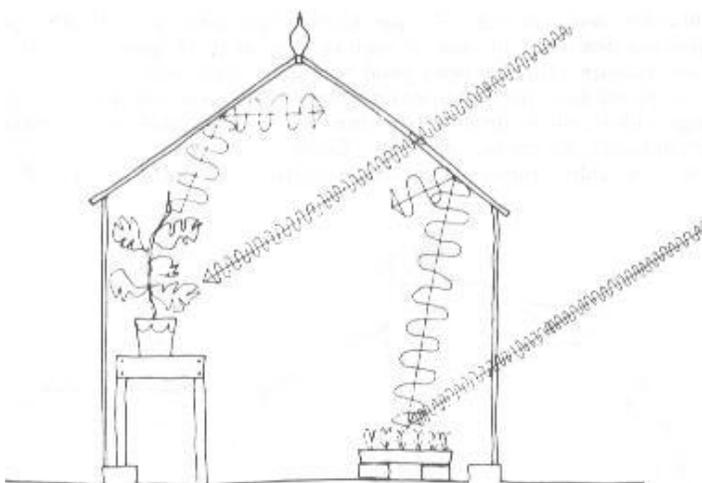
Humedad del aire.

La humedad incide en la capacidad de transpiración que tiene el organismo, mecanismo por el cual se elimina el calor.

A mayor humedad, menor transpiración. Por eso es más llevadero un calor seco que un calor húmedo. Un valor cuantitativo importante es la humedad relativa, que es el porcentaje de humedad que tiene el aire respecto al máximo que admitiría.

La humedad relativa cambia con la temperatura por la sencilla razón de que la máxima humedad que admite el aire cambia con ella.

EFFECTO INVERNADERO



Es el fenómeno por el cual la radiación entra en un espacio y queda atrapada, calentando, por tanto, ese espacio. Se llama así porque es el efecto que ocurre en un invernadero, que es un espacio cerrado por un

acristalado. El vidrio se comporta de una manera curiosa ante la radiación: es transparente a la radiación visible (por eso vemos a través de él), pero opaco ante radiación de mayor longitud de onda (radiación infrarroja). Cuando los rayos del sol entran en un invernadero, la radiación es absorbida por los objetos de su interior, que se calientan, emitiendo radiación infrarroja, que no puede escapar pues el vidrio es opaco a la misma.

El efecto invernadero es el fenómeno utilizado en las casas bioclimáticas para captar y mantener el calor del Sol.

CALOR DE VAPORIZACIÓN

Cuando un cuerpo pasa de estado líquido a gaseoso, necesita absorber una cantidad de calor que se denomina calor de vaporización. Entonces el agua, al evaporarse, necesita calor, que adquiere de su entorno inmediato, enfriándolo. Por eso los lugares donde hay agua están más frescos.

Las plantas están transpirando continuamente, eliminando agua en forma de vapor. Por eso los lugares donde hay plantas están también más frescos.

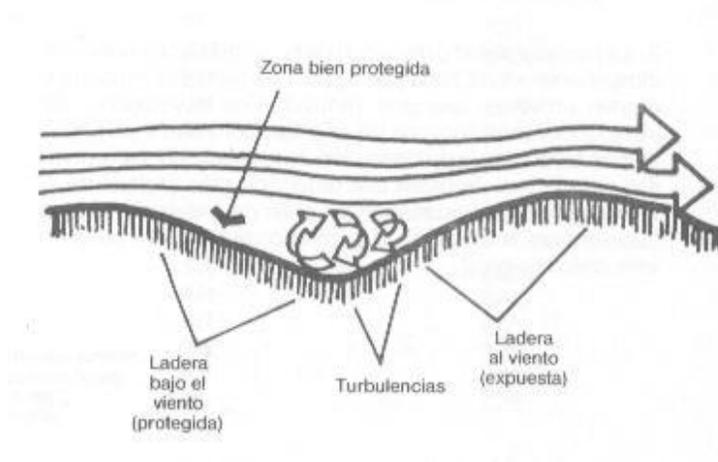
El agua de una tinaja permanece fresca a pesar de que haga calor, gracias a que el barro de que está hecho es permeable al vapor de agua, permitiendo entonces la evaporación de parte del agua interior, que refresca la masa de agua restante.

3.5 Macroclima y Microclima

El comportamiento climático de una casa no solo depende de su diseño, sino que también está influenciado por su ubicación: la existencia de accidentes naturales como montes, ríos, pantanos, vegetación, o artificiales como edificios próximos, etc., crean un microclima que afecta al viento, la humedad, y la radiación solar que recibe la casa.

Si se ha de construir una casa bioclimática, el primer estudio tiene que dedicarse a las condiciones climáticas de la región y, después, a las condiciones micro climáticas de la ubicación concreta.

Ubicación.



La ubicación determina las condiciones climáticas con las que la vivienda tiene que "relacionarse", es por esto que, también debemos considerar algunos puntos

importantes en cuanto a la ubicación.

Condiciones macroclimáticas y microclimáticas.

Las condiciones macro climáticas son consecuencia de la pertenencia a una latitud y región determinada. Los datos más importantes que las definen son:

- Las temperaturas medias, máximas y mínimas
- La pluviometría
- La radiación solar incidente
- La dirección del viento dominante y su velocidad media.

Las condiciones micro climáticas son consecuencia de la existencia de accidentes geográficos locales que pueden modificar las anteriores condiciones de forma significativa. Podemos tener en cuenta:

- La pendiente del terreno, por cuanto determina una orientación predominante de la vivienda.
- La existencia cercana de elevaciones, por cuanto pueden influir como barrera frente al viento o frente a la radiación solar
- La existencia de masas de agua cercanas, que reducen las variaciones bruscas de temperatura e incrementan la humedad ambiente
- La existencia de masas boscosas cercanas
- La existencia de edificios

La elección de la ubicación de la vivienda, si ello es posible, es una decisión muy importante en el proceso de este estilo de diseño, si acaso tan importante como el diseño de la vivienda en sí misma.

Además de seleccionar la ubicación más adecuada, debemos tener en cuenta que siempre es posible actuar sobre el entorno (añadiendo o quitando vegetación o agua, por ejemplo), para modificar las condiciones microclimáticas.

Es lo que llamamos corrección del entorno.

Agua

El agua es una sustancia esencial de la vida humana, gran parte del nuestro cuerpo está formado por ella.

En muchas regiones de nuestro planeta, nos parece natural poder acceder al agua potable, la considerada como un recurso renovable, cuyo uso se es parte de nuestra vida, la usamos para todo, la vemos correr, pero es en realidad, el agua potable es un elemento escaso. 1.500 millones de seres humanos no tiene un acceso correcto a este recurso.

Pero, es un recurso que tiene límites. Existe por un lado un crecimiento explosivo del consumo del agua y por otro se está produciendo una profunda degradación de su calidad debido a los vertidos de residuos contaminantes (metales pesados, hidrocarburos, pesticidas, fertilizantes...), muy superior a tasa o ritmo de asimilación de los ecosistemas naturales. Unos dos millones de toneladas de desechos son arrojados diariamente, según el Informe de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos del Mundo, en aguas receptoras.

El Programa 21 declara: “Con el aumento de la población y de las actividades económicas, muchos países están llegando con rapidez a una situación en que el agua escasea o en que su desarrollo económico se ve obstaculizado. El rápido crecimiento de la demanda de agua se debe en un 70% a 80% al riego agrícola, algo menos de un 20% a la industria y sólo un 6% al consumo doméstico.”

Las tres cuartas partes de la superficie de la tierra se encuentra cubierta por el agua en distintas formas, en estado líquido, sólido o gaseoso. La encontramos como lagunas, lagos, ríos, arroyos, mares, nieve, témpanos o en las nieves. El 98 % del agua es salada de nuestros mares. Del agua dulce, encontramos que el 69 % se encuentra en glaciares o en forma de nieve. El 30 % es agua subterránea (por ejemplo en acuíferos como en el Guaraní) y solamente el 0,7 % es agua que se encuentra en lagos y ríos. Desde más de 3.000 millones de años está presente en nuestra naturaleza

CAPITULO IV

ECOTECNICAS DE CONSTRUCCION SUSTENTABLE

4.1 Arquitectura Bioambiental.

Esta se busca como consecuencia de la crisis energética en la década de los 90, con la ampliación de la propuesta de mejor relación de los edificios con el entorno y el medio de su lugar de implantación.

La Arquitectura Bioambiental, se encarga de diseñar y construir edificios "respetuosos" o "amigables" con el Ambiente dentro de una metodología que tenga en cuenta el Ciclo de Vida del mismo.

La Arquitectura Bioambiental es una metodología flexible que incorpora la variable Ambiente en todo el proceso de diseño y construcción y utilización de un edificio y pone énfasis en buscar una disminución de los consumos de energía, y, no se olvida de los otros problemas a resolver desde el enfoque de la "sustentabilidad ambiental" del mismo.

Podríamos decir que la Arquitectura Bioambiental es un enfoque que tiende a modificar a algunas de las categorías de la Escala de Valores de la Sociedad Industrial, ya que materializar una Arquitectura basada fundamentalmente en las demandas y recursos locales, es contraria al concepto de "internacionalidad" y aprovechar energías como el sol o el viento, llevan necesariamente a una "desconcentración" urbana, donde no sea imprescindible, por el cambio de escala, la "sincronización" de todos los movimientos, ni tampoco tenga sentido práctico apelar al "gigantismo" de las propuestas.

Esta Arquitectura propone un punto de ruptura con valores establecidos desde el siglo XVIII y de allí la dificultad para su aceptación generalizada, aunque los problemas y las tendencias crecientes en el campo económico-social y en los temas ambientales, llevará a las sociedades a replantearse algunos conceptos todavía vigentes, para aceptar otros tales como:

- Todo ahorro, por más pequeño que parezca, adquiere importancia relevante cuando asume escala multitudinaria en relación con el "efecto invernadero"
- Toda visión "cortoplacista" será reemplazada por una visión a mediano o largo plazo. Un edificio también es un proyecto económico y social a 50 u 80 años de plazo.
- Todo producto industrial deberá ser "amigable" en relación con el Ambiente y un edificio ya es un producto mas de la industria.
- Una economía basada en una exacerbada competencia no dejará pasar por alto todo ahorro derivado de los ahorros en energía o en mantenimiento. Para hacer una Arquitectura Bioambiental debemos de ubicarnos, desde las necesidades de las personas, porque como ya lo expresara la Agenda XXI, no hay desarrollo sustentable mientras exista la pobreza, la discriminación y una aplicación solo retórica de los derechos humanos.

4.2 MATERIALES Y TECNICAS DE CONSTRUCCION SUSTENTABLE

MATERIALES.

El proyecto de un edificio en su conjunto no puede separarse fácilmente de la selección de materiales y los componentes que lo integran. Su selección influye profundamente en el diseño y en el rendimiento del edificio. Los efectos de esa selección pueden considerarse desde dos puntos de vista. En primer lugar, hay impactos que se deben a la fabricación, el procesado, el transporte, la construcción, el mantenimiento, la demolición y el reciclaje o la eliminación de los propios materiales. En segundo lugar, la selección de los materiales influye sobre el rendimiento medioambiental del edificio en su conjunto, considerado más que la simple suma de sus partes.

4.2.1 Madera.

La madera es un material de construcción que tiene mucho éxito. Ligera, resistente, duradera, fácil de trabajar, bella y con una tradición inmemorial y una base sólida de técnicas y conocimientos. También es un recurso renovable, siempre que se utilicen técnicas de silvicultura adecuadas. Sin embargo también en la actualidad el comercio nacional e internacional de madera constituye la principal amenaza para los bosques del mundo.

No siempre resulta fácil seleccionar madera y productos derivados de ella que procedan de bosques gestionados de forma sostenible. Existen muchos sistemas de etiquetado y afirmaciones de sostenibilidad, pero la mayoría no han sido comprobados rigurosamente y, por lo tanto, no tienen ningún valor.

El Forest Stewardship Council (FSC) es un organismo internacional cuya misión es verificar los sistemas de certificación de los bosques gestionados correctamente como sostenibles. Para poder llevar el logotipo de este organismo deben de cumplir los siguientes requisitos:

- Cumplimiento de las leyes nacionales e internacionales.
- Derechos de tenencia y uso legalmente establecidos y documentados.
- Respeto por los derechos de las poblaciones indígenas.
- Apoyo a las relaciones con la comunidad y a los derechos de los trabajadores.
- Uso eficiente de los variados productos del bosque.
- Conservación de la integridad biológica del bosque.
- Realización de procesos de seguimiento y evaluación.
- Conservación de los bosques naturales, sin que sean sustituidos por otros usos del suelo
- Gestión y utilización adecuada de las plantaciones para reducir la presión sobre los bosques naturales.

En México esta sociedad se conoce como “ Sociedad para la Promoción del Manejo Forestal Sostenible en México AC “.

Los arboles extraen dióxido de carbono de la atmosfera y lo convierten en hidrato de carbono para subsistir, emitiendo oxígeno en ese proceso. Aun después de talados, los troncos siguen actuando como depósitos de carbono, solo al arder la madera desprende todo el carbono que ha absorbido el árbol a lo largo de su vida.

La madera más ecológica es la segunda mano, ya sea reciclada o procedente de material de derribo o de un centro de recuperación de madera. La segunda mejor alternativa es la madera autóctona producida en un bosque gestionado de forma sostenible.

Comprarla a un proveedor de la zona reduce la contaminación derivada del transporte y contribuye a preservar la economía local, aparte de que así es más probable que la casa se adapte a las condiciones medioambientales.

Aspectos positivos del uso la madera.

- Es renovable y reciclable.
- Absorbe dióxido de carbono de la atmosfera mientras aguante la casa.
- Fácil de adaptar a los diferentes usos que se le puedan dar a la construcción.
- Obra rápida, económica y más limpia que los métodos con agua.

Aspectos negativos del uso de la madera.

- Sigue habiendo mucha tala ilegal; es importante averiguar de donde procede la madera a utilizar.
- Las casas de madera solo duran mucho si están bien construidas: una buena cámara anti humedad y un laminado protector a ras del suelo.
- A diferencia de los materiales de obra pesados, la madera no retiene el calor ni lo desprende de forma gradual, lo que puede provocar rápidas

fluctuaciones de temperatura. Si la casa no está muy bien diseñada, hay que utilizar sistemas mecánicos para regular la temperatura.

4.2.2 Ladrillos

Ladrillos de arcilla sin cocer.

Se utilizan en todo el mundo desde hace siglos. Ahora se fabrican en serie y se secan al aire, con lo que se reduce la energía consumida en la producción.

Método

Sirven para paredes que no sean de carga, a menos que el peso de la edificación este sostenida por un entramado de madera o de acero. S usan para tabiques de argamasa revocados con arcilla o cal.

Aspectos positivos de su uso.

- Solo contienen materiales naturales y reciclables, por lo que su fabricación casi no consume energía ni contamina; emplea un 14 % de la energía que se invierte en la producción de ladrillos cocidos.
- No son caros.
- Buenas propiedades acústicas.
- Alta masa térmica, que ayuda a regular la temperatura interior del edificio.
- Al ser higroscópicos (absorben y desprenden humedad, los muros son transpirables, de modo que previenen y regulan los niveles de humedad en el interior.
- Particularmente apropiados para restaurar edificios antiguos en los que haya que combinar materiales nuevos con los naturales preexistentes.

Aspectos negativos de su uso.

- Solo sirve para paredes que sean de carga.
- Solo los expertos consiguen revocados de arcilla de suficiente calidad para evitar que la estructura se deteriore.

Ladrillos cocidos.

Desde el año 3500 a.C. son el método más utilizado en albañilería. Están hechos de un material natural, arcilla, pero son de alto consumo energético porque se cuecen a temperaturas de entre 900 y 1200 °C. La opción más respetuosa con el medio ambiente es comprar ladrillos reciclados, si bien es fundamental que se adecuen al uso que se les va a dar; ladrillos aparentes si son para revestimientos, sólidos para muros de carga, o comunes para cimientos y muros internos.

Método

La gama de diseños, formas, textura y colores es apabullante, y se pueden colocar de varias maneras. Entre los usos posibles se incluyen revestimientos, armazones, cimientos y elementos funcionales, tales como chimeneas. La argamasa que es lo que los compacta, representa apenas un 17% del ladrillo; el mortero de albañilería, es el material más utilizado para su unión entre sí.

Aspectos positivos de su uso.

- Fabricados con materiales naturales. La mayor parte de las canteras de arcilla se gestionan de forma responsable.
- Muy duraderos y requieren poco mantenimiento.
- Masa térmica elevada.
- Se pueden reutilizar o reciclar como aglomerante para la construcción.

Aspectos negativos de su uso.

- Debido a su proceso de cocción, los ladrillos consumen mucha energía.
- Se suelen colocar con mortero de albañilería, el cual también requiere mucha energía su producción.
- A menudo se utilizan para revestimientos exteriores o en edificios ligeros, que anulan las propiedades derivadas de la masa térmica porque el calor radiante se pierde en la atmosfera.

4.2.3 Concreto.

Esta mezcla de cemento, grava, arena, agua y a veces ciertos químicos tiene divida a la industria de la construcción. Los detractores hacen hincapié en su alto consumo energético, y los defensores destacan que los edificios de concreto armado son duraderos y consumen menos energía que las construcciones ligeras.

En pleno debate, la industria del cemento se esfuerza por mejorar las credenciales ecológicas de este material cada vez se usan mas sustitutos parciales de la grava y de la arena : aglomerantes reciclados como el cristal, derivados de la producción de hierro como la escoria granulada de lato horno, o ceniza de carbón pulverizada, subproducto de las centrales eléctricas. Estas alternativas pueden reemplazar hasta un 30 % de la masa del concreto armado estructural y hasta un 70 % de la del concreto no estructural, lo que supone una reducción de hasta un 40 5 de la emisión de gases de efecto invernadero.

Método

El concreto armado se puede encofrar en una fábrica o in situ. El preparado se comercializa de varias formas, incluyendo paneles planos, unidades modulares, cimientos, vigas y suelos.

El que se encofra in situ se suele verter entre tablillas de madera que se retiran una vez solidificado, pero también se puede verter entre planchas aislantes permanentes de poliestireno expandido u otros materiales.

Aspectos positivos de su uso.

- Se le puede dar cualquier forma y tamaño : es muy versátil de cara al diseño.
- Alta masa térmica.
- Solidez y durabilidad excepcionales.
- Buenas propiedades acústicas
- Se puede reciclar como aglomerante.

Aspectos negativo de su uso.

- Alto consumo energético.
- Fabricado con materiales no renovables.
- Más sucio y engorroso que los métodos secos, como el entramado de madera.

4.2.4 Prefabricados.

A la construcción a base de módulos prefabricados se le atribuye una mayor eficiencia energética, menor polución derivada el transporte, menos residuos materiales y mayor perdurabilidad que a la obra tradicional.

En realidad la frontera entre la construcción prefabricada y tradicional no es meridiana: todos los constructores utilizan en alguna medida elementos prefabricados, ya sean clavos o planchas aislantes. De hecho, lo prefabricado no es siempre la solución más respetuosa con el medio ambiente.

Método.

Es importante que el fabricante de los módulos cumpla unos estándares ecológicos elevados en cuanto a los materiales que utiliza, las tecnologías que incorpora a la casa y la actitud que tiene como productos desde el punto de vista de la gestión que los residuos o el transporte. Lo ideal es que la empresa sea local y que emplee recursos materiales y humanos autóctonos sobre el terreno, en el lugar donde se instale la vivienda.

Aspectos positivos de su uso.

- La producción en serie de los módulos reduce el coste total.
- Se puede planificar, construir y habitar en cuestión de meses.
- Responde exactamente a las especificaciones; poco queda en manos del azar durante la construcción.

Aspectos negativos de su uso.

- Todavía arrastra connotaciones negativas en algunos países, debido a malas prácticas del pasado, lo que puede dificultar la comercialización.
- La casa nunca es del todo a medida.

4.2.5 Cristal.

El cristal deja pasar la luz natural y el calor, lo que contribuye a calentar el inmueble. Una buena ubicación es fundamental, ya que los cristales pueden generar temperaturas demasiado altas en verano. Comprar puertas y ventanas de cristal de mala calidad supone un falso ahorro, ya que pierden calor y terminan por elevar el gasto de calefacción.

Método: mejora de las ventanas existentes.

Alrededor de un 20 % del calor de una casa se pierde por culpa de los cristales simples. Basta con instalar doble cristal para conservar parte de ese

calor. La solución más económica consiste en adherir un plástico transparente a la parte interna del cristal, con cinta adhesiva por las dos caras. Pero es más eficaz y duradero colocar una segunda ventana dentro de la primera.

Método: instalación de ventanas nuevas.

La mejor opción son las ventanas de dos o tres vidrios de baja emisividad rellenas de argón; mejoran el rendimiento térmico de la ventana porque reducen el flujo de calor que circula entre los cristales. Un revestimiento exterior reflectante o semirreflectante reduce la transferencia de calor radiante hacia el interior y disminuye el resplandor. Los marcos de madera consumen mucha menos energía en el proceso de fabricación que los de aluminio o PVC.

Aspectos positivos de su uso.

- Permite la entrada de luz natural.
- Con una buena orientación, puede ser una vía de entrada de calor radiante.
- Las ventanas, las puertas y los tragaluces se pueden abrir para ventilar de forma natural.

Aspectos negativos de su uso.

- Las ventanas de poca calidad hacen que se pierda calor.
- El cristal no tiene masa térmica y resulta poco aislante.

4.2.6 Metal.

En la industria de la construcción se utilizan muchos metales; los más comunes son el acero y el aluminio, que suelen ser ligeros resistentes y duraderos. Además, pueden contener hasta un 95 % de material reciclado.

Sin embargo, son productos que consumen mucha energía y su fabricación siempre conlleva el uso de materiales no renovables. El zinc es el material con menor consumo energético.

Método

A menudo se utilizan estructuras y acabados de acero porque los componentes son prefabricados, ligeros y adecuados para levantar paredes delgadas, que maximizan la superficie interior. El zinc, el acero y el aluminio también se usan para revestir muros y tejados, y para detalles como marcos de ventanas.

Aspectos positivos de su uso

- Requiere pocos cuidados.
- Flexible: el metal se puede moldear y adopta formas dinámicas.
- Ratio peso/resistencia elevada.
- La mayor parte de los productos de construcción de metal son totalmente reciclables.

Aspectos negativos de su uso.

- Alto consumo energético.
- Todavía se produce mucho metal con materiales vírgenes.
- La mayor parte del acero se fabrica con mineral de hierro procedente de Australia y Brasil, con la consiguiente contaminación derivada del transporte.

4.2.7 Placas fotovoltaicas.

Las placas fotovoltaicas consisten en dos o más capas finas de materiales semiconductores que, al ser expuestos a la luz, generan una carga eléctrica; mediante contactos metálicos, esta carga se convierte en corriente directa que se transfiere al suministro eléctrico del edificio. Las placas más eficaces son las mono cristalinas, formadas por secciones de un único cristal de silicio y que aprovechan un 15 % de la energía solar. Una placa de este tipo de 5 metros cuadrados

colocada en un tejado y orientada la sur puede generar unos 600kilovatios/hora, lo que cubriría alrededor de un 20 % de las necesidades de una familia media.

La industria está avanzando a gran velocidad y en el mercado van apareciendo placas fotovoltaicas más discretas. Las tejas solares, diseñadas para sustituir a las convencionales, son limpias y eficientes.

Método

Las placas fotovoltaicas funcionan en cualquier pared o tejado que sostenga su peso y cuya orientación sea de la menos 90 ° hacia el punto en que se encuentra al sol a mediodía.

Requieren muy poco mantenimiento, pero debe instalarlas una empresa especializada porque las conexiones eléctricas puede ser complicadas. Resulta mas barato incorporar el sistema durante la construcción de la casa, una vez montado el andamiaje que hacerlo después.

Aspectos positivos de su uso.

- Una vez instaladas no contaminan ni generan residuos.
- Bajo mantenimiento durante los más de veinte años que duran.
- Gasto fijo en electricidad, a diferencia del costo creciente que supone el suministro eléctrico.
- Fuente de energía constante y segura: el sol sale cada día y las placas funcionan aunque llueva o este nublado.

Aspectos negativos de su uso.

- El silicio es un material caro y el suministro es limitado, por lo que resulta poco probable que el precio de las placas solares baje de forma significativa.
- Aunque funciona durante todo el año, la diferencia entre la energía que generan en verano y la que proporcionan en invierno es considerable.

4.3 ACABADOS

Suelos.

Parqués.

Cuando se reforma un inmueble, hay que intentar conservar el parqué. Al instalar a parqué nuevo, las opciones más ecológicas son los parqués de madera recuperada y los de madera o bambú con certificación ecológica.

Método.

Los parqués se pueden restaurar puliéndolos y luego retiñéndolos, o bien barnizandlos. Las muecas y los agujeros pequeños se pueden rellenar con pedacitos de madera o algún material sellador. Los acabados a base de aceites vegetales y ceras naturales no contienen conservantes ni biocidas.

Aspectos positivos de su uso.

- Un parque bien cuidado puede durar décadas, y luego se puede reciclar.
- La madera procedente de bosques gestionados de forma sostenible es un material de construcción ecológico.

Aspectos negativos de su uso.

- Propiedades acústicas deficientes, si no se añade debajo una capa de absorción acústica.
- Los selladores no naturales contienen compuestos orgánicos volátiles.

Alfombras de fibras naturales.

Las hay de cáñamo, hierbas marinas, yute, papel, fibra de coco. Cada una tienen una textura y un aspecto distinto. Las hierbas marinas dan un acabado ligeramente brillante, mientras que el sisal es mucho más resistente. Muchas de

estas fibras se pueden combinar de formas distintas, estampar y , en algunos casos teñir de forma natural.

Método.

Las alfombras se pueden clavar o fijar a una base de arpillera, yute o látex natural. Existen sustancias adhesivas hechas con agua, bajas en COV y que no contienen formaldehído.

Aspectos positivos de su uso.

- Texturas variadas y tonos terrosos naturales.
- Procedentes de una fuente renovable.
- Poco consumo energético.

Aspectos negativos de su uso.

- A menudo se fabrican en india y África oriental: conviene evaluar éticamente las condiciones de fabricación y el costo ambiental de transporte.
- Pueden durar entre cinco y siete años. Para zonas de paso, como pasillos o escaleras, existen versiones más resistentes.
- Se manchan fácilmente y solo se recomienda la limpieza en seco, ya que al mojarse pueden encoger.

Cemento pulido.

El cemento pulido es sumamente reflectante. Es un suelo muy duradero cuya popularidad se ha disparado desde la década de 1990.

Método.

En proyectos de reforma de puede pulir el cemento que en su día se cubrió con otro suelo, del mismo modo que se haría con el cemento virgen en una obra nueva.

El pulimentado en seco genera menos residuos, dado que produce polvo en vez de fango.

Aspectos positivos de su uso.

- Pulir el cemento que forma parte de la construcción original, permite ahorrar dinero y materiales.
- Fácil de limpiar, no necesita encerado ni revestimiento, y dura muchísimo.
- Combina bien con la calefacción por suelo radiante.
- Alta masa térmica: absorbe y libera el calor gradualmente, favoreciendo así la regulación natural de la temperatura interior.

Aspectos negativos de su uso.

- Alto consumo energético.
- El pulimentado requiere mucha mano de obra y energía.

Caucho.

Producto renovable derivado casi siempre de la savia del árbol de goma. Hay gran variedad de colores, en suelos tanto de caucho natural como reciclado.

Método.

El caucho se puede colocar en forma de duelas o losetas, o verter in situ. Rara vez hace falta adhesivo.

Aspectos positivos de su uso.

- Renovables.
- Resistentes al agua; apto para estancias de todo tipo.
- Inocuo, absorbente acústico y extremadamente duradero.

Aspectos negativos de su uso.

- Algunos contienen PCV, plastificantes o halógenos que liberan toxinas durante todo su ciclo de vida.
- El caucho no es biodegradable.
- Hoy día, la mayor parte del caucho se cultiva en el sudeste asiático : no hay que olvidar el costo ambiental del transporte.

Piedra.

Los suelos de piedra que engloban la pizarra, la piedra caliza, la losa, el granito y el mármol, son duraderos y confieren personalidad. La piedra autóctona y la recuperada son las opciones más ecológicas.

Método.

Aunque los suelos de piedra pueden colocarse sobre cemento o parque, cuando se trata de construcciones de madera es importante cerciorarse de que la estructura soportara el peso de la piedra. Los suelos de este material se fijan con mortero, siendo el de cal el más respetuoso con el medio ambiente.

Aspectos positivos de su uso.

- Un recurso natural, abundante y reutilizable.
- Requiere poco mantenimiento
- Es el más perdurable de los suelos.

Aspectos negativos de su uso.

- No es renovable.
- Las canteras pueden malograr el paisaje
- Es un material extremadamente pesado.

Baldosas cerámicas.

El surtido de colores, formas y diseños es abrumador. Las baldosas se usan en cocinas y baños, para delimitar zonas en un espacio diáfano y para decorar pasillos, entre otras funciones. La solución más ecológica es reutilizarlas; si hay que colocar baldosas nuevas, cuanto mayor sea su proporción de vidrio reciclado, mejor.

Método

Las sustancias adhesivas respetuosas con el medio ambiente son preferibles al mortero de cemento tradicional.

Aspectos positivos de su uso.

- Son resistentes y requieren poco mantenimiento.
- Aptas para zonas húmedas, tales como cocinas o cuartos de baño.

Aspectos negativos de su uso.

- El proceso de cocción consume mucha energía.

4.4 REVESTIMIENTOS.

De arcilla.

Es una mezcla de arcilla, aglomerante fino y fibras orgánicas.

Versátil, económico, respetuoso con el medio ambiente y fácil de aplicar: es por lo tanto, una buena alternativa a los aplanados de yeso y mortero. Combinando pigmentos naturales se logran colores muy variados, y las paredes se pueden dejar a la vista, pintar.

Método.

El aplanado de arcilla se conserva como polvo seco al que se agrega agua limpia en el momento de usarlo. No se endurece por reacción química sino por secado, lo que permite trabajarlo mucho una vez aplicado.

Aspectos positivos de su uso.

- Retiene y propaga vapor: idóneo para muros que necesitan transpirar.
- Absorbe olores.
- Mantiene las paredes frescas en verano y templadas en invierno.
- Eficaz aislante acústico
- Bajo consumo energético

Aspectos negativos de su uso.

- Necesita más tiempo de secado que los aplanados estándar.
- No todas las normativas de edificación autorizan su uso
- Pocos expertos en aplicación y recuperación.

De cal.

Mezcla de cal tarada, agua y aglomerante. Se emplea desde hace siglos y es compatible con muchos materiales tradicionales, la piedra, el cob, la paja y la madera, cada vez más usados por sus cualidades de sostenibilidad.

Método.

La cal es un polvo blanco que se mezcla con agua. Es fácil de aplicar y se puede colorear con pigmentos naturales. Para el acabado, se aplica una capa de pintura al temple o a la cal.

Aspectos positivos de su uso.

- El aplanado de cal deja trabajarse incluso pasados varios días desde la aplicación inicial.
- Flexible: se adapta al movimiento estructural y se agrieta menos que los aplanados modernos.
- Como es permeable a la humedad, permite que las paredes transpiren.

Aspectos negativos de su uso.

- Se fabrica cociendo piedra caliza, lo que implica emisión de dióxido de carbono y un gran consumo energético.

4.5 RECICLAJE

El reciclar es la práctica de recolección de materiales para volverlos a usar. Sin embargo, la recolección es sólo el principio del proceso de reciclaje.

Una definición bastante aceptada nos indica que reciclar es cualquier proceso donde materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas.

Reciclar es un proceso simple que nos puede ayudar a resolver muchos de los problemas creados por la forma de vida moderna.

Se pueden salvar grandes cantidades de recursos naturales no renovables cuando en los procesos de producción se utilizan materiales reciclados. Los recursos renovables, como los árboles, también pueden ser salvados.

La utilización de productos reciclados disminuye el consumo de energía. Cuando se consuman menos combustibles fósiles, se generará menos CO₂ y por lo tanto habrá menos lluvia ácida y se reducirá el efecto invernadero.

En el aspecto financiero, podemos decir que el reciclaje puede generar muchos empleos.

Se necesita una gran fuerza laboral para recolectar los materiales aptos para el reciclaje y para su clasificación. Un buen proceso de reciclaje es capaz de generar ingresos.

Problemas en el reciclaje.

El reciclaje tiene beneficios obvios, sin embargo también existen algunos obstáculos que hay que superar.

Tal vez, el principal problema al que se enfrentan las personas cuando quieren generar un proceso de reciclaje, es la falta de educación de la sociedad en general sobre este aspecto.

Las sociedades en general no entienden lo que le está pasando al planeta, especialmente en lo que se refiere a los recursos naturales.

Los problemas sociales relacionados con el reciclaje no se solucionan solamente con la educación. Las sociedades tienden a resistirse a los cambios.

El ciclo tradicional de adquirir - consumir - desechar es muy difícil de romper. Reciclar en la oficina o en el hogar requiere de un esfuerzo extra para separar los materiales.

Siempre será más fácil el lamentable hábito de arrojar todo hacia fuera.

Proceso del Reciclaje

Existen **tres actividades principales** en el proceso del reciclaje:

1.- Recolección.

Se deben de juntar cantidades considerables de materiales reciclables, separar elementos contaminantes o no reciclables y clasificar los materiales de acuerdo a su tipo específico.

Una parte importante de los residuos sólidos urbanos está constituida por materiales que pueden ser seleccionados con facilidad y constituyen las materias primas recuperables como: papel, cartón, vidrio, plásticos, trapos, etc.

La recogida selectiva se basa en que son los propios ciudadanos los que realizan la selección de los productos recuperables, colocándolos en recipientes independientes.

Estos materiales pueden ser reutilizados por la industria como materias primas en mejores condiciones que si hubiese que separarlas de las bolsas de basura donde están mezcladas con materia orgánica, que las ensucian y deterioran.

2.- Manufactura.

Los materiales clasificados se utilizan como nuevos productos como materias primas para algún proceso.

3.- Consumo.

Los materiales de desperdicio deben ser consumidos. Los compradores deben demandar productos con el mayor porcentaje de materiales reciclados en ellos. Sin demanda, el proceso de reciclaje se detiene. Para que este proceso funcione, las tres actividades anteriores deben estar en relativa armonía. Sin embargo es normal, sobre todo al principio, que se encuentre un desbalance entre ellas.

CAPITULO V

ESTUDIOS DE CASO

CASO 1.

Proyecto de casa sustentable. Parámetro internacional



Aspecto exterior de la vivienda

Descripción:

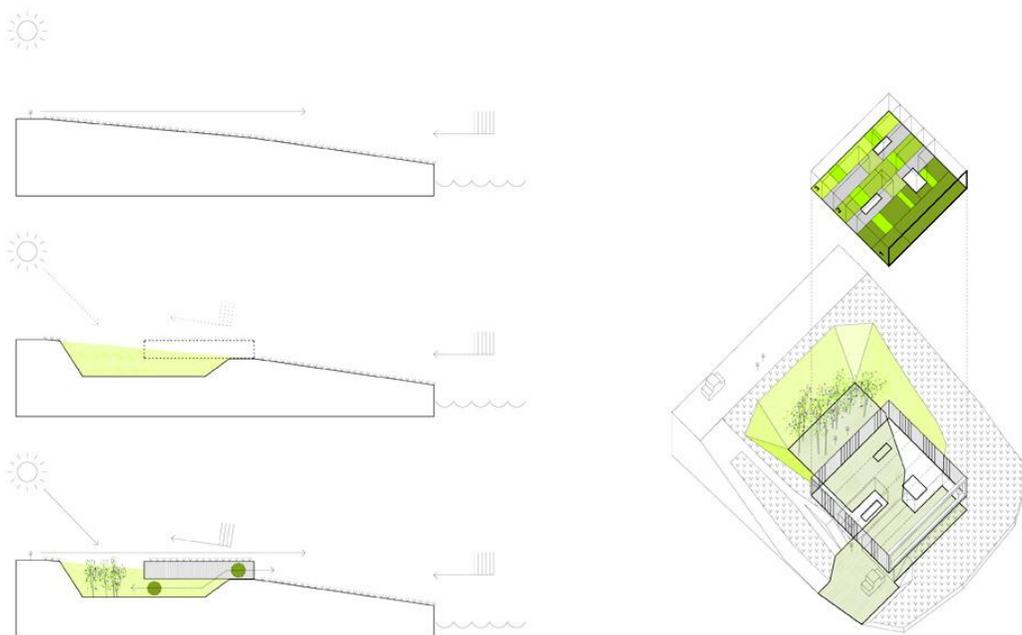
Este proyecto se localiza en la parte norte de España, en un terreno rodeado de naturaleza y junto a la costa del cantábrico.

Sus principales características son el uso de ecotecnias de captación de agua pluvial, la azotea verde y el aprovechamiento de la energía solar pasiva.

Está construido con estructura de acero y envolventes laminares con interiores termoaislantes.

Su composición es cuadrada y tiene una varias aperturas que le permiten la permeabilidad y la interacción con los elementos naturales como el viento, la lluvia y el sol.

El programa se propone en una sola planta elevada sobre el terreno.



Secciones y Esquema general de la vivienda

Ficha Técnica:

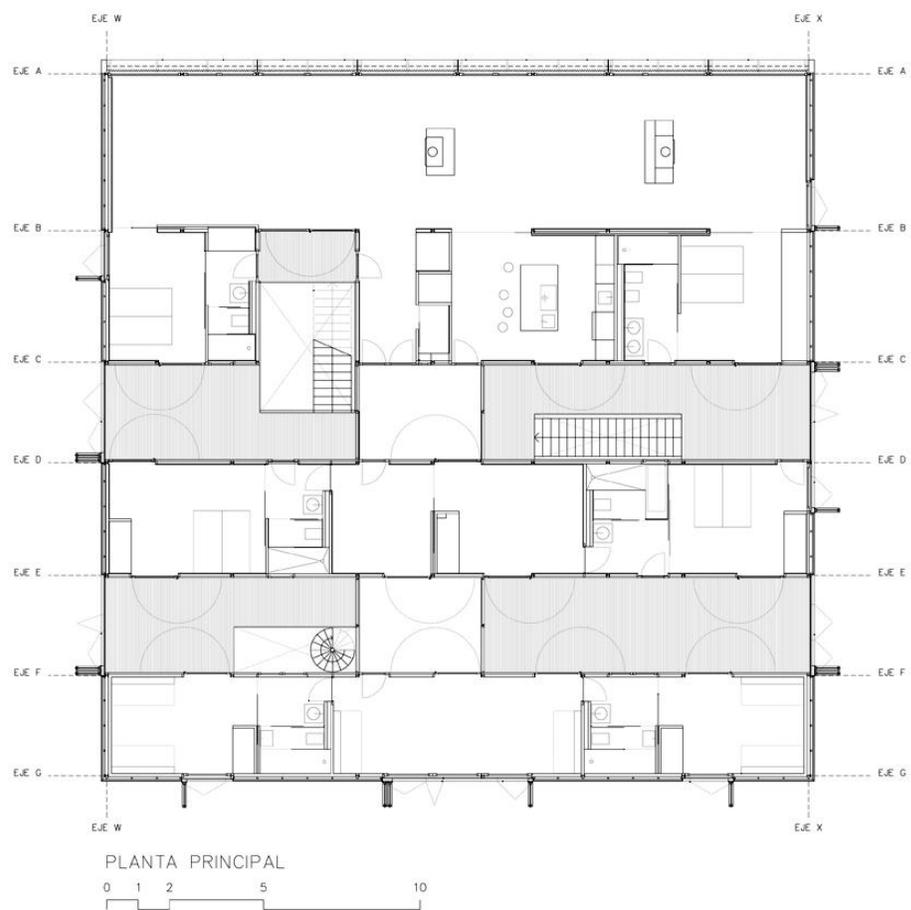
Ubicación: La Coruña, España.

Terreno aprox. 1200 m².

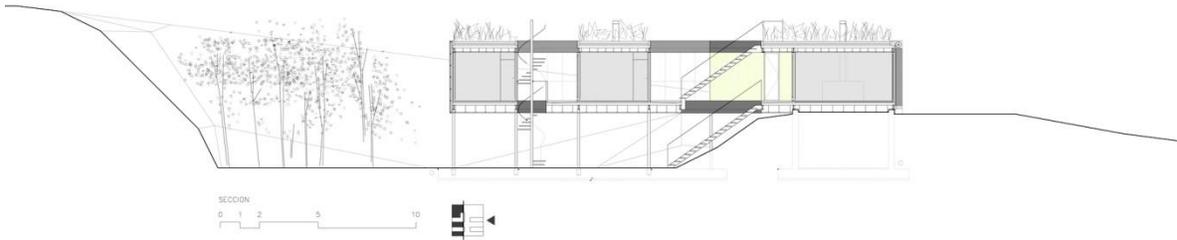
Área Construida: 460 m².

Proyecto: Arq. Felipe Mansilla

Fecha de realización: 2009



Planta Organizadora de los espacios habitables



Sección de la vivienda



Detalles de la azotea jardín y los solarios en la vivienda

CASO 2.

Proyecto de casa sustentable. Parámetro Nacional

Descripción:

Este proyecto tiene su directriz en la apertura formal y espacial a los vientos y a las orientaciones de las áreas a la climatización pasiva.

Otro aspecto importante es su poca incidencia sobre el microclima ya que el contacto con el terreno es mínimo al ser una estructura piloteada.

Cuenta con un programa básico de estancia, cocina – comedor y dos recamaras. Además integra los servicios sanitarios y generales en un esquema vertical de dos niveles.

Los materiales son a base de estructura de metal recubiertos de materiales prefabricados ligeros y algunos naturales como la madera.



Aspecto exterior de la vivienda

Ficha Técnica:

Ubicación: Mexicali, Baja California.

Terreno aprox. 160 m².

Área Construida: 82 m².

Proyecto: Teco Arquitectos

Fecha de realización: 2004



Planta Baja



Planta Alta



Sección de la vivienda

CASO 3.

Proyecto de casa sustentable. Parámetro local



Descripción:

Este proyecto se propone en un terreno mediano donde se desarrolla la vivienda de un solo nivel y emplea un partido formal con techos inclinados.

Dispone de características ecológicas aplicadas al edificio y al desarrollo como represa captadora de agua pluvial, ciclo pista con arboledas frutales, uso de composteras, climatización pasiva, calentador solar y el uso de ecotecnias diversas para su menor impacto ambiental.



Imagen exterior de la vivienda

En el aspecto constructivo emplea materiales convencionales y de bajo impacto ambiental como el ladrillo, la madera, el concreto con tepetate y la piedra natural.



Ficha Técnica:

Ubicación: Morelia, Michoacán.

Terreno aprox. 200 mts.

Área Construida: 140 m2.

Proyecto: RedXm2

Fecha de realización: 2011

Análisis comparativo de costo- beneficio

En la actualidad la realización de una vivienda que pueda calificarse como sustentable implica aún, un costo mayor al de la construcción tradicional.

Para efecto de éste trabajo se consideró un parámetro comparativo de dos viviendas con una área aproximada de construcción de 140 m².

En el caso de la construcción tradicional se tiene un costo total aproximado de \$ 1,040,000.00 pesos 00/100 m.n, mientras que en la vivienda con características sustentables como captación de aguas, separación de desechos sanitarios, luminarias con celdas fotovoltaicas en áreas específicas y calentador solar se tiene un costo \$ 1,570.000.00 pesos 00/100 m.n.

La diferencia es considerable, si se toma en cuenta la inversión inicial podemos hablar de un incremento de más del 40% por m² de construcción entre un sistema ecológico y uno convencional.

Sin embargo, esta inversión no es un gasto irrecuperable.

Hoy en día los gastos de mantenimiento y utilización de servicios de una vivienda son altos y con una tendencia incrementable de acuerdo a las políticas gubernamentales del país y globales, así como al creciente encarecimiento de los recursos energéticos.

La comparativa entre la inversión inicial y el beneficio sobre un sistema sustentable está disminuyendo y puede afirmarse que mientras hace una década la diferencia entre ambos tendía a amortizarse en períodos prolongados de 10 a 15 años, hoy se han reducido a lapsos de entre 5 y 7 años.

Quizá aún lejos de lo ideal, pero con una tendencia mejorable que puede junto a las necesidades de preservación del medio ambiente incentivar el uso de eco técnicas en la vivienda.

Conclusión

El tema de la construcción sustentable no puede considerarse una aspiración utópica y de largo alcance a futuro.

Antes bien, es una realidad y una necesidad imperiosa y cada vez más factible en los distintos sistemas económicos y políticos.

Para efecto de un desarrollo sustentable, todos los países, sean desarrollados o en vías de desarrollo, pueden implementar la edificación sustentable en edificios y redes de infraestructura.

En el aspecto de la vivienda, que es el tema abordado por este trabajo, se dan múltiples beneficios de mejoramiento por ser la tipología donde residen las familias, núcleos productores básicos de la sociedad.

Además, la vivienda es un tema de necesidad permanente y demanda creciente por lo que si se regula su construcción con criterios sustentables y se incentiva a desarrolladores y compradores con estímulos económicos para su fomento y realización, su amplio porcentaje de producción daría el beneficio ambiental más alto.

Una vivienda realizada por sistemas de construcción sustentable puede ser considerada una inversión económica recuperable siempre y una estratégica acción invaluable en la conservación del medio ambiente y los recursos energéticos naturales.

Vivir en armonía con la naturaleza siempre ha sido un propósito de la arquitectura pero además, hoy puede ser una iniciativa tan necesario hasta volverse inevitable, ambientalmente responsable y económicamente viable y recuperable.

ANEXOS

Bibliografía:

BARBA, JAVIER. GREEN ARCHITECTURE.COM
ED. AGBAR. 2010. BARCELONA.

Banham, Reyner. LA ARQUITECTURA DEL ENTORNO BIEN CLIMATIZADO
ED. INFINITO 1978. BUENOS AIRES.

Deffis Caso, Armando. LA CASA ECOLOGICA AUTOSUFICIENTE.
ED. TRILLAS 1988. MEXICO.

Días Coutiño, Reynol DESARROLLO SUSTENTABLE
ED. MCGRAW HILL. 2012. MEXICO.

Jordá, Françoise, Hélène. PEQUEÑO MANUAL DEL PROYECTO
SOSTENIBLE.
GG EDICIONES. 2011. BARCELONA.

MELANDEZ GARCIA, SERGIO JAVIER. ARQUITECTURA SUSTENTABLE.
ED. TRILLAS. 2008. MEXICO.

Mostaedi, Adrian. ARQUITECTURAS SOSTENIBLES.
INSTITUTO MONSA EDICIONES. 2002. BARCELONA.

Rogers, Richard. CIUDADES PARA UN PEQUEÑO PLANETA.
GG EDICIONES. 2004. BARCELONA.

Ryley, Terence. EMILIO AMBASZ. ARQUITECTURA Y DISEÑO 73-93
ED. CCULTURA 1990. MEXICO.

SANCHEZ VIDIELLA ALEX. ATLAS DE ECOARQUITECTURA
ED. LOFT EDICIONES 2012. BARCELONA.

Fuentes electrónicas de consulta:

Artículos consultados en Internet:

www.greenpeace.org	Protocolo de Kioto. 1997
www.onu.org	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de la ONU
www.extension.unc.edu.ar	¿Qué es la sustentabilidad?. 2009
www.vivaverde.com	Principios de sustentabilidad ambiental. 2004
www.todoverde.com	La construcción sustentable. 2008
www.greencities.com	La perspectiva de un desarrollo sustentable. 2012.

Multimedia

García Parra, Brenda Eco-Diseño. Nueva Herramienta para la sustentabilidad.
Ed. Designio. 2008. México.