

10/09/02
157

Facultad de Arquitectura
Universidad Nacional Autónoma de México

Trabajo de Tesis de
Licenciatura en Arquitectura

Titulada

EL DESARROLLO DEL CONCEPTO BIOCLIMÁTICO
EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS
CASO DE ESTUDIO: MÉXICO, D.F.

Para realizarse en el

Taller Jorge González Reyna Facultad, de Arquitectura
Universidad Nacional Autónoma de México, D.F.

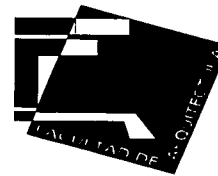
Directores de Tesis:

Dr. Álvaro Sánchez González
Arq. Eduardo Navarro Guerrero
Arq. Manuel Medina Ortiz

Alumna:

Adriana Lira Oliver

Abril del 2002.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A

EL DESARROLLO DEL CONCEPTO FICCIÓN MATEO. EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS. CASO DE ESTUDIO. MEXICO D.F.

AGRADECIMIENTOS

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Agradezco :

A mi madre, porque ella me ha alentado en todo momento y sin su apoyo, la realización de este trabajo hubiera sido muy difícil.

A mi padre, por su apoyo, cariño y por enseñarme en mi vida académica.

A mis asesores por guiarme y brindarme el conocimiento necesario para la realización de esta tesis.

Al Dr. David Morillón, por facilitarme una gran cantidad de información y conocimiento.

A David Mejía, por brindarme su apoyo incondicional y convertirse en mi maestro cuando más lo necesitaba.

Al Dr. Diego Morales por introducirme a temas que nunca hubiera podido sin su ayuda.

A mis amigos de Sinaloa, ya que sin ellos esta tesis no se hubiera podido realizar.

Al Dr. Antonio Turati, por apoyarme en todo momento y ser mi maestro desde el inicio de mi carrera hasta el final.

A Mara y Dulce, ya que su paciencia y apoyo me dieron fuerzas para seguir enfrentando los problemas.

A Guillermo, porque gran parte de este trabajo se la debo a él. Su apoyo constante fue determinante.

ÍNDICE

EL DESARROLLO DEL CONCEPTO BIOCLIMÁTICO EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS. CASO DE ESTUDIO: MÉXICO D.F. 4

Introducción 8

Antecedentes 12

Cap. 1 Marco teórico y antecedentes

1.1 Planteamiento	17
1.2 Arquitectura vernácula	19
1.2.1 Concepto general	19
1.2.2 Origen y evolución de la arquitectura vernácula	20
1.2.3 Características de la arquitectura vernácula	21
1.2.4 La arquitectura vernácula en México	21
1.3 Arquitectura bioclimática	22
1.3.1 Concepto general	22
1.3.2 Origen y evolución	22
1.4 Aportes y trabajos en el área bioclimática	23
1.4.1 Aportes generales	23
1.4.2 Normas de eficiencia energética en edificios	24
1.4.3 Aportes en México	31

Cap. 2 Aspectos bioclimático del cuerpo humano

2.1 Principios termofisiológicos del confort	35
2.2 Balance térmico en el cuerpo humano	36
2.2.1 Respuestas psicológicas	36
2.2.2 Respuestas sensitivas	40
2.3 Evolución de la comodidad en el humano	41
2.4 Factores psicológicos, sociales y económicos	42
2.5 Consecuencias generales en el diseño de las características de respuesta térmica	42

Cap. 3 Elementos del clima como parte del diseño bioclimático

3.1 Clima	44
3.1.1 Parámetros a considerar	45
3.1.1.1 Temperatura del aire	45
3.1.1.2 Humedad del aire	46
3.1.1.3 Movimiento del aire	46
3.1.1.4 Radiación solar	49
3.1.2 Gráficas del clima local	49

Cap. 4 Enfoque bioclimático en el análisis térmico de los edificios

4.1 Modelos de comportamiento térmico	51
4.1.1 Modelo del régimen estacionario	51
4.1.2 Modelo del régimen periódico	52
4.2 Indicadores del comportamiento térmico de los materiales de construcción	53
4.2.1 Medios de propagación	53
4.2.2 Propagación de calor a través de los materiales	53
4.2.3 Almacenamiento y capacitancia	55
4.2.4 Retraso y amortiguamiento térmico	55
4.2.5 Inercia térmica	55

Cap. 5 Sistemas pasivos de climatización

5.1 Control térmico	57
5.1.1 Calentamiento	58
5.1.2 Enfriamiento	60
5.2 Control de humedad	65
5.2.1 Fuentes de humedad	65
5.2.2 Humidificación	66
5.2.3 Deshumidificación	67
5.3 La vegetación y el agua para crear microclimas	68
5.4 Control del viento	69

Cap. 6 Metodología para el diseño bioclimático

6.1 Definición de diseño bioclimático	71
6.2 Aspectos bioclimáticos en el diseño	71
6.3 Metodología para el diseño bioclimático	71
6.3.1 Sobre las metodologías para el diseño bioclimático	72
6.3.2 Metodología	73

Cap. 7 Estudio del bioclima del D.F.



7.1 Factores y elementos del clima	77
7.1.1 Clima de la -República Mexicana	80
7.2 La Ciudad de México	80
7.2.1 Clima de la Ciudad de México	82
7.2.1.1 Temperatura	84
7.2.1.2 Humedad	86
7.2.1.3 Radiación solar	88
7.2.1.4 Vientos	89
7.2.1.5 Precipitaciones	90
7.2.1.6 Nubosidad	91
7.2.1.7 Fenómenos especiales	91
7.3 Condiciones de confort para la Ciudad de México	91
7.3.1 Conceptos generales	92
7.3.2 Confort térmico	92
7.3.3 Definición del rango de confort para la Ciudad de México	92
7.4 Análisis del bioclima de la Ciudad de México	94
7.4.1 Cartas bioclimáticas de Olgay para la Ciudad de México	96
7.4.2 Ábacos psicométricos de Givoni para la Ciudad de México	98
7.4.3 Diagrama de isorequerimientos horarios para la Ciudad de México	99
7.4.4 Gráfica solar equidistante para la Ciudad de México	100
7.4.5 Diagnóstico	100
7.5 Requerimientos de climatización	100

Cap. 8 Recomendaciones de diseño para edificios en el sur del D.F.



8.1 Diseño urbano	103
8.1.1 Forma y orientación de manzanas	104
8.1.2 Vegetación	104
8.1.3 Emplazamiento del proyecto	105
8.2 Diseño del proyecto	105
8.2.1 Planta de distribución	105
8.2.2 Forma óptima del edificio	105
8.2.3 Cubiertas, paredes y pisos	106
8.2.4 Materiales	108
8.2.5 Espacios interiores y ventanas	110
8.2.6 Protecciones solares	110

Cap. 9 Casos de estudio



9.1 Centro Cultural de Francia en México	117
9.1.1 Programa arquitectónico	118
9.1.2 Planos arquitectónicos	122
9.1.3 Estudio del lugar	122
9.1.3.1 Estudio solar interior del lugar	125
9.1.3.2 Estudio de vientos	126
9.1.3.3 Programa de necesidades	128
9.1.4 Propuestas de recomendaciones bioclimáticas	129
9.1.4.1 Doble fachada	130
9.1.4.2 Doble techo	131
9.1.4.3 Partesoles	132
9.1.4.4 Aleros	133
9.1.4.5 Ventilación cruzada	134
9.1.4.6 Muro norte	


Conclusiones	136
--------------	-----

Bibliografía y Referencias	140
----------------------------	-----

Glosario	142
----------	-----

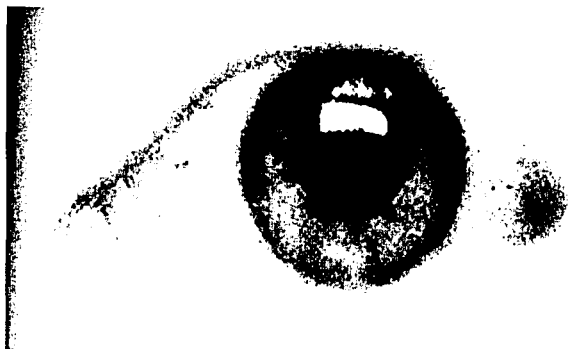
Entrevistas	146
-------------	-----

Visitas	148
---------	-----



EL DESARROLLO DEL CONCEPTO BIOCLIMÁTICO EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS. CASO DE ESTUDIO: MÉXICO D.F. ∞

INTRODUCCIÓN



A lo largo de la historia y desarrollo humano, muchas veces la adaptación de la edificación a su entorno ha representado una lucha entre la arquitectura y el medio ambiente. Vitruvio dijo "...El estilo de los edificios debe ser manifiestamente diferente en Egipto que en España, en Pontus que en Roma, y en países y regiones de características diferentes. Una parte de la tierra se encuentra abrumada por el sol en su recorrido; otra se encuentra muy alejada de él; y por último existe una afectada por su radiación pero a una distancia moderada..." [1].

Según estadísticas, de seguir al paso que vamos, a finales de esta década los países en vías de desarrollo contendrán a siete de las diez ciudades más grandes del mundo [2]. Este crecimiento demográfico de las ciudades ha ocasionado serios problemas a nivel ambiental por el aumento en el consumo de recursos no renovables, por la emisión de más contaminantes y por la producción de desechos en cantidades mucho mayores. Como profesionales, los arquitectos y urbanistas son una pieza clave y decisiva para resolver el problema del crecimiento desordenado en las ciudades que ya existen con las consecuencias energéticas, ambientales, económicas, sociales, etc. que éstos implican pero sobre todo para hacer propuestas que se consideren a futuro.

Por otro lado, el surgimiento y expansión de una arquitectura

1. Olgyay, Victor
Design With Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Segunda edición. Princeton University Press, Estados Unidos de América, 1967.
Pp. 3-4

2. Alcócer, Arturo
Arquitectura y Ecología. Revista Enlace No. 6, año 3. 1993.
Pp. 38-39

internacional, con el objetivo de construir el mismo tipo de edificación sin importar las condiciones climáticas, ha ocasionado que muchas zonas urbanas presenten una disfuncionalidad bioclimática que aparece en un alto porcentaje de las construcciones que las forman. Edificios creados en ciudades europeas, asiáticas, nórdicas, o en cualquier parte del mundo, son exportados sin el menor cuidado, a regiones que nada tienen que ver con el clima, la cultura o la población de origen. Esta es una de las razones por las que hoy se han incrementado los consumos energéticos a nivel mundial llevando casi a la ruina los recursos no renovables que han podido subsistir (por ejemplo una vivienda de interés social con "diseño tradicional" puede llegar a tener consumos 25% mayores que una con "diseño bioclimático" considerando gastos de construcción, funcionamiento y mantenimiento) [3].

El diseño bioclimático es el medio para lograr la planeación de edificios confortables, esto con el objetivo de que éstos resulten ser sistemas termodinámicos eficientes. Esto implica que se logre la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía. Con base a lo anterior, el ideal será aquel sistema cuyo consumo de energía extra fuera nulo a lo largo del año. Esto se puede llevar a cabo en muchos casos con el empleo del clima como recurso, que es de lo que se trata el diseño bioclimático.

Paralelamente se están produciendo serias deficiencias académicas en la carrera de Arquitectura. El tema del clima se aborda de una forma superficial; en cambio, se exige un hábil manejo de éste en las propuestas arquitectónicas sin proporcionar las suficientes guías y herramientas que son necesarias para aportar soluciones fundamentadas y climáticamente eficientes. Como consecuencia de estas deficiencias formativas, aparecen en la práctica profesional las repercusiones subsecuentes, se construyen edificaciones al margen del clima con gastos energéticos incosteables y que a la larga resultan ser parte importante de las fuertes crisis energéticas en el país.

Por ello se entiende que se pueden mejorar, ampliar y completar las actuales estructuras de planes educativos a nivel de licenciatura, proponiendo una mayor profundización, en términos generales, en el área bioclimática.

3. López, José Manuel
Costos y beneficios del diseño bioclimático. Diplomado en diseño bioclimático. Cd. Juárez, Chih. Sept. Nov. 1993.
Pp. 137-170

Todos estos factores han influido en la necesidad inmediata de conseguir un nuevo enfoque en el Diseño Urbano y Arquitectónico, mismo que se persigue con el presente documento. En este trabajo nos enfocaremos al planteamiento de la arquitectura bioclimática y a su aplicación al caso particular del sur de la Ciudad de México.

El desarrollo de esta investigación está dividido en nueve capítulos. En el primero se expone el marco teórico y planteamiento; se marca la importancia de la arquitectura vernácula, ya que esta arquitectura es la primera en tomar en cuenta los factores climáticos para acercarse a un confort en el hombre; se describe lo que es la arquitectura bioclimática; y se habla de los trabajos realizados en el área bioclimática tanto en general como en el caso particular de México.

El segundo capítulo resalta la importancia del hombre como medida central en la arquitectura y de la relación entre el cuerpo humano y los elementos climáticos.

El tercer capítulo se enfoca en la descripción de cada uno de los elementos climáticos como parámetros a considerar en el diseño bioclimático.

El cuarto capítulo hace referencia al enfoque bioclimático en cuanto al estudio de ganancia o pérdida térmica o de calor en los edificios.

En el quinto capítulo se habla de distintos sistemas pasivos, es decir, sin la utilización de aparatos mecánicos, para la climatización de los edificios y el alcance de un confort en los usuarios de dichos edificios.

En el capítulo seis se explica la metodología a seguir para llegar a un diseño bioclimático utilizado actualmente por los arquitectos e ingenieros expertos en el tema, y por la autora de esta tesis para analizar los parámetros climáticos del sur de la Ciudad de México y proponer recomendaciones en el diseño bioclimático para dicha ciudad.

El capítulo siete está destinado a la evaluación y análisis del clima del sur de la Ciudad de México. Los datos utilizados fueron suministrados por el servicio Meteorológico Nacional correspondiente a la estación de Tacubaya. Los mismos

corresponden al año de 1994. De igual forma, se definen las condiciones de confort para el sur de la Ciudad de México y evaluación climática con respecto a las mismas. Las herramientas empleadas para tales fines fueron:

- * Ecuación de Szokolay
- * Carta bioclimática de Olgyay
- * Ábaco psicométrico de Givoni
- * Diagrama de Isorequerimientos Horarios
- * Gráficas Solares Equidistantes para la latitud de la Ciudad de México

De igual forma, en este capítulo se definen los requerimientos a solucionar por medio del diseño urbano y arquitectónico de los proyectos. Estas necesidades se concentraron en torno a los siguientes puntos:

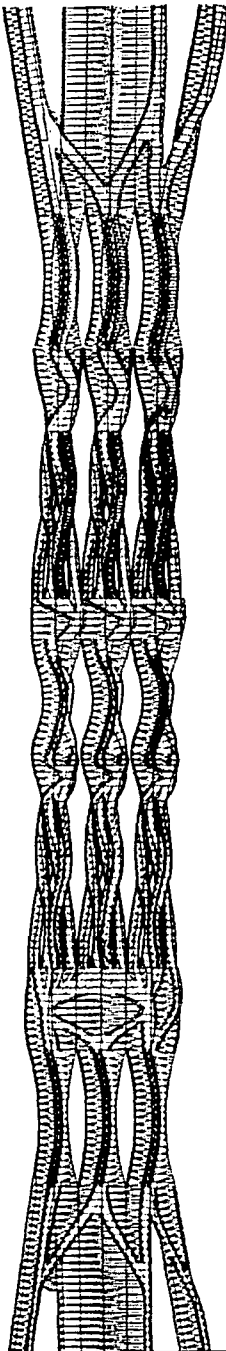
- * Ganancia de calor desde el exterior
- * Protecciones solares para los meses más calurosos
- * Optimización de la ventilación durante los meses de calor
- * Protecciones frente a las lluvias

Partiendo de estos requerimientos, en el capítulo ocho, se emiten recomendaciones de diseño que considero pueden ser de aplicación general tanto en urbanismo como en arquitectura según el criterio particular de cada proyectista en la Ciudad de México. Para estas recomendaciones se han considerado aspectos que tienen que ver con la orientación de los predios y edificios, su forma y densidad, elementos y materiales que lo conforman, elementos externos que pueden influirlos, etc.

Finalmente, en el capítulo nueve, como propuesta de validación, se presenta un proyecto en el cual se toman en cuenta la aplicación de las recomendaciones bioclimáticas y se hace una evaluación térmica para una fecha de frío extremo y otra de calor extremo.

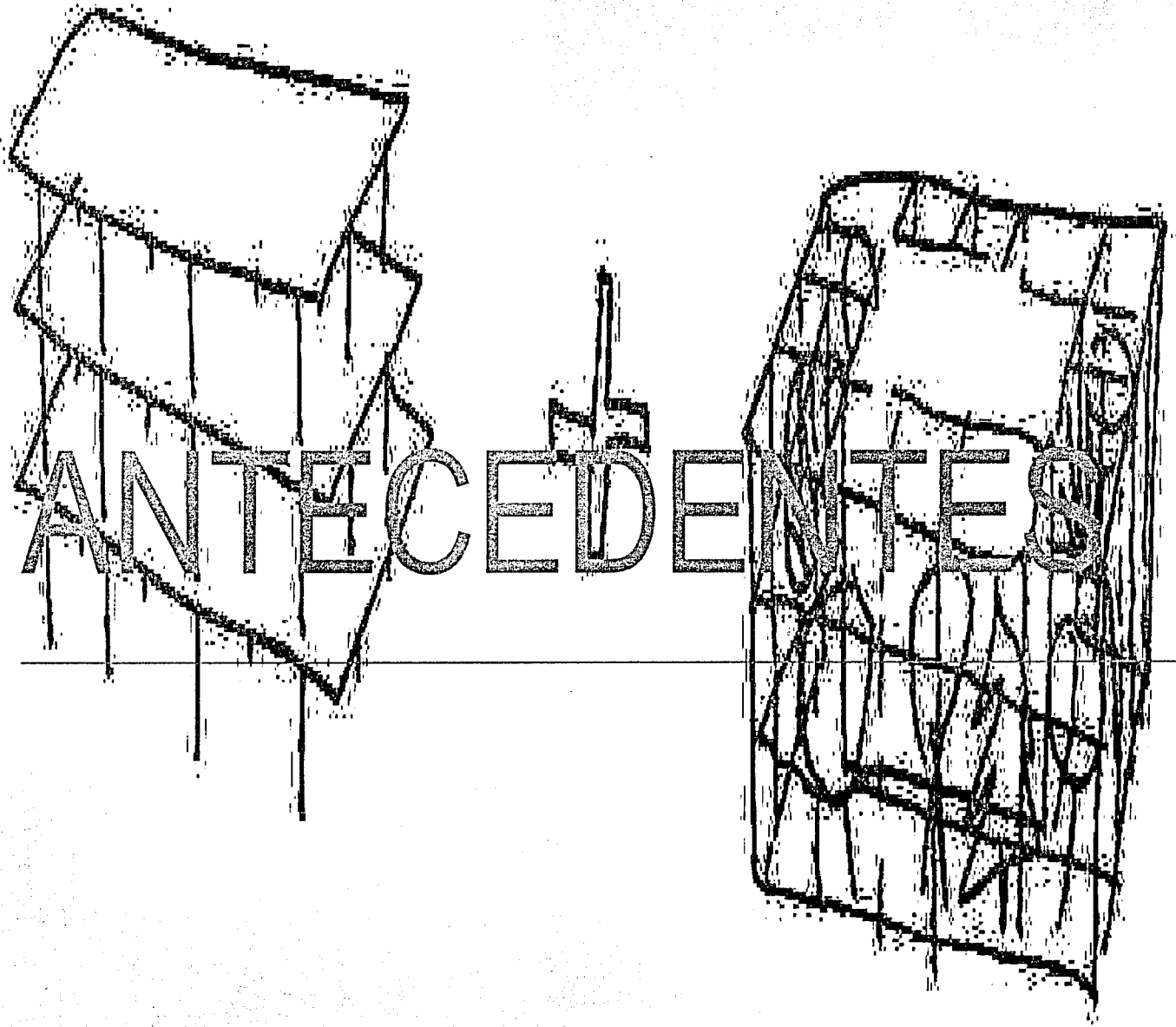
La implementación de las recomendaciones aquí propuestas está dirigida a México, específicamente para la Ciudad de México tomando en consideración su clima, materiales y técnicas constructivas. El presente documento está dirigido a arquitectos profesionistas y docentes y estudiantes. Es un documento que servirá como un manual de diseño tanto para el ámbito profesionista como para el académico y docente. Igualmente a las personas en general que se interesen por el tema pero que desconozcan la información existente al respecto.

La aplicación de estas recomendaciones podrá contribuir a proponer y desarrollar edificios energéticamente más eficientes, térmicamente más confortables y con un alto ahorro de energía. En consecuencia, se producirán ahorros de energía y se reducirán los requerimientos de generación eléctrica con los consecuentes beneficios energéticos, económicos, ambientales y sociales en la ciudad y en todo el país.

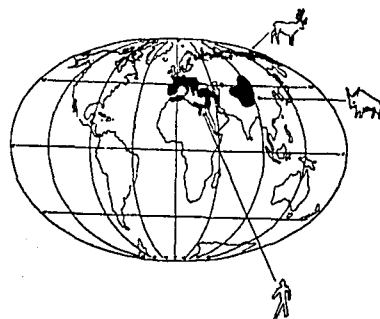


A

EL DESARROLLO DEL CONCEPTO BIOCLIMÁTICO EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS. CASO DE ESTUDIO: MÉXICO D.F.



El dominio del entorno y la creación de condiciones adecuadas al hombre y al desarrollo de sus actividades, son cuestiones que se han planteado desde los orígenes del ser humano. A través de los años, el hombre ha necesitado crear lugares de refugio para satisfacer sus necesidades básicas tales como la protección contra los elementos exteriores y la provisión de espacios dotados de una atmósfera favorable para un recogimiento espiritual.



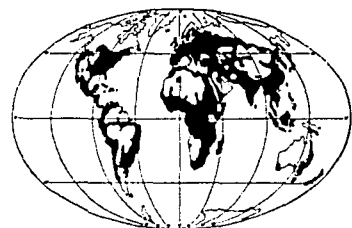
Primeros habitantes históricos del hombre y de los animales

El diseño de la vivienda a lo largo de la historia refleja las diferentes soluciones de cada período frente al problema de proveer entornos adecuados y controlados, dentro de un vasto ambiente natural que presenta varios factores adversos tales como el frío, calor, sol y lluvias.

El hombre se ha enfrentado a diversos problemas con su entorno al igual que el resto de las especies. Desde Aristóteles hasta Montesquieu, numerosos estudiosos creían que el clima producía ciertos efectos en el temperamento de la fisiología humana. Estudios recientes han encontrado su interés en la relación entre la energía humana y el ambiente. Ellsworth Huntington ha sentado la hipótesis de que el tipo de clima junto con la herencia racial y el desarrollo cultural, constituyen uno de los tres principales factores que determinan las condiciones de la civilización [1]. De acuerdo con su teoría, el hombre, que aparentemente es capaz de vivir en cualquier lugar donde pueda

4. Huntington, Ellsworth
The Human Habitat, D. Van Nostrand Company, Princeton, Nueva Jersey, 1927.
 Capítulo I.

obtener alimento, solamente puede alcanzar el mayor desarrollo de su energía física y mental en unas condiciones estrictamente limitadas.



ENTR 21 21-44° LATITUD
 POR CADA 2.8 km²

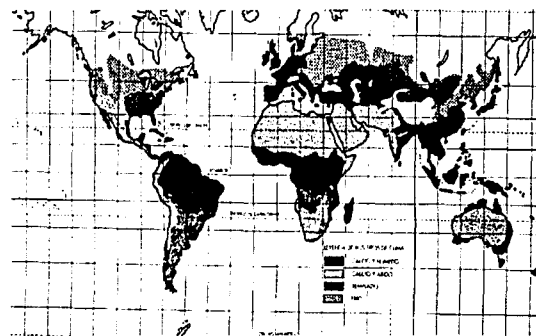
ALAS DE 23-44° LATITUD
 POR CADA 2.8 km²



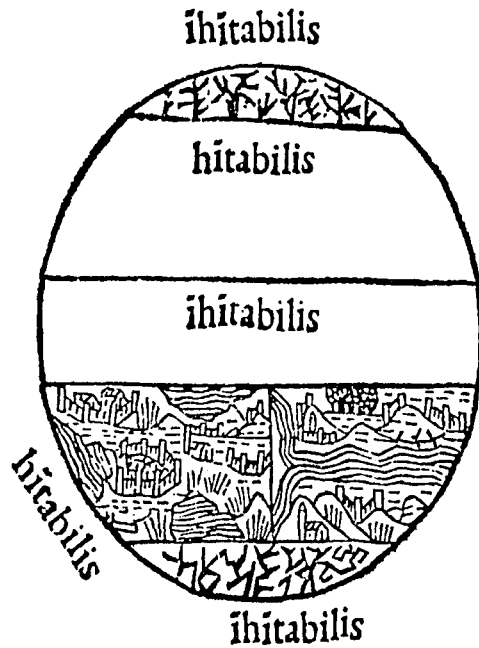
EL HOMBRE Y SU REFUGIO

Densidad actual de la población mundial

La inventiva del hombre le ha permitido desafiar los rigores ambientales utilizando el fuego para calentarse y pieles para cubrirse. Cuando el hombre sustituyó su ingenio por la adaptación física, el refugio se convirtió en la defensa más elaborada contra climas hostiles. Asimismo, le permitió ampliar el espacio de equilibrio biológico y asegurar un medio de productividad favorable. A medida que evolucionaba el refugio, se acumulaban experiencias que, con ingenio, se diversificaban para afrontar los retos de la gran variedad de climas. La preocupación por el clima se encontraba inherentemente unida a la mano de obra para la solución de los problemas de confort y protección. Los resultados han sido expresiones constructivas con un fuerte carácter regional.



Zonas climáticas



Regiones climáticas según Sacrobosco



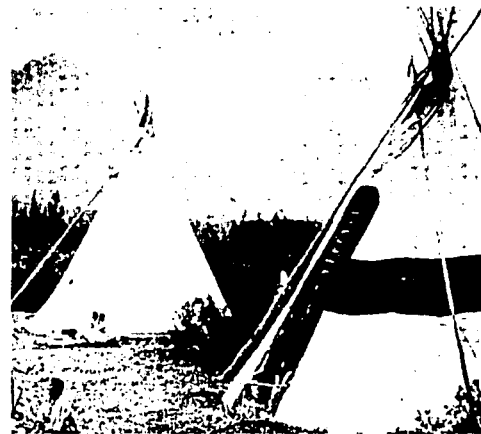
Zonas climáticas según Macrobio

En una primera categoría, las grandes selvas de la zona ecuatorial y las sabanas tropicales, las cubiertas son más esenciales que las paredes, las cuales incluso pueden llegar a omitirse. En todas las estructuras se pueden observar estructuras y construcciones de madera y ramas.



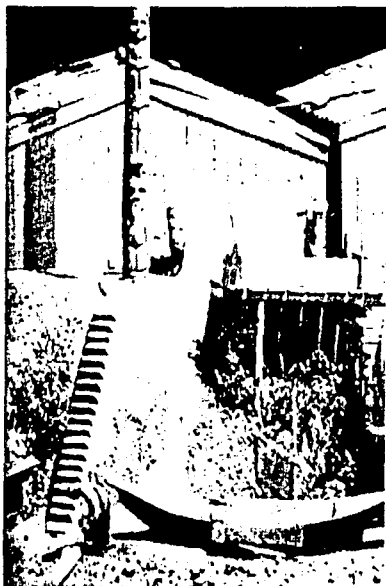
Arquitectura de zona cálido-árido y cálido húmedo

En las regiones boscosas del norte y en las regiones montañosas, las viviendas presentan estructuras pesadas de leños. En este caso, las cubiertas pueden ser también de madera, pero con poca inclinación para que la nieve acumulada actúe como aislante.



Arquitectura de zona templada

En la zona intermedia, las paredes suelen estar hechas de adobe y las cubiertas de paja, piedra o arcilla cocida.



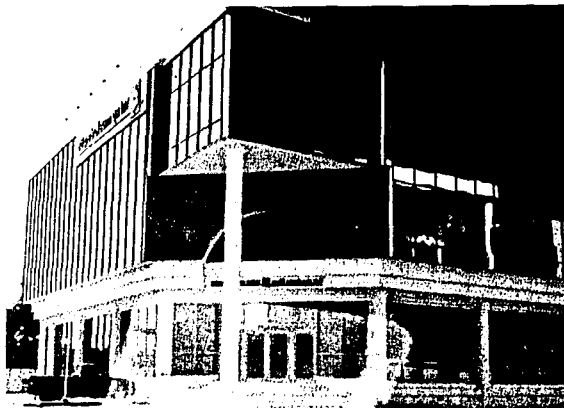
Arquitectura de zona fría

Partiendo del análisis de ejemplos existentes encontramos una importante correspondencia entre características arquitectónicas y determinadas zonas climáticas. No es casualidad que grupos de diferentes continentes, creencias y culturas lleguen a soluciones similares en su lucha con entornos parecidos, y que hayan establecido características regionales básicas.

Estos ejemplos tienen su origen en la respuesta a distintos climas y se pueden ocasionar serios problemas cuando se adoptan como símbolos incorrectos de progreso cultural. La valiosa intuición en el uso de materiales autóctonos y de los elementos constructivos originales puede perderse al quedar descartadas las tradiciones propias.

Hoy en día, a pesar de la gran variedad de condiciones climáticas, el diseño constructivo refleja una cierta uniformidad desordenada. Tipologías edificatorias y elementos constructivos se utilizan en diferentes entornos sin tener en cuenta sus efectos en el confort humano o incluso en el comportamiento de los materiales. Podríamos citar numerosas consecuencias de esta uniformidad en la arquitectura, pero quizás la incidencia más decisiva

proviene de los avances tecnológicos que ha sido necesario desarrollar para conseguir calentar o refrigerar dichas viviendas.



Ejemplo de edificio moderno con una gran área de vidrio en una región cálido-húmeda

Con el amplio despliegue de las comunicaciones y de los movimientos de poblaciones, se ha convertido en una necesidad el desarrollar un nuevo principio en el contexto arquitectónico capaz de combinar las soluciones tradicionales con las nuevas tecnologías y, de esta forma, comprender de una mejor manera los efectos del clima en el entorno humano.

Cada época tiene sus propias características en cuanto al diseño de sus edificios. La historia nos muestra una vasta experiencia simbolizada en la arquitectura hecha por el hombre a través de los años. Esto se encuentra bien documentado en los conceptos arquitectónicos y son un fiel espejo donde se reflejan sus pensamientos y sentimientos particulares de cada época.

Teniendo como base la arquitectura del pasado y los diferentes conceptos de vivienda de cada región, el proceso lógico sería trabajar con las fuerzas de la naturaleza y no en contra de ellas, aprovechando sus potencialidades para crear unas condiciones de vida adecuadas.

En esta tesis se pretende demostrar la influencia del clima en los distintos criterios constructivos. Hasta el día de hoy, la arquitectura se ha guiado por un subjetivo proceso basado en prueba y error, haciéndose evidente la necesidad de adoptar técnicas de análisis razonado para madurar adecuadamente en este sentido.

MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

1.1 Planteamiento

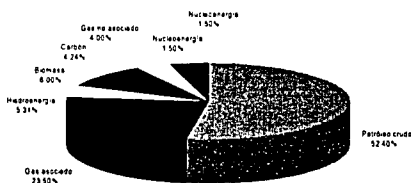
El diseño tradicional de edificios, por lo general, no incluye el estudio a detalle de todas las variables que influirán en la comodidad térmica de sus ocupantes, y por lo tanto, se recurre al uso de aire acondicionado y calefacción para lograr este fin.

El actual esquema de consumo energético en México simplemente no es sustentable, es decir, no puede mantenerse indefinidamente sin amenazar su propia existencia.

El desarrollo social, político y económico de México se ha visto influenciado por el crecimiento demográfico de los últimos cuarenta años y por la concentración de la población en la capital del país y en dos o tres ciudades en algunos estados de la República, la magnitud de este crecimiento se puede apreciar comparándolo con el del resto del mundo, ya que de 1900 a 1990 la población mundial se multiplicó por tres, mientras que durante el mismo periodo la población de la República Mexicana por seis y la de la Ciudad de México por veinte.

El propiciar el desarrollo económico sin alterar el equilibrio económico es el reto al cual se enfrentan todos los países, sobre todo los subdesarrollados hoy en día. Los recursos energéticos con los que cuenta México hoy en día le permitirá mantenerse por lo menos unos cincuenta años más. Sin embargo, las consecuencias de aumentar los consumos energéticos en este país han propiciado un deterioro ambiental, ya que están basados principalmente en combustibles fósiles.

La información más reciente de los consumos de energía en México, los reporta la Secretaría de Energía para el año de 1995, donde se menciona que el petróleo y el gas natural representan el % de la oferta interna bruta de energía primaria, como se observa en la siguiente gráfica.



Oferta interna bruta de energía primaria según su origen 1995

Por otro lado, el crecimiento anárquico que presenta la Ciudad de México en las últimas décadas le ha generado una gran cantidad de problemas tanto por el crecimiento poblacional como por su ubicación. La Ciudad de México se encuentra a 2200 msnm en una cuenca rodeada por montañas, alejada de las costas y de los ríos que le pudieran dotar de agua, además de otros recursos que, por las dimensiones de la ciudad, es imposible que se puedan tener en sus proximidades. Debido a lo anterior, se ha tenido que recurrir a fuentes externas a la ciudad a costos muy altos.

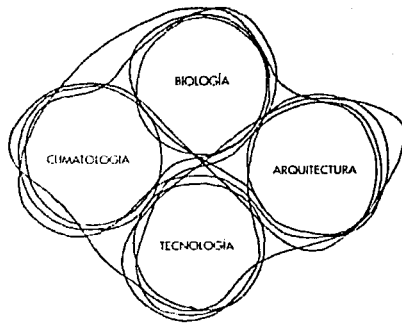


Imagen de satélite de la Ciudad de México

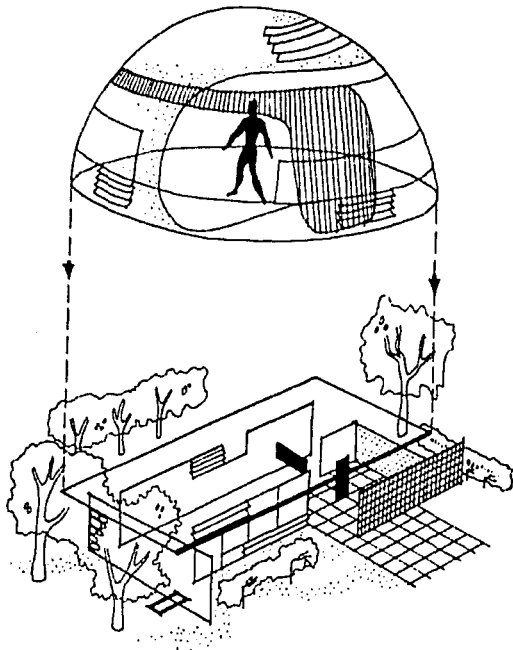
El planteamiento es utilizar las variaciones del clima tomando ventajas de éstas como un recurso para establecer balances de energía en los edificios y generar condiciones de comodidad para los usuarios de los mismos, utilizando la mínima cantidad de energía convencional para dicho fin. En este sentido, el edificio más eficiente es el que se climatice cien por ciento por medio de sistemas naturales, que correspondería al diseño de edificio confortable de máxima eficiencia energética.

Esta adecuación de los edificios al clima se puede apreciar en diversos ejemplos de la arquitectura vernácula [4], en los que cada pueblo, utilizando el clima como recurso y por medio de prueba y error, llegó a obtener una vivienda adecuada. Sin embargo en la época actual, debido a la variedad en el mercado de nuevos materiales de construcción y novedosos métodos constructivos, no se puede esperar que un determinado tipo de arquitectura logre por sí mismo la optimización de edificios regionales.

5. Olgyay, Victor
Design With Climate. Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Segunda edición. Princeton University Press, Estados Unidos de América, 1967.
 Pp. 8-14



Campos interrelacionados del equilibrio climático



Interpretación teórica de la vivienda equilibrada

Actualmente, en la mayoría de los edificios modernos, existe una dependencia cada vez mayor de la energía, principalmente en los últimos estilos arquitectónicos como el postmodernismo y el high-tech, sin que esto signifique comodidad térmica para sus ocupantes y sí, un alto costo económico para el usuario y el país. El diseño tradicional de edificios, no incluye el estudio en detalle de todas las variables que influyen en la comodidad térmica y lumínica de sus ocupantes. En cambio, se recurre al uso del aire acondicionado e iluminación artificial en horas del día y zonas climáticas que no se requieren para lograr este fin, con el consecuente costo económico y energético.

La máxima eficiencia energética es alcanzable por medio de la arquitectura y la manipulación de la energía de origen natural o artificial, teniendo presente la preocupación por que su utilización sea sensata, no contaminante y eficiente. Entre ellas la bioclimática, el ecodiseño, y la arquitectura ambiental están guiadas hacia este propósito.

Con base a lo anterior, el objetivo general de el presente documento es el de presentar ideas y métodos para la climatización natural de edificios, con el objetivo de aportar técnicas para el uso adecuado de componentes del edificio (muros, techos, pisos, etc.) que al interactuar con el clima tomen ventaja de él para lograr el bienestar térmico de sus ocupantes.

Con estas premisas, la hipótesis que se plantea es: Basados en el análisis del clima de un lugar, es posible establecer recomendaciones generales de diseño, que lleven a proyectar espacios cuyo funcionamiento sea pasivo, dentro de los rangos de confort higrotérmico y con un bajo impacto ambiental. Los edificios ofrecerán una máxima eficiencia energética y un alto ahorro de energía.

El objetivo general de esta investigación es: Emitir recomendaciones de diseño que contribuyan a un óptimo funcionamiento bioclimático de los proyectos en México y sobre todo en la Ciudad de México, todo esto partiendo del conocimiento del clima del lugar y de las teorías y métodos prácticos formulados por investigadores en el área.

Para alcanzar este objetivo, se formulan los siguientes objetivos particulares:

- * A partir de definir y conocer qué es clima, sus factores y elementos, establecer la importancia e incidencia que tienen en la arquitectura.

- * Luego de exponer y estudiar los distintos trabajos de análisis bioclimático, elegir las herramientas que más se adecuan a la evaluación bioclimática de la localidad.

- * Con el estudio del bioclima del caso evaluado, llegar a un diagnóstico de las condiciones a las que habrá de darse solución.

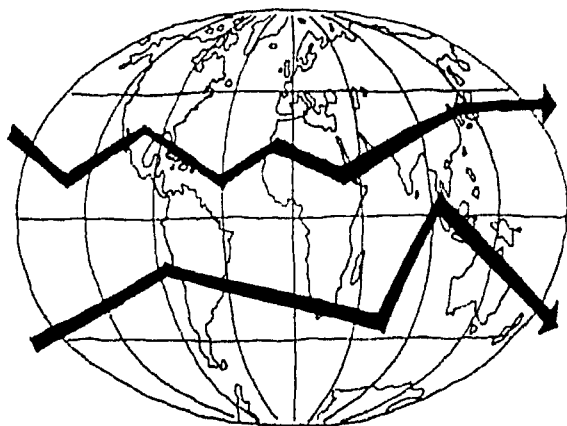
* Basados en el diagnóstico y su análisis, aportar recomendaciones genéricas que sean adaptables a los distintos criterios de diseño, evitando caer en recetas, pues queda claro que cada edificación debe responder a las condiciones microclimáticas específicas de su localización.

* Validar las recomendaciones propuestas por medio de un análisis y aplicarlo a proyectos de tesis de arquitectura.

* Crear un documento que retome la información elaborada a lo largo de muchos años por investigadores y que vaya dirigido tanto al ámbito profesional como al académico, es decir, tanto a arquitectos profesionistas como a docentes y estudiantes.

* Alcanzar los conocimientos necesarios relacionados con el tema que nos permitan aportar soluciones espaciales con confort ambiental y eficiencia energética.

Finalmente, las metas del presente trabajo es el obtener información meteorológica necesaria para el planteamiento de requerimientos y recomendaciones de diseño en cuanto al aspecto bioclimático y demostrar que la bioclimática es una fuerte alternativa para el ahorro de energía en los edificios y particularmente en la Ciudad de México.



Correlación horizontal de las influencias climáticas

1.2

Arquitectura vernácula

Al hablar de edificaciones climáticamente confortables y energéticamente eficientes, los conceptos de arquitectura vernácula y bioclimática adquieren especial importancia. La arquitectura vernácula surge como la manifestación de la realidad de un pueblo bien definido que representa su devenir histórico, sus circunstancias culturales y la síntesis de sus orígenes e influencias. Aparece congruente a la situación geográfica y las particularidades del paisaje. Esta arquitectura mantiene cierta unidad con el entorno ya que los materiales usados en la construcción son productos que en su base los ofrece el medio físico y cuya manufactura es posible a través de modos preindustriales y repetitivos. Las técnicas constructivas son tradicionales, de repetición empírica y basadas en la autoconstrucción [5].

La arquitectura vernácula puede considerarse entonces como el origen y "antesala" de lo que hoy se conoce como arquitectura bioclimática. En ésta, de forma instintiva, aparecen aplicaciones formales que llevan a una arquitectura confortable, adaptada al medio y que hace un uso eficiente y racional de los recursos naturales. Éstos son parte de los principales postulados y objetivos planteados por la arquitectura bioclimática.

La arquitectura bioclimática, por su parte, formula la posibilidad de proponer y realizar proyectos arquitectónicos que se desenvuelvan en armonía y respeto con su entorno, como una unidad total y como una acertada solución frente al inminente y excesivo consumo de recursos energéticos no renovables.

1.2.1 Concepto general

Estilo vernáculo es la creación de una tradición constructiva

6. Sánchez, Rosa María

El Significado de la Arquitectura Vernácula, Arquitectura vernácula. Cuadernos de arquitectura y conservación del patrimonio artístico. Serie Ensayos. No. 10. Secretaría de Educación Pública e Instituto Nacional de Bellas Artes (I.N.B.A.), México, D.F. 1980.

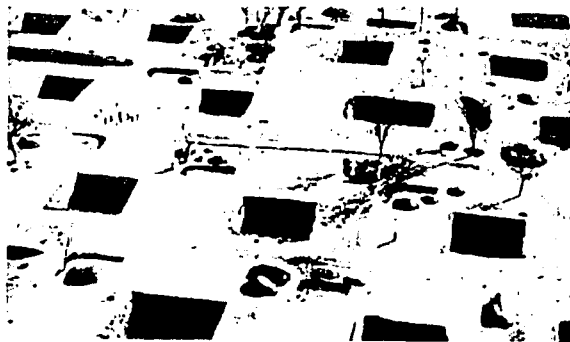
Pp. 9-17

local, que utiliza formas, materiales y técnicas que durante largo tiempo han sido familiares en una región. Una vivienda vernácula es el producto de un artesano local y los cambios del usuario.

Esta arquitectura es, por lo tanto, aquella que responde a una unidad familiar, a su forma de vida y uso y a las demás edificaciones de actividades complementarias de la comunidad, que mantienen un sistema constructivo específico y cuyo resultado volumétrico y sus relaciones espaciales internas y externas, el color y los detalles sirven para identificarla. Es una arquitectura propia, enfocada de acuerdo a la idiosincrasia de los pueblos y varía de forma dinámica evolucionando en función de los cambios culturales, sociales, económicos y materiales de los mismos.

1.2.2. Origen y evolución de la arquitectura vernácula

En las etapas primitivas del desarrollo humano, la lucha por conseguir una protección contra las manifestaciones climáticas era una de las problemáticas que iba en paralelo con la lucha por la alimentación y supervivencia humanas. Al iniciar una vida sedentaria, las grutas, cavernas y cuevas son los primeros refugios del hombre de los cuales sale cuando logra el conocimiento del fuego y el dominio de éste. A partir de entonces comienzan las primeras manifestaciones de construcción como refugio levantadas por el mismo hombre de acuerdo a las necesidades que tenía; los esquemas iniciales que plantea son de tipo central y lineal construidos de forma muy rudimentaria.



Asentamiento subterráneo en China

Más adelante y con los cambios sociales y laborales que se producen, la expresión arquitectónica va adquiriendo otro matiz. Surgen los pueblos, las ciudades, los estados y en ellos los grandes palacios y templos. También aparecen ejemplos de arquitectura vernácula de la clase popular, sobre todo en aquellas civilizaciones asentadas en zonas con climas altamente extremos. Es el caso de Mesopotamia, Egipto, Grecia y Roma, de las cuales han llegado a nuestros días edificios representativos de arquitectura popular gestada desde entonces.

Las soluciones inicialmente planteadas de manera tal vez muy elemental van tomando forma dando origen a estructuras y sistemas más útiles y efectivos. Por ejemplo, el esquema prehistórico circular evoluciona y se convierte en una vivienda con chimenea.

En el siglo XIV comienza a darse una amplia difusión acerca del uso del vidrio en las construcciones iniciando con ello una nueva etapa en la construcción bioclimática. A raíz de la crisis energética de 1973 se da relevancia a la problemática del ahorro de energía y el desarrollo de tecnologías alternativas (hidráulica, eólica, solar, maremotriz, entre otras). En Arquitectura aparecen los edificios de sistemas pasivos donde se busca que el edificio, con su propia forma y materiales constructivos, logren satisfacer las demandas de confort térmico. La creciente difusión de los temas de conservación ambiental, la lucha contra la contaminación, entre otros, ha contribuido de manera significativa en el alcance que hoy ostentan los principios de Arquitectura Bioclimática.



Casa Soleri en Arizona

1.2.3. Características de la arquitectura vernácula

- * Mano de obra local, uso de materiales locales y técnicas artesanales (apenas se llega a un nivel semi-industrial).
- * Aplicación de conocimientos basados en la experiencia con métodos que se han transmitido de generación en generación. Como es resultado de una sabiduría empírica, se cuida el no cometer los errores de los antepasados lo que enriquece el aporte de nuevos elementos que van acorde con las nuevas necesidades
- * Adaptación al paisaje. Puede llegar a fundirse y confundirse con el entorno natural, va de acuerdo al mismo, nunca en contra de éste.
- * Utiliza elementos naturales de la región en la forma en que el medio los ofrece y no emplea elementos importados de otros lados por lo que no degrada el medio con los desechos orgánicos e Inorgánicos provenientes de esta arquitectura.
- * La arquitectura vernácula no sigue una única tipología sino que es la expresión propia de cada comunidad. Es como un espejo que refleja la manera de ser de un pueblo y sus relaciones ente sí.

A pesar de ser una solución de necesidades semejantes, aprovechando materiales con igual procedencia y tener su principal fundamento en el conocimiento empírico, es evidente que la arquitectura vernácula de las diferentes regiones, así sean próximas, posee una individualidad muy particular, debido, precisamente, a la espontaneidad de sus creadores lo que ocasiona un desarrollo plástico de gran interés.

La arquitectura vernácula ha planteado de una forma menos sofisticada y más empírica, conceptos ambientales como los de Olgyay y que han pasado de padres a hijos a lo largo de muchas generaciones. Actualmente el campo de estudio de la arquitectura vernácula se está ampliando cada vez más y ya incluso se habla de un "patrimonio vernáculo" o "arquitectura vernácula como parte del patrimonio de una comunidad",

1.2.4 La arquitectura vernácula en México

En la arquitectura mexicana se está dando el mismo proceso que a nivel internacional. Se evidencia, tanto en los pueblos pequeños, como en las grandes ciudades, que al intervenir con amplias producciones arquitectónicas, se han ido perdiendo esa llamada "expresión tipológica espontánea" generando una arquitectura impersonal cuyos rasgos distan mucho de responder a un ambiente y a una cultura mexicana. En este subcapítulo se describen algunas características de la arquitectura prehispánica.

Durante los primeros tiempos de la conquista, el modelo residencial de la capital de los aztecas no surgió grandes alteraciones. En la relación sobre cada uno de los barrios de Tenochtitlán, Calnek marca dos tipos de patrones residenciales en el conjunto urbano:

- a) las zonas residenciales con chinampas adjuntas y
- b) las zonas residenciales sin chinampas.

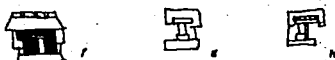
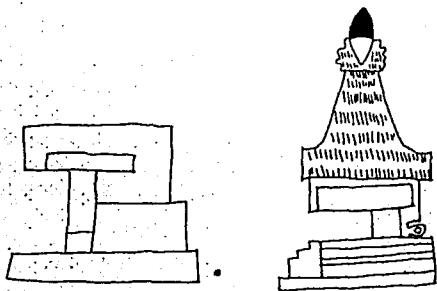
Las habitaciones o aposentos están ligados directamente con un patio interior y raramente están ligados a la calle o canal. El equipo autor y el estudio de los lienzos de Cauhtinchan clasifican las representaciones de construcciones civiles de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) Representación de las cubiertas o techumbres, su forma y su diseño. Los techos se agrupan en dos formas: cónicos y de dos aguas. Los cónicos eran todos de material vegetal; las de dos aguas daban la posibilidad a la existencia de adornos en los frisos o pretilos. Las características de los remates, cresterías o almenas eran con humo o sencillos.
- b) Los muros estaban representados y decorados con rombos y los sillares estaban alineados y cuatraperados de diferentes materiales: ladrillos, adobes o piedras. Los muros exteriores se representaron lisos y de color gris con rombos.
- c) Los dinteles, jambas y otros elementos ornamentales y complementarios presentaban distintos colores.
- d) Los basamentos eran sencillos, de dos o tres cuerpos.

Es importante resaltar que los techos eran cónicos o inclinados para desaguar el agua, ya que la zona de lo que hoy es la ciudad de México presenta veranos de abundantes lluvias. Los muros estaban hechos con los materiales de la zona y el adobe era muy popular ya que era una zona en donde se obtenían lodos que al cocerlos en moldes cúbicos se obtenían ladrillos de adobe y barro. El ladrillo se sigue utilizando hoy en día y se ha descubierto que tiene propiedades térmicas muy benéficas, las cuales se analizarán más adelante. Los basamentos eran importantes para establecer un cambio de nivel y evitar la entrada de agua.

No se llega a una profundidad evaluativa mayor, puesto que abarcar estos niveles implicaría un tema de estudio particular que no son el objetivo primario de este trabajo; más bien es una recopilación sintética de éstas, pero que se considera importante incluir para los fines generales de este proyecto de investigación.

Es un conocer cómo ha reaccionado y respondido a lo largo de la historia esta sociedad frente a unas circunstancias ambientales y de necesidad de protección claramente definidas, dando relevancia a ciertos factores que son precisamente los que interesa enfocar.



Dibujos de arquitectura prehispánica de Tenochtitlan

1.3 Arquitectura bioclimática

1.3.1 Concepto general

Arquitectura Bioclimática es entendida como una filosofía arquitectónica que quiere Integrar al máximo los edificios a su entorno natural, logrando confort para las personas que los ocupan con bajo costo energético y ecológico. En esa misma medida hay que entender que cualquier acción del hombre en pro de su desarrollo, tiene un inevitable efecto en la naturaleza y que a mayor población, las necesidades de recursos energéticos y de alimentos se incrementan. Al referirse a la Arquitectura, hay que aludir a construcción y ésta de alguna manera agrade al medio natural. Como dice el arquitecto George W. Reinberg, "en lo que debemos esforzarnos es en que una vez construido el edificio, éste pueda convivir lo más integradamente posible con su entorno, contribuyendo, con su funcionamiento, a los ahorros energéticos y la disminución de la contaminación que producen" [6].

Se plantea entonces una arquitectura que sea "ecológicamente consciente" en la que se propondrán construcciones bien diseñadas que consigan ahorros de energía, un uso eficiente de los recursos y con espacios confortables que permitan al individuo un buen desarrollo de sus actividades.

1.3.2 Origen y evolución

Desde su origen el hombre se ha planteado el poder alcanzar un control del entorno en que habita y crear las condiciones idóneas que respondan adecuadamente al desarrollo de sus actividades como satisfacción de una necesidad básica: refugio y protección. A lo largo de la historia aparecen ejemplos que reflejan las distintas soluciones que el hombre a adoptado en el diseño de su morada dentro de un medio natural que lo contiene, aportando, en cada caso y con acierto, respuestas a su problemática particular.

7. Anotaciones referidas en la presentación de su obra arquitectónica. Arq. Georg Reinberg. IDAU. México, D.F. Mayo, 1999.

Estos conceptos de arquitectura ambientalista, ecológica, bioclimática, solar, green architecture, etc. han estado integrados, por así decir, históricamente a la profesión como tal. Hacia la década de los años 50's a partir de los conceptos de progreso que se gestaron con la revolución industrial, la máquina de vapor y los combustibles fósiles, la sociedad comenzó a evolucionar hacia un consumismo desmedido.

Veinte años más tarde, ya raíz de la fuerte crisis del petróleo producida en este decenio (en el año 1973), la sociedad en general comenzó a aceptar que las energías artificiales que hasta el momento le habían dado soporte, no tenían un carácter ilimitado y por lo tanto no podían seguir siendo explotadas sin medidas ni prevención. Empezó una época de recesión que llevó a que los países industrializados redujeran el alto consumo energético y que comenzara el interés por el desarrollo de nuevos sistemas que permitieran un considerable ahorro energético así como por un mayor estudio y conocimiento sobre las energías renovables. En ese momento se presentaron las dos nuevas opciones: energía nuclear y energía solar. Actualmente la humanidad se encuentra en el partearguas de dos épocas históricas: la de los hidrocarburos y la de las nuevas alternativas energéticas.

Cuando se comenzaron a realizar las investigaciones acerca de la relación arquitectura-energía, se encontró que hacia más de veinte años que un grupo de autores se habían dedicado a profundizar en estos temas. Entre estos trabajos destacan los presentados por los hermanos Víctor y Aladar Olgay, quienes ya hacia los años 50's, y con una visión futurista, se atrevieron a plantear una arquitectura distinta a la que se habla hecho convencionalmente hasta entonces.

Víctor Olgay, fue el único de los hermanos que continuó en esta rama de estudios. Planteaba que no se debía "adjetivizar" la arquitectura, esto es, ponerle un nombre a la misma, ya que ésta debe ser, en todos los casos, entendida como un fenómeno totalizador y global. Se habla de una "interpretación bioclimática" de la arquitectura o "bioclimatic approach" donde se especifican y definen los efectos que tiene el clima sobre el ser humano, pero siempre manteniendo esta visión global de la expresión arquitectónica.

A partir de numerosos trabajos de investigación y diversas publicaciones, Olgay se convirtió en el autor de referencia fundamental para aquellos que posteriormente decidieron seguir el camino de la llamada indistintamente "arquitectura bioclimática", "arquitectura solar", "arquitectura pasiva". Con el fin de unificar criterios, en la presente investigación se habrá de emplear de manera exclusiva el término Arquitectura Bioclimática como término abarcador de las diferentes denominaciones empleadas al respecto.

1.4. Aportes en el área

1.4.1. Aportes generales

Los primeros trabajos y aportes en el renglón bioclimático tuvieron su origen en la experimentación de los pueblos en busca de espacios cada vez más confortables para sus actividades cotidianas. Con el paso de los años y el avance de la ciencia, numerosas investigaciones se han puesto en marcha y han sido desarrolladas y publicadas; otras tantas no pasaron de ser postulados, tal vez demostrados, pero no hechos del dominio público. Afortunadamente existe un acervo cada vez más amplio, en libros, revistas, artículos y publicaciones en la red de internet, que contribuye a ampliar el "panorama bioclimático". Adicionalmente cada vez son más los talleres, cursos y seminarios que se organizan y desarrollan con el fin de dar a conocer y promover estos conceptos haciéndolos parte del desarrollo integral de la arquitectura.

Dada la gran cantidad de documentación escrita y experimental resultaría sumamente extenso mencionar cada uno de estos trabajos. Sin embargo consideramos que vale la pena acotar algunos de ellos que han llegado hasta nuestros días con gran vigencia y utilidad. Es el caso de los trabajos desarrollados por Víctor Olgay, quien desarrolla toda una metodología de diseño acompañada de su Carta Bioclimática con parámetros de confort y las correcciones necesarias en los diferentes casos. Esta metodología aparece aplicada a varias localidades en su libro Design With Climate ó Arquitectura y Clima, Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas, edición del primero publicada en castellano.

Baruch Givoni, por su parte, desarrolló un método analítico de confort basado en el metabolismo, la energía que se transforma en trabajo, los intercambios de calor, etc. Uno de los aportes de éste que más utilidad nos representa actualmente es su Ábaco Psicrométrico igualmente con parámetros de confort y los posibles sistemas de corrección.

Steven Szokolay, Fanger, Humphreys y Aulcllems, igualmente desarrollaron metodologías y sistemas de utilización práctica que orientan con bastante precisión los trabajos que se

desarrollan actualmente en el campo de la bioclimática. Este Termopreferéndum⁶ propone variaciones de acuerdo al lugar y a la época del año en función de la temperatura media mensual.

Se propuso una ecuación para obtener los rangos de temperatura y comodidad humana:

$$T_n = (17.6 + 0.31T_e)$$

Donde:

T_e : temperatura ambiente media promedio mensual (en °C)

T_n : temperatura de comodidad humana (en °C)

Si al valor T_n obtenido se adicionan 2.5°C ($T_n + 2.5$) se obtiene la temperatura máxima de confort; si se le restan 2.5°C ($T_n - 2.5$) se tendrá la temperatura mínima de confort.

Por otro lado, algunas propuestas también han alcanzado cierta difusión pero ya no representan la vigencia y precisión como en su momento. Ejemplo de ello son las Tablas de Carl Mahoney que pasan hoy a ocupar un plano referencial en la lista.

Actualmente en muchos países alrededor del mundo se está logrando una amplia difusión temática de la Arquitectura Bioclimática; en otros, apenas resurge el tema con un notable afán de hacerse presente de manera permanente y como un real "cambio de actitud".

1.4.2 Normas de eficiencia energética en edificios

Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-008, eficiencia energética en edificios no residenciales

Objetivo de la norma

Esta norma limita la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, con el objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.

Beneficios

- * Evitar las excesivas ganancias térmicas a través de las partes opacas y transparentes del edificio.
- * Ahorrar energía eléctrica en sistemas de enfriamiento
- * Acercarse a las condiciones de confort térmico en edificaciones sin climatización artificial

Campo de aplicación

Esta norma aplica a todos los edificios nuevos y las ampliaciones de edificios no residenciales.

Excepciones

Quedan excluidos edificios cuyo uso primordial sea industrial o habitacional. Si un uso o destino, que se incluye en ésta norma, constituye al menos 90% del área construida del edificio, ésta norma se aplica a la totalidad del edificio.

Base de la norma

En los laboratorios de Lawrence Berkeley se realizaron simulaciones térmicas de un edificio tipo (orientación, materiales de construcción y ganancias internas), para condiciones climáticas de cuatro ciudades de la República Mexicana, durante los cinco meses de mayor calor, con y sin aislamiento en techos y paredes.

Método de cumplimiento

Cumplir con las especificaciones del edificio de referencia en cuanto a las características de la envolvente, esto es los muros y techos deben tener un valor del coeficiente total de transferencia de calor menor o igual a lo que se establece en la Tabla 1 y área máxima de la parte transparente (ventanas 40% y tragaluces 5%). Esto es una forma tipo receta. El presupuesto energético es el método que permite comparar la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado y el de referencia, el primero de tener una ganancia menor o igual al del edificio de referencia.

Especificaciones del edificio de referencia

El edificio de referencia no presenta ganancias de calor a través del piso, debido a que se supone que se encuentra sobre el suelo. Si el edificio proyectado tiene ganancia de calor a través del piso, ésta debe sumarse a la

ganancia de calor del resto de la envolvente. Un ejemplo típico es un edificio cuyo estacionamiento ocupa la planta baja.

Techo			
Parte	Porcentaje del área total	k (W/mk)	CS
opaca	95%	tabla1	---
transparente	5%	5.952	0.85

Pared			
Parte	Porcentaje del área total	k (W/mk)	CS
Fachada libre opaca	60	tabla1	---
fachada libre no opaca	40	5.319	1
Colindancia opaca	100	tabla1	---

Presupuesto energético

La envolvente del edificio proyectado debe especificarse de tal manera que la ganancia de calor (ϕ_p) a través de la envolvente del edificio proyectado, resulte menor o igual a la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia (ϕ_r), es decir:

$$\phi_p \leq \phi_r$$

Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado

La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, es la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$\phi_p = \phi_{pc} + \phi_{ps}$$

en donde:

ϕ_p es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, en W;

ϕ_{pc} es la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas y no opacas de la envolvente del edificio proyectado, en W;

ϕ_{ps} es la ganancia de calor por radiación solar a través de las partes opacas y no opacas de la envolvente del edificio proyectado, en W;

Ganancia de calor por conducción

Es la suma de la ganancia por conducción a través de cada una de la componentes, de acuerdo con su orientación, y utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{pc} = \sum_{i=1}^6 \phi_{pci}$$

en donde:

i son las diferentes orientaciones: techo, norte, este, sur, oeste y superficie inferior.

La ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{pci} = \sum_{j=1}^n [K_j A_{ij} (t_{ei} - t)]$$

en donde:

ϕ_{pci} es la ganancia de calor por conducción a través de la componente con orientación i , en W;



j son las diferentes porciones que forman la parte de la componente de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente global de transferencia de calor.

A_{ij} es el área de la porción j con orientación i , en m^2 .

K_j es el coeficiente global de transferencia de calor de cada porción, en $W/m^2 K$;

t_{ei} es el valor de la temperatura equivalente promedio, para la orientación i , determinada según la tabla 1, en $^{\circ}C$;

t es el valor de la temperatura interior del edificio, que se considera igual a $25^{\circ}C$.

Ganancia de calor por radiación

Es la suma de la ganancia por radiación solar a través de cada una de las partes no opacas, la cual se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{ps} = \sum_{i=1}^5 \phi_{psi}$$

en donde:

i son las diferentes orientaciones: techo, norte, este, sur, oeste.

La ganancia de calor por radiación solar a través de la componente con orientación i , se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\phi_{psi} = \sum_{j=1}^m [A_{ij}CS_jFG_iSE_{ij}]$$

en donde:

ϕ_{psi} es la ganancia de calor por radiación solar a través de las porciones transparentes de la envolvente del edificio proyectado, en W ;

j son las diferentes porciones transparentes que forman la parte de la componente de la envolvente. Cada porción tendrá un coeficiente de sombreado, un factor de ganancia de calor solar y un factor de sombreado exterior. Una porción típica de una parte no

opaca es una pared de vidrio, o con un bloque de vidrio:

A_{ij} es el área de la porción transparente j con orientación i , en m^2

CS_j es el coeficiente de sombreado del vidrio de cada porción transparente, según la especificación del fabricante, con valor adimensional entre cero y uno;

FG_i es la ganancia de calor solar por orientación, determinada según la tabla I, en W/m^2

SE_{ij} es el factor de corrección por sombreado exterior para cada porción transparente, con valor adimensional entre cero y uno;

Cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia

La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia, es la suma de la ganancia de calor por conducción, más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$\phi_r = \phi_{rc} + \phi_{rs}$$

en donde:

ϕ_r es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia, en W ;

ϕ_{rc} es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia por conducción, en W ;

ϕ_{rs} es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia por radiación solar, en W .

El resultado de modificar las características o el tipo de vidrio abrirá que agregar la bonificación por sombreado que permite la norma. La bonificación por sombreado en la norma se considera por protecciones tales como aleros que dependiendo de su ángulo de protección el porcentaje que permitirá el aumento del área, además de considerar remetimientos, volado sobre la ventana y se extiende lateralmente hasta los límites de ésta, o más allá de los límites.

Tabla 1. Valores para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente

ESTADO	Ciudad	Conducción												Radiación									
		Opaca						Transparente						Transparente									
		Coeficiente de transferencia de calor k (W/m ²)		Temperatura equivalente promedio te (°C)												Factor de ganancia solar promedio FG (w/m ²)							
		techo	muro	superficie inferior	techo	muro masivo				muro ligero				tragaluz y domo (TYD)	ventana				TYD	N	E	S	O
						N	E	S	O	N	E	S	O		N	E	S	O					
AGUASCALIENTES	Aguascalientes	0.391	2.2	26	37	24	27	25	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146
BAJA CALIF. SUR	La Paz	0.358	0.722	30	44	30	34	32	32	36	4	38	39	25	27	28	28	28	322	70	159	131	164
	Cabo S. Lucas	0.36	0.796	30	43	30	33	31	31	35	39	37	38	25	27	28	28	28	322	70	159	131	164
BAJA CALIFORNIA	Ensenada	0.391	2.2	24	35	22	24	23	23	28	31	30	30	20	22	22	22	22	322	70	159	131	164
	Mexicali	0.354	0.521	32	47	33	36	34	35	38	42	40	41	27	28	30	30	30	322	70	159	131	164
CAMPECHE	Tijuana	0.391	2.2	25	37	24	26	25	25	29	32	31	32	21	23	23	24	24	322	70	159	131	164
	Campeche	0.357	0.64	31	45	31	35	32	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	284	95	152	119	133
COAHUILA	Cd. Del Carmen	0.356	0.601	31	45	30	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	284	95	152	119	133
	Monclova	0.357	0.665	31	45	31	34	32	33	36	40	38	39	26	27	28	29	29	322	70	159	131	164
	Piedras Negras	0.365	0.598	31	46	32	35	33	33	37	41	39	40	26	28	29	29	29	322	70	159	131	164
	Saltillo	0.391	2.2	27	38	25	26	26	26	30	34	33	33	22	24	24	24	25	322	70	159	131	164
	Torreón	0.36	0.792	30	43	30	33	31	31	35	39	37	38	25	27	26	28	28	322	70	159	131	164
COLIMA	Colima	0.362	1.02	29	42	28	32	30	30	34	38	36	37	24	26	27	27	27	274	91	137	118	146
	Manzanillo	0.358	0.691	31	44	31	24	32	32	38	40	38	39	26	27	28	28	29	274	91	137	118	146
CHIAPAS	Amiata	0.357	0.629	31	45	31	35	33	33	38	41	39	40	26	27	29	29	29	272	102	140	114	134
	Comitán	0.391	2.2	24	35	22	24	23	23	28	31	30	30	20	22	22	22	23	272	102	140	114	134
	San Cristóbal	0.301	2.2	22	31	19	20	20	20	25	27	27	26	18	20	20	20	20	272	102	140	114	134
CHIHUAHUA	Tapachula	0.361	0.667	30	43	29	33	31	31	35	38	37	38	25	25	27	27	28	272	102	140	114	134
	Tuxtla Gutiérrez	0.362	1.033	29	42	28	32	30	30	34	38	36	37	24	26	27	27	27	272	102	140	114	134
	N. Casas Grande	0.391	1.724	28	40	27	30	28	28	32	36	34	35	23	25	25	26	26	322	70	159	131	164
	Chihuahua	0.365	1.362	28	41	27	30	29	29	33	36	35	36	24	25	26	26	28	322	70	159	131	164
	Cd. Juárez	0.363	1.153	29	41	28	31	29	29	33	37	35	36	24	25	26	27	27	322	70	159	131	164
	Hidalgo del Para	0.391	2.2	27	39	26	28	27	27	31	34	33	34	23	24	25	25	25	322	70	159	131	164
D.F.	México	0.391	2.2	23	32	20	22	21	21	26	28	28	27	19	20	21	21	21	272	102	140	114	134
DURANGO	Durango	0.391	2.2	26	37	24	27	25	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	322	70	159	131	164
	Lerdo	0.36	0.645	30	43	29	33	31	31	35	30	37	38	25	26	27	28	28	322	70	159	131	164
GUANAJUATO	Guanajuato	0.391	2.2	25	35	23	25	24	24	28	31	30	30	21	22	23	23	23	274	91	137	118	146
	León	0.391	2.2	26	36	25	27	26	26	30	33	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146
GUERRERO	Acapulco	0.356	0.621	31	45	31	35	33	33	36	41	39	40	26	28	29	29	29	274	91	137	118	146
	Chilpancingo	0.391	2.2	26	38	25	27	26	26	30	34	32	33	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146
HIDALGO	Zihuatlanejo	0.362	0.944	29	42	29	32	30	30	34	38	36	37	25	26	27	27	27	274	91	137	118	146
	Pachuca	0.391	2.2	22	30	18	20	20	19	24	26	26	26	18	19	19	19	20	272	102	140	114	134
	Tulancingo	0.391	2.2	22	31	19	21	20	20	25	27	27	27	18	20	20	20	20	272	102	140	114	134

Tabla 1 (continuación). Valores para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente

ESTADO	Ciudad	Conducción												Radiación									
		Opaca						Transparente						Transparente									
		Coeficiente de transferencia de calor k (W/m ²)		Temperatura equivalente promedio t _e (°C)												Factor de ganancia solar promedio FG (w/m ²)							
		techo	muro	superficie inferior	techo	muro masivo	muro ligero	tragaluz y domo (TYD)	ventana	TYD	N	E	S	O	TYD	N	E	S	O				
						N	E	S	O	N	E	S	O	(TYD)	N	E	S	O	TYD	N	E	S	O
SONORA	Guaymas	0.354	0.521	32	47	33	36	34	35	38	42	40	41	27	28	30	30	30	322	70	159	131	164
	Hemosillo	0.352	0.467	33	48	34	38	35	36	39	43	41	43	28	29	30	31	31	322	70	159	131	164
	Cd. Obregón	0.357	0.534	31	45	31	35	33	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	322	70	159	131	164
	Nayojoa	0.348	0.392	34	50	35	40	37	38	40	45	43	45	29	30	32	32	32	322	70	159	131	164
TABASCO	Nogales	0.391	1.557	28	40	27	30	28	28	32	36	35	35	23	25	26	26	26	322	70	159	131	164
	Villahermosa	0.354	0.54	32	46	32	36	34	34	38	42	40	41	27	28	29	30	30	272	102	140	114	134
TAMAULIPAS	Comalcalco	0.356	0.517	31	45	31	35	33	33	37	41	39	40	28	28	29	29	29	272	102	140	114	134
	Cd. Victoria	0.357	0.31	31	45	31	35	33	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	272	102	140	114	134
	Tampico	0.358	0.715	30	44	30	34	32	32	35	40	38	39	26	27	28	28	28	272	102	140	114	134
	Matamoros	0.364	1.223	29	41	28	31	29	29	33	37	35	36	24	25	26	26	27	272	102	140	114	134
TLAXCALA	Reynosa	0.355	0.583	31	46	32	35	33	34	37	41	39	40	26	28	29	29	29	272	102	140	114	134
	Nuevo Laredo	0.354	0.546	32	46	32	26	34	34	37	42	40	41	27	28	29	30	30	272	102	140	114	134
	Tlaxcala	0.391	2.2	23	33	20	23	22	21	26	29	28	28	19	21	21	21	21	272	102	140	114	134
VERACRUZ	Coatzacoalcos	0.358	0.677	31	45	31	34	32	32	38	40	38	39	26	27	28	29	29	272	102	140	114	134
	Córdoba	0.391	2.2	27	38	25	28	27	26	31	34	33	33	22	24	24	25	25	272	102	140	114	134
	Jalapa	0.391	2.2	25	35	23	25	24	24	28	31	31	31	21	22	23	23	23	272	102	140	114	134
	Orizaba	0.391	2.2	26	37	24	26	25	25	29	32	31	32	21	23	23	23	24	272	102	140	114	134
	Tuxpan	0.36	0.792	30	43	30	33	31	31	35	39	37	38	25	27	28	28	28	272	102	140	114	134
	Poza Rica	0.357	0.642	31	45	31	35	32	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	272	102	140	114	134
	Veracruz	0.358	0.587	31	44	31	34	32	32	35	40	38	39	26	27	28	28	29	272	102	140	114	134
YUCATÁN	Mérida	0.358	0.704	30	44	30	34	32	32	38	40	38	39	26	27	28	28	28	284	95	152	119	133
	Progreso	0.359	0.741	30	44	30	34	31	32	35	39	38	39	25	27	28	28	28	284	95	152	119	133

Si se construye un volado sobre la ventana y se extiende lateralmente mas allá de los límites de ésta (A), una distancia igual o mayor a la proyección del volado (L), se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio, multiplicándolo por el factor de corrección por sombreado exterior.

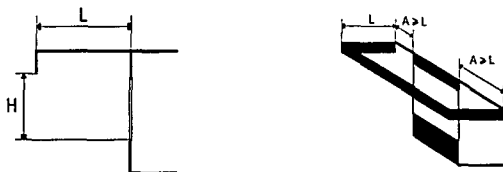


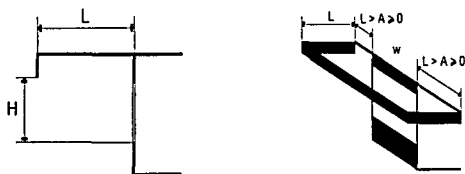
Tabla 2. Factor de corrección de sombreado exterior (Se)

L/H	Este y Oeste		Sur	
	I(*)	II(**)	I(*)	II(**)
0	1	1	1	1
0.1	0.95	0.99	0.92	0.96
0.2	0.9	0.96	0.85	0.93
0.3	0.85	0.93	0.79	0.9
0.4	0.8	0.92	0.73	0.87
0.5	0.77	0.9	0.68	0.84
0.6	0.73	0.89	0.63	0.82
0.7	0.7	0.87	0.59	0.79
0.9	0.67	0.86	0.55	0.78
1	0.63	0.84	0.49	0.75
1.2	0.6	0.83	0.45	0.74

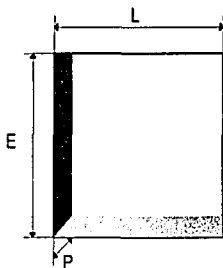
(*) ZONA I (latitud desde 33° hasta 28°)

(**) ZONA II (latitud menor de 28° hasta 14°)

Además se considera cuando se construye un volado sobre la ventana y se extiende lateralmente hasta los límites de ésta, o más allá de los límites de ésta, una distancia menor a la proyección del volado (L).



Otra opción de bonificación por sombreado lo es cuando se construye una ventana remetida.



Por último tenemos en caso de una ventana con parasoles.

Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-020, eficiencia energética en edificios de uso habitacional hasta de tres pisos

Objetivo de la norma

Esta norma limita la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, con el objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.

Campo de aplicación

Esta norma aplica a todos los edificios de uso habitacional hasta de

tres pisos nuevos y las ampliaciones de edificios de uso habitacional hasta de tres pisos existentes.

Excepciones

Si un uso o destino, que se incluye en ésta norma, constituye al menos 90 % del área construida del edificio, ésta norma se aplica a la totalidad del edificio.

Base de la norma

En el Instituto de Investigaciones Eléctricas se realizaron simulaciones térmicas de un edificio tipo (orientación, materiales de construcción y ganancias internas), para condiciones climáticas de cuatro ciudades de la República Mexicana, durante los cinco meses de mayor calor, con y sin aislamiento en techos y paredes.

El resultado son los valores del coeficiente de transferencia de calor, las temperaturas equivalentes promedio y el factor de ganancia solar promedio (Tabla 1).

Método de cumplimiento

Cumplir con las especificaciones para el aislamiento térmico promedio, la envolvente debe tener un valor de aislamiento promedio (M) no menor a lo que se establece en la Tabla 1 y área máxima de la parte transparente (ventanas 10% y tragaluces 0%).

Que la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado sea menor igual al del edificio de referencia.

Especificaciones del edificio de referencia

El edificio de referencia no presenta ganancias de calor a través del piso, debido a que se supone que se encuentra sobre el suelo. Si el edificio proyectado tiene ganancia de calor a través del piso, ésta debe sumarse a la ganancia de calor del resto de la envolvente.

Un ejemplo típico es un edificio cuyo estacionamiento ocupa la planta baja.

Cálculo del aislamiento térmico promedio

Se calcula el aislamiento térmico promedio del edificio proyectado utilizando la siguiente ecuación:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{K_i}}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Donde:

M es el aislamiento térmico promedio del edificio proyectado en (m² K / W)

i es la porción, transparente y opaca, de la parte de la envolvente

K_i es el coeficiente global de transferencia de calor en (W / m² K) (de acuerdo al Apéndice B)

A_i es el área de la porción (m²)

Presupuesto energético

La diferencia de la NOM-008 y la 020 consiste en la parte anterior, cálculo del aislamiento térmico promedio, la parte del presupuesto energético es igual.

1.4.3 Aportes en México

En 1980, El Grupo del Sol construyó una casa autosuficiente en el Ajusco, Tlalpan. La finalidad de este proyecto fue evaluar los sistemas ecotécnicos de manera práctica (fotoceldas solares, colectores solares planos, climatización pasiva, captación pluvial entre otros). En esta investigación, se demostró el resultado técnico muy cercano a la proyección teórica inicial.

A nivel masivo se encuentra la Unidad Habitacional Pedregal Iman en la región sur de la Ciudad de México, en los cuales se incorporaron algunos sistemas de aprovechamiento de la energía solar como son los colectores

planos, módulos fotovoltaicos para alimentar el sistema de alumbrado de los cubos de los edificios y conceptos de climatización pasiva. Además se incorporaron otras tecnologías como el aprovechamiento de la precipitación pluvial, el reciclaje de aguas grises, entre otros

La comunidad de los Guayabos es una experiencia de arquitectura ecológica autosuficiente a nivel masivo. Ésta fue promovida por el Arq. Miguel Aldana y se localiza en la ciudad de Guadalajara (Zapopan) Jalisco. En este lugar se propusieron técnicas de climatización natural en las viviendas, sistemas de colectores solares para el calentamiento de agua. Se considera que es una comunidad autosuficiente en la cuestión alimentaria (producción de frijol, maíz, lácteo, conservas y frutas). Otra característica importante es que cada propietario construye su casa y sólo puede haber un máximo de 5 habitantes en una superficie de 500 m². además existe un área comunal con los talleres, salones de descanso y lectura, además de una biblioteca.

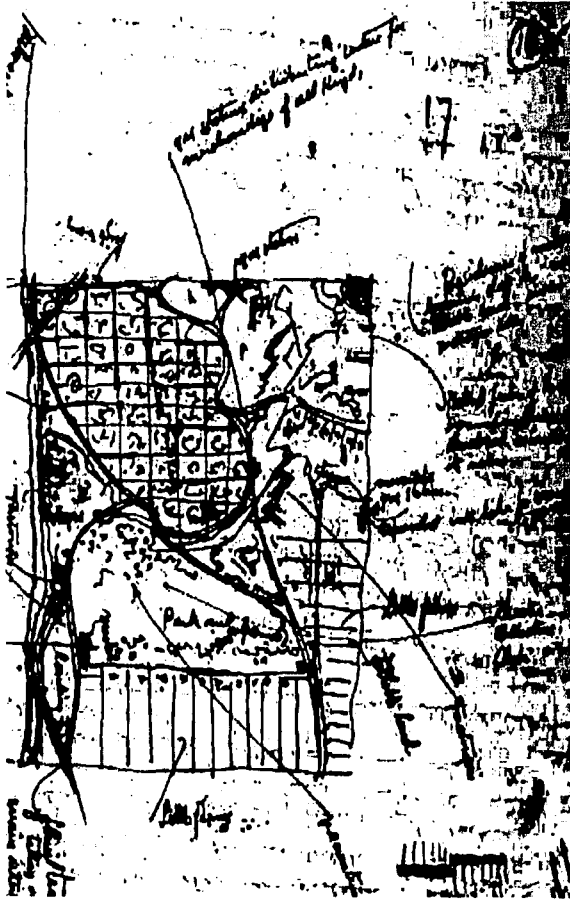
Es importante mencionar el trabajo realizado por Samano, Ochoa y Morillón, el cual consiste en un proyecto de una población de pescadores en la costa de Caborca, Son. En este proyecto se realiza el diseño urbano y arquitectónico con criterios bioclimáticos (producto de un análisis de clima y el entorno físico). Además se propuso una planta solar para generar energía eléctrica, destilación de agua salada, tratamiento de agua y basura. También se analizó el estilo de vida de los futuros usuarios con el fin de hacer un diseño que integrara tanto al contexto físico como el social.

José Roberto García Chávez, en su artículo "Lineamientos Ecológicos, Energéticos y Bioclimáticos en el Diseño de Edificaciones" (1985), diseñó el Proyecto Ecológico Aragón (ubicado en Bosques de Aragón) en donde se pretende integrar sistemas bioclimáticos y ecoenergéticos. Como ejemplo se puede mencionar climatización ambiental natural de los espacios, ahorro y producción de energía (electricidad) y ahorro de agua.

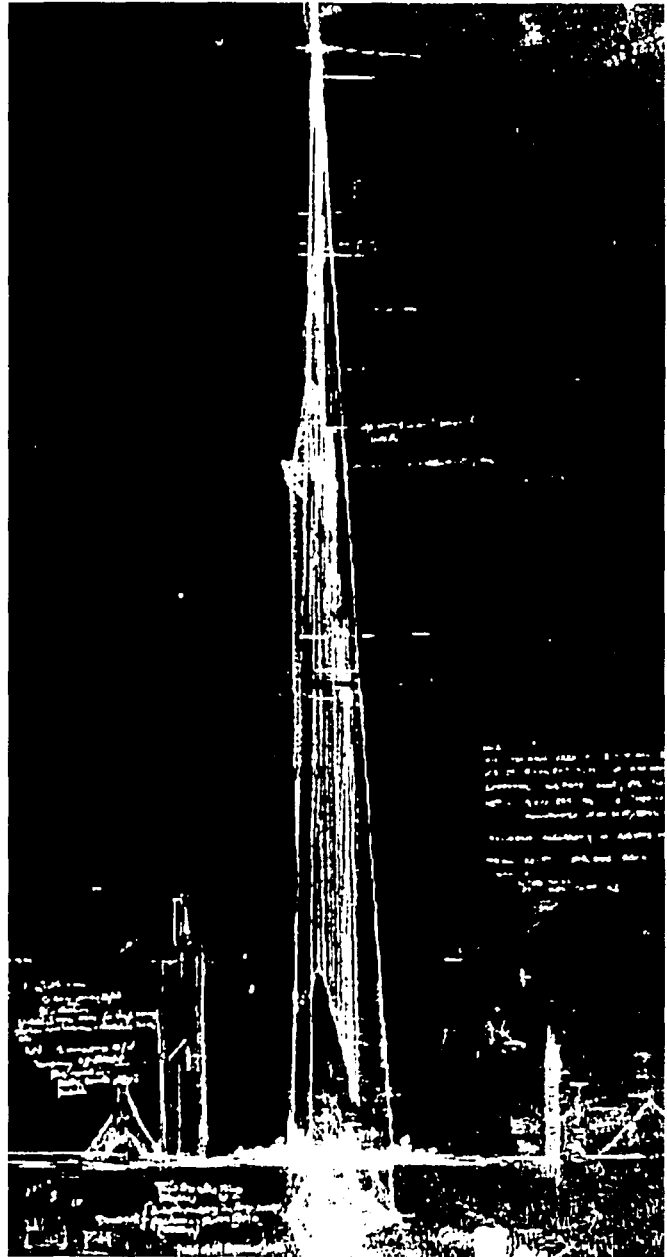
En el fraccionamiento de Tlalpuente, ubicado al sur de la Cd. De México, se pretende la integración de la vivienda con el medio ambiente natural, en donde asas unifamiliares son diseñadas pensando disminuir el impacto ambiental que éstas provocan y de esta manera, respetar al máximo los ecosistemas naturales del Valle de México.

Roberto Vélez González editó un documento sobre "La Ecología en el Diseño Arquitectónico". En él hace una clasificación de las ecotecnologías utilizadas para vivienda y proporciona datos y criterios básicos sobre el diseño bioclimático. Se puede decir que el libro es de tipo informativo pero poco técnico.

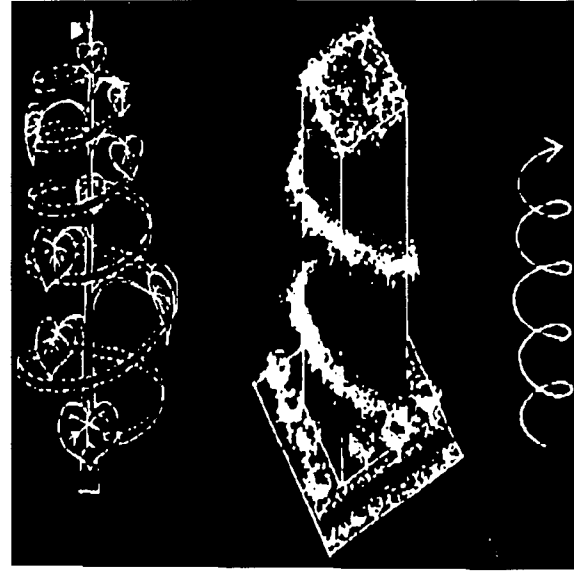
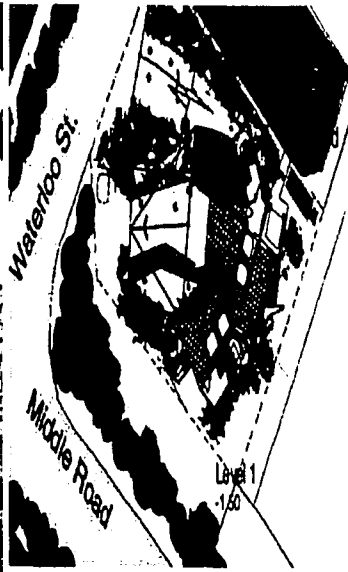
Otros ejemplos contemporáneos son los siguientes:



Croquis de Frank Lloyd Wright para la ciudad sustentable de Broadacre

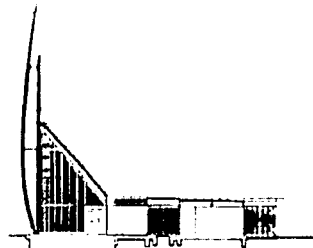
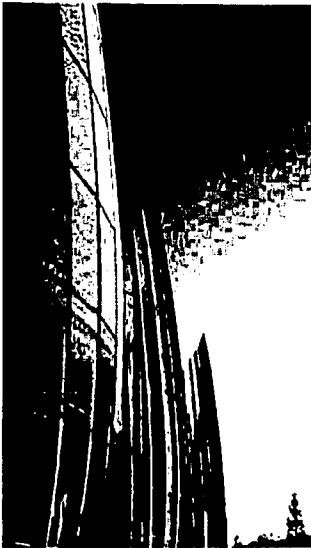


Croquis de la Torre de la Milla, Proyecto Bioclimático Frank Lloyd Wright

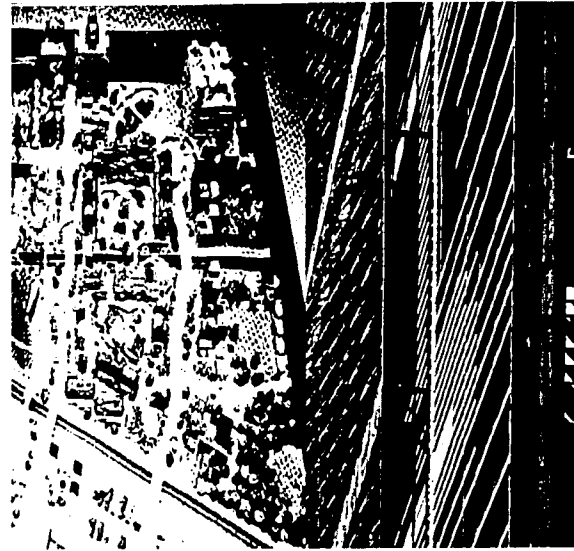


Rascacielos Bioclimático / Keng Yeang

Modelo sustentable de Keng Yeang



Centro Cultural bioclimático J.M. Tjibau en Oceania / Renzo Piano



Proyecto de la Cd. Simbólica en Tokio

Torre Debris en Potsdamer Platz

Fuente: Arquitectura Bioclimática. Revista Enlace No.7, año 11. 2001.
Pp. 58-63

2

EL DESARROLLO DEL CONCEPTO BIOCLIMÁTICO EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS. CASO DE ESTUDIO: MEXICO, D.F.

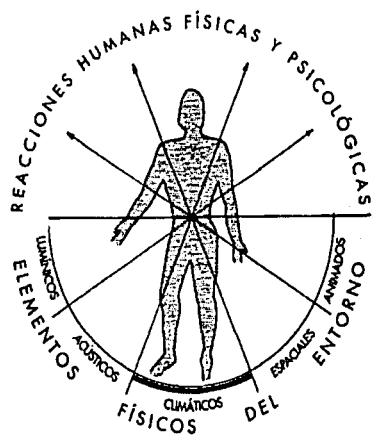


ASPECTOS
BIOCLIMÁTICOS DEL
CUERPO HUMANO

2.1 Principios termofisiológicos del confort

Lo primero que se debe de tomar en cuenta es que la arquitectura se diseña para el hombre, para crear un medio ambiente como un tipo de microclima que satisfice las necesidades sensoriales del cuerpo humano. El Dr. Turati dice que "la arquitectura crea un sentido de lugar para los sentidos. La arquitectura es la tercera piel del cuerpo, el tipo de cubierta ambiental que el cuerpo requiere para vivir, trabajar, actuar, ejecutar, y por ser un animal social".

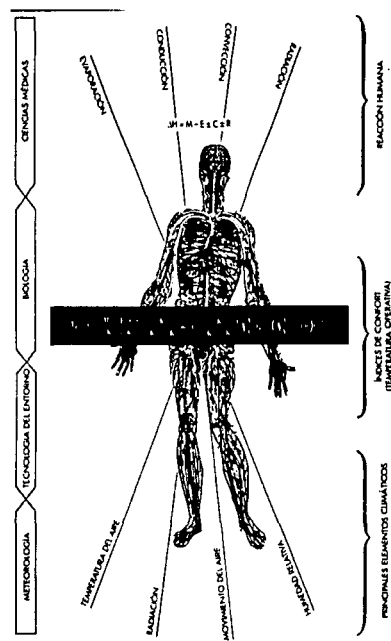
Los efectos del medio ambiente inciden directamente sobre la salud del hombre. La experiencia nos ha demostrado que determinadas condiciones atmosféricas estimulan las actividades del hombre, mientras que otras las deprimen así como los procesos mentales. Los factores del clima pueden afectar al hombre causándole dolor, tensión, enfermedad e inclusive la muerte, aunque también influyen para maximizar la eficiencia en la productividad, salud y energía mental y física. Por otro lado, se sabe que en las regiones en donde existen condiciones extremas de calor o frío, hacen que el hombre consuma mayores cantidades de energía en el proceso de adaptación.



El hombre como medida central en la arquitectura

Todas estas observaciones nos llevan a concluir que tanto la fuerza física del hombre como su actividad mental se desarrollan mejor cuando las condiciones climáticas oscilan dentro de una gama determinada de confort. En caso contrario, la eficacia decrece y aumentan las tensiones y posibilidades de contraer enfermedades. Es por esta razón que es importante que se busque obtener condiciones de comodidad térmica de los ocupantes.

El cuerpo humano es, entre otras cosas, una bomba de calor, el cual necesita perder constantemente una rapidez determinada, y fijada por el metabolismo de la persona. La descarga de calor a cierta rapidez que permite mantener la temperatura corporal entre 36.5 y 37.5 C con el mínimo esfuerzo, permite el desarrollo del trabajo fisiológico en óptimas condiciones; esto es lo que se reconocerá como condiciones de comodidad. Lo anterior, nos obliga a ubicar este problema en el clima particular donde se localizará el edificio, puesto que dependerá de éste, las alteraciones que habrá que provocar para que el microclima en el interior del edificio sea el adecuado para proporcionar comodidad a los ocupantes. En las presentes notas se discutirán los aspectos determinantes en la comodidad térmica de los habitantes de un edificio.



Relación entre el cuerpo humano y los elementos climáticos

2 2.2 Balance térmico en el cuerpo humano

El proceso de balance térmico en el cuerpo humano es un sistema complejo de respuestas autónomas y voluntarias, que regula la pérdida y ganancia de calor en el cuerpo. Estos sistemas se basan en diversos sistemas psicológicos y de patrones de conducta. Las respuestas psicológicas principales son 1) la regulación circulatoria, 2) el sudor, 3) la temperatura interior del cuerpo, 4) la temperatura de la piel y 5) la respuesta metabólica al calor y al frío. Las principales respuestas subjetivas sensitivas son 1) la sensación térmica y 2) la transpiración sensible.

2.2.1 Respuestas psicológicas

2.2.1.1 Regulación circulatoria

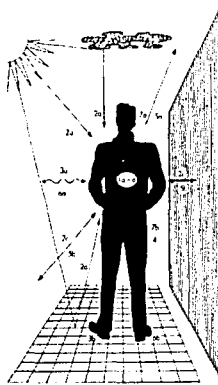
El sistema de control de regulación vasomotora regula la cantidad de sangre que fluye en las capas periféricas del cuerpo, es decir, en las capas subcutáneas. La regulación de la cantidad de sangre se da dilatando las venas (vaso-dilatación) o construyéndolas (vaso-constricción), para aumentar o disminuir la cantidad de sangre que fluye en las capas subcutáneas [7].

La sangre está compuesta principalmente por agua, la cual presenta tanto una alta capacidad de guardar calor como una alta conductividad térmica. Durante la vaso-constricción se ha calculado que fluye una cantidad de .16 litros/m/(min y 2.2 litros/m/(min durante la vaso-dilatación. Basta que el cuerpo humano esté expuesto a un ligero estrés térmico para que empiece a trabajar el mecanismo de circulación periférica para mantener una adecuada transmisión de calor desde la superficie de la piel al ambiente exterior [8].

Cuando el cuerpo está expuesto a un ambiente frío, se reduce la transferencia de calor desde la superficie de la piel al

ambiente debido a la vaso-constricción. Esto causa la reducción en la pérdida de calor. Por el contrario, la vaso-dilatación incrementa la pérdida de calor hacia el ambiente exterior a través de la convección y radiación. La cantidad de calor perdida por cada uno de estos mecanismos varía considerablemente según las condiciones atmosféricas. En una habitación a temperatura normal un cuerpo desnudo elimina el 60% de la pérdida total de calor por radiación. El cuerpo radia calor en todas direcciones; a la vez llega al cuerpo radiación térmica, que proviene de las paredes y de otros cuerpos y objetos vecinos que la dirigen hacia el organismo. Si la temperatura del cuerpo es mayor que la temperatura del medio que lo rodea, pasará una cantidad de calor mayor desde el cuerpo hacia afuera que en sentido opuesto.

El calor perdido por radiación varía en proporción directa de la diferencia entre la cuarta potencia de: 1) la temperatura de la superficie corporal, y 2) la temperatura media del medio ambiente. Por lo tanto, es imposible afirmar en forma exacta cual porcentaje del calor corporal se perderá por radiación, a menos que se definan todas las condiciones que en el momento determinado rodean al cuerpo.



Intercambio calorífico entre el hombre y su entorno

La superficie del cuerpo humano absorbe extraordinariamente la radiación de onda larga (radiación infrarroja). Generalmente sólo se pierden pequeñas cantidades de calor del cuerpo por conducción directa desde la superficie corporal a los demás objetos como sillas, camas etc.

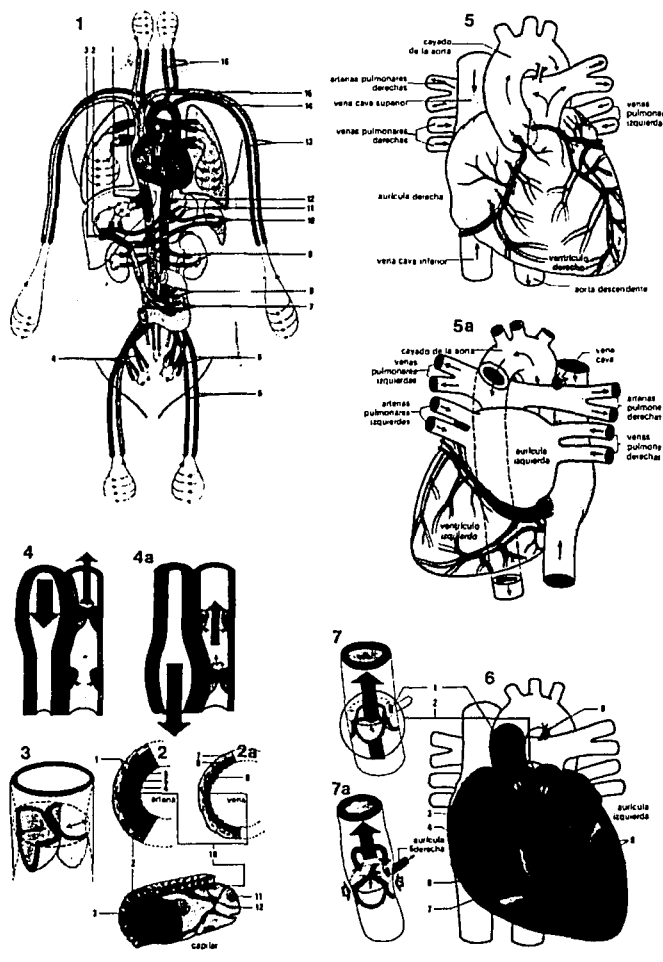
Por otra parte, la pérdida de calor por conducción hacia el aire representa una porción considerable del calor perdido por el cuerpo, incluso en condiciones normales. El movimiento vibratorio de las moléculas de la piel puede aumentar el movimiento de las moléculas del aire que entran en contacto directo con ella. Sin embargo, una vez que la temperatura del aire inmediatamente vecino de la piel, resulta igual a la temperatura de ésta, ya no hay intercambio de calor desde el cuerpo hacia el aire. Por lo tanto, la conducción de calor del cuerpo al aire termina automáticamente, a menos que éste se desplace de manera que aire nuevo no calentado esté constantemente en contacto con la piel, presentándose de esta manera el fenómeno de la convección. Una persona desnuda sentada en una habitación de temperatura agradable (condiciones de comodidad), sin corrientes de aire, pierde el 12% aproximadamente de su calor por

8. **Biología**. Enciclopedia juvenil. Vol 2. Ed. Grijalbo. Cuarta edición. Barcelona, España. 1981. Pp. 294-301

9. **Biología**. Enciclopedia juvenil. Vol 2. Ed. Grijalbo. Cuarta edición. Barcelona, España. 1981. Pp. 302-303

convección.

Un incremento en el número de pulsaciones por minuto del corazón se puede deber a un incremento en el estrés térmico y estrés metabólico, lo cual indica que debe de haber una mayor demanda en el sistema circulatorio impuesto por el trabajo y la carga térmica. De igual forma, como respuesta a factores térmicos y metabólicos, el ritmo cardíaco es sensible al estado emocional del individuo. El sistema cardíaco es uno de los principales sistemas que controlan la pérdida o ganancia de calor, así como el suplemento de oxígeno en distintas condiciones de trabajo, clima y vestimenta.



Sistema circulatorio

2.2.1.2 Sudor

La regulación del enfriamiento evaporativo a través del calor, es el principal mecanismo para el ajuste térmico tanto en condiciones calientes como de trabajo en un ambiente confortable. Cuando el cuerpo se calienta excesivamente, se secretan grandes cantidades de sudor hacia la superficie de la piel por las glándulas sudoríparas, con el fin de permitir un rápido enfriamiento por evaporación corporal. Se observa que casi a la temperatura de 37° C empieza la sudación, aumentando rápidamente cuando la temperatura se eleva. Por otra parte, el sudor cesa a cualquier temperatura por debajo de este valor crítico. A cualquier temperatura debajo de 37° C son activados intensamente diversos mecanismos que aumentan la producción de calor, especialmente el aumento de actividad muscular que culmina en escalofríos [9].

Cuando el agua se evapora de la superficie corporal, se pierden 0.58 kilocalorías (kcal) por cada gramo de agua evaporada y el agua se evapora insensiblemente de la piel y los pulmones. Ello provoca una pérdida continua de calor del orden de 12 a 18 kcal por hora. Esta evaporación insensible de agua no se puede controlar para regular la temperatura, pero la pérdida de calor por evaporación se puede moderar regulando la intensidad del sudor.

Cuando la temperatura del medio es mayor que la de la piel, en lugar de perder calor el cuerpo lo gana por radiación y conducción procedente del medio vecino. En tales circunstancias, el único medio por el cual el cuerpo puede perder calor es la evaporación. El clima húmedo tiene influencia sobre la pérdida de calor por evaporación. Los días de verano calientes y húmedos son muy molestos, debido a que el sudor corre por la superficie corporal más profusamente que en estado normal, ocurre así porque el aire ya está humedecido casi hasta la saturación. Por lo que la intensidad de evaporación puede estar considerablemente disminuida, o totalmente anulada, de manera que el sudor secretado persiste en estado líquido. Así la temperatura del cuerpo se acerca a la temperatura del medio, o se eleva por encima de ella a pesar de que el cuerpo sigue sudando.

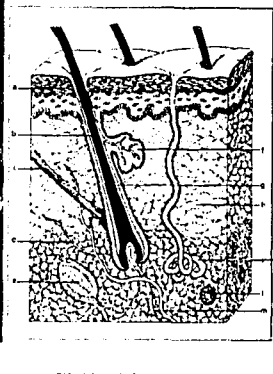
La falta de movimiento del aire evita la evaporación, de la misma manera que el enfriamiento eficaz por conducción de calor

hacia el aire. Los vestidos aprisionan capas de aire junto a la piel y en la textura de la ropa, por lo cual aumenta el espesor de la zona aislada y disminuyen las corrientes de convección. Por lo que la intensidad de pérdida calorífica del cuerpo por conducción disminuye considerablemente. La mitad, aproximadamente, del calor transmitido desde la piel a los vestidos probablemente se pierda por radiación en ellos, en lugar de ser transmitido a través de los espacios pequeños que quedan. La eficacia del vestido para evitar la pérdida de calor desaparece casi completamente cuando el tejido de la ropa se humedece, pues el aire aprisionado actúa como aislante, de hecho, los intersticios del vestido quedan llenos de agua, que a consecuencia de su elevada conductividad para el calor, aumenta la intensidad de la transmisión calorífica 20 veces o más, que cuando permanece seca.

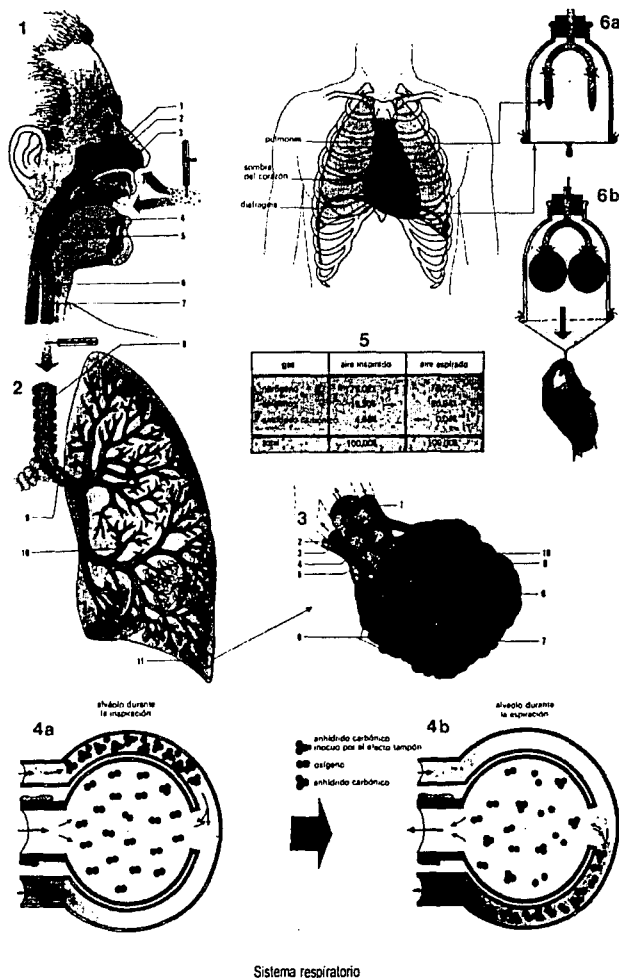
El vestido que es permeable para la humedad, permite una pérdida casi normal de calor por el cuerpo, gracias a la evaporación; cuando hay producción de sudor, el propio sudor puede empapar el vestido y se produce la evaporación, no en la piel sino en la superficie del vestido. Ello enfría el vestido, lo cual, a su vez, significa enfriar la piel. El límite inferior de la temperatura a la cual puede llegar el vestido, es la temperatura de bulbo húmedo del aire atmosférico; en zonas desérticas esta temperatura está muy por debajo de la temperatura de bulbo seco del ambiente.



Hombre sudando después de haber realizado trabajo físico



Glándula sudorípara



El proceso evaporativo en el cuerpo se lleva a cabo de dos formas:

1) Pérdida pasiva de agua en los pulmones y piel.- La pérdida pasiva de agua en la piel es un proceso de difusión y está causada por diferencias de presión de vapor entre el cuerpo y el aire del ambiente. La pérdida de agua en los pulmones depende de la presión de vapor en el ambiente y al ritmo en la respiración, que a su vez dependen del ritmo metabólico y de las necesidades de oxígeno. Una ligera transpiración no puede considerarse como un mecanismo de regulación en respuesta a una exposición de estrés térmico, aunque la evaporación en los pulmones incrementa en una proporción aproximada con la producción interna de calor.

2) Sudor activo por la secreción de glándulas sudoríparas.- Este proceso inicia cuando hay una pérdida de calor por convección y radiación. Las glándulas sudoríparas se activan cuando hay calor o trabajo, pero también se estimulan psicológicamente, especialmente aquellas que se encuentran localizadas en las palmas de las manos y pies, cara y pecho. El rango de calor es controlado por la necesidad de prevenir un excesivo incremento en la temperatura del cuerpo. Se disminuye la formación de urina y una concentrada urina resulta de que se desvía el fluido de la sangre de los riñones a las glándulas sudoríparas. En casos extremos, puede ocurrir deshidratación, sed, fatiga o muerte.

2.2.1.3 Temperatura interior del cuerpo en respuesta al trabajo, medio ambiente y ropa

Mientras que la circulación de la sangre y el sudor son mecanismos activos de termorregulación, la temperatura del cuerpo es una respuesta al estrés térmico, principalmente metabólico y es determinado por el ritmo de producción de calor y por los rangos de transferencia de calor del cuerpo a la piel y posteriormente al ambiente.

El cuerpo humano genera calor constantemente como producto secundario de las reacciones metabólicas celulares, y pierde calor permanentemente, que pasa al medio ambiente. En promedio, el 55% de la energía de los alimentos se transforma en calor durante la formación del ATP (Trifosfato de adenosina). Otra parte de la energía se obtiene cuando el trifosfato de adenosina se transforma en calor cuando se cede a los sistemas metabólicos celulares. Finalmente el metabolismo celular solo aprovecha el 25% de la energía. Todavía se transforma en calor la mayor parte de ese 25% de la energía inicial: síntesis de proteínas, energía de la contracción muscular, bombeo de la sangre por el corazón, etc. Por lo tanto, se puede decir que prácticamente toda la energía producida por el metabolismo de los alimentos en el organismo se convierte en calor. La única excepción es la realización de un trabajo exterior por los músculos.



Las temperaturas normales de cuerpos en condiciones de confort y descanso, son relativamente constantes. La temperatura rectal es de 37 °C y la oral de 36.5 °C. En condiciones ambientales normales y de un ritmo metabólico constante, la temperatura rectal no debe de cambiar. Sin embargo, en condiciones de calor esta es afectada significativamente por el estrés térmico generado por el ambiente. La relación entre la temperatura rectal y las condiciones del ambiente depende del ritmo metabólico y de la eficiencia de enfriamiento dada por el sudor.

El equilibrio en la temperatura rectal depende de la producción de calor dada por el metabolismo y de la carga térmica en el ambiente, que a su vez depende del intercambio de calor con el ambiente y de las propiedades de la vestimenta. En numerosos estudios, se ha observado que la temperatura rectal se eleva con el ritmo metabólico y que este incremento es proporcional al incremento de la temperatura y humedad del ambiente.

La temperatura de la piel afecta al intercambio de calor entre el cuerpo humano y el ambiente de dos maneras: 1) modificando el intercambio de calor seco a través de convección y radiación y 2) determinando la capacidad evaporativa del cuerpo en condiciones de viento y presión de vapor. En contraste con la temperatura interior del cuerpo, la de los tejidos periféricos varían en un rango de 15°C-42°C, y evidentemente por periodos limitados sin consecuencias dañinas.

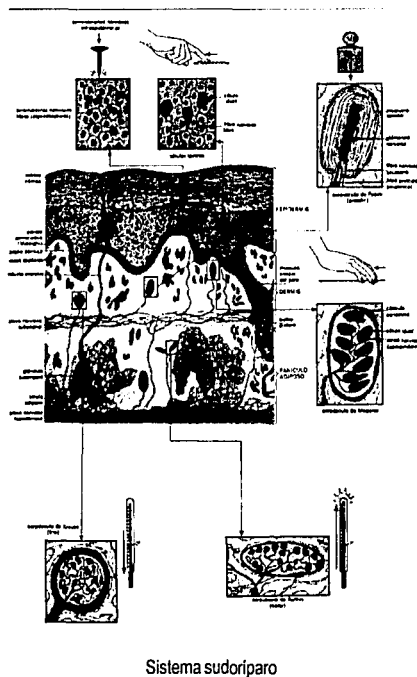
Con temperaturas ambientales por debajo de la zona de confort, la temperatura de la piel puede ser considerada como una temperatura objetiva para medir el estrés psicológico y sensorial de frío. En estas condiciones se pueden catalogar como respuestas sensitivas, mientras que otras respuestas psicológicas, tales como el rango de sudor, ritmo del pulso y temperatura rectal responden a todas las variaciones de temperatura exterior.

Ciertos estudios de la temperatura de la zona de confort han demostrado que la temperatura de la piel casi no se ve afectada por la humedad, pero se ve afectada por la temperatura y velocidad del aire. Cuando el cuerpo queda expuesto al viento, la capa de aire inmediatamente vecina de la piel es sustituida por aire nuevo, mucho más rápidamente que en condiciones normales, por lo tanto, aumenta en forma correspondiente la pérdida de calor por convección. El efecto de enfriamiento del viento a baja velocidad es aproximadamente proporcional a la raíz cuadrada de la velocidad del mismo, por ejemplo: un viento de 6 km/hora es unas dos veces

más eficaz para enfriar que un viento de 1.5 km/hora. Sin embargo, cuando la velocidad del viento pasa de unos cuantos kilómetros por hora ya no se produce enfriamiento adicional en grado considerable sea cual sea la velocidad, una vez que el viento ha enfriado la piel hasta la temperatura del propio aire. Por lo contrario, la velocidad con la cual el calor puede pasar de la parte central del cuerpo a la piel, es entonces el factor que rige la rapidez con la cual puede perderse calor.

2.2.1.4 Respuesta metabólica al frío y al calor

En condiciones de descanso y de condiciones de confort, se da un ritmo metabólico bajo. Cuando el hombre está expuesto a un ambiente frío su producción metabólica de calor se incrementa por arriba del nivel de confort. Un incremento en la actividad metabólica se atribuye a la combinación de un incremento en la circulación de la sangre, actividad de las glándulas sudoríparas y altas temperaturas de los tejidos subcutáneos.



2.2.2 Respuestas subjetivas sensitivas

En contraste con las respuestas psicológicas, las cuales pueden ser medidas objetivamente a través de cálculos matemáticos y ecuaciones, las respuestas subjetivas sensoriales dependen de la autoevaluación de un hombre expuesto a un ambiente determinado. El confort térmico puede ser definido en un sentido negativo, así como la ausencia de irritación o disconfort provocados por calor o frío, en un sentido positivo envolviendo sensaciones placenteras.

Psicológicamente, la zona de confort es un rango de condiciones en las cuales los mecanismos de termostatación del cuerpo humano, están en un estado de actividad mínima. El confort térmico no debe de ser entendido como un balance térmico, ya que este último, esencial para el confort, también puede catalogarse bajo condiciones de disconfort a través de la activación de mecanismos de termostatación. El mantener un confort térmico no implica que las condiciones térmicas del interior de un edificio se deban tener constantemente a un nivel preciso. Algunas fluctuaciones en las condiciones del interior de un edificio, tales como la temperatura y particularmente la velocidad del aire, son beneficiosas para prevenir una sensación de monotonía, y así haber una efectividad.

En muchas situaciones, especialmente cuando se trabaja con condiciones térmicas en un edificio, las respuestas subjetivas pueden ser de mayor importancia y tener un mayor significado que algunas medidas objetivas de tipo psicológicas.

2.2.2.1 Sensación térmica

La sensación de estar en un ambiente cálido o frío es el resultado de una actividad neuronal que se origina en las terminaciones nerviosas las cuales actúan como neuroreceptores. Cuando una persona se desplaza de un lugar con condiciones de humedad a un ambiente seco, la humedad absorbida por su piel y por su ropa se evapora rápidamente, provocando un enfriamiento que desaparece después de un tiempo. Sin embargo, la sensación térmica es relativamente una respuesta rápida, que después de 15 minutos de exposición a ciertas condiciones, se alcanza un estado de equilibrio.

Las respuestas se catalogan como subjetivas ya que cada individuo tiene su propia escala para evaluar lo que siente bajo ciertas condiciones: extremadamente frío, muy frío, frío, fresco, confortable, ligeramente cálido, cálido, caliente, muy caliente y extremadamente caliente. Por lo tanto, comparando los resultados obtenidos de distintas personas o grupos de personas, es de mayor significado el evaluar el efecto relativo bajo diferentes factores que tener una evaluación absoluta de una condición dada.

2.2.2.2 Transpiración sensible

Mientras que la sensación térmica exista, tanto en condiciones cálidas como frías, la respuesta de transpiración sensible se aplica sólo al lado cálido de la zona de confort y específicamente a las combinaciones de temperatura, humedad, velocidad del aire y ritmo metabólico. La transpiración sensible está íntimamente asociada con las áreas húmedas de la piel.

Los distintos niveles de humedad en la piel se pueden sentir relativamente cercanos a la realidad y como resultado las opciones de estas respuestas son menores a las de la sensación térmica: frente y cuerpo secos, piel pegajosa pero humedad invisible, humedad visible, frente y cuerpo mojados, ropa parcialmente mojada, ropa casi completamente mojada, ropa empapada.

Se ha encontrado que la humedad de la piel no siempre está relacionada con el rango de sudor y las condiciones térmicas. Esto es porque dado un estrés térmico, indicado como sensación térmica o rango de calor, el resultado se puede originar por el calentamiento del cuerpo a través de convección bajo condiciones de alta temperatura, baja humedad, vientos fuertes, o por una reducción en la eficiencia de enfriamiento de la sudoración en temperaturas bajas y aire con alta humedad. En ambos casos, el estrés térmico expresado por un rango de sudor y la sensación térmica pueden ser los mismos. Sin embargo, en las primeras condiciones el sudor se puede evaporar rápidamente dejando la piel seca, mientras que en las segundas condiciones la misma cantidad de sudor se evapora lentamente dejando la piel húmeda, dando una diferente evaluación de la transpiración sensible.

Comparado con la sensación térmica, la transpiración sensible es afectada en particular por la humedad y velocidad del aire e incrementa cuando la humedad aumenta y se reduce cuando incrementa la velocidad del aire.

2.3 Evaluación de la comodidad en el humano

Las condiciones de comodidad térmica dependen de las variables del medio ambiente: temperatura, humedad, velocidad del aire, y radiación incidente.

Los métodos para determinar las condiciones de comodidad térmica se desarrollaron desde finales del siglo pasado, y a partir de estos se implementaron normas o sugerencias de valores de los parámetros de clima, dentro de los cuales el ser humano siente comodidad. La comodidad en la Gran Bretaña está definida entre 14.4 y 21.1 °C en la temperatura del aire en contacto con el cuerpo humano (58 a 70 °F), en los Estados Unidos de América entre 20.5 y 26.7 °C (69 a 80 °F) y en los trópicos entre 23.3 y 29.4 °C (74 a 85 °F) con humedades relativas entre 30 y 70 %. Estas especificaciones de temperatura y humedad que determinan la zona de comodidad, pueden verse modificadas por:

- 1) La presencia de viento; con lo cual el mecanismo de transferencia de calor por convección, se incrementa.
- 2) La incidencia de radiación; con lo cual se dificulta la salida de calor del cuerpo humano.
- 3) La ocurrencia de enfriamiento evaporativo en el aire que entrará en contacto con el cuerpo humano; lo cual aumenta la salida de calor del mismo.
- 4) La salida de radiación infrarroja del cuerpo humano, debido a superficies frías que lo circundan lo cual favorece la salida de calor del mismo.
- 5) La modificación de la temperatura del aire que entrará en contacto con el cuerpo humano, debido a la transferencia de calor por convección con materiales que conforman el medio ambiente y que son capaces de almacenar calor de manera sensible (estos materiales pueden ser los materiales de construcción del edificio).

Los conceptos numerados anteriormente, resultan ser de suma importancia para fijar las estrategias de diseño térmico de

una edificación. Algunos investigadores han plasmado estos criterios en diagramas psicométricos obteniendo una presentación gráfica de los mismos, con los cuales es más sencillo trabajar cuando no se está familiarizado con los procesos físicos involucrados en los fenómenos de transferencia de calor que ocurren en el cuerpo humano y en la edificación.

2.4 Factores psicológicos, sociales y económicos

Mucho de lo que se ha descrito está basado en estudios de laboratorio con muy pocas y controladas variables. Un factor aún más importante es que las personas utilizadas en estos estudios viven en un contexto en donde las presiones sociales, familiares de trabajo y económicas están ausentes.

El factor básico es que el ambiente térmico es una de las principales características en los espacios; y los espacios, de acuerdo a su función y expectativa de cada persona, tienen cierto significado. Por lo tanto, un ambiente puede ser óptimo psicológicamente, pero tener una negativa asociación con el significado. La investigación nos ha demostrado que ciertas características físicas están íntimamente relacionadas con la funcionalidad y las personas. Como ejemplo, podríamos decir que un espacio puede verse más "amigable" con la presencia o ausencia de un techo inclinado. Similarmente, ciertos ambientes térmicos están relacionados, tradicional y funcionalmente, con ciertos tipos de experiencia espacial. Por ejemplo, se espera que el interior de una iglesia gótica se encuentre fría durante el verano por estar construida en piedra. La sensación es asociativa, muy específica y diferente en una tienda que en una casa.

Similarmente, mucho dinero se paga por vivir la sensación que se crea en un baño turco o un sauna, condiciones que, en una lavandería, rompería las leyes de un lugar de trabajo. El sentir el placer de condiciones climáticas extremas tales como las de una playa o un campo de nieve, escalar montañas o nadar en lagos

helados, es realmente valorado, aunque muchas de estas sensaciones estén fuera de la zona de confort. Todas estas sensaciones están relacionadas con peligro, estatus y probablemente factores culturales.



Se sabe que la gente prefiere fuentes radiantes de calor, aunque las condiciones del cuarto están muy por debajo para poder instalar un ducto de aire caliente. Se concluye, por ejemplo, que una máquina generadora de calor y que las características de un ambiente térmico asociado con el calor - por ejemplo un cuarto con techos bajos - pueden ser importantes como influyentes en respuestas y parámetros físicos.

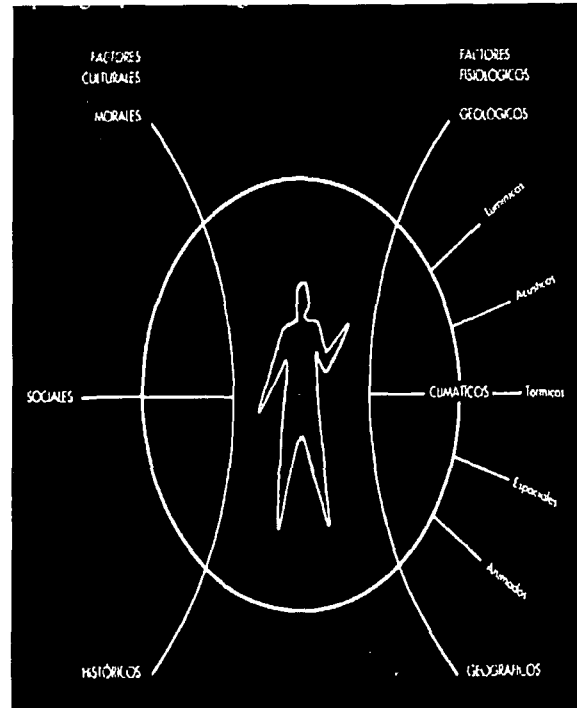
Otro factor importante es la libertad económica. La gente de recursos limitados no sólo vive bajo condiciones no óptimas para el confort, sino que juzgan su condición no tan desfavorable en comparación con la gente de mejores recursos. Cuando las personas de clases sociales bajas adquieren un mayor estatus económico, generalmente las condiciones de vida mejoran, incluyendo su ambiente térmico (mejores materiales, una arquitectura que proporcione un ambiente térmicamente favorable, etc), la psicología de la gente los lleva a pensar que estas mejoras son finalmente innecesarias. Esto nos lleva a sugerir que lo que juzgamos como una temperatura neutral está influenciado por "lo que estamos acostumbrados a pagar para llegar a un cierto ambiente térmico" y por lo que es la experiencia diaria.

2.5 Consecuencias generales en el diseño en cuanto a las características de respuestas térmicas

Por último, nos resta resumir las consecuencias de diseño en lo que nosotros conocemos como respuestas humanas al ambiente térmico.

Si la definición de diseño incluye dos factores - primero, que el producto está diseñado para las personas; segundo, que los recursos siempre son limitados - entonces el mejor diseño es el que divide estos recursos para proporcionar la máxima satisfacción a los usuarios. Es por esto que tanto la gente como la economía son el centro en cuanto a tomar las mejores decisiones a cerca de un ambiente térmico. Esto implica que se deben de analizar las respuestas de las personas en cuanto a un ambiente en especial, sobre todo las de descontento, para poder llegar a un mejor diseño. El estudio de lo que las personas pagan para adquirir confort y cuanto vive en condiciones de discomfort.

Un tercer factor es que cada día se hacen mayores gastos económicos para adquirir confort y, por lo tanto, se deben de tomar otras alternativas para dar soluciones más económicas en la combinación de las cuatro variables del clima (temperatura, humedad, velocidad de aire y radiación) que se describirán en el siguiente capítulo.



Factores que influyen en la expresión arquitectónica

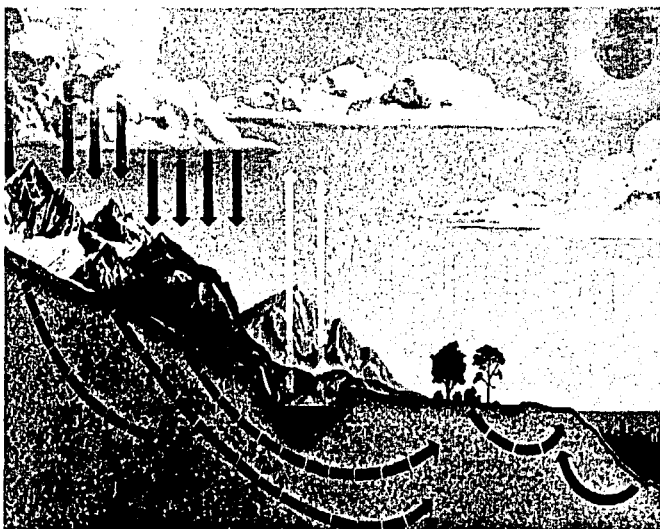
ELEMENTOS DEL CLIMA COMO PARTE DEL DISEÑO BIOCLIMÁTICO



3.1 Clima

Entre los elementos del diseño bioclimático tenemos el clima, con un apartado específico para la radiación solar, así como los principios termofisiológicos del confort, que al analizarlos en conjunto, a través de herramientas como las cartas bioclimáticas, permiten definir las estrategias de climatización pasiva para cada localidad.

El clima del planeta puede considerarse un extraordinario rompecabezas, las principales piezas, el sol, la órbita terrestre, la atmósfera, los océanos y los continentes, están compuestos de piezas más pequeñas y entrelazadas a su vez. Por ejemplo la estructura de la molécula del agua tiene gran influencia en los fenómenos atmosféricos: el vapor de agua presente en la atmósfera retiene calor que de otra forma se disiparía al espacio y además, los cambios de estado de líquido a gas y de líquido a hielo son vitales en la redistribución de la energía solar entre los océanos, los continentes, y la atmósfera.



Factores climáticos

Para la arquitectura bioclimática, todas estas piezas constituyen las condiciones ambientales a las que tiene que enfrentar las condiciones ideales o de confort para precisar la tarea de control que debe solventar la envolvente arquitectónica.

3.1.1 Parámetros climáticos a considerar

3.1.1.1 Temperatura del aire

El aire es una mezcla de gases y no un gas en sentido estricto. La composición y las cantidades relativas de gases que forman la atmósfera han cambiado gradualmente a lo largo de millones de años. Sin embargo podemos considerarlo constante a nuestra escala de tiempo. Dentro de los diversos gases que lo forman, no es el nitrógeno ni el oxígeno los que influyen más sobre su temperatura a pesar de ser lo más abundantes en su composición. En cambio, el vapor de agua, sí lo es, puesto que absorbe gran parte de la radiación de onda larga de la radiación terrestre.

Como se dijo antes, su estructura molecular permite absorber un buen número de calorías sin modificar rápidamente su temperatura, en un proceso de aparente "almacenamiento de calor", que provoca efectos importantes en el balance de radiación entre la tierra y el sol. Esto a su vez hace que la temperatura del aire, es decir la temperatura ambiente aumente o disminuya en un momento y lugar determinados [9].

°C	C_{subst}		C_p		°C	C_{subst}		C_p	
	J	cal.	J	cal.		J	cal.	J	cal.
0	75.993	1.00814	75.985	1.00804	85	75.350	0.99962	75.348	0.99959
5	75.714	1.00445	75.706	1.00434	60	75.385	1.00008	75.385	1.00006
10	75.532	1.00203	75.525	1.00194	65	75.428	1.00085	75.428	1.00065
15	75.417	1.00050	75.410	1.00040	70	75.426	1.00129	75.428	1.00132
20	75.345	0.99925	75.339	0.99947	75	75.532	1.00203	75.536	1.00208
25	75.303	0.99899	75.298	0.99893	80	75.594	1.00285	75.601	1.00295
30	75.282	0.99871	75.278	0.99866	85	75.687	1.00382	75.675	1.00391
35	75.277	0.99865	75.273	0.99860	90	75.746	1.00489	75.767	1.00502
40	75.283	0.99873	75.280	0.99869	95	75.835	1.00605	75.850	1.00625
45	75.298	0.99893	75.295	0.99889	100	75.934	1.00736	75.954	1.00763
50	75.320	0.99922	75.318	0.99919					

Capacidad calorífica del agua en Jouls y Calorías según la temperatura

El vapor de agua se forma continuamente por la evaporación de las plantas y las aguas superficiales, y asciende a la parte alta de la troposfera por turbulencias. El vapor de agua es un gas, no hay que confundirlo con la niebla, líquido compuesto por gotas diminutas.

11. Dean, John A.
Manual de Química. Vol 4. Ed. Mc Graw Hill. Primera edición. México, D.F. 1988.
Pp. 9-175

La temperatura del aire, se mide directamente por medio del termómetro común, cuyo bulbo al ponerse en contacto con el aire, iguala su temperatura, la cual es señalada por una sustancia altamente sensible a los cambios de temperatura.

3.1.1.2 Humedad del aire

El contenido de vapor de agua en el aire se denomina humedad. Así también se habla de humedad relativa cuando se expresa el mayor porcentaje posible de humedad a una temperatura y presión determinadas. Varía desde el 100 por ciento en la mayoría de las nubes y la niebla, hasta ello por ciento o menos en los desiertos durante el medio día.



Pero también se puede hablar de temperatura absoluta, y esa se refiere al volumen o masa de vapor de agua presente en un volumen o masa de aire seco. Por otra parte la humedad específica refiere a la presión que ejerce el vapor de agua. La cual es una fracción de la presión atmosférica total. La primera se expresa en gramos de agua por kilogramo de aire seco, y la segunda en milímetros de mercurio o milibares.

A medida que la temperatura aumenta, el aire puede retener más vapor de agua, pero si el contenido de agua permanece idéntico entonces disminuye la humedad del aire. Por otro lado, la disminución de la temperatura del aire reduce su capacidad para retener la humedad hasta alcanzar el punto de saturación. Un enfriamiento continuo por debajo de este punto conduce a la condensación de agua líquida, ya sea en forma de rocío, niebla o nubes.

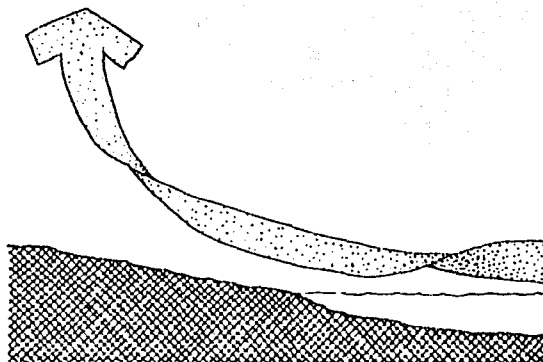
Como la estructura molecular del agua permite el efecto de "almacenamiento de calor", sucede que en atmósferas con mayor contenido de vapor las oscilaciones de temperatura son menores que en las pobres en agua. Así los climas desérticos son extremos, y los tropicales constantes.

La humedad se mide indirectamente por medio de un termómetro de bulbo húmedo, que mide la temperatura que tendría el aire saturado, bajo las mismas condiciones de presión. Si la lectura de este termómetro es igual que la del termómetro común, entonces la humedad relativa será de 100 por ciento. Si existe una diferencia, entonces se obtiene el porcentaje correspondiente de humedad relativa. Al equipo formado por los dos termómetros de referencia se le conoce como psicrómetro. También puede obtenerse a través del higrómetro

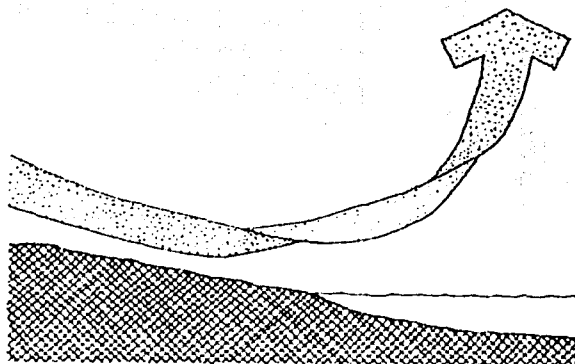
3.1.1.3 Movimiento del aire

El viento es la manifestación de los movimientos del aire. Éste es provocado por diferencias de presión o de temperatura en alguna de sus masas. Al aumentar la temperatura o la presión en un sector de la atmósfera, el aire tiende a ascender dejando un vacío que rápidamente es llenado por una nueva masa de aire más fresco. Si las causas que originaron el calentamiento o el aumento de presión persisten, el fenómeno sigue presentándose ininterrumpidamente.

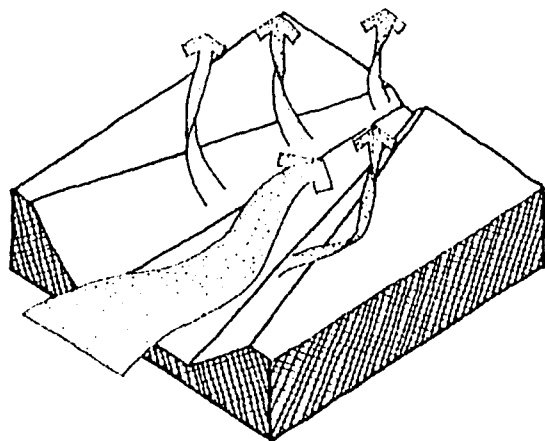
Así las estaciones propician cambios en la composición de las masas atmosféricas, que a su vez generan vientos característicos a cada época del año y de cada sitio del planeta.



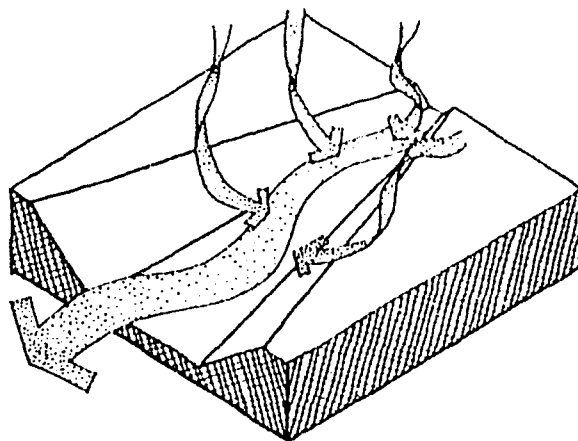
Brisa diurna, cerca de cuerpos de agua



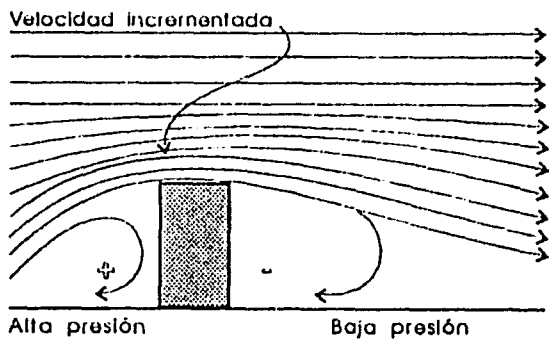
Brisa nocturna, cerca de cuerpos de agua



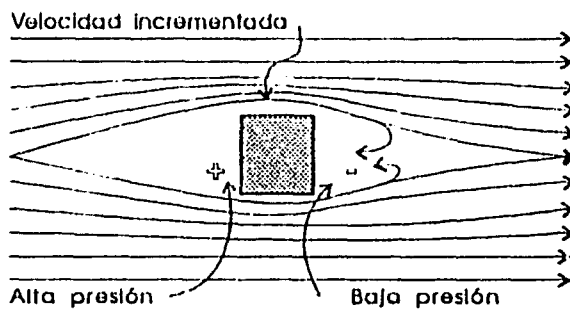
Viento diurno que sopla hacia fuera del valle



Viento nocturno que sopla hacia dentro del valle



Aire que sopla alrededor de un edificio (corte)

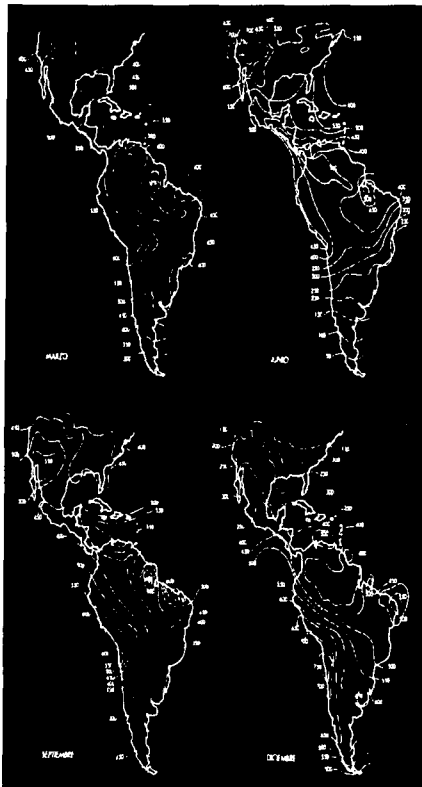


Aire que sopla alrededor de un edificio (planta)

El movimiento se mide por el anemómetro que indica la velocidad del aire, y por una veleta que señala dirección del mismo. Los datos prevalentes de dirección y los promedios de velocidad, serán herramientas útiles para el diseño de los dispositivos de control bioclimático [10].

3.1.1.4 Radiación Solar

Es obvio que la causa original de todos los elementos que conforman el clima es la radiación solar. Ésta está constituida no sólo por la luz visible. La luz es una parte de toda la radiación procedente del sol. El resto del espectro es invisible y se extiende a las longitudes de onda más largas y más cortas, que comprenden las ondas de radio, el infrarrojo, el ultravioleta, los rayos X y los gamma.



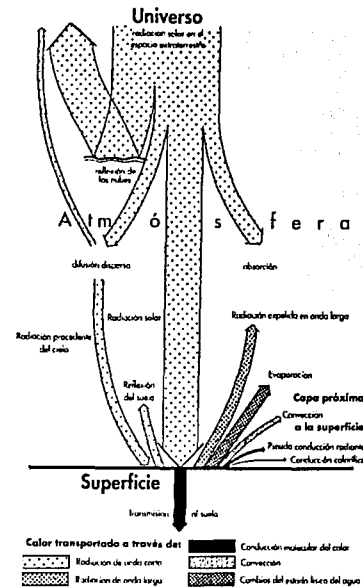
Radiaciones solares en solsticios y equinoccios para Latinoamérica (cal/cm2)

12. Deffis Caso, Armando

Energía. Fuentes primarias de utilización ecológica. Ed. Árbol Editorial. Primera edición, México, D.F. 1999. Pp. 78-87

La radiación de onda larga que más nos interesa es la infrarroja, percibida como calor. De la radiación distribuida por el sol, mucha nunca alcanza el suelo, y la atmósfera por su parte refleja al espacio algo de la que llega.

La cantidad y la calidad de la radiación solar se miden mediante el piranómetro.



Intercambio calorífico al mediodía de un día de verano

3.1.2 Gráficas del clima local

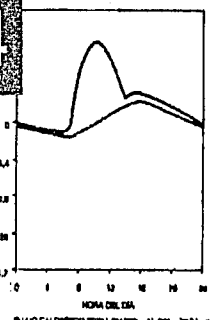
Es necesario organizar la información referente a los parámetros descritos de una manera fácil y adecuada para su manejo y guía en el diseño. Así el primer problema radica en donde encontrar tal información.

La institución encargada en México de proporcionar esta información es la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, a través de la Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional. Estos han publicado las NORMALES CLIMATOLÓGICAS, que incluyen las lecturas promediadas de varios años de los observatorios y de las estaciones meteorológicas de todo el país.

4

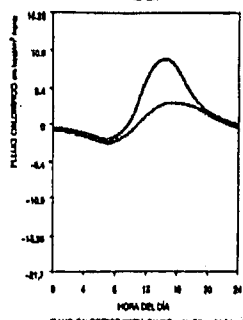
EL DESARROLLO DEL CONCEPTO BIOCLIMÁTICO EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS. CASO DE ESTUDIO: MÉXICO D.F.

Este



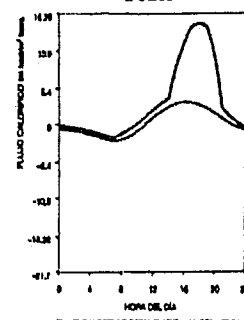
FLUJO CALORÍFICO TOTAL DIARIO AL SOL +76.7 kcal/m²
EN SOMBRA +11 kcal/m²

Sur



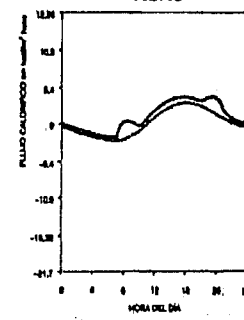
FLUJO CALORÍFICO TOTAL DIARIO AL SOL +61.3 kcal/m²
EN SOMBRA +11 kcal/m²

Oeste



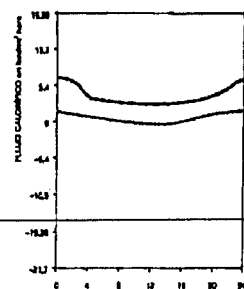
FLUJO CALORÍFICO TOTAL DIARIO AL SOL +76.9 kcal/m²
EN SOMBRA +11 kcal/m²

Norte



FLUJO CALORÍFICO TOTAL DIARIO AL SOL +47.13 kcal/m²
EN SOMBRA +4.13 kcal/m²

Horizontal



FLUJO CALORÍFICO TOTAL DIARIO AL SOL +42.2 kcal/m²
EN SOMBRA +13.3 kcal/m²

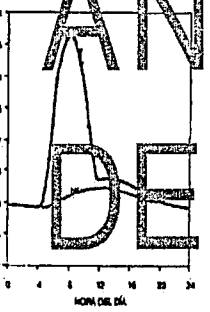
265-275. Transmisión calorífica de los materiales en verano, área de Nueva York, 21 de julio.

ENFOQUE

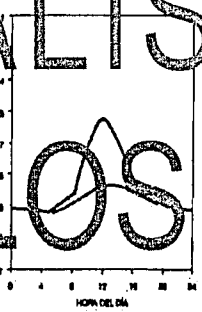
Cubierta plana

BIOCLIMÁTICO EN EL

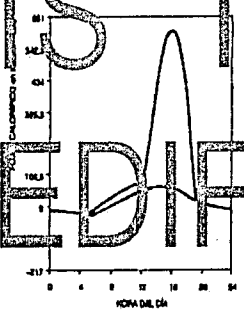
ANÁLISIS TÉRMICO DE LOS EDIFICIOS



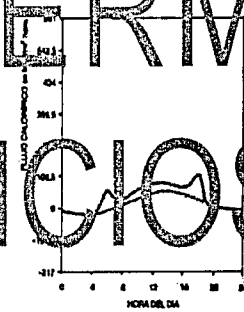
FLUJO CALORÍFICO TOTAL DIARIO AL SOL +78.8 kcal/m²
EN SOMBRA +87 kcal/m²



FLUJO CALORÍFICO TOTAL DIARIO AL SOL +78.8 kcal/m²
EN SOMBRA +87 kcal/m²



FLUJO CALORÍFICO TOTAL DIARIO AL SOL +68.8 kcal/m²
EN SOMBRA +38 kcal/m²



FLUJO CALORÍFICO TOTAL DIARIO AL SOL +87 kcal/m²
EN SOMBRA +87 kcal/m²

4.1 Modelos de comportamiento térmico

Es necesario un nuevo tipo de actitud en el diseño térmico de edificios basado en la comprensión de que estamos creando sistemas dinámicos. Es inadecuado asumir un estado invariable y nuestra capacidad mental es insuficiente para manejar pequeñas cantidades por medio de variaciones repetidas. Tenemos que hacer algunas abstracciones comparables en simplicidad a las suposiciones de estado invariable, si queremos evitar ahogarnos en detalles. Tenemos que observar el patrón de variables. El trabajo de diseño se vuelve entonces un ejercicio de aparejo de patrones. El patrón de variaciones de temperatura externa, y el modelo de irradiación solar que son datos. El patrón de ocupación, o patrón de uso pueden establecerse sin esfuerzo. Debemos interponer entre estos patrones un sistema constructivo, el cual deberá dar el patrón de respuesta requerido para obtener un edificio climatizado y un ahorro de energía eléctrica.

Diseñar espacios que no requieran más climatización que el uso adecuado de materiales, la correcta orientación de vanos, la disposición de la envolvente arquitectónica y que por lo tanto sea compatible con su entorno, es en ese sentido, el diseño bioclimático una herramienta insustituible para adaptarse al medio ambiente o transformarlo en algo más propicio para la vida, conservando sus características benéficas y controlando con medios no contaminantes las adversas para la supervivencia no sólo del hombre y su cultura, sino en general de equilibrio ecológico.

El enfoque bioclimático del análisis térmico, como apoyo técnico, tendrá un sentido bastante distinto en un contexto de aplicación que se centre en el diseño habitacional propio de países industrializados, en zona templada, con problemas de ahorro energético que, mas que en los países en desarrollo tropicales y petroleros. Desde luego, existirán siempre principios científicos generales, cuya validez presentara rasgos de universalidad.

Así el comportamiento térmico real de cualquier edificación concreta es sumamente complejo y muy variable en función, tanto de las aportaciones energéticas internas, como de las condiciones microclimáticas externas: los técnicos han propuesto modelos que, al costo de una drástica simplificación de la realidad, vuelven manejable y abordable el problema.

4.1.1 Modelo del régimen estacionario

El primero y el más simple de los modelos de comportamiento térmico, el único además que se utiliza en las normativas existentes, es el denominado "Modelo del régimen estacionario" o régimen permanente o estático el cual consiste en suponer una diferencia de temperaturas constantes entre el aire interior y el exterior. Esta situación provocaría un flujo térmico también constante, que atravesaría el involucro murario siempre en el mismo sentido. Los conceptos analíticos que se introdujeron para evaluar la capacidad aislante de un involucro se basan en la hipótesis del régimen estacionario, la cual permite reducir la complejidad del comportamiento real a un problema bastante simple de transmisión térmica por conducción.

En el modelo del régimen estacionario el efecto de almacenamiento térmico resulta totalmente irrelevante. La mayor o menor capacidad térmica de los elementos constructivos no influye para nada en el flujo térmico final, sólo interviene en la determinación del tiempo requerido para que el régimen de flujo se estabilice. El gran problema del modelo que se comenta es su potencial distancia respecto a la realidad comprobable.

El modelo del régimen estacionario se aproximará a la realidad en el caso de entornos cerrados, cuyo ambiente interior se mantenga artificialmente distante del ambiente exterior por medio de sistemas mecánicos de acondicionamiento de aire que funcione continuamente. Este modelo no presentará problemas cuando se aplique a edificaciones en regiones sumamente frías que requieran el uso permanente de sistemas de calefacción o bien a construcciones en regiones muy calientes, en las que, a pesar de su elevado costo de instalaciones, mantenimiento y grave impacto ecológico se opte por instalar climatizadores mecánicos de uso continuo. En ambos casos podrá suponerse un flujo térmico de régimen estable, hacia el exterior o hacia el interior. El factor de aislamiento cobrará entonces una gran importancia económica de cara a la factura energética.

En todos los demás casos, la simplificación que impone el modelo del régimen estacionario resultara generalmente inaceptable. La difundida utilización de este modelo esta ligada a la practica de los ingenieros climatizadores y sufrirá un profundo redimensionamiento a medida que se extienda la conciencia bioclimática entre los diseñadores y se agudice la crisis energética

mundial. Desde esta perspectiva, es importante subrayar la inadecuación de las normativas de países en regiones templadas que, basándose en el modelo del régimen estacionario, exigen la obtención indiscriminada de unos valores mínimos de transmitancia para los involucros de las edificaciones, especialmente habitacionales. Con estas medidas legales se cierra el camino hacia toda racionalidad bioclimática: si bien se evita la posibilidad de un fuerte dispendio energético, se impide también, de hecho, el aprovechamiento de las condiciones externas favorable. La actitud de aislarse a toda costa respecto al ambiente exterior nos condenaría a una mediocridad tecnológica tanto más irracional cuanto menos "adverso" resulte ese ambiente exterior.

4.1.2 Modelo del régimen periódico

Otro modelo es el conocido como régimen periódico está intimamente ligado al planteamiento biotérmico del diseño arquitectónico y se plantea como alternativa frente al modelo del régimen estacionario, tratando de conseguir un mejor ajuste respecto a la realidad. El objeto es modelizar el comportamiento térmico de los elementos constructivos planos que conforman el involucro de una edificación, cuando se prescinde de los sistemas mecánicos de acondicionamiento. En vez de suponer una diferencia constante de temperaturas entre el interior y el exterior, el modelo del régimen periódico parte de la hipótesis de que la situación térmica exterior, caracterizada por la temperatura exterior (T_o), experimenta una variación periódica estable, cuyo período coincide con las 24 horas del ciclo diario.

En una primera aproximación se puede aceptar que la curva de temperaturas secas presenta una forma perfectamente sinusoidal. Podrá obtenerse mayor precisión todavía a partir de la curva de variación de la temperatura sol-aire, pues de esta forma se tomarían en consideración los efectos de la radiación. La selección de la curva constituye tan sólo un dato de partida externo respecto al modelo.

Una vez seleccionada esta hipótesis inicial y siempre en ausencia de sistemas mecánicos de acondicionamiento, el modelo predice la variación de la temperatura de la superficie interna del elemento constructivo plano, cuando está en contacto con el ambiente exterior. La forma de la curva que expresa esta variación de la temperatura interna será afín a la de la curva adoptada como

hipótesis exterior: para obtener la curva interna bastará amortiguar y desfazar la curva externa. El grado de amortiguamiento y el desfase constituyen las dos magnitudes que en el modelo del régimen periódico, caracterizan el comportamiento térmico de un elemento constructivo plano. El desfase (w) se mide generalmente en horas y el amortiguamiento (o) constituye una magnitud adimensional obtenida como cociente de la amplitud interna respecto a la amplitud externa:

$$o = T_i / T_o$$

Se puede describir el proceso, tal como lo concibe el modelo del régimen periódico, en la forma siguiente: cuando la temperatura exterior vaya en aumento y rebasa la temperatura interior, el involucro murario acumulará calor y en cierta medida la dejará pasar al interior. Cada capa acumulará calor, aumentará su temperatura y transmitirá por conducción parte de su energía térmica a las capas siguientes. Por el contrario, si la temperatura exterior desciende, el involucro cederá el calor acumulado y lo hará tanto hacia el exterior como hacia el interior.

El medio ambiente interno recibirá parte del calor cedido por el involucro y podrá, así, seguir aumentando su temperatura aunque esté en el exterior y se encuentre ya en descenso. Puede, incluso darse el caso de que el interior esté recibiendo calor del involucro aunque la temperatura externa resulte inferior a la interna. Cuando el involucro haya cedido suficiente calor se invertirá el sentido global del flujo, transmitiendo el calor desde el interior hacia el exterior, hasta que la temperatura externa vuelva a subir iniciándose un nuevo ciclo.

El involucro actúa pues, de acuerdo con el modelo, como un "volante de inercia térmica", provocando el desfase entre las curvas de variación de las temperaturas exterior e interior, así como el amortiguamiento de la amplitud de oscilación de la temperatura.

Es importante observar que las oscilaciones de las temperaturas exterior e interior se verifican respecto a un mismo nivel medio, que corresponde a la temperatura media diaria propia del período estacional considerado. Así, pues, los mecanismos térmicos de conducción/acumulación a que se refiere el modelo del régimen periódico sólo permiten reducir y desplazar en el ambiente interior los picos de la temperatura ambiente exterior, pero siempre manteniendo la oscilación en torno al mismo nivel medio. Sólo un sistema consumidor de energía permitirá temperaturas medias interiores diferentes de las exteriores.

En los climas templados, cuando la temperatura media es demasiado baja, un buen diseño solar pasivo puede bastar para elevar la temperatura

media interior. En las regiones cálidas áridas, la temperatura media diaria suele oscilar dentro de límites aceptables, pero si bien las máximas pueden ser muy elevadas, el fuerte enfriamiento nocturno reduce considerablemente las mínimas. En este caso el modelo del régimen periódico se torna en un instrumento indispensable de diseño.

Por otra parte, en los climas cálidos húmedos con muy baja oscilación térmica diaria pierde sentido utilizar el proceso de acumulación/conducción del involucro para mejorar las condiciones de confort, quedando como únicos recursos efectivos aquellos que garanticen el movimiento natural o artificial del aire y el control de la radiación directa o difusa.

La determinación del valor del desfase y del amortiguamiento para cada caso concreto constituye un problema complejo. En la práctica tendría poco sentido aspirar a un alto grado de precisión en el cálculo, puesto que los factores que intervienen en el mismo varían considerablemente y se conocen sólo con una aproximación a veces bastante burda. Es, pues, sensato contentarse con simples órdenes de magnitud, que de todas maneras bastarán para reducir lineamientos de diseño.

Los fenómenos de transferencia de calor entre el medio ambiente energético y el interior de un edificio son a través de los materiales de los techos, muros, pisos, puertas, ventanas, entre otros, y la cantidad y velocidad, de las características y comportamiento térmico de dichos materiales.

4.2 Indicadores del comportamiento térmico de los materiales de construcción

4.2.1 Medios de propagación

El calor se propaga a través de los materiales por diferentes medios. Cada uno de los materiales se calienta a diferentes velocidades y no retienen

el mismo calor, por lo que cada uno tendrá diferente temperatura y así existirá un intercambio de calor entre ellos.

Estos intercambios se producen únicamente por radiación a unas longitudes de onda diferentes, pero conforme al tipo de materiales, la transmisión de calor será en forma diferente.

Las moléculas de mayor energía cinética transmiten parte de su energía a las moléculas contiguas de menor energía. Es decir se produce la transmisión desde las de mayor a las de menor intensidad calorífica.

Estas formas de transmisión o propagación se llevan a efecto por los fenómenos de:

- * Conducción
- * Convección
- * Radiación
- * Evaporación

Conducción: Es la transmisión de calor en forma directa de molécula a molécula en el mismo cuerpo o en contacto directo entre cuerpos. Se lleva a cabo en todas direcciones.

Convección: Es la transmisión de calor a través de los fluidos (gases o líquidos). El calor se transmite al fluido por conducción, la densidad del fluido se reduce, éste se dilata y se eleva y su lugar es ocupado por moléculas frías.

Radiación: Es la propagación del calor en forma de radiaciones, de ondas electromagnéticas. Se propaga en línea recta a través de todo los medios. La radiación solar llega a tierra y calienta los cuerpos, los cuales la irradian. Las longitudes de onda de la radiación térmica están comprendidas en 0.0001 m m y 1mm. La radiación solar es de onda corta y la radiación de los cuerpos calientes es de onda larga.

Evaporación: Los cambios de estado del agua son una fuente de transmisión del calor. Cuando el agua se evapora, lleva en sí cierta cantidad de energía que restituye en el momento en que se invierte el proceso.

4.2.2 Propagación de calor a través de los materiales

La transmisión del calor a través de los materiales

dependerá de varios factores y de la diferente naturaleza de los mismos. Estos son:

- * Sus propiedades físicas y químicas
- * Su espesor
- * Su densidad
- * Su textura
- * Su color
- * La diferencia de temperatura entre las caras del material
- * La velocidad del aire circundante.

Propiedades físicas y químicas: Todos los materiales tienen diferente composición química y propiedades físicas que hacen que la transmisión se efectúe en forma diferente de acuerdo al material de que se trate.

Espesor: A mayor espesor, menor será la cantidad de calor transmitida. A menor espesor mayor será la cantidad de calor transmitida.

Densidad: Un cuerpo tiene sus moléculas muchas más juntas que otros menos densos, lo que hace que la transmisión por conducción sea mayor que en uno poco denso.

Textura: La textura es la superficie de los materiales es sumamente importante para la transmisión del calor, superficies lisas permiten mayor transmisión que las rugosas.

Color: El color de la superficie de los materiales es también otro factor relevante en la transmisión del calor, por radiación. Los colores oscuros absorberán más calor que los colores claros.

Diferencia de temperaturas: Siendo la transmisión de calor una cedencia de energía es fácil comprender que a mayor diferencia de temperatura entre las caras de un material, mayor transmisión. Si no existe diferencia de temperatura, no existirá transmisión, ya que se tiene un equilibrio térmico.

Velocidad del aire circundante: El mucho o poco movimiento del aire circundante propiciará la mayor o menor transmisión de calor. Mucho movimiento del aire dará como resultado una aceleración en la transmisión del calor.

1) Resistencia térmica

Como se ha visto la cantidad de calor que puede ser transmitida por un material dependerá de varios factores entre los que se encuentran ciertas propiedades térmicas llamadas resistencias que retardan esta transmisión. Esta resistencia varía

ampliamente, de acuerdo a la composición química del material. La resistencia total de un material será igual a la suma de todas y cada una de las resistencias de sus componentes.

Estos valores están dados con coeficientes de transmisión y conductibilidad y han sido obtenidos experimentalmente.

2) Conductividad

Es la propiedad que tienen los cuerpos homogéneos (como la madera, ladrillo o piedra) de conducir el calor, referida a la unidad de espesor. Su valor está dado en watts por metro °C y variará desde 0.025 para materiales aislantes, hasta 343.9 para metales. Cuando más bajo es el coeficiente de conductividad, mejor aislante será el material.

3) Absorción

Este es un proceso que dependerá de la facilidad que tenga un material para absorber una parte o la totalidad de la radiación solar. Es la relación que existe entre el flujo absorbido y el flujo recibido. Esta relación es inferior a uno, para la mayoría de los materiales, solamente el cuerpo negro perfecto tiene una absorptividad igual a 1a unidad.

4) Reflexión

Este es un proceso por medio del cual un material refleja una parte de la radiación en la misma longitud de onda que la radiación incidente, o en una longitud de onda menor. La relación que existe entre el flujo reflejado y el flujo incidente. Las superficies claras, lisas y brillantes tienen una reflectancia elevada, siendo una superficie teórica blanca la que tiene la perfecta reflectividad. La reflectancia es complementaria de absorbancia y su suma es igual a la unidad.

5) Emisión

Todo material es capaz de emitir una radiación específica, de acuerdo a la naturaleza del material ya su temperatura. Es la relación que existe entre la emisión de un cuerpo negro perfecto con la emisión del material. Este coeficiente es menor a la unidad. Es la cantidad de calor disponible que será emitido, en relación con el cuerpo negro. Su valor es el mismo que el de la absorbancia, para la misma longitud de onda de radiación. Si las longitudes de onda son diferentes, el coeficiente de emitancia será diferente también. Por lo que la absorbancia para la radiación solar no será igual a la emitida a temperaturas terrestres.

Materiales	Espesor (cm)	Transmisión (W/m ² °C)
Techos		
Teja o pizarra sobre entanímado y fieltro, con falso plafón de yeso	9	1.7
Cubierta de lámina de aluminio con fibra de 13 cm y dos capas de fieltro bituminoso	1.5	2.16
Cubierta de lámina de aluminio con fibra vidrio de 5 cm	5.5	1.25
Concreto armado de 10 cm y 3 capas de fieltro bituminoso	11	3.35
Concreto armado de 10 cm y 3 capas de fieltro bituminoso y corcho de 2.5 cm	13.5	1.08
Concreto armado de 10 cm y 3 capas de fieltro bituminoso y fibra de vidrio de 5 cm	16	1.13
Entanímado de 2.5 cm sobre maderas con 3 capas de fieltro bituminoso y falso plafón de yeso	13.5	1.8
Entanímado de 2.5 cm sobre maderas con 3 capas de fieltro bituminoso y falso plafón de yeso, con placas aislantes de fibra de vidrio de 5cm sobre entanímado	18.5	0.91
Entanímado de 2.5 cm sobre maderas con 3 capas de fieltro bituminoso y falso plafón de yeso con placas aislantes de fibra 13cm sobre el	14.8	1.35

Transmisión de calor de los materiales según su espesor

4.2.3 Almacenamiento y capacitancia

Cuando un material se calienta por medio de una radiación y de acuerdo a su absorptividad, éste almacenará cierta cantidad de calor. Aumentará su temperatura en forma uniforme en todo su volumen a diferente velocidad de acuerdo al material. Acumulando calor en su masa, la cual será específica de cada material. Esta retención de calor es la llamada capacitancia calorífica y que representa la cantidad de calor retenida por unidad de volumen para la elevación de 1°C de la temperatura del cuerpo. El calor absorbido por un material para elevar 1°C su temperatura, lo restituirá cuando su temperatura baje 1°C.

4.2.4 Retraso y amortiguamiento térmico

La variación de las condiciones climáticas de un lugar hacen que las variaciones diarias de temperatura sean diferentes produciendo un ciclo repetitivo cada 24 horas, de aumento y descenso de temperatura ocasionando la transmisión periódica de calor.

Así al aumentar la temperatura exterior, el calor comienza a atravesar la superficie exterior de un material, cada una de sus partículas absorberán cierta cantidad de calor por cada °C de elevación de temperatura y de acuerdo al calor específico del material.

El calor se transmitirá a las otras partículas sólo cuando se haya aumentado la temperatura de las primeras, por lo tanto el incremento de la superficie interna del material sufrirá un retardo.

Material	Espesor (cm)	Retraso (horas)
	5	1.1
	10	2.5
Concreto sólido	15	3.8
	20	5.1
	30	7.8
	40.6	10.2
Tabique	10	2.3
	20	5.5
	30	8.5
	40.6	12
	1.25	0.17
Madera	2.5	0.45
	5	13
	1.25	0.08
	2.5	0.23
Panel aislante	5	0.77
	10	2.7
	15	5

Retraso calorífico de los materiales según su espesor

Posteriormente al descender la temperatura exterior, el calor almacenado en el material disipará hacia a dentro y hacia fuera llegando a invertirse el sentido del flujo calorífico.

Las magnitudes que nos permiten medir estos fenómenos son:

- * Tiempo de retraso térmico
- * Amortiguamiento térmico, que es igual a la relación entre la temperatura superficial exterior máxima y la interior máxima.

4.2.5 Inercia térmica

Es la velocidad a la cual un material transmitirá el calor. Se puede considerar como el área superficial de una esfera sobre la que se extiende la temperatura en la unidad de tiempo.

Dependerá de dos factores que son:

- * Si es un material de elevada conductividad, la velocidad será mayor.
- * Si es un material denso y de un elevado calor específico, la velocidad será más lenta por que gran parte del calor se absorberá.



SECCION

5.1 Control térmico

Los sistemas de climatización, por sus características, se han denominado, entre otros: sistemas pasivos, cuasipasivos, activos, híbridos, naturales, de autoclimatización, entre otro.

Existen varias definiciones acerca de lo que es un sistema pasivo. En sí, el término pasivo se empezó a aplicar hace sólo unos cuantos años a aquellos sistemas de climatización ambiental que, en contraste con los complejos y sofisticados equipos de aire acondicionado o calefacción modernos, resultaban muy simples, tanto en concepto como en funcionamiento y mantenimiento; de hecho tratan de ser lo menos dependiente posible de equipos auxiliares convencionales de apoyo (bombas, ventiladores, condensadores), siendo, en la mayoría de los casos, totalmente independientes de éstos. En consecuencia, los sistemas pasivos de climatización se caracterizan por su mínima dependencia de energéticos convencionales, tales como combustibles fósiles y electricidad, contribuyendo de manera contundente al ahorro y uso eficiente de los recursos no renovables.

Los sistemas pasivos se caracterizan por formar parte de la estructura misma de la edificación, aunque acoplados de tal manera a las características del medio ambiente, que pueden captar, bloquear, transferir, almacenar o descargar energía en forma natural y casi siempre autorregulable, según el proceso de climatización implicado.

Para la clasificación de los sistemas pasivos de climatización se consideran tres aspectos:

- * Configuración estructura
- * Genero
- * Requerimientos de climatización

La clasificación por requerimientos de climatización se desarrollara en los siguientes apartados, consistente en:

- * Control Térmico
- * Calentamiento-enfriamiento
- * Control de humedad
- * Humidificación
- * Deshumidificación
- * Arquitectura del paisaje
- * Ecotecnologías
- * Iluminación natural

Cuando se refiere al control térmico se debe tener presente las necesidades de calentamiento-enfriamiento mediante los sistemas pasivos.

Llegar a controlar el calentamiento de un espacio implica el control de los siguientes elementos:

- * El espacio que va a ser calentado
- * Un colector, donde la radiación solar sea admitida dentro del sistema y convertida a calor por una superficie absorbedora (este puede ser sólo la envolvente de la edificación). En la mayor parte de los casos, el sol es la fuente de calor
- * Un almacén de calor, (que puede ser la capacidad de almacenamiento térmico de la masa en la edificación) para suplir de calor al edificio en el periodo en el que no esta disponible la fuente

Los posibles intercambios de energía durante el funcionamiento del sistema existen entre:

- * La fuente de calor y el almacén
- * La fuente de calor y el espacio
- * El almacén y el espacio

Lo que habrá que calcular, es la dimensión de estos dispositivos, para que la interacción entre los tres elementos, de como resultado que en el microclima interior generado por el edificio, se presenten las condiciones de comodidad durante todo el día.

Un sistema pasivo de enfriamiento del espacio contiene los siguientes elementos:

- * Un espacio que va a ser enfriado
- * Un enfriador o sumidero de calor, (cielo, atmósfera, o suelo), hacia el cual el calor se descargue
- * Un almacén térmico, (que puede ser la capacidad de almacenamiento térmico de la masa en la edificación) para enfriar el interior del edificio, en el periodo en el que el sumidero de calor no está presente.

Los posibles intercambios de energía existen entre:

- * El enfriador y el almacén
- * El enfriador y el espacio
- * El almacén y el espacio

De manera similar, los sistemas pasivos de calentamiento y enfriamiento, habrá que dimensionar los dispositivos seleccionados. Cuando no es posible obtener condiciones de comodidad con el uso de las técnicas antes descritas, el auxilio de equipo mecánico aumenta el flujo natural de energía en el monto y dirección deseada, y en el momento conveniente; y cuando el costo y la energía de operación de éstos equipos se justifiquen en un mejor funcionamiento del sistema.

En contraparte con los sistemas pasivos que pretenden utilizar solo el medio ambiente como recurso, existen edificios equipados con sistemas mecánicos completos, de los cuales se depende para que en el interior del mismo se obtengan las condiciones de comodidad. Estos últimos son llamados sistemas activos.

El término "pasivo" y el término "activo" en los sistemas de climatización, representan los extremos en el empleo de sistemas mecánicos. También puede existir una mezcla de equipos activos y dispositivos pasivos, que formará un sistema llamado híbrido.

En los climas extremos, donde no es posible obtener soluciones totalmente pasivas, la solución híbrida, es la más económica en equipo, y en operación, y generalmente, de mayor calidad en la comodidad.

5.1.1 Calentamiento

El calentamiento en un sistema pasivo implica el aprovechamiento de una fuente de energía que pueda proveer el calor necesario. Esta fuente puede ser cualquiera que se tenga presente en la localidad de la construcción, por ejemplo geotérmica o solar. Dado que el caso común de fuente de calentamiento es el sol, se tratará a continuación con este caso.

Existen dos factores particularmente importantes que deben ser considerados para cualquier esquema de caracterización

de un sistema pasivo de calentamiento:

1) Las características de la apertura de colección de la radiación solar, tomando en cuenta:

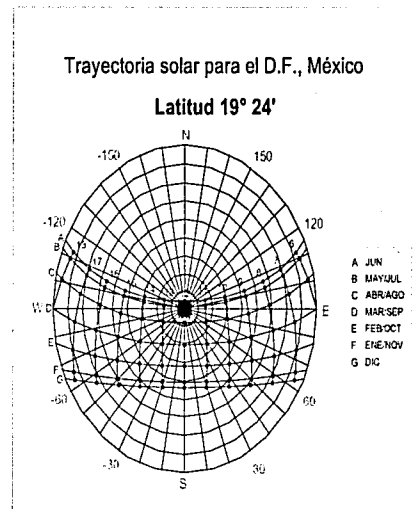
- * Orientación de las fachadas, e inclinación de la incidencia solar con la vertical
- * La localización relativa para con el resto de la estructura de la edificación

2) El método en que se está entregando la energía, tomando en cuenta el espacio acondicionado:

- * Mecanismos de transporte de energía
- * Graduación esencial del control térmico

3) Características de la apertura de colección:

- * Se necesita conocer la trayectoria del sol, para estimar con exactitud el valor de la ganancia de la radiación solar, sobre superficies horizontales y verticales, y así determinar la posición óptima de las aperturas de colección.
- * Se sabe que el movimiento aparente del sol en la bóveda celeste, a lo largo del día describe un arco, con un punto máximo al medio día, y, por la inclinación del eje terrestre, al paso de las estaciones, el lugar del alba y el ocaso se desplaza hacia el norte en el verano, y hacia el sur en el invierno.



* Se puede estimar la cantidad de radiación solar, sea esta difusa o directa, sobre un plano que este sobre la superficie de la tierra y que presente una cierta inclinación, por medio de relaciones geométricas y ángulos en función de la orientación relativa a la tierra y al sol.

Para localidades al norte del ecuador, y encima de los trópicos, el aprovechamiento del sol de invierno se lleva a cabo colocando ventanales en la fachada sur, recibiendo éstos los rayos solares durante la mayor parte del día. Así se obtiene una máxima ganancia de calor. Además se puede evitar, en verano la entrada directa de la radiación solar (debido a la inclinación con que incide sobre la superficie en esa época del año), colocando elementos sombreadores sobre las ventanas.

Ahora bien, si se toma en cuenta que el ángulo de incidencia de la radiación solar sobre las fachadas sur, (para propósitos de transmisión de la radiación solar) no es favorable en verano; sería factible colocar vidrios en posición horizontal para obtener así un mayor flujo de calor hacia el interior, flujo que podrá ser regulado por medio de aislantes móviles que permitan el paso de la radiación en invierno y en verano la obstruyan. Para ello las superficies receptoras podrían ser la pared sur y/o el techo; utilizando por ejemplo el techo cuando la superficie sur este obstruida (sombras de edificios aledaños) o que la orientación del edificio este restringida. Para localidades en el hemisferio norte cercanas al ecuador, aún en invierno, el techo es la mejor superficie receptora.

También se puede tener una superficie colectora que está ligada a la envolvente propia de la edificación, que tendrá la ventaja de proporcionar un área de colección adicional, y así poder suplementar la energía colectada a través de la misma.

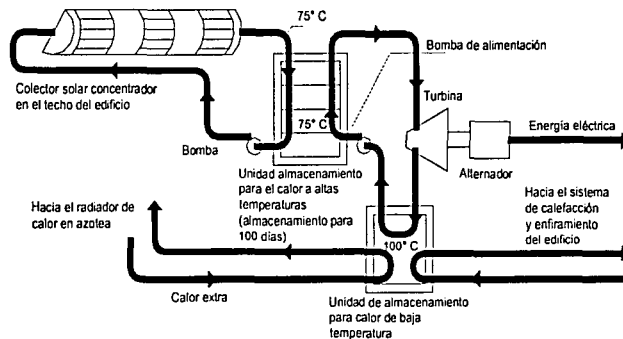
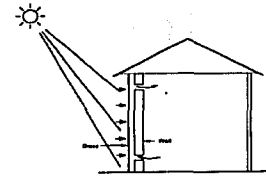


Diagrama de funcionamiento de un colector solar



Ganancia térmica a través de un doble muro

A continuación se dan tres categorías de sistemas pasivos de calentamiento, basados en el método de la energía entregada para el espacio:

- * Calentamiento directo: La radiación solar es admitida directamente en el espacio, donde es convertida en calor por absorción en las superficies internas y sobre el contenido del espacio. La temperatura del aire en el espacio "oscila" debido a las superficies absorbentes y/o el almacenamiento térmico.
- * Calentamiento indirecto: La radiación solar es convertida en calor por absorción en una superficie externa al espacio. El contenido del espacio no está expuesto a la radiación directa del sol, la temperatura del aire en el espacio "oscila" debido al absorber y/o el almacenamiento térmico.
- * Calentamiento aislado: La radiación solar es convertida a calor por absorción en una superficie externa al espacio. El contenido del espacio no está expuesto a la radiación directa del sol, la temperatura del aire en el espacio puede regularse independientemente del absorber y/o el almacenamiento térmico.

En algunas ocasiones la combinación de los tres sistemas son de considerable importancia. Varias combinaciones de localización de aperturas y mecanismo para transferir energía hacia el espacio de ningún modo agotan la lista de posibilidades.

La clasificación, se dificulta grandemente cuando se trata de edificaciones de varios pisos. En estos casos, los procesos de transmisión se complican, o bien en situaciones donde los procesos industriales requieran de rangos de alta ventilación. Por lo tanto serán más apropiados los esquemas híbridos que involucren asistencia mecánica en la transferencia de calor.

También la forma de los edificios es determinante en el almacenamiento de calor y tiene que ver con la relación superficie volumen.

5.1.2 Enfriamiento

El enfriamiento involucra la descarga de energía por acoplamiento selectivo del sistema, con las partes más frías del medio ambiente, buscando que ese flujo de energía se da por mecanismos naturales. Los posibles enfriadores o sumideros de calor del medio ambiente son: el cielo, la atmósfera y el suelo.

En el enfriamiento al cielo, la radiación del sistema pasa a través de la atmósfera y se disipa al espacio exterior. El enfriamiento radiativo al cielo funciona bien en condiciones ambientales que presentan cielos claros, y tiene el potencial de enfriar el sistema por debajo de la temperatura del aire ambiente. El límite primario para este tipo de enfriamiento lo fija la ganancia de calor convectiva y radiativa proveniente de la atmósfera circunvecina.

La energía del sistema puede también ser descargada a la atmósfera durante aquellos momentos cuando las condiciones del ambiente son favorables para tal intercambio. El calor puede ser disipado por una elevación de la energía de calor sensible del aire circunvecino (por ejemplo el aire frío de la noche) o por elevación de la energía de calor latente (por ejemplo el enfriamiento evaporativo). En cada caso, la transferencia de energía al aire puede ser mejorada por el movimiento del aire. El manejo de la energía para este movimiento puede provenir del viento, utilizando turbinas eólicas o mecánicas convectivas especiales. En climas secos, se tiene enfriamiento por radiación al cielo, para reducir la temperatura del sistema, así como buen enfriamiento por calor sensible y evaporativo al aire ambiente. Los climas húmedos dificultan ambos mecanismos y solo tienen disponible, el enfriamiento cuando el aire es más frío.

Análogo a los procesos de calentamiento, a continuación se da una clasificación de los procesos de enfriamiento directo, indirecto aislado:

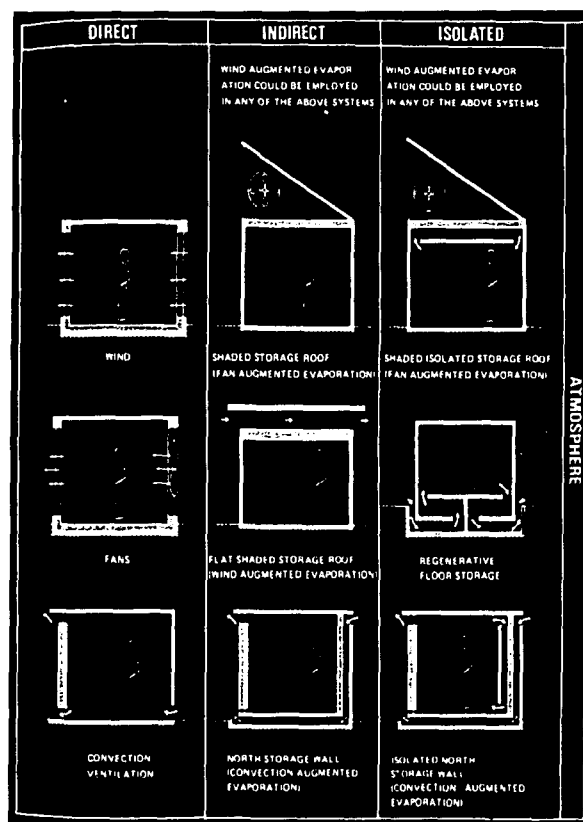
*Enfriamiento directo: Ocurre cuando las superficies y el contenido del espacio están expuestos directamente al (los) medio(s) de enfriamiento del ambiente (sumideros).

*Enfriamiento indirecto: Ocurre cuando el espacio es enfriado por transferencia de calor hacia una superficie que a su vez, esté siendo enfriada directamente por exposición al (los) sumidero(s) de energía del ambiente, o que ha sido enfriada en otro momento, pero su capacidad

de almacenamiento térmico, le permite seguir enfriando el espacio.

*Enfriamiento aislado: Ocurre cuando el espacio es enfriado por un fluido que controla la transferencia de calor entre la superficie enfriada por él (los) sumidero (s) de calor, o el almacén térmico, que ha sido enfriado en otro momento por intercambio con la superficie enfriada por el ambiente.

Una muestra representativa es la combinación de los sumideros de energía térmica del medio ambiente con medios mecánicos para transferir energía del espacio ocupado. Estas combinaciones de ningún modo agotan la lista de posibilidades. Se debe prestar interés en los sistemas cuyos elementos puedan servir tanto al calentamiento como al enfriamiento. Generalmente, un almacén de calor sirve para fines de calentamiento o enfriamiento.

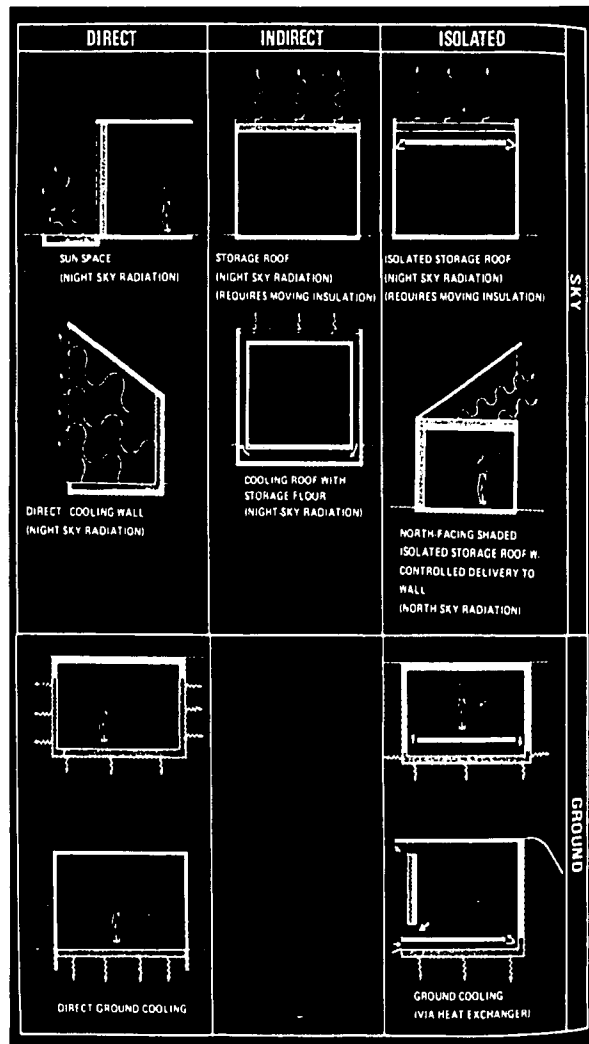


Clasificación de sistemas de enfriamiento (directo, indirecto y aislado)

Es el diseño de un sistema de ventanas para un sistema de ventilación se pueden identificar cuatro pasos.

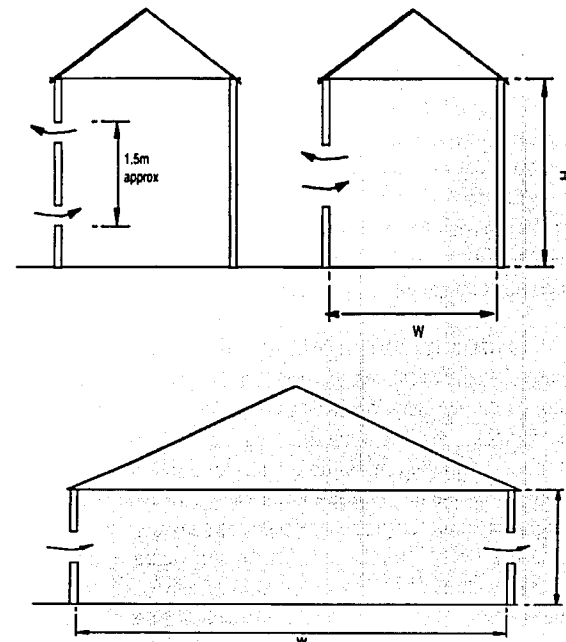
Primero, es importante tener una clara imagen del rango direccional del viento en el lugar, durante todo el ciclo anual. Segundo, es necesario hacer una determinación de las necesidades de enfriamiento por ventilación (diurno y estacional) para el confort térmico. Tercero, es necesario evaluar el resguardo de las estructuras o topografías vecinas que alteren el flujo del viento, tanto en magnitud como en dirección. Por último, es vital escoger un sistema de ventanas cuyas características funcionales correspondan tanto al viento como a la comodidad térmica requerida.

Los sistemas de ventanas son para tomar una máxima ventaja del poder de ventilación, y no necesariamente en la respuesta direccional máxima proporcionando la mayor efectividad bajo condiciones habituales en las que los cambios de dirección del viento estén sobre ciertos rangos de direcciones en una base horaria, diaria o estacional.



Clasificación de sistemas de enfriamiento (directo, indirecto y aislado)

Otro recurso clima cálido, es la ventilación. En este caso, el movimiento del aire no se usa para enfriar la estructura solamente, sino que la función principal es la de aumentar la descarga de calor del cuerpo humano. Por lo que el diseño de las aperturas (ventanas) para proveer de viento el interior del edificio debe hacerse fijando la atención en que las corrientes de aire incidan sobre los ocupantes y no solamente sobre las estructuras.



Ejemplos de ventilación simple y ventilación cruzada

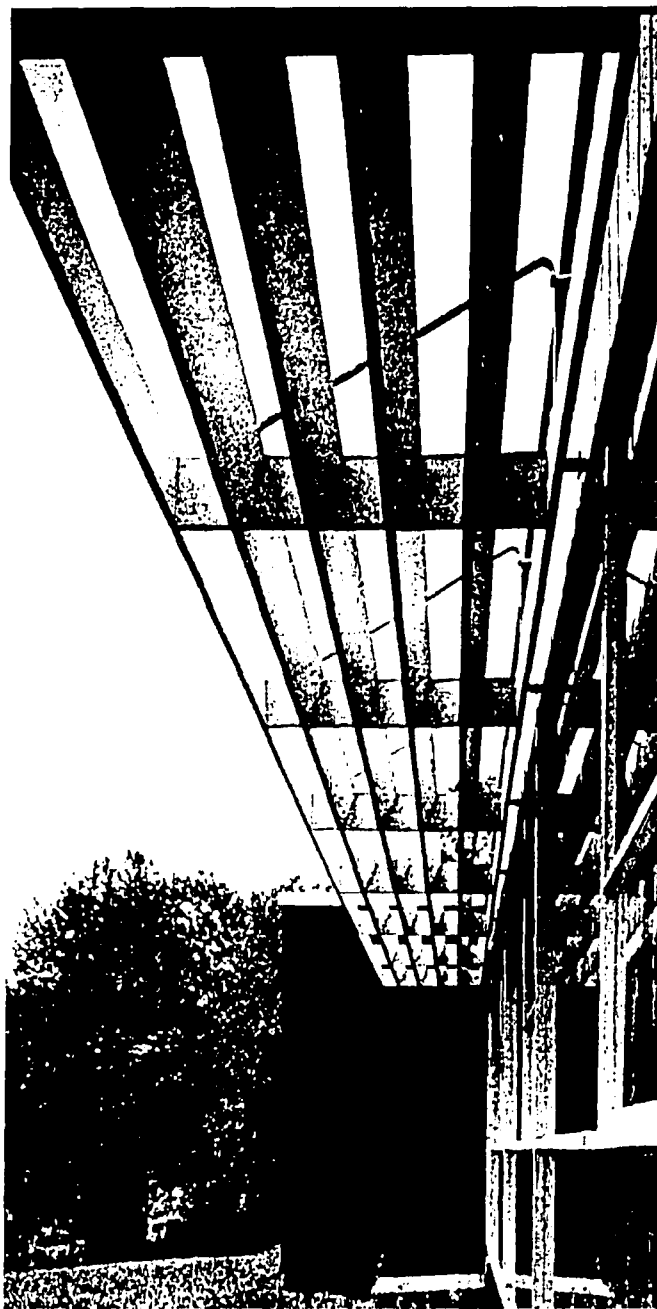
Para un óptimo enfriamiento por ventilación, se requiere un área efectiva suficiente, tanto para la entrada como para la salida del aire, con la entrada localizada en una zona de presión positiva y la salida en una zona de presión negativa.

Se deberá procurar siempre una ventilación cruzada para incrementar la convección sobre los ocupantes y proveer una mayor comodidad de los mismos.

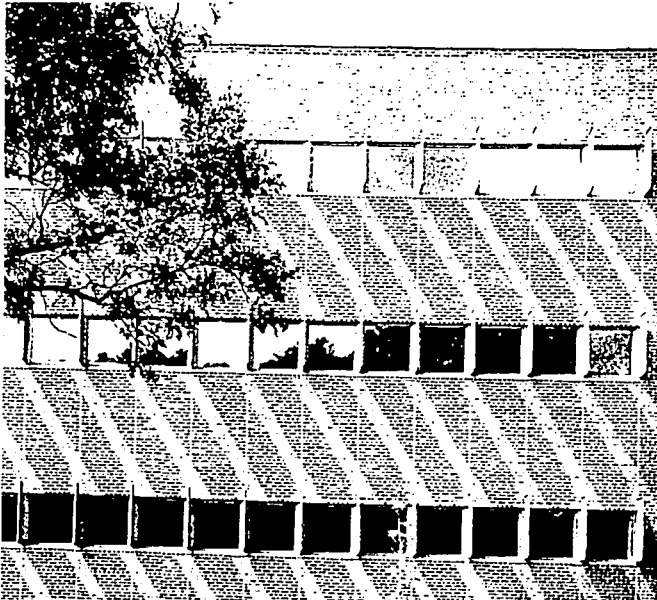
Los cuartos que solo cuentan con apertura de entrada, muestran que en vientos oblicuos y normales, ésta funciona como ambas (parte como entrada y parte como salida). Los tamaños de las ventanas no son determinados por la ventilación solamente, sino que también se tienen que tomar en cuenta otros factores arquitectónicos como iluminación, privacidad, seguridad y control a la radiación solar. Aunque es posible separar aperturas que solo sirvan para iluminación (ventanas) y aperturas que solo sirvan para ventilación (ventilas).

Una cuestión importante en ventilación es como distribuir el área disponible para ventana. Un parámetro importante en cuanto a esto es la distribución relativa de áreas para entradas y salidas. Es recomendable colocar ventanas corredizas, las cuales presentarán una resistencia menor al paso del aire, y colocadas de tal forma que el aire incida sobre los ocupantes y así aprovechar el enfriamiento evaporativo sobre el cuerpo humano. Las ventanas de persiana son ineficientes, por lo que su uso no se recomienda. Así mismo debe evitarse colocar aberturas de entrada y salida pegadas a las paredes o techo debido a que el flujo de aire tendería a pegarse a estas superficies y el efecto del enfriamiento sobre el cuerpo humano quedaría nulificado.

Un factor importante que hay que tomar en cuenta, cuando se seleccionan dispositivos pasivos para un edificio en un clima cálido, es que la radiación solar es abundante, y generalmente aparecerá todos los días. Para evitar calentamiento cuando no se desea, existen sistemas que escudan, los dispositivos sombreadores, aleros y parasoles. La radiación reflejada y emitida por superficies vecinas (en zonas desérticas suele ser importante), se puede escudar cuidando que las ventanas para iluminación natural y las áreas de circulación externas al edificio, se alojen en un patio interior, o con el auxilio de la jardinería en el exterior del edificio, cuando el recurso del agua lo posibilite.



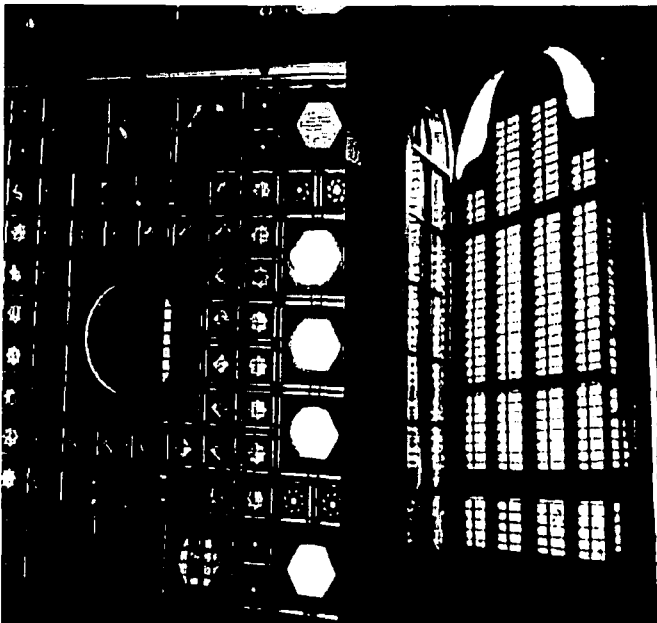
Ejemplo de alero. Residencia para el Dr. S.K. Rossman, Wyncote, Pennsylvania



Ejemplo de partesoles. Universidad de Minnesota

Sobrilla como protección solar.
Sagrada Mesquita del Profeta de Medina.
Arabia Saudita.

Obstructores solares

Filtro solar. Instituto del Mundo Árabe/JeanNouvel
Paris, Francia

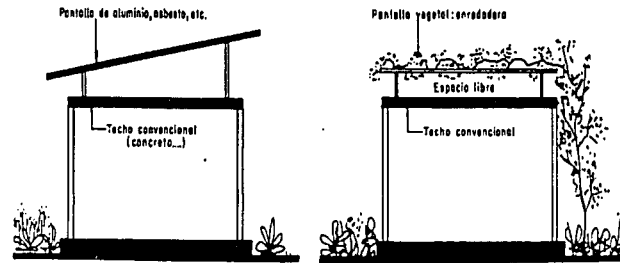
Filtro solar

Por otra parte, los techos son las superficies que más asoleamiento reciben, sobre todo para localidades dentro de los trópicos, por lo tanto debe cuidarse que el calor captado por estos, no sobrecaliente el interior del edificio. Una manera de lograrlo con sistemas pasivos, consiste en presentar una gran masa de material en la techumbre, capaz de almacenar el calor captado, y que retarde la transmisión de calor al interior, de tal manera que la mayor parte se transmita al medio ambiente. La solución de la arquitectura tradicional consistió en techos de terrado. Actualmente, donde se empleen grandes losas de concreto, el problema está resuelto.

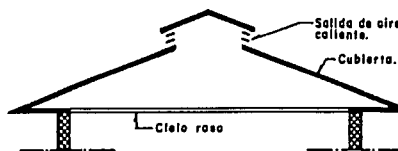
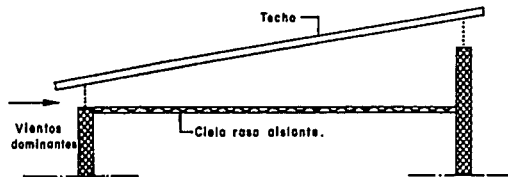
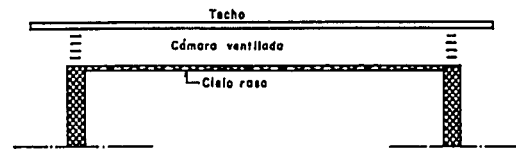
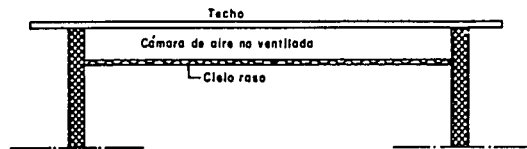


Ejemplo de masa térmica. Apulia, Italia.

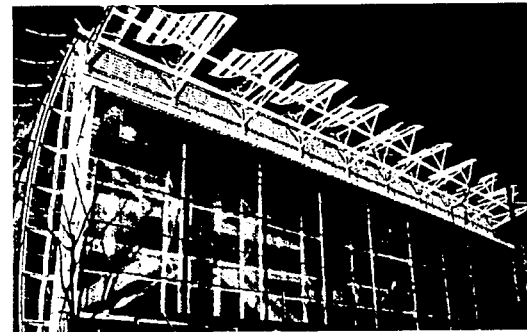
Otras maneras de escudar el techo, consisten en presentar dos placas que formen el techo. La placa superior será la que reciba el calentamiento. Entre ambas placas se permitirá que el espacio se ventile. De esta manera, el calor captado se evacuará con este flujo de aire del medio ambiente, y la placa inferior, cuyo sobrecalentamiento es el que puede presentar problemas de incomodidad, tendrá una temperatura que oscilará alrededor de la del medio ambiente. Una solución en la que hemos estado trabajando es con la vigueta y bovedilla, simple y económica.



Doble techo como protección

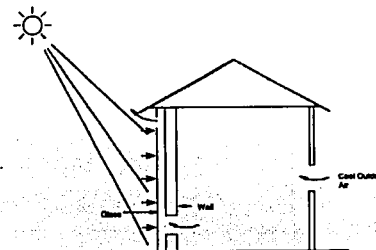


Doble techo como protección

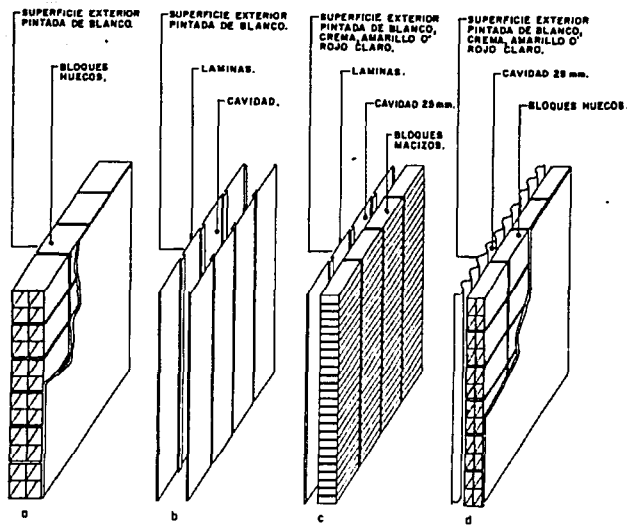


Estructuras protectoras solares. Pabellón Británico. España, Sevilla/Nicholas Grimshaw.

Otra superficie de la envolvente sensible al asoleamiento, es la pared poniente. La radiación incide sobre esta superficie durante la tarde, cuando también se presenta la máxima temperatura del día. Para no recibir este calentamiento no deseado, se pueden emplear ideas similares a la techumbre, almacenamiento térmico que retarde la transmisión del calor, o muros dobles ventilados. Es claro que debía estar prohibido que en climas cálidos, se abran ventanas con vidrio en fachadas poniente, a menos que cuenten con parasoles.



Doble muro como método de enfriamiento



Ejemplos de doble muro

En climas extremos, el uso de los sistemas pasivos se ve limitado. Pero, el empleo de estas técnicas, permiten obtener un edificio de máxima eficiencia energética. El edificio óptimo es el que emplea cero energía extra, y este es un edificio climatizado de manera natural.

Es importante recalcar que la forma de los edificios es un factor importante en la captación del calor, y por lo tanto se van a generar diferencias de temperaturas en diferentes partes de los edificios, provocando diferentes zonas de presión que generan corrientes de aire, que a su vez, pueden ser elementos de enfriamiento.

5.2 Control de Humedad

En climas cálido-húmedo y en muchos sitios con estaciones calurosas, la humedad es el principal problema a combatir cuando se quiere enfriar el aire.

Se ha encontrado que hasta un 40% del consumo de la energía eléctrica para aire acondicionado en regiones caliente y húmedas es para deshumidificar el aire.

En cuanto al enfriamiento pasivo, también se tiene problemas por la humedad. El enfriamiento por evaporación no es efectivo porque a menudo la temperatura del bulbo húmedo está fuera de la zona de confort. Todavía más, la necesidad de limitar la humedad añadida al interior del edificio hace que se requieran sistemas indirectos más complicados. La humedad en la atmósfera inhibe el enfriamiento por radiación nocturna. El enfriamiento convectivo nocturno también se ve limitado debido a que la oscilación de temperatura, que en las regiones áridas puede ser de hasta 27°C, en regiones húmedas puede verse reducida hasta 7°C.

Las técnicas de enfriamiento pasivo que aprovechan los sumideros de calor naturales, que ya se han mencionado pueden suministrar enfriamiento sensible, pero no hace gran cosa en cuanto al enfriamiento latente. Algunos estudios han mostrado que en lugares muy húmedos, el enfriamiento sensible obtenido mediante medios pasivos no lograron condiciones en interiores dentro de la zona de confort, y fue necesario un notable movimiento de aire y deshumidificación del mismo.

Las alternativas a la deshumidificación del aire con propósitos de confort son el movimiento del aire y la disminución de la temperatura radiante de las superficies de los alrededores. Cuando se tiene una humedad ambiente demasiado alta en el aire ambiente, el proceso de enfriamiento del cuerpo humano por respiración se ve limitado y entonces se hace necesaria la eliminación de calor desde la piel por convección y radiación.

5.2.1 Fuentes de humedad

Para disminuir la necesidad de deshumidificación conviene empezar por disminuir las fuentes de humedad y realizar un análisis económico para comparar los costos de disminuir la carga y usar deshumidificadores.

1) Fuentes de humedad interna:

* Los ocupantes del edificio

- * Cocina
- * Baños

2) Fuentes externas de humedad:

- * Permeación de vapor de agua a través de los materiales de construcción debido al gradiente de vapor de agua entre el interior y el exterior
- * El vapor introducido hacia el interior a través de puertas, ventanas y otras aberturas

En la siguiente tabla se dan algunas cantidades de humedad producidas por estas fuentes:

		Humedad liberada(lb/hr)
Fuente interna		
Ocupantes:	Adultos descansando	0.16
	ejercicio ligero	0.43
	ejercicio fuerte	0.57
Cocina:	cafetera de 11.41	0.29
	cocinando para 4:	
	desde los alimentos	1.2
	desde el gas	1.5
Regadera:	(5 minutos)	0.25-0.50
Otros:	Plantas domésticas(7)	0.04
	(vegetación)	
	trapeado de piso	2.4
Permeación:	pared de madera (1000ft ²)	0.03
Infiltración/ventilación	(1 ACH, 10000 ft ² y 0.18 lb en exterior)	4.4

Cargas latentes de fuentes internas y externas

5.2.2 Humidificación

La humedad del aire puede ser descrita como humedad absoluta, que viene a ser la cantidad de vapor de agua presente en una unidad de masa o unidad de volumen de aire, en término de g/kg o g/m³. Sin embargo, la humedad relativa es una forma más útil de expresar humedad, por dar una indicación directa de la capacidad de evaporación, esto es la cantidad de humedad que el aire puede retener (el punto de saturación), y depende de la temperatura.

La humedad relativa, a una temperatura determinada, es el cociente entre la masa de vapor de agua que realmente existe presente en la atmósfera, y la masa que sería necesaria para saturar a esta temperatura (Colieu, Powney).

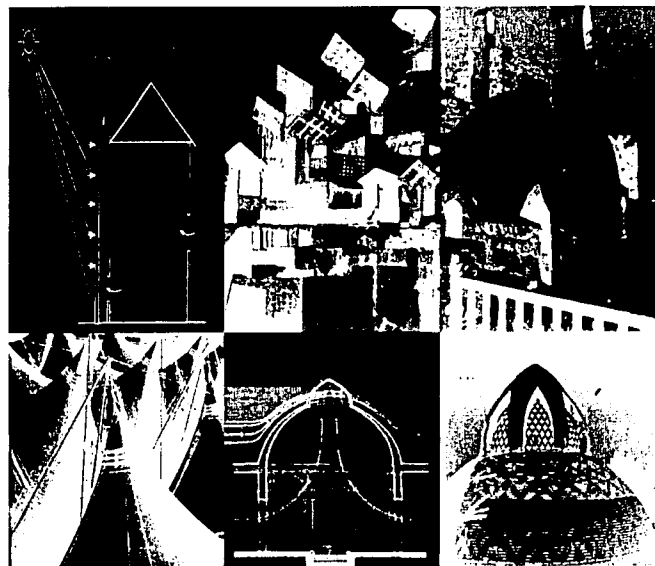
El bienestar térmico está directamente influenciado por la humedad. El aire caliente y húmedo es sofocante, comparado con el aire caliente y seco. El factor humedad incide en el diseño de una edificación. Para climas cálido-húmedo se requiere un tipo de diseño que permita la circulación de aire, al igual que la posibilidad de deshumidificar los ambiente internos.

El secado de aire húmedo produce una sensación de enfriamiento fisiológico, más que un efecto físico real. Debido a que la alta humedad impide al hombre el enfriamiento natural por medio de la evaporación del sudor (en vez de ello el sudor se aloja sobre la piel y no se evapora para enfriar el cuerpo), la tolerancia del hombre para soportar temperaturas más altas se reduce. Es por ésto que en los países árabes, los habitantes se han protegido contra la pérdida de humedad tanto del cuerpo (vestimentas), como en el ambiente de sus casas. Dada la escasez de agua, han creado sistemas ingeniosos de almacenamiento de agua, de su purificación y de su utilización como sistema de humidificación.

La temperatura del aire en el rango de los 23.9 a los 26.7 °C, acompañada de alta humedad relativa, puede proveer bienestar térmico natural, al reducir la presión del vapor de agua.

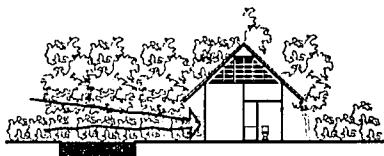
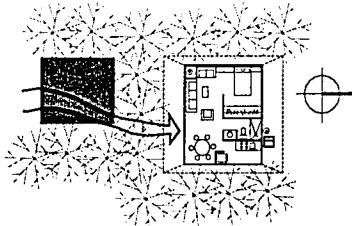
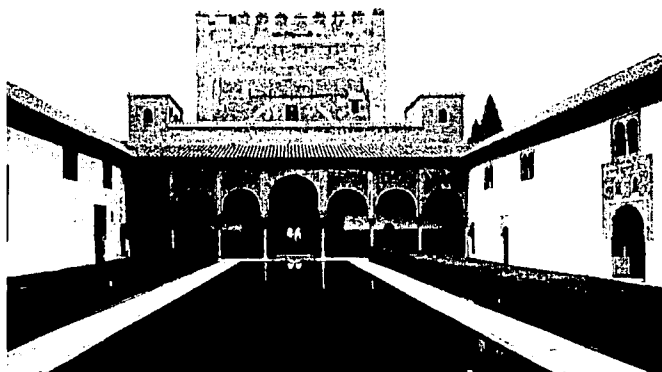
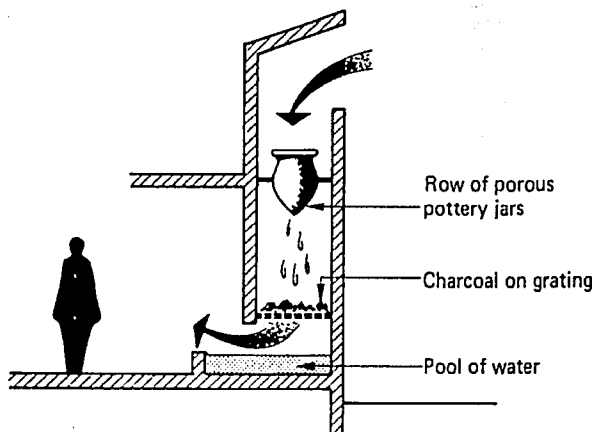
Sistemas de humidificación:

- * Sistema Chimenea



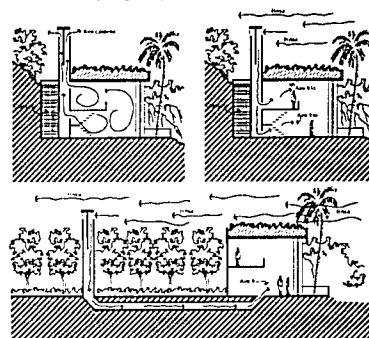
Ejemplos de chimeneas enfriadoras

* Captores con agua



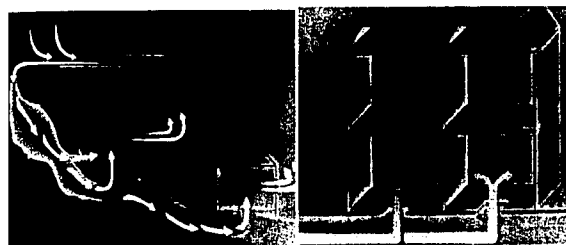
Ejemplos de fuentes de agua

* Torre eólica (bag air)



Ejemplos de torres eólicas

* Ductos subterráneos



Ejemplos de ductos subterráneos como método de humidificación

- * Enfriadores evaporativo en New Gourna, Egipto
- * Túnel de Rorkee-India
- * Respiraderos de aire

5.2.3 Deshumidificación

Estrategias de deshumidificación

Desafortunadamente no hay avances significativos en las técnicas de deshumidificación pasivas que pueda aplicarse sin mucho esfuerzo en cuanto a entendimiento, por parte de los diseñadores y constructores, de los procesos involucrados. Sin embargo pondremos a continuación lo que sabemos al respecto.

En el ámbito de investigación están siendo consideradas

las siguientes estrategias y dispositivos:

- * Dilución de la humedad interior por ventilación con aire del ambiente exterior con punto de rocío menor
- * Condensación sobre superficies que han sido enfriadas mediante técnicas pasivas o híbridas
- * Condensación sobre superficies enfriadas mediante técnicas activas
- * Absorción de la humedad mediante desecantes regenerados por calor de manera periódica

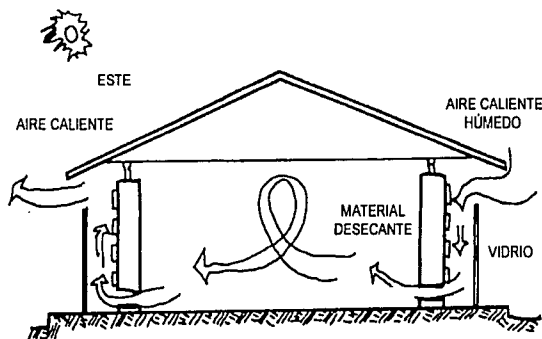
Sistemas de deshumidificación:

- * Sistema de enfriamiento por desecantes
- * Sistemas de lecho dual por deshumidificación de Moore
- * Deshumidificación solar pasiva

1) Deshumidificación mediante desecantes

En la figura se muestra lo que es la operación de un deshumidificador sencillo por desecantes. En la figura se aprecia una propuesta de sistema pasivo de deshumidificación, la operación es la de un sistema de deshumidificación mejorado.

En el sistema mostrado en la figura, por la mañana el sol calienta la pared este, regenerando el desecante que ha absorbido la humedad de la tarde anterior, mientras el aire es deshumidificado en la pared oeste. El proceso se invierte durante la tarde.



El uso de tales desecantes representa un método de enfriamiento por deshumidificación.

5.3 La vegetación y el agua para crear microclimas

El agua y la vegetación son elementos que permiten el control de las condiciones microclimáticas exteriores a la edificación. El enfriamiento de una construcción puede ser logrado mediante la modificación del microclima existente. La plantación estratégica de árboles, arbustos y vegetación en general, suministrará sombra a la construcción y al suelo alrededor de ésta, evitando el incremento del calor solar por la reflexión de las superficies.

La forma de la edificación y el tipo de vegetación (setos, árboles, etc.) puede canalizar y concentrar las brisas a través del edificio (sistemas de ventilación inducida).

Un estanque de agua, una fuente de irrigación de la vegetación ubicada a barlovento del edificio, reducirá la temperatura del aire incrementando su capacidad de enfriar los ambiente internos, arrastrando el calor hacia fuera.

La vegetación permite reducir la penetración de calor hacia el interior de la edificación y dispersar el calor acumulado durante el día, para prevenir la re-radiación durante la noche. Para ello es aconsejable un doble techo ventilado. Este tipo de protección previene que durante el día la acción de los rayos solares llegue directamente a la masa de la estructura.

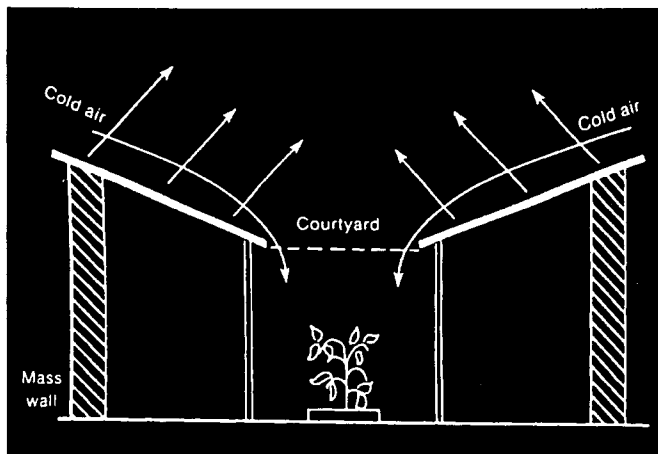
Según David Wright, en climas cálido-húmedo la masa de la estructura debe ser minimizada para evitar el almacenamiento de calor en el material de la edificación. Una estructura con baja capacidad de retención de calor se enfriará rápidamente cuando hay lluvias y brisas.

La vegetación es el mejor elemento para sombrear las paredes, sin embargo, cuando esto no es posible, se pueden utilizar elemento de protección solar separador de la pared para permitir la ventilación y la remoción de calor.

La pared diseñada por A. Monen Saleh tiene las ventajas térmicas de una pared tradicional de construcción masiva, que impide la penetración inmediata de la carga térmica solar y, a su vez, tiene las ventajas prácticas

de la construcción ligera. Esto se logra sombreando la pared exterior de la edificación con paneles prefabricados separados de la pared, proveyendo un espacio libre para la circulación del aire exterior; las paredes pueden ser de vidrio o metal.

Otro ejemplo del uso adecuado de la vegetación es el patio interior, que viene a ser un espacio abierto y sombreado que ha sido utilizado por muchas culturas (en Guadalajara aparece en las casas de barrios antiguos, así como en el centro histórico de Colima), para el enfriamiento de los espacios que lo rodean. Pequeñas ventanas exteriores permiten la entrada de las brisas, bloqueando la entrada de los rayos solares hacia el interior. La vegetación y las fuentes de agua producen el efecto de enfriamiento, al pasar la brisa de un extremo a otro de la casa. Durante la noche, al abrir las puertas y las ventanas, la radiación y el aire remueven continuamente el calor de las partes masivas.



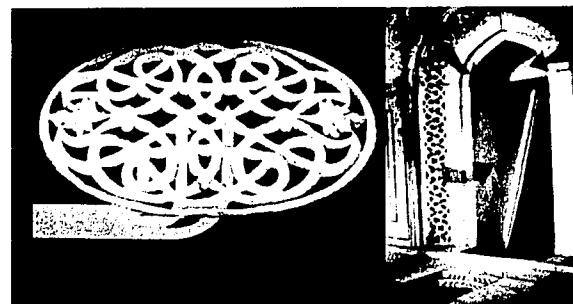
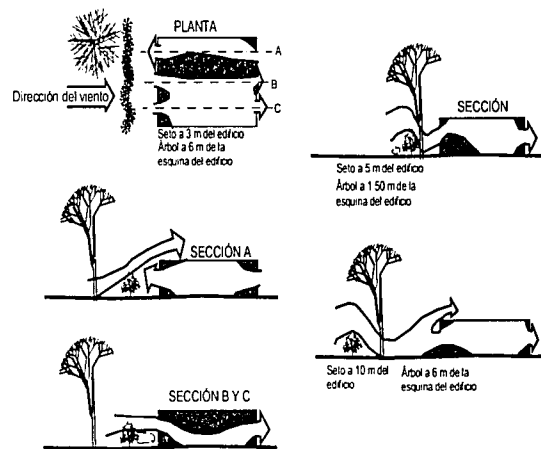
Patio con vegetación



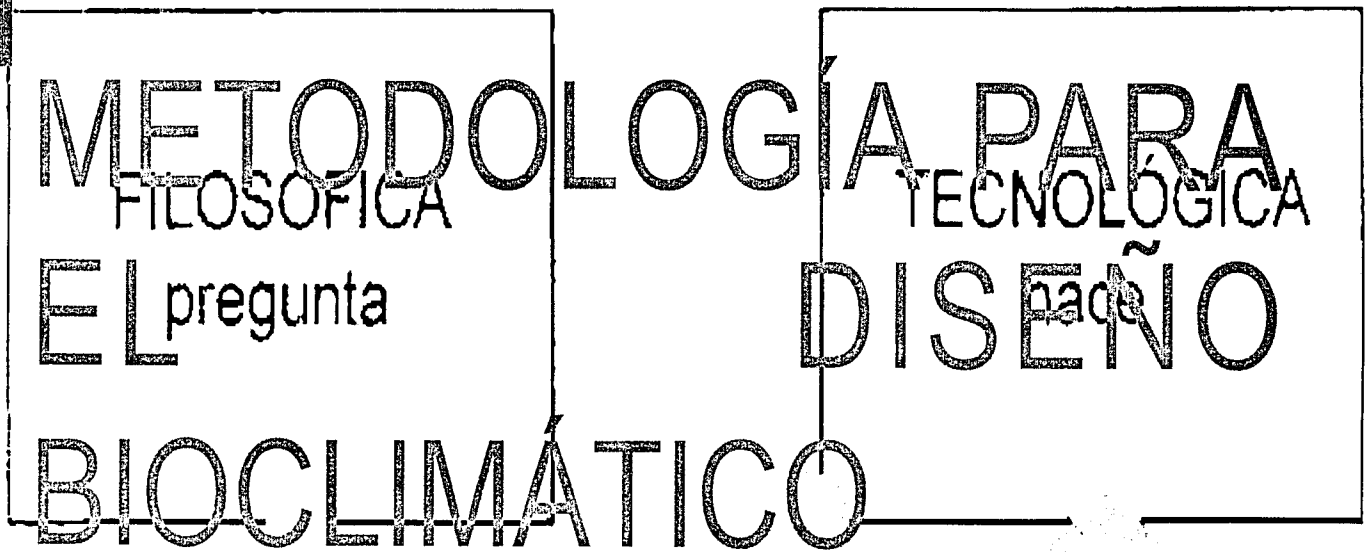
5.4 Control del viento

La diferenciación tan marcada en las direcciones y temperaturas del viento permiten maximizar la obstrucción del mismo en invierno y su canalización en el verano para proporcionar confort natural biotérmico mejorando el clima extremo de la región lo cual aumentará la superficie actual de las áreas verdes y permitirá ubicarlas.

Durante 6 meses al año se requiere controlar la infiltración del viento, evitando su paso a instalaciones deportivas y vestibulaciones o plazas de edificios y casas. Lo cual se logra mediante cortinas rompevientos de especies arbóreas y arbustivas de hoja perenne y densa, las cuales deben de ser nativas en la región y por lo tanto requerir de poco riego.



Ejemplos de control de viento mediante vegetación y estructura



ESTÉTICA
propone

CIENTÍFICA
verifica

6.1 Definición de diseño bioclimático

El diseño bioclimáticos consiste en la acción de proyectar o construir considerando la interacción de los elementos meteorológicos con la construcción, a fin de que sea esta misma la que regule los intercambios de materia y energía con el medio ambiente y propicie las condiciones que determinan la sensación de bienestar térmico del ser humano en interiores. "Se refiere a un proceso de diseño que se desarrolle con la naturaleza y no contra o al margen de ella".

En virtud a que existe una estrecha interrelación entre el clima de una localidad y la arquitectura que la tradición popular a forjado allí, la arquitectura bioclimática no debe ser presentada como un movimiento o una de las muchas modas que animan el contexto cultural de la arquitectura. Para Gonzalo Villa Chávez, la buena arquitectura siempre ha sido bioclimática, y una arquitectura no bioclimática carece de calidad. Es decir, la buena arquitectura siempre ha propiciado las condiciones internas de confort, suficientes para permitir el desarrollo óptimo de las actividades humanas, si no es así, no debe considerarse como buena arquitectura.

6.2 Aspectos bioclimáticos en el diseño de edificios confortables de máxima eficiencia energética

Los aspectos bioclimáticos que determinan la comodidad térmica en un edificio pueden englobarse en tres grupos:

* El primer grupo de variables lo constituyen las condiciones ambientales que incluyen: la temperatura del aire (bulbo seco), humedad del aire (o bien, temperatura de bulbo húmedo del aire), velocidad del aire, radiación solar, radiación infrarroja procedente de cuerpos y objetos vecinos. Estos parámetros se pueden modificar en la interacción de la edificación con el medio ambiente, de tal forma que las condiciones del interior (microclima) deben ser agradables (o en el peor de los casos, menos agresivas) al cuerpo humano, que las condiciones ambientales exteriores al edificio. Estos factores son los que se modulan en una construcción pasiva.

* El segundo grupo de variables lo forman el vestido con el que se cubren los ocupantes y las variables que determinan el metabolismo, como son: edad, peso, complejión, actividad, etc.

* El tercer grupo lo forman los materiales, las orientaciones, la forma, entre otros aspectos de la envolvente arquitectónica. Los anteriores aspectos se manejan mediante la siguiente metodología.

6.3 Metodología para el diseño bioclimático

La mayoría de los métodos de diseño se preocupan casi sólo en las fases del método, que organiza y define los diversos pasos que el diseñador debe seguir para resolver un problema cualquiera. Este panorama parcial, que reduce al método a guía o receta de acciones en detrimento de los niveles de conciencia y conocimiento del diseñador, ha propiciado que los métodos se vuelvan prescriptivos y no generadores de ideas.

La tendencia actual, comprometida principalmente con el desarrollo sustentable, pretende quitarle a los métodos de diseño la estrechez de lo prescriptivo evitando las proposiciones ideales (así debe ser el proceso de diseño) y procurando secuencias de facto (esto hacen los diseñadores), que finalmente esbozaran las fases del proceso.

Apelando a la psicología, se propone determinar esta parte del método, modelando el acto de diseño como un acto voluntario cualquiera, esto es, como una decisión de ejercer deliberadamente una acción sobre el entorno. y las acciones básicas de cualquier acto voluntario si me permiten la exageración, se pueden reducir a cuatro:

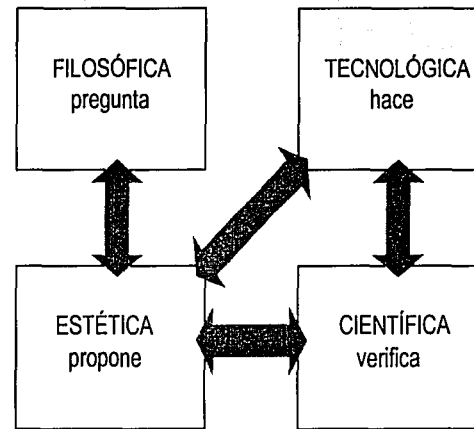
- * Concibe una hipótesis
- * La fundamenta
- * La verifica
- * y la materializa

Esto no representa un orden ideal, porque en la práctica es tan válido primero fundamentar (obtener información e introducirla en una caja negra, es decir sin saber lo que va a resultar) y luego concebir o viceversa (reunir información en una caja de cristal, sabiendo perfectamente qué deseamos lograr, lo que implica concebir la hipótesis antes en un proceso heurístico).

Lo anterior ha provocado dolores de conciencia a muchos diseñadores, que se asustan de haber concebido su hipótesis formal antes de realizar una investigación y un diagnóstico, pero la verdad es que resulta ser la secuencia más socorrida. Aunque muchos de los aciertos de los proyectos no fueron resultado de un razonamiento lógico, pero que una vez ideados sí fueron sujetos de ese razonamiento que los validó. En la ciencia misma, es permitido este orden, la labor esencial es descubrir el problema y adivinar la respuesta. Después la experiencia dictará el camino más apropiado para demostrar la verdad de dicha respuesta.

Igualmente se puede verificar antes de materializar o después. Pero nunca se podría verificar o materializar la hipótesis sin antes haber sido concebida (no dibujada o planificada, sino solamente concebida).

El carácter de estas acciones podría considerarse de la siguiente manera: fundamentar (investigar, inquirir, organizar, diagnósticas, analizar, deducir, etc.) es una categoría filosófica y más puntualmente epistémica; concebir es decididamente una actividad poética; verificar es sin duda una actitud científica; y finalmente materializar lo es eminentemente tecnológica. Esto responde a la consideración holística del acto de diseño.



Actitudes del diseñador

Así las cuatro actitudes del diseñador, constituyen propiamente esta sección del método. Sin embargo, a cada acción de diseño no le corresponde una fase única, sino varias a la vez. Dicho en otras palabras, las acciones son generalmente para todo el proceso y las fases son particulares y llevan a dichas acciones al detalle.

Por ejemplo, la acción de fundamentar implica dos estaciones bien diferenciadas, una donde se investiga y se acumula información, y otra donde se confronta y se llega a un diagnóstico. Esto indica la necesidad de dos etapas mínimas para organizar la fundamentación.

6.3.1 Sobre las metodologías para el diseño bioclimático

Entre las metodologías para el diseño bioclimático tenemos la de Humberto Rodríguez, que trata sobre la relación hombre y medio; E. Hernández JE. Mayer, encamina a obtener las recomendaciones de adecuación bioclimática de la vivienda aplicada a una localidad en particular; Adaptación de los patrones de Christopher Alexander al diseño bioclimático; Ingersoll/Szokolay, se enfoca a un análisis-síntesis-evaluación. Lipsmeer Georg no lleva a determinar los factores que afectan la planeación del diseño; Olgyay V & A se fundamenta en la relación medio y la vida.

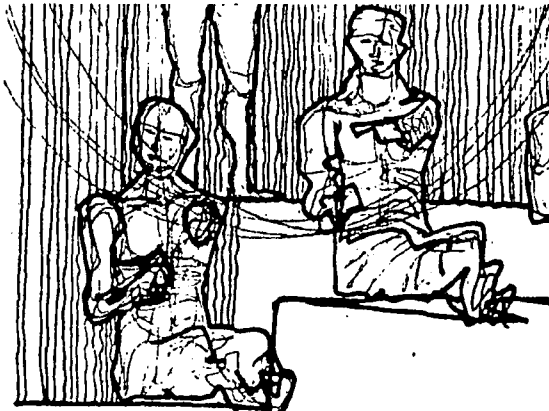
Partiendo del análisis anterior se presentan una serie de ideas que, se han venido aplicando a lo largo de la vida profesional del autor. La aplicación de estas, ha provocado la maduración, y con ello una posibilidad mayor de

transmitirlas a otras personas ya no como ideas, sino como conocimiento en proceso de maduración.

Existe la preocupación de contribuir al buen diseño de edificios, debido a que esto significa bienestar para el ocupante. A lo cual todos tenemos derecho; y a la vez, contribuir al ahorro de la energía utilizada en edificios mal diseñados, que tiran la energía que bien pudiera utilizarse de una manera más racional en algún uso necesario. Sin embargo, se está consiente de la existencia de una tecnología para el cálculo de la operación térmica del edificio, pues no basta decir (por ejemplo), que si se abre una ventana al sur se captará la energía solar en forma de calor durante el invierno; habrá que decir cuanta energía se capta, cuál es la temperatura que se alcanza y su historia en el tiempo.

Por esta razón se han desarrollado esfuerzos en esta vía, no sin desconocer la tecnología desarrollada en otros países, sobre todo en aire acondicionado y climatización, para adecuarla al cálculo de sistemas pasivos, así como la integración de estas "nuevas" técnicas a edificios con aire acondicionado mecánico en zonas donde el clima no permite la climatización natural en los rangos de confort higrotérmico.

El presente trabajo está orientado al manejo del clima como recurso para satisfacer las condiciones de confort del ser humano desde el punto de vista térmico, con el máximo de eficiencia energética posible. Además de cumplir con las normas nacionales e internacionales de confort, permite obtener una alta calidad sanitaria para quien ocupe las instalaciones. Un edificio con un buen diseño térmico, implica gradientes de temperatura pequeños entre las diferentes zonas del edificio, aún entre el edificio y el medio ambiente. Entonces, los ocupantes de los edificios no se expondrán a cambios bruscos de temperatura que pudieran afectar la salud (tanto problemas musculares, como broncorrespiratorios).

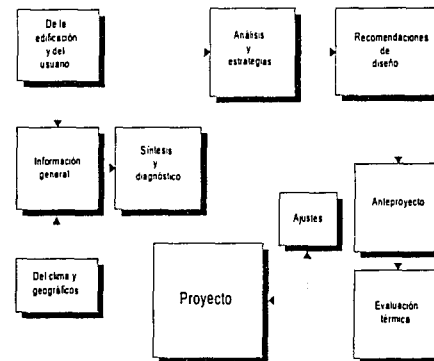


Las normas que se seleccionaron para emplearse en la climatización de edificios, son las pertenecientes a la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, que son las bases para la normatividad por parte de la oficina N.B.S. en los E.U.A. Esto es debido a la naciente normatividad nacional, lo cual ha hecho que, en el medio de los profesionales en México dedicados al acondicionamiento de aire, se tomen algunas de las normas mencionadas a través de los manuales de aire acondicionado de compañías norteamericanas. Afortunadamente la Secretaría de Energía, a través de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía trabaja sobre normas oficiales mexicana; NOM-008 y 020 para la eficiencia energética en edificios residenciales y no residenciales, las cuales se utilizaran como base en la toma de decisiones para el diseño de la envolvente de edificios.

6.3.2 Metodología

La metodología que se presenta para el diseño bioclimático de edificios parte de un cuidadoso análisis del clima del sitio, así como de los requisitos impuestos por el tipo de uso y del lugar donde se ubicará el mismo.

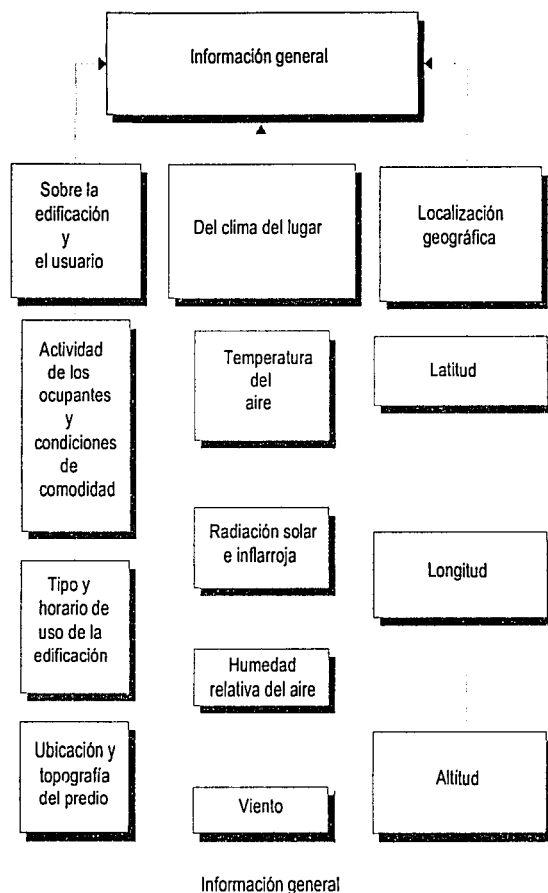
En la siguiente figura, se muestra un esquema que se sugiere seguir durante el diseño bioclimático de edificios.



Metodología para el diseño bioclimático en edificios

Los parámetros del clima, además de la definición de los rangos de confort de las personas animales o plantas que ocuparán el edificio, son: temperatura, humedad, velocidad y dirección del

viento, así como la radiación solar. Ésto se toma en cuenta en el siguiente diagrama.



Como primer paso, se debe construir un archivo de temperaturas horarias que correspondan a la temperatura de bulbo seco a la sombra del lugar. El archivo se organiza en 12 renglones que corresponden a los meses y 24 columnas en las que cada valor es la temperatura promedio de cada hora, partiendo de las 1:00 y hasta las 24:00 hrs.

Los 288 valores de temperatura horaria, se procesan en cartas bioclimáticas junto con la humedad para indicar gráficamente el confort térmico. En la nueva tabla conocida como diagrama de

isorequerimientos de climatización, con las mismas columnas y filas que el anterior, marcando donde se tenga una condición de temperatura menor a la mínima de comodidad térmica, y donde se tenga una temperatura mayor a la máxima de comodidad, y dejar el espacio en blanco para indicar las temperaturas dentro de las condiciones de confort para el cuerpo humano. Según la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, al rango comprendido entre 22 y 28 °C; corresponde a la comodidad, si los ocupantes son otros seres vivos (animales o plantas), habrá que tomar en cuenta las condiciones en las cuales estos pueden desarrollar las funciones metabólicas de la mejor manera (condiciones de confort), o seguir algún código que permita al analista distinguir la situación del clima de manera horaria.

En la matriz obtenida de 12 columnas por 24 renglones, se recomienda trazar dos líneas, las cuales deben unir las temperaturas a la misma hora cada día. Cada línea representará la hora de inicio de ocupación del edificio, así como la hora de abandono de este. Esto es importante sobre todo en edificios de oficinas. Estas líneas delimitarán el área sobre la cual debemos fijar nuestra atención en el diagrama de isorequerimientos. Es importante tomar como criterio de diseño el preocuparse por obtener las condiciones de temperatura de confort en el horario de ocupación del edificio.

Con la información de temperatura ordenada es posible tener una primer idea de los problemas de confort a que se sujetará el ocupante, la temperatura del ambiente es el principal parámetro que modula la descarga de calor del cuerpo humano desde la piel.

Sin embargo, la cantidad de radiación que incide sobre la piel, la velocidad del aire y con esto la cantidad de humedad que el aire evapora de la piel, altera el proceso de descarga de calor.

La radiación que incide sobre la piel, hace que el cuerpo tenga que descargar el calor que produce, más el que ha captado. Esto provoca la sensación de bochorno, y lo sentimos como un incremento aparente de temperatura del aire.

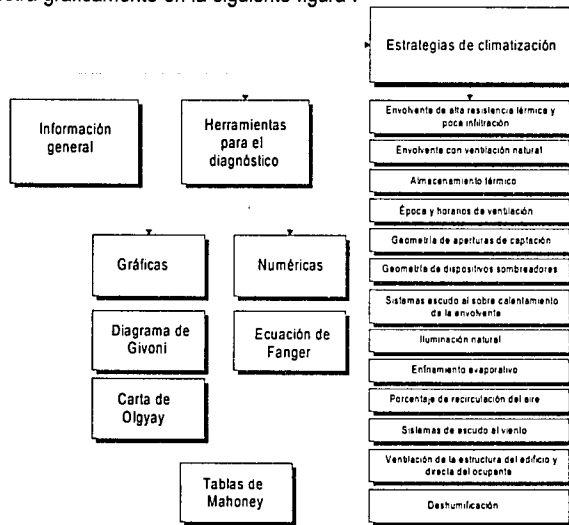
Una mayor velocidad del aire que choca contra la piel, provoca que el intercambio de calor se incremente. Si la temperatura del aire es menor que la temperatura de la piel se sentirá mayor enfriamiento. Si el aire tiene una temperatura mayor, sentiremos calentamiento. La sensación puede ser de un incremento o decremento aparente de la temperatura ambiente.

Con el diagrama de isorequerimientos alterada por la información de "la radiación solar, humedad del aire y viento, es posible construir una nueva gráfica o juego de gráficas mostrando cada uno de los efectos

anteriores. Se recomienda usar la definición de temperatura equivalente del aire, de ASHRAE para este propósito.

La observación de esta gráfica permitirá definir si el ocupante del edificio estará sujeto a un problema, determinado de incomodidad térmica, así como hacer de esta manera una calificación del clima por época en el año.

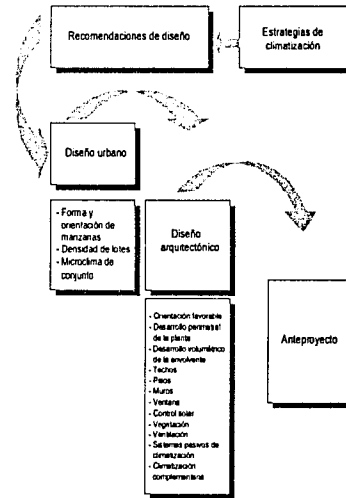
Con esta información, y la información sobre la edificación, es posible establecer las estrategias de diseño térmico. Estas consisten en seleccionar cualitativamente, los dispositivos o componentes, así como su forma, materiales y disposición en el edificio. Así como emplear del clima lo que convenga para tomar ventaja de él, o en el peor de los casos, no tomar lo que no necesitamos. Por ejemplo, si el clima presenta una época cálida, no necesitamos el calentamiento del sol y habrá que diseñar una envolvente que la escude. Si el clima es frío, con vientos fuertes durante la época de menor temperatura, habrá que cuidarse de la infiltración del aire exterior, hacia el interior de la habitación. Esta etapa del diseño que es cualitativa, se muestra gráficamente en la siguiente figura .



Diagnóstico y análisis (estrategias de climatización)

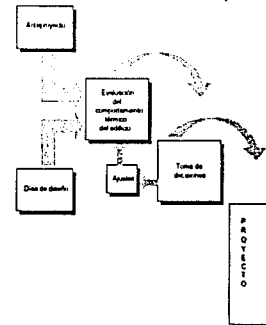
Una vez establecidas las estrategias de diseño, se plantea una envolvente para el edificio, la cual es posible simular térmicamente, para predecir el funcionamiento que tendrá en condiciones reales, y de esta manera, optimizar el edificio en el proyecto. Esto se explica en el próximo diagrama.

La siguiente figura, muestra los detalles a seguir para la evaluación térmica del anteproyecto, la cuál da la guía o la pauta que el diseñador tome en cuenta o realice ajustes al primer planteamiento. Esto asegura que el edificio a sido cuidado de una manera cuantitativa para que tome ventaja del clima.



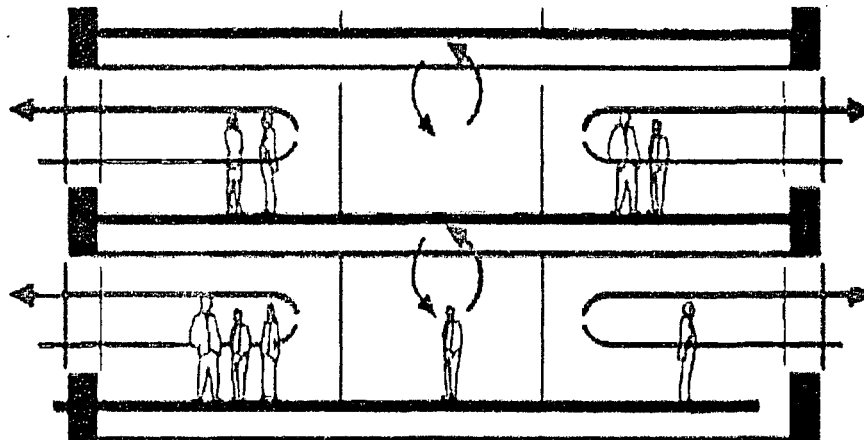
Recomendaciones de diseño-anteproyecto

Para la simulación térmica del edificio es conveniente seleccionar días de diseño. Estos son los representativos del clima que se presenta en el lugar a lo largo del año. De esta manera, la simulación se reducirá de 365 a unos cuantos días, y la información de la operación térmica edificio será completa.



Evaluación de la operación térmica del edificio

Con los resultados de la simulación es posible tomar decisiones sobre el edificio antes de la construcción, y optimizar en el diseño el mismo el uso de la energía eléctrica.



ESTUDIO Ventilación natural

BIOCLIMA

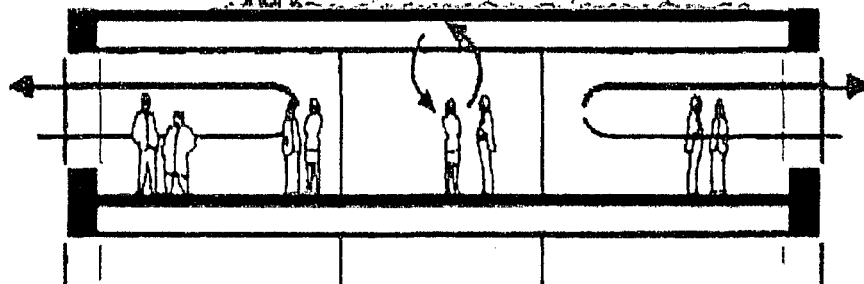
DEL

DISTRITO FEDERAL



Jardines

Ventilación natural



7.1 Factores y elementos del clima

El análisis de las condiciones climáticas de un lugar determinado es el punto de inicio para la formulación de estrategias o recomendaciones en el diseño urbano y de edificios para maximizar el confort y minimizar el uso de energía para calentar y/o enfriar.

7.1.1 Clima de la República Mexicana

Como se ha podido observar, el impacto de la radiación solar sobre la superficie terrestre en función de la latitud y los movimientos del aire en la atmósfera, determinan en buena medida el clima de un lugar. Sin embargo, existen otros factores que es necesario considerar ya que determinan de manera particular el clima de un lugar. Éstos son en orden de importancia:

- * La latitud
- * La orografía
- * La distribución de las tierras y los mares
- * Las corrientes marítimas
- * Las tormentas y sus trayectorias

La latitud

Cabe mencionar que los efectos que ejerce la latitud sobre el clima, pese a estar relacionados entre sí, obran de dos maneras distintas.

El primero de ellos se refiere al ángulo de incidencia (inclinación) de los rayos solares. Evidentemente, el ángulo de incidencia es mayor en las latitudes altas que en las bajas por lo que la ganancia de calor será menor en las primeras y mayor en las segundas.

El segundo efecto se refiere a la relación existente entre la duración del día y la de la noche en función de la latitud.

En la cercanía de los solsticios (21 de Junio y 22 de Diciembre) la diferencia que existe entre la duración del día y la de la noche es mayor, en la medida en que la latitud del lugar aumenta.

Debido a estos dos efectos, la variación de la temperatura durante el mismo día es mayor en las latitudes bajas que en las altas. Sin embargo, las variaciones de temperatura a lo largo del año son mucho mayores para las latitudes altas que para las bajas.

De la misma manera, el régimen de iluminación natural diverge mucho entre las latitudes bajas y las altas a causa de las diferencias existentes en la duración de los días.

Nuestro país, dada su ubicación geográfica entre los 14° y los 33° de latitud Norte, se encuentra comprendido principalmente dentro de las zonas intertropical y subtropical del Hemisferio Norte. Esto quiere decir que climáticamente hablando, la porción Sur del territorio nacional queda en la zona o faja de los vientos alisios y por lo tanto disfruta de las características de las atmósferas barotrópicas existentes en las latitudes bajas, con su gran estabilidad meteorológica, al menos durante gran parte del año. El resto del país, al norte del Trópico de Cancer, se encuentra bajo la influencia desecante de los movimientos descendentes del aire, característicos de la zona de altas presiones subtropicales, que son la causa de los grandes desiertos del globo [11].

La orografía

Debido a la compleja situación orográfica de la República Mexicana, las variaciones en la temperatura producto de la altitud son sumamente comunes. Debido a esto, podemos decir que existen diversos pisos térmicos con características de temperatura diferentes producto de las distintas zonas altitudinales definidas dentro del territorio nacional.

Por esta razón, debemos considerar el efecto que los macizos montañosos ocasionan en las grandes corrientes atmosféricas:

- a) Represamiento o embalse de las corrientes aéreas.
- b) Desviación y encañonamiento de los vientos.
- c) Levantamiento forzado del aire.
- d) Calentamiento adiabático por descenso.

a) Represamiento o embalse de las corrientes de aire

13. Mosiri, P.
El Escenario Geográfico. INAH, México, D.F. 1974

ocurren en cualquier lugar donde existan formaciones montañosas. Éstas, a modo de barreras, impiden el paso de las corrientes estables poco profundas. La manifestación más clara de este fenómeno se da en la restricción del paso de las masas húmedas provenientes del viento marino hacia el interior del país.

b) El efecto de desviación o encañonamiento de los vientos por las montañas se encuentra íntimamente ligado al anterior. Éste es producto de la acción desviadora que ejercen las montañas sobre un flujo de aire, provocando así, su convergencia en algún paso con un aumento notable en su velocidad.

c) El levantamiento forzado del aire es el fenómeno que se produce cuando una vertiente montañosa se va elevando gradualmente a modo de rampa y es remontada por vientos húmedos. Este efecto se produce principalmente con masas aéreas inestables las cuales, al ascender, se enfrían por el efecto de expansión adiabática alcanzando su punto de saturación. Esto provoca la formación de nubes y la eventual caída de lluvia.

d) El calentamiento adiabático del aire es el fenómeno contrario al levantamiento forzado. este se produce por el descenso del aire húmedo el cual, al perder humedad, aumenta su temperatura al descender. Este efecto da lugar a regiones áridas.
* La distribución de los mares

Como ya se sabe, las aguas del mar tienen un efecto amortiguador sobre la oscilación de la temperatura del aire atmosférico. Por el contrario, en las regiones ubicadas en la parte inferior de los continentes, las variaciones anuales en la temperatura del aire resultan mucho mayores a comparación de las regiones cercanas al mar.

Es por ésto que en las zonas alejadas de la costa decimos que se presenta el efecto de continentalidad y en las zonas cercanas a la costa decimos que se presenta el efecto de maritimidad o efecto termostático de los mares.

Las corrientes marítimas

Como ya se mencionó anteriormente, las regiones ecuatoriales del globo reciben en promedio la mayor cantidad de energía solar a diferencia de las regiones polares las cuales sufren de un déficit considerable debido principalmente al factor latitud. De esto resulta una tendencia a la acumulación de calor en el Ecuador y a un

enfriamiento excesivo en los polos.

Sin embargo, gracias al efecto de los vientos y las corrientes marítimas, estos extremos de temperatura no ocurren sino en forma moderada ya que se encargan de distribuir el calor, disminuyendo así, las altas temperaturas de las regiones intertropicales y aumentando la de las regiones polares. En este proceso de distribución de la energía térmica a través del planeta, las corrientes marítimas juegan un papel muy importante debido a su enorme capacidad calorífica.

Las tormentas y sus trayectorias

A pesar de que los fenómenos descritos anteriormente son principalmente los que conforman el clima de un lugar, es importante tener conocimiento de las perturbaciones que inciden en el sistema de dicho sitio. Estas perturbaciones (sistemas de mal tiempo) constituyen la causa principal de las lluvias y otros hidrometros. en la República mexicana encontramos perturbaciones que se pueden ubicar de manera clara y que a continuación se enumeran:

- a) Nortes (Golfo de México)
- b) Vórtices fríos (Noroeste del país)
- c) Ondas intertropicales (Altiplanicie Central y Altiplano Septentrional)
- d) Ciclones tropicales (Golfo de México y Costa del Pacífico)

Todos estos fenómenos afectan de manera periódica algunas regiones del país ocasionando fuertes lluvias y, por lo tanto, cambios importantes en el clima.

7.1.1.1 Distribución climática en la República Mexicana

En las secciones anteriores se han descrito los factores que determinan el clima de un lugar, sin embargo, dado que México es un país montañoso los cambios del clima no sólo se dan por la latitud sino también, como ya se mencionó, por la altitud. Debido a ésto, García (1988) llevó a cabo la modificación de la clasificación climática de Koppen adecuándola a las condiciones del país.

En esta clasificación modificada, la altitud se constituye como un factor importante en la definición de los climas de la República Mexicana. Sin embargo, existe una característica bien definida en la distribución de los climas en el país. Esta es la variación estacional de las temperaturas en función de la latitud. Esto quiere decir, que durante la mitad caliente del año, en el norte del país se presentan temperaturas mayores a las de la parte sur,

mientras que en la mitad fría del año, la temperatura en la parte norte es inferior a la que se presenta en el Sur.

Las temperaturas oscilan mucho menos en el Sur del país que en la porción septentrional. Esta característica está asociada con la rapidez existente en el Norte de la república debido a que, como ya se mencionó, se encuentra en la zona de las altas presiones subtropicales.

Sin embargo, debido a las variaciones en la altitud mencionadas anteriormente, resulta difícil establecer alguna otra característica general en la distribución del país.

A continuación se presenta la tabla [12] con los tipos de clima existentes de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1988) para la República Mexicana:

Resumen de los cambios y modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones particulares de la República mexicana

Climas húmedos

DESIGNACIÓN	SÍMBOLO	TEMP. MED. ANUAL
Muy cálido	A	sobre 26
Cálido	A	entre 22° y 26°
Semicálido del grupo A	A (C)	entre 18° y 22°
Semicálido del grupo C	(A) C	mayor de 18°
Templado con verano cálido	Ca	entre 12° y 18°
Templado con verano fresco largo	Cb	entre 12° y 18°
Semifrío con verano fresco largo	C(b')	entre 5° y 12°
Semifrío con verano fresco corto	Cc	entre 5° y 12°
Frío	E(T)C y E(T)	entre -2° y 5°
Muy frío	EF	menor de -2°

Climas cálidos

DESIGNACIÓN	SÍMBOLO	TEMP. MED. ANUAL
Cálido	(h')	sobre 22°
Cálido	(h') h	sobre 22°
Semicálido Semicálido	h'(h)	entre 18° y 22°
Templado con verano cálido	h'(h)	entre 18° y 22°
Templado con verano fresco	k	entre 18° y 22°
Semifrío	k	entre 18° y 22°
	(k'')	entre 5° y 12°

Esta tabla se obtuvo con modificaciones hechas de acuerdo a la temperatura, sin embargo, se tienen otras en relación a la oscilación anual de las temperaturas y al régimen de las lluvias. Para los fines de este trabajo se utilizará la clasificación general presentada en esta tabla considerando de manera general los grupos de climas cálido húmedos (A), los climas cálido secos (B), los templado húmedos (C), y los climas fríos (E).



Estos últimos, al ser producto de la altitud, se encuentran únicamente en las zonas altas de las regiones montañosas del país. Los climas cálido húmedos (a) se encuentran distribuidos a lo largo de las costas del país; por el lado del Océano Pacífico se localizan al sur del paralelo 24° y desde el nivel del mar hasta una altitud de 1,000 metros aproximadamente. Por el lado del Golfo de México, se encuentran al sur del paralelo 23° desde el nivel del mar hasta la base de las montañas del norte de Chiapas y de la Sierra Madre Oriental. Asimismo, este tipo de climas se encuentran en la mayor parte de la península de Yucatán y en la depresión central de Chiapas.

Los climas secos (B), como ya se mencionó, son fruto de la zona de las altas zonas subtropicales y se ubican en la parte norte de la altiplanicie, así como en las laderas de la Sierra Madre Occidental que se elevan por el lado del Golfo de California. De la misma manera, este tipo de climas se encuentran en la mayor parte de la Península de Baja California y en la parte norte de la región costera del Golfo de México.

Por lo que toca a los climas templado húmedos (C), estos se encuentran presente en amplias zonas del territorio nacional. Éstos se localizan generalmente en zonas montañosas o mesetas

14. García, E.

Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía de la UNAM, México, D.F., 1987

con una altitud superior a los 800 metros S.N.M. El límite entre este tipo de climas y los climas secos o fríos se establece, en buena medida, en función de la altitud y la exposición de las corrientes de viento húmedo. Esto quiere decir que si pasamos de un clima cálido-húmedo a un templado-húmedo, éste estará en buena medida expuesto a los vientos húmedos; de lo contrario, sería una transición hacia climas secos. Este clima se localiza principalmente en la parte sur de la Altiplanicie Mexicana y en la mayor parte de las montañas del centro y sur de México.

Los climas fríos (E), como ya se mencionó, se presentan en las cimas de las montañas con una altura superior a los 4,000 metros S.N.M. Por estar dentro de una zona tropical este tipo de climas presentan una intensa radiación solar tanto directa como difusa.

7.2 La Ciudad de México

7.2.1 Clima de la Ciudad de México

La Ciudad de México está situada en el Valle de Anahuac, en la parte central de la República Mexicana. Sus coordenadas geográficas son 19° 24' de Latitud Norte y 99° 10' de Longitud Oeste [13] con una altura promedio sobre el nivel del mar de 2300 metros.

Debido a su tamaño (más de 40 km. de Norte a Sur y más de 30 Km. de Este a Oeste), el clima de la Ciudad de México presenta algunas variaciones, principalmente, entre las zonas Norte y Sur de las misma. La Zona Norte de la ciudad se encuentra en la parte baja del Valle Anahuac. Debido a que esta zona se encuentra urbanizada en su mayor parte, las características climáticas

originales se han visto modificadas en cierta medida. Sin embargo, de acuerdo a la clasificación climática de Koppen modificada para México por García (1988), esta zona presenta un clima del tipo C (Templado subhúmedo con lluvias en verano).

Respecto a la parte Sur (en la cual se localizan los proyectos estudiados en el presente trabajo), por encontrarse en la parte más alta del valle y rodeada de montañas boscosas presenta un clima del tipo Cb (Templado con verano fresco largo). Debido a que éste es el clima que corresponde al sitio en que se localizan los proyectos estudiados, se vuelve conveniente describir algunas de sus características más importantes.

A continuación se presentan los datos climatológicos de la Ciudad de México que se utilizaron en la elaboración del presente trabajo. Debido a que la información climática existente es muy diversa, únicamente se presentaron los parámetros que afectan de manera directa el confort térmico humano. Dichos parámetros son:

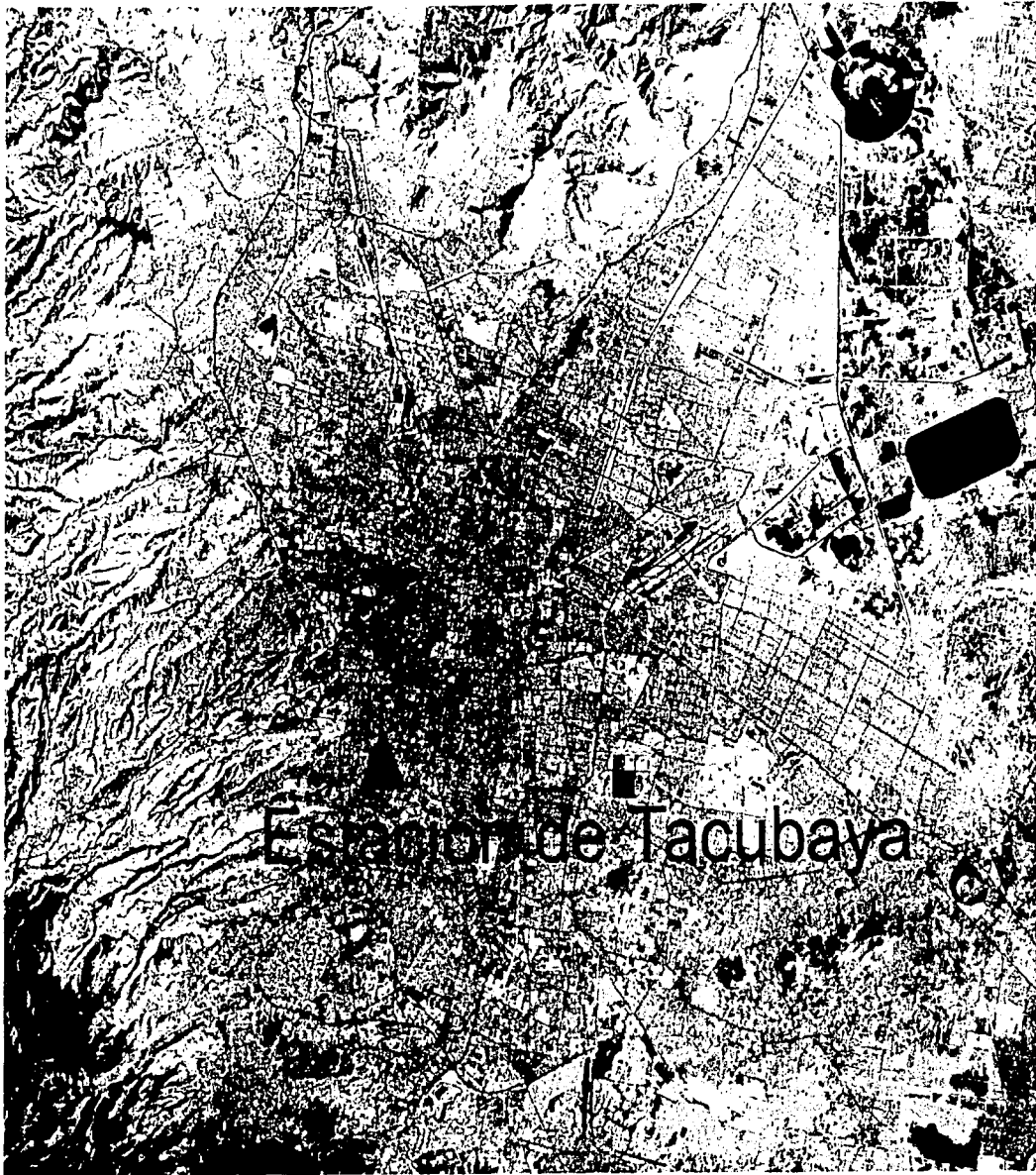
- * Temperatura
- * Humedad relativa
- * Precipitación
- * Nubosidad
- * Vientos predominantes
- * Radiación solar

Toda la información incluida se presenta primero de manera tabular y posteriormente, de manera gráfica con el objeto de facilitar su comprensión y posterior aplicación.

Los datos correspondientes a los parámetros meteorológicos de temperatura y humedad relativa, así como le de radiación solar global, se obtuvieron a las mediciones horarias correspondientes al año de 1994 efectuadas en el Observatorio de radiación solar del Instituto de Geofísica de la U.N.A.M.

Los datos correspondientes a los demás parámetros (precipitación, Nubosidad, y dirección y velocidad de viento) se obtuvieron de las tarjetas de resumen del servicio Meteorológico Nacional correspondiente a la estación de Tacubaya.

15. Boujanger, R.
Buen Camino (Gula Turística de México), Reader's Digest, México,
 1986.



Localización de la Estación de Tacubaya en el mapa de la Ciudad de México

7.2.1.1 Temperatura

La temperatura del aire es más o menos estable durante todo el año y no es muy elevada. En promedios mensuales, la temperatura mínima registrada es de 12.48°C y la máxima de 18.56°C en los meses de Enero y Mayo respectivamente. La temperatura mínima extrema es de -5°C registrada en el mes de Enero y la máxima extrema es de 30.5°C registrada en el mes de Mayo. Las oscilaciones de temperatura entre el día y la noche

varían a lo largo del año presentando una mínima en un rango de las 6:00 a.m. a 8:00 a.m. y una máxima en un rango de las 14:00 p.m. y 16:00 p.m. Estas variaciones diarias van de 16.1°C en épocas de invierno y 13.45°C en épocas de verano. Horas totales anuales (promedios mensuales): 25.1°C o más: 8 horas (2.7%); entre 20.1°C y 25°C: 68 horas (23.79%); entre 15.1°C y 20°C: 70 horas (24.30%); entre 10.1°C y 15°C : 106 horas (36.80%); 10°C o menos: 36 horas (12.5%). El comportamiento de la temperatura define un clima templado.

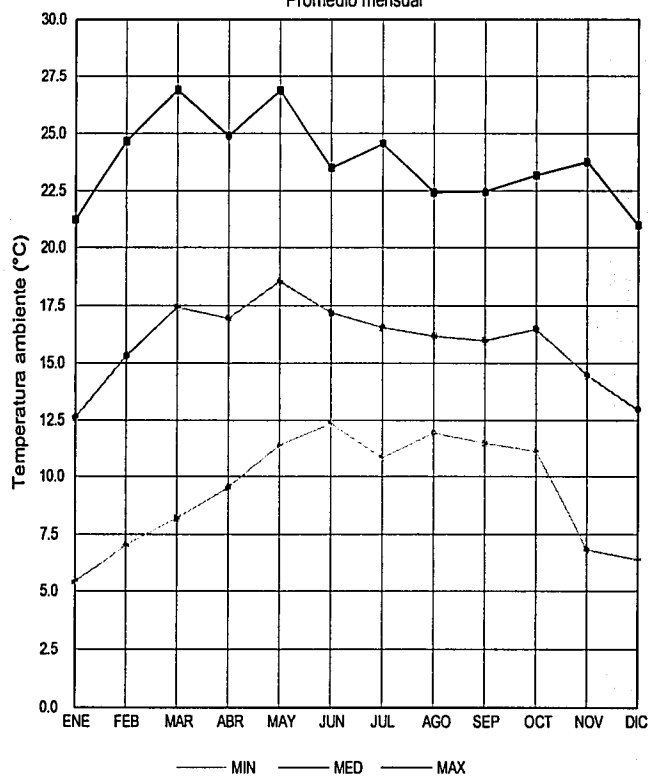
Temperatura ambiente horaria, promedio mensual (c°)

HORAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
01:00	8.8	11.17	13.3	13.1	14.4	14.1	13.2	13.4	13.1	13.8	10.4	10.1
02:00	8.1	10.9	12.4	12.6	13.6	13.9	12.7	13.2	12.8	13.4	9.8	9.4
03:00	7.3	9.6	11.3	21.1	13	13.3	12.2	12.7	12.2	12.6	9.2	8.5
04:00	6.8	8.9	10.6	11.4	12.4	12.9	11.8	12.4	12.1	12.2	8.6	8.8
05:00	6.2	8.1	9.7	10.6	12	12.8	11.4	12.2	11.8	12.2	7.9	7.2
06:00	5.8	7.6	9	10.4	11.3	12.4	10.9	12	11.6	11.8	7.6	6.8
07:00	5.4	7.1	8.1	9.5	11.5	12.4	10.8	12	11.8	11.2	7	6.5
08:00	5.5	7	8.1	9.9	12.7	13.3	11.7	12	12.1	11.4	7.9	6.6
09:00	10.2	10.6	12.8	13.9	17.2	15.3	14.7	12.6	13.3	13.7	11.9	8.1
10:00	10.7	13.9	16.3	17	20	17.4	17	14.8	15.5	13	15.1	10.8
11:00	13.7	18.1	20.5	20.3	23	20	19.6	16.9	18.1	19	18.1	13.9
12:00	16	20.1	22.6	22.3	24.6	21.3	21.8	18.5	19.5	20.4	19.6	16
13:00	18.1	22.2	24.7	23.9	26.7	22.9	23.3	20.2	21.6	21.8	21.4	18.3
14:00	19.2	23.6	25.8	24.9	26.9	23.5	24	21.7	22.3	22.7	22.6	19.5
15:00	20.9	24.6	26.8	24.8	26.4	23.5	24.6	22.4	22.5	23.2	23.8	20.9
16:00	21.2	24.4	26.8	23.8	25.9	23.1	24.1	22.5	22	22.8	23.2	21.1
17:00	20.3	23.3	25.7	22.4	24.7	22.2	21.8	21.5	20.9	21.6	21.1	20.3
18:00	18.9	21.5	24	21.8	23.2	20.9	19.3	20.2	19.2	19.9	19.1	18.7
19:00	16.5	18.6	21.6	20.1	20.8	18.5	17.8	18.6	17.5	18.4	17	16.7
20:00	14.9	17.5	20.3	18.3	19.3	17.4	16.4	17	16.4	17.4	15.9	15.1
21:00	13	15.7	18.4	16.8	17.8	16.4	15.4	16.2	15.5	16.3	14.6	13.7
22:00	11.9	14.7	17.1	16	16.9	16	14.7	15.4	14.9	15.5	13.8	12.8
23:00	10.5	13.4	15.9	15	16.1	15.4	14.1	14.814	14.2	14.8	12.3	11.9
24:00:00	9.8	12.6	14.9	14.4	15.2	15	13.6	13.9	13.7	14.4	11.4	11

Temperatura ambiente, promedio mensual (c°)

Meses	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temp. Min	5.4	7	8.1	9.5	11.3	12.4	10.8	12	11.8	11.2	7	6
Temp. Med.	13.3	15.8	17.45	17.2	19.1	17.95	17.7	17.25	17.05	17.2	15.4	13.8
Temp. Max	21.2	24.6	26.8	24.9	29	23.5	24.6	22.5	22.5	23.2	23.8	21.1

Gráfica de temperatura ambiente (°C)
Promedio mensual

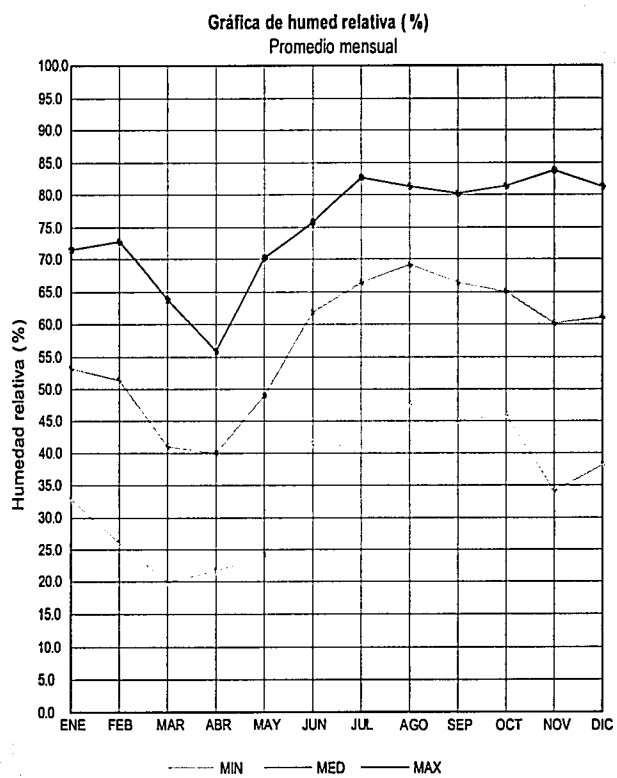


Los datos con los que se cuenta, proporcionados por el Observatorio de Radiación Solar del Instituto de Geofísica de la U.N.A.M., son sólo de humedad relativa. Para la mayor parte del Distrito Federal y durante el transcurso de todo el año, los niveles

medios de humedad relativa se encuentran dentro de los rangos de confort o un poco más elevados durante el verano. Las variaciones diarias son más significativas que las anuales o estacionales; por ejemplo, tenemos un promedio máximo de 74.71% al amanecer en un rango de las 6:00 a.m. a 8:00 a.m. y un mínimo de 36.55% en un rango de las 14:00 p.m. y 16:00 p.m.

Humedad relativa horaria, promedio mensual (%)

HORAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
01:00	61.3	59.7	46.3	59.7	14.4	71.8	78.1	78.7	76.1	73.3	72.4	72.4
02:00	63.8	61.5	48.1	61.4	13.6	72.2	79	79.1	76.4	75.2	74.5	74.6
03:00	64.9	65.4	51	64.3	13	73.5	79.8	80.8	78.5	76.2	77.3	76.4
04:00	66.9	67.4	53.6	65.7	12.4	74.2	81	80.8	79.2	77.5	78.4	77.8
05:00	68.7	69	56	67.2	12	75.2	81.9	80.7	79.2	78.7	80.3	79
06:00	70.2	70.6	58.6	67.7	11.3	76	82.1	81.2	79.4	79.5	81.7	79.9
07:00	71.2	71.9	61.2	70.1	11.5	75.2	82.7	81.4	80	80	82.1	79
08:00	71.3	72.9	63.3	68.2	12.7	73.6	81.2	80.9	80.2	80.9	83.2	80.9
09:00	66.2	66.4	55.2	52.5	17.2	68.3	71.2	74.4	73.4	74.6	72.6	74.3
10:00	57.2	56.1	44.8	45.5	20	61.5	60.8	66.3	65.9	63.5	59.8	65.6
11:00	47.2	44.4	36	38.3	23	52.7	53.5	59.2	56.9	54.7	49.4	54.4
12:00	42	38.8	31.3	33.5	24.6	47.6	46.8	54	51.9	50.2	43.2	48.5
13:00	36.9	34.8	28	30.6	26.7	43.8	43	49.2	46.6	46.9	37.8	44.3
14:00	34.9	32.5	26.5	29.8	26.9	42.3	43.4	47.5	45	45.6	35.4	40.3
15:00	33	31.3	25.2	30.2	26.4	41.6	41.2	49.9	44.8	46.3	33.2	38.3
16:00	32.6	31.2	24.9	30.8	25.9	43.7	43.2	52.4	46.3	47.7	34	38.2
17:00	35.2	32.9	25.9	34.5	24.7	46.9	50.4	58	51.2	50.5	37.9	39.9
18:00	36.5	36.3	28	36.4	23.2	51.8	58.5	62.4	56.2	54.6	41.9	44.4
19:00	40.8	39.6	30.4	40.5	20.8	58.9	65.2	69.7	62.9	59.9	49.9	50.2
20:00	45.4	42.7	33	44.6	19.3	63.1	69.8	70.6	65.6	62.7	53.1	54.1
21:00	50.4	47.9	35.3	48	17.8	66.9	74.5	73.6	68.8	67.2	59.2	58.3
22:00	54.3	50.3	37.5	51	16.9	68.4	75.6	75.3	70.1	69.7	62.9	61.9
23:00	57.6	54	39.5	54	16.1	69.4	75.9	76.8	73.3	71.8	66.3	65.8
24:00:00	59.6	56.1	42.1	56.5	15.2	70.8	77	77.7	74.7	71.6	69.4	68.5



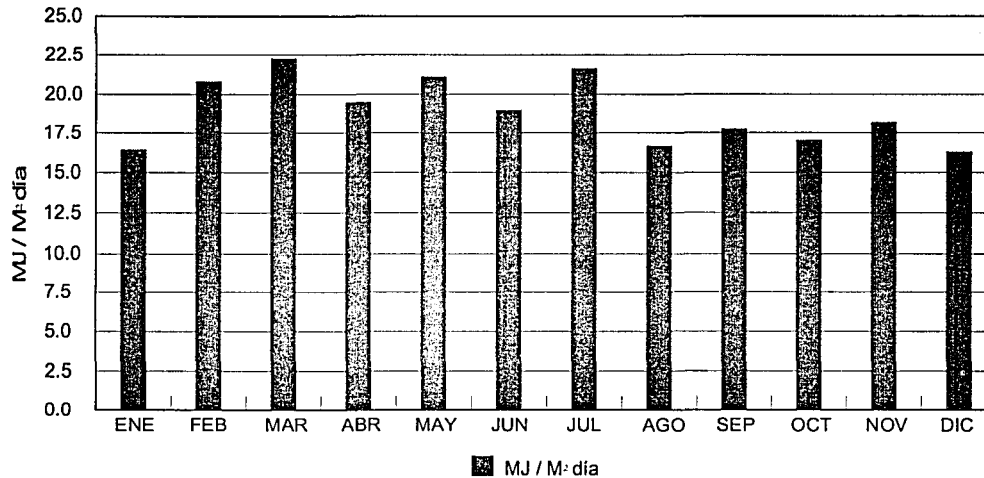
m² como mínimo en el mes de Diciembre y 1.58 MJ/ m² de radiación como máximo en el mes de Junio.

Los valores promedios obtenidos oscilan entre 1.14 MJ/

Radiación solar global horaria, promedio mensual (MJ/M2)

HORAS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
06:00	0	0	0	0.01	0.03	0.05	0.04	0.01	0	0	0	0
07:00	0.04	0.08	0.24	0.37	0.46	0.42	0.53	0.32	0.17	0.09	0.05	0.03
08:00	0.52	0.81	1.07	1.14	1.19	1.08	1.6	0.9	0.71	0.62	0.58	0.5
09:00	1.16	1.72	1.93	1.9	1.94	1.67	2.15	1.53	1.36	1.43	1.37	1.14
10:00	1.8	2.45	2.64	2.54	2.61	2.23	2.69	2.02	2.08	2.03	2.05	1.81
11:00	2.37	2.96	3.15	2.96	3.06	2.64	3.13	2.42	2.7	2.5	2.57	2.3
12:00	264	3.16	3.38	3	3.1	2.79	3.1	2.64	2.97	2.65	2.81	2.55
13:00	261	3.06	3.13	2.7	2.62	2.63	2.65	2.41	2.7	2.6	2.76	2.51
14:00	2.24	256	2.54	2.07	2.14	2.1	2.43	1.97	2.07	1.99	2.44	2.08
15:00	1.2	1.98	2.11	1.29	1.66	1.5	1.71	1.29	1.45	1.55	1.84	1.64
16:00	1.02	1.31	1.12	0.84	1.07	1.03	0.79	0.73	197	1	1.18	1.04
17:00	0.42	0.59	0.64	0.58	0.66	0.55	0.4	0.46	0.46	0.43	0.48	0.39
18:00	0.03	0.08	0.15	0.22	0.31	0.19	0.13	0.14	0.11	0.05	0.03	0.02
19:00	0	0	0	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0	0	0	0
TOTAL	16.48	2076	22.12	19.61	20.88	18.9	21.14	16.83	17.86	16.1	18.16	16

Radiación solar global Promedio mensual



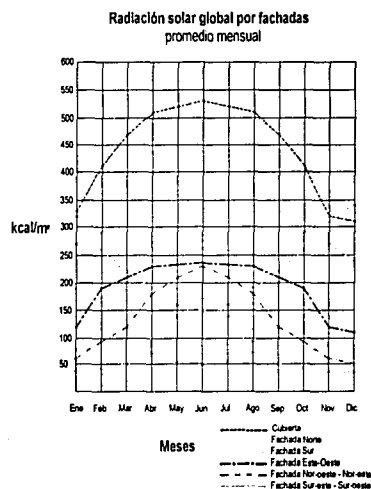
En cuanto a la radiación por fachadas, las mayores incidencias solares se tienen en la cubierta horizontal, sobre todo en los meses de verano; la menor incidencia aparece en el mes de diciembre con el valor de 36.30 kcal/m². En la fachada norte, los periodos de insolación están presentes para esta ciudad en los meses de Abril a Agosto con máximas en el mes de Junio de 173 kcal/m². La fachada Sur, en cambio, recibe insolación en casi el año presentando las máximas incidencias en los meses de diciembre y enero. Durante los meses de mayo, junio y julio, esta fachada casi no recibe

radiación, pues ésta se encuentra presente en la fachada norte. En la fachadas este y oeste reciben radiación durante todo el año teniendo sus máximas en el período correspondiente al verano.

Las fachadas en orientaciones intermedias (NO, NE, SO y SE) presentan sus periodos de máximos y mínimos igual que las fachadas respectivas, norte y sur, y con una proporción y distribución mañana-tarde, en correspondencia con las otras dos fachadas, este y oeste.

Radiación solar global, promedio mensual por fachadas (kcal/m)

Meses	Cubierta horizontal	Fach. Norte	Fach. Sur	Fach. Este-Oeste	Fach. Nor-oeste - Nor-este	Fach. Sur-este - Sur-oeste
Ene	331.46	37.77	320.1	166.15	58.46	268.4
Feb	410.3	43.61	287.8	191.7	85.76	258
Mar	461.77	49.23	197	213	121.9	229.15
Abr	507.85	71	93.46	233.3	177.46	193.6
May	526.77	142.54	54.53	236.54	211	157.15
Jun	534.92	173	54	238.5	234.15	147.15
Jul	526.77	142.54	54.53	236.54	211	157.15
Ago	507.85	71	93.46	233.3	177.46	193.6
Sep	461.77	49.23	197	213	121.9	229.15
Oct	410.3	43.61	287.8	191.7	85.76	258
Nov	331.6	37.77	320.1	166.15	58.46	268.4
Dic	308.92	36.3	343.2	164	52.46	246

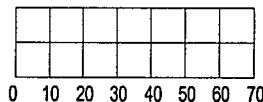


Como es sabido, el factor viento puede presentar un alto porcentaje de variabilidad a cada instante (tanto en dirección como en velocidad). Es por ello que puede parecer incongruente hablar de promedios basándose en ciertas mediciones. No obstante, en condiciones normales, por lo general, su comportamiento establece un claro patrón de incidencia que bien puede tomarse como condición repetitiva y frecuente. Para los fines que nos ocupan este ritmo de frecuencias tiene relevancia sobre las variaciones

momentáneas que pueden acontecer, no refiriendo con ello que estas últimas carezcan de importancia.

En términos generales, puede decirse que en la Ciudad de México el movimiento de los vientos es de los cerros al valle durante las noches y las mañanas y del valle hacia los cerros durante el día.

En los datos promedio, la dirección predominante del viento es al sur-este. Como podemos observar en la grafica promedio de la velocidad del viento, la máxima velocidad la tenemos en el mes de abril y julio.



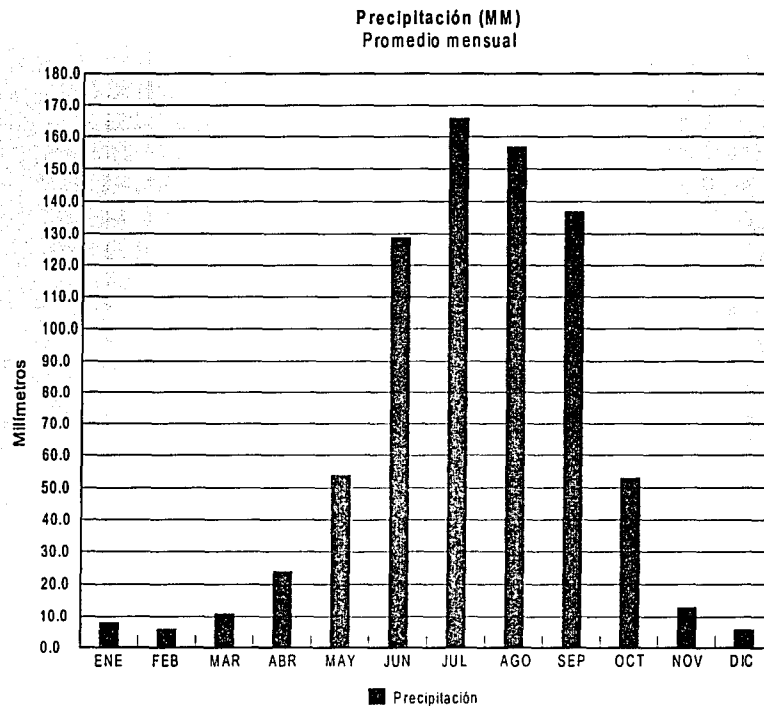
ESCALA GRÁFICA. NÚMERO DE EVENTOS

7.2.1.5 Precipitaciones

El total de precipitaciones se encuentra cerca de los 800 mm para la Ciudad de México. El mes con mayor precipitación es julio y el mes de menor

precipitación es Febrero. En conjunción con los datos de humedad relativa, la precipitaciones definen el clima del Distrito Federal como relativamente húmedo. Uniendo los datos de temperatura, se define el clima de la ciudad como templado con verano fresco largo.

Precipitación pluvial, promedio mensual y total (mm)												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
8.2	5.9	10.7	24.3	54.4	129.4	166.2	156.9	137.2	53.2	13.5	6.1	766



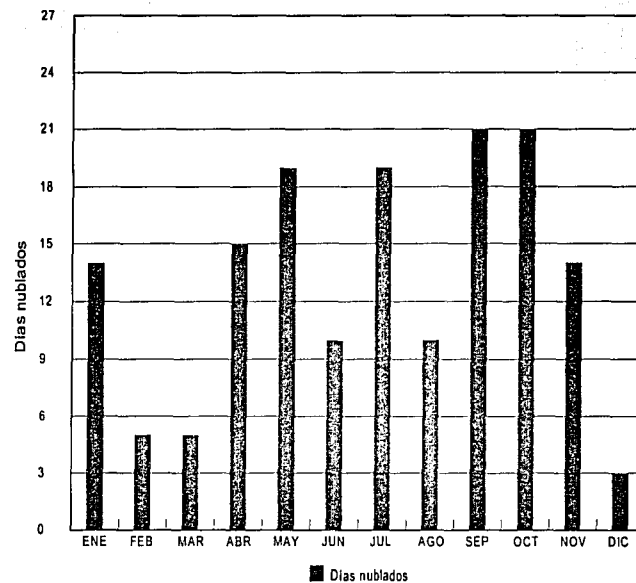
El total de días nublados se encuentra cerca de los 160

días. Los meses con más días nublados son septiembre y octubre. El mes con menos días nublados es diciembre.

Nubosidad, promedio mensual y total anual (días nublados)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
14	5	5	15	19	10	19	10	21	21	14	3	156

Nubosidad (días nublados)
Promedio mensual



7.2.1.7 Fenómenos especiales

Frecuencia de elementos
y fenómenos especiales

PARÁMETROS	AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
num. días con lluvia aprec.	10	1.6	2.11	4.1	8.6	12.66	15.2	19.6	20.3	18	9.9	3.8	1.3	117.17
num. días con lluvia inap.	10	0	0.33	0.1	0.2	0.33	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	2.06
num. días despejados	10	23.4	21.66	23.88	16.1	13.66	9.9	6.66	6.7	7.1	13	20.7	20.6	183.36
num. días medio nublados	10	4.8	5.11	5.11	8.7	9.88	9	11.66	11.4	13.8	7	6.6	7.4	100.46
num. días nublado/cerrado	10	2.8	1.55	2	5.2	7.44	11.1	12.66	12.9	9.1	11	2.7	3	81.45
num. días con rocío	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
num. días con granizo	10	0.1	0	0	0.1	0.44	0.1	0.4	0.3	0.1	0	0.1	0	1.64
num. días con helada	10	4.4	2.77	0.5	0.1	0	0	0	0	0	0	1	3.7	12.47
num. días con tormenta elec.	10	0.1	0	0.2	0.2	0.33	0.6	2	1.7	0.1	0.6	0	0	6.73
num. días con niebla	10	0.1	0.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.52
num. días con nevada	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

* Síntesis del bioclima

- Temperatura mínima promedio: 9.4°C
- Temperatura media promedio: 16.6°C
- Temperatura máxima promedio: 23.8°C
- Oscilación térmica promedio: 14.8°C
- Humedad relativa media promedio: 57%
- Precipitación total anual promedio: 63.8mm p/día
- Vientos dominantes: dirección SE
- Temporadas estacionales: Templado con verano fresco largo

7.3 Condiciones de confort

7.3.1 Conceptos generales

El término confort es un anglicismo adoptado para enunciar el concepto de comodidad. En esta investigación se utilizarán indistintamente ambos términos, significando con ellos el mismo concepto. Las condiciones de comodidad se obtienen cuando se produce una descarga de calor a una cierta rapidez que permite mantener la temperatura corporal entre 36.5°C y 37°C con el mínimo esfuerzo, permitiendo el desarrollo del trabajo fisiológico en óptimas condiciones.

7.3.2 Confort térmico

El confort térmico está dado por la combinación de varios factores. De acuerdo a la mayoría de los autores, existen variables microclimáticas básicas a considerar en el alcance de este confort:

- * Radiación solar
- * Temperatura del aire
- * Movimiento del aire
- * Humedad

A éstas debemos añadir otras tantas de carácter más individual y subjetivo pero que igualmente influyen en esta comodidad estas son:

- * Actividad desarrollada
- * Vestimenta
- * Valores individuales (edad, sexo, educación, localización geográfica, capacidad de adaptación, entre otras).

Cada uno de estos parámetros tiene una incidencia directa en los restantes y todos en conjunto definen el confort de un ambiente. La radiación solar, por ejemplo, produce incrementos en los materiales o en la sensación de los usuarios; el movimiento de aire, dependiendo de sus características, podrá disipar el calor del cuerpo humano por medio de convección y de evaporación que a su vez irá en favor de una disminución de la humedad.

Por otro lado, la actividad que se desarrolla y la vestimenta que se utilice en un momento u otro irán produciendo variaciones en el proceso de intercambio de calor del cuerpo humano y su entorno.

7.3.3 Definición del rango de confort para la Ciudad de México

A continuación se determinan los rangos de confort para la zona Sur de la Ciudad de México de manera que pueda establecerse en que épocas del año se está dentro de estos límites de comodidad. Este rango de confort se ha establecido siguiendo la ecuación de Szokolay (Cap. 1) para determinar el mismo.

Rangos de confort	Promedio anual
Máximo	25.25°C
Medio	22.75°C
Mínimo	20.25°C

Teniendo los datos de temperatura media promedio se obtuvieron los siguientes datos de confort:

* En el comportamiento de las temperaturas con relación al rango de confort se puede ver que las temperaturas máximas mensuales casi siempre se encuentran dentro del rango de confort determinado salvo en los meses de marzo y mayo que son los más cálidos.

* Tomando "radicalmente" para el concepto de frío a las temperaturas inferiores a los 20.25°C, las temperaturas mínimas mensuales están fuera de rango en todos los meses del año.

* Las medias, a lo largo del año, se encuentran fuera del rango, aunque el mes de mayo llega a estar casi dentro de este rango.

- Frío: 217 horas (75.35%)
- Confort y calor: 71 horas (24.65%)

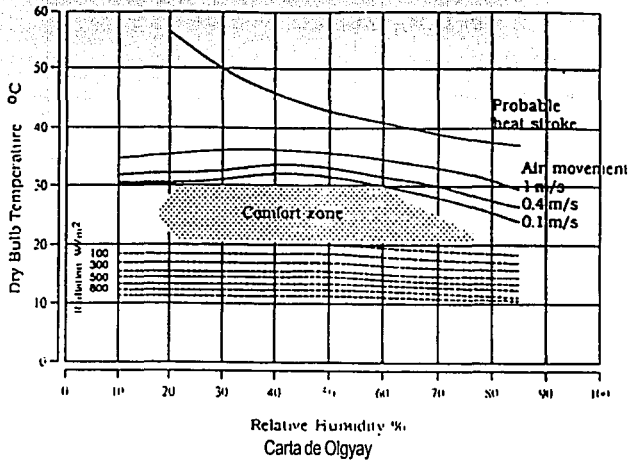
Predominan las condiciones de frío a lo largo del año. Las condiciones de confort se dan en un rango de las 11:00 a.m. y 20:00 p.m., siendo que las condiciones de calor se concentran en los meses de marzo a mayo.

7.4 Análisis del bioclima

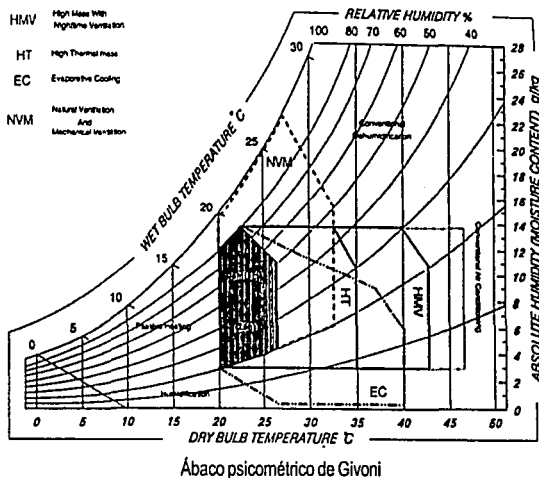
Una vez definido el rango de confort siguiendo la ecuación de Szokolay, para el análisis bioclimático de la Ciudad de México, se emplearon la carta bioclimática de Olgay y el ábaco psicrométrico de Givoni.

La carta bioclimática de Olgay fue construida con la humedad relativa (HR) en el eje de las abscisas y con la temperatura de bulbo seco (TBS) en el eje de las ordenadas, por lo que cualquier condición climática que esté definida por este par de variables puede ser graficada en esta carta.

Si el punto indicado se encuentra dentro de la zona de confort, éste se dará a la sombra; en caso contrario, será necesario la aplicación de métodos correctivos.



El ábaco psicrométrico de Givoni se ha estructurado tomando en el eje de las abscisas, la temperatura del bulbo seco (TBS); en el de las ordenadas la presión del vapor. En las curvas aparece representada la humedad relativa (HR) y sobre la curva correspondiente a la saturación absoluta (100% de HR), se encuentra la temperatura del bulbo húmedo (TBH). Igualmente, si el punto indicado se encuentra dentro de la zona de comodidad, se dará confort a la sombra; en caso contrario, también será necesario la aplicación de métodos correctivos.



Ábaco psicrométrico de Givoni

En ambos casos las medidas correctivas se sintetizan en:

* VENTILACIÓN NATURAL, si el punto cae por encima del perímetro superior de la franja de confort con temperaturas y humedad relativa altas y hace falta viento que desplace las altas temperaturas recuperando la sensación de confort.

* En caso de que nos encontremos igual que en la primera condición pero con humedad relativa muy baja, la medida correctiva será incrementar los cm(de humedad por cada kg. de aire. Es el ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO.

* Si se producen oscilaciones diarias muy amplias, la medida correctiva es el empleo de una MASA TÉRMICA que permita el retardo al paso del calor reduciendo así estas variaciones radicales de temperatura.

* Si por el contrario el punto indicado se encuentra por debajo de la línea de sombra, se requiere entonces incrementar la RADIACIÓN SOLAR para contrarrestar las temperaturas tan bajas. La zona de confort indicada es la obtenida en el subcapítulo 7.3.2 quedando establecida para la Temperatura Ambiente un rango de 20.25°C a 25.25°C con una Humedad Relativa entre 25% y 82%. Estas gráficas presentan datos promedios anuales así como detalle con relación al meses más frío (enero) y al más cálido (mayo).

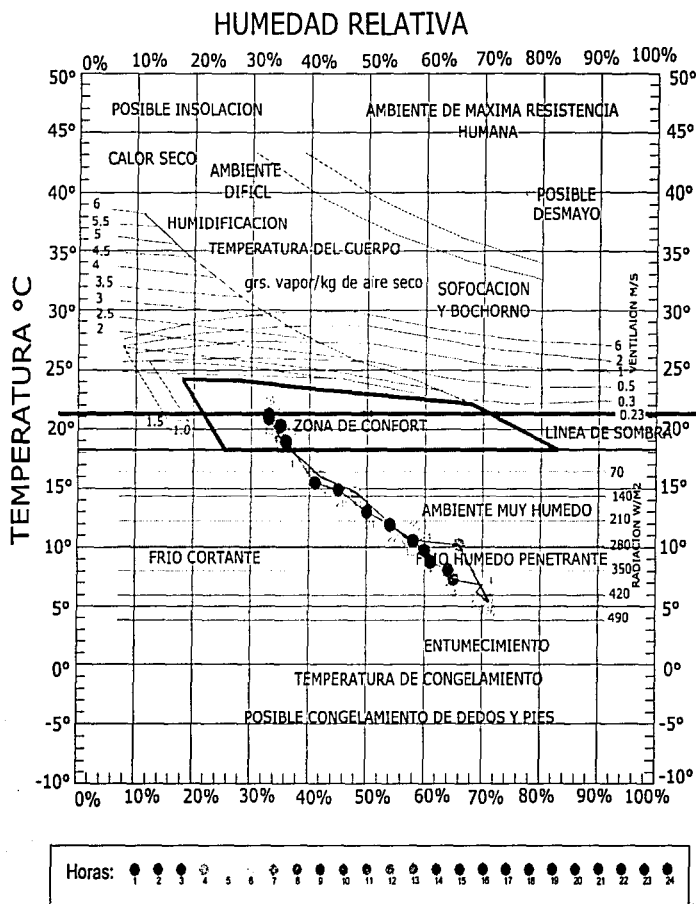
Por otro lado, se ha estructurado un Diagrama de Iso requerimientos Horarios el cual permite una rápida visualización de las condiciones térmicas horarias durante todo el año, las horas en que se deberá permitir el paso del sol al interior y aquellas en que deberá proporcionarse protección de la radiación solar. En el eje de las abscisas se encuentran indicados los meses del año, en las ordenadas, las horas del día. Las zonas coloreadas en azul corresponden a las áreas de frío; las zonas en blanco a la zona de confort y las coloreadas en amarillo y rojo a las zonas de calor fuera del límite calculado. En la primera de estas condiciones debe permitirse el paso de la radiación solar a fin de elevar la temperatura en el interior del edificio. En las dos últimas consideraciones deben proveerse protecciones solares que minimicen las ganancias térmicas.

Los datos obtenidos de este Diagrama de Iso requerimientos Horarios son trasladados a dos gráficas solares de tipo equidistante (una para cada semestre del año) en las cuales se evalúa la efectividad de los elementos de protección solar en esta ciudad.

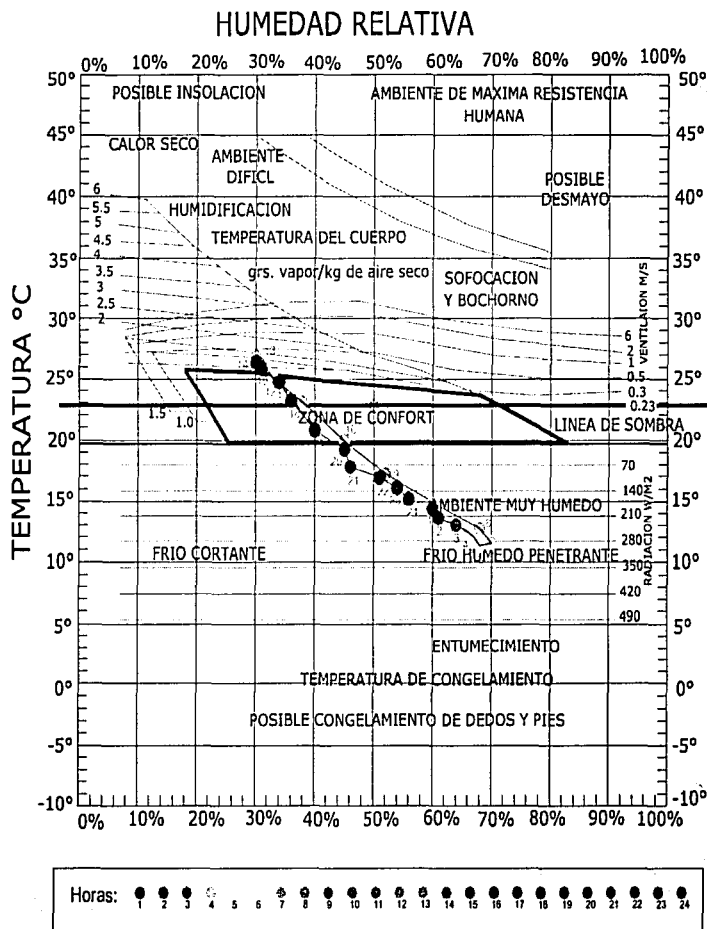
Carta bioclimática de Olgay para el D.F., México

Mes más frío: Enero

Temperatura media: 12.48°



Carta bioclimática de Olgay para el D.F., México
 Mes más cálido: Mayo
 Temperatura media: 18.56°

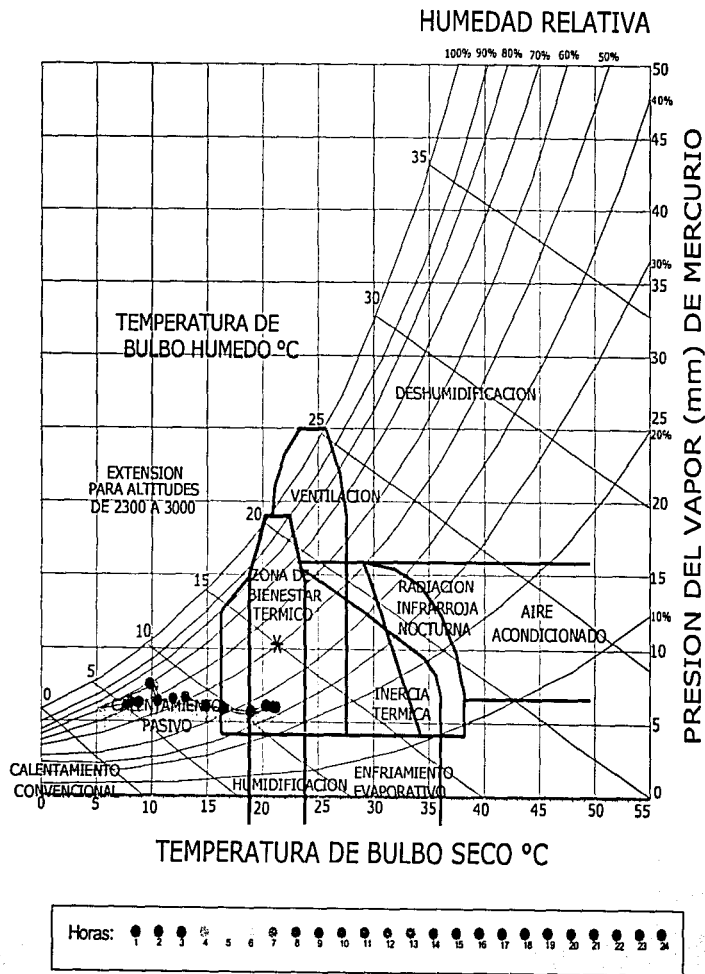


7 7.4.2 Ábacos psicrométricos de Givoni para la Ciudad de México

Carta bioclimática de Givoni para el D.F., México

Mes más frío: Enero

Temperatura media: 12.48°



Carta bioclimática de Givoni para el D.F., México

Mes más cálido: Mayo
Temperatura media: 18.56°

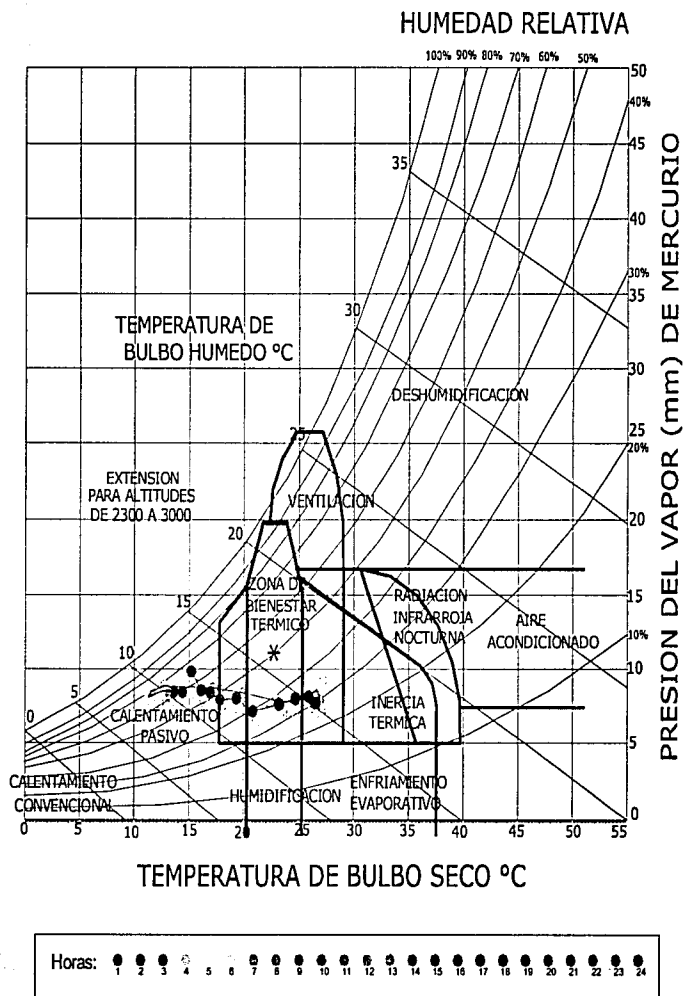
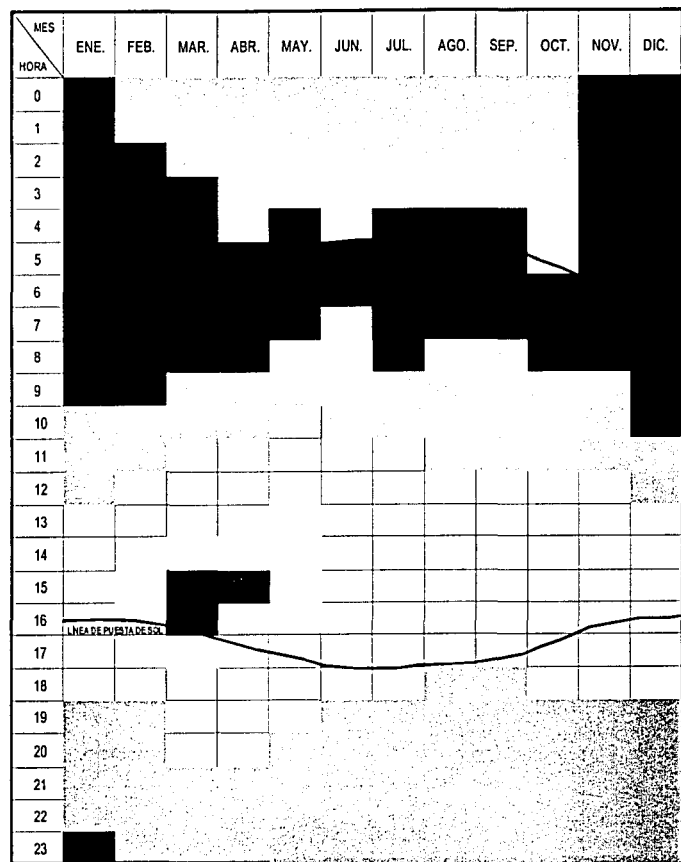


Diagrama de isorequerimientos horarios para el D.F., México



Simbología

Condición
Requerimiento

Muy frío

Calor



Frio

Calor



Confort

Protección solar



Caliente

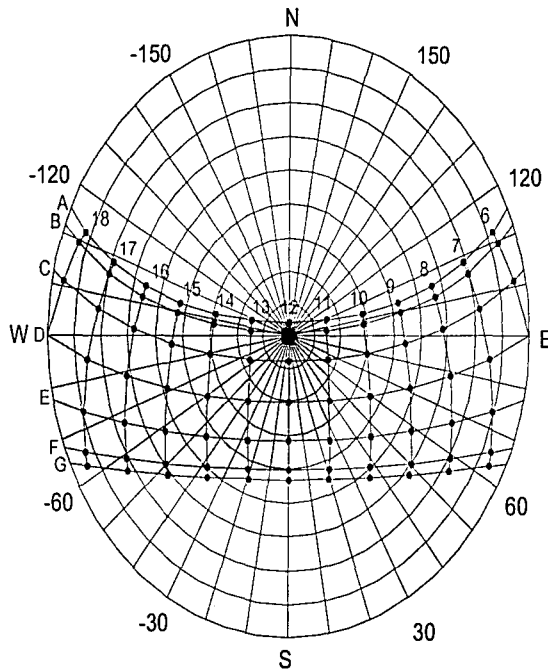
Ventilación y
protección solar

Caliente seco

Ventilación y
protección solar

7.4.4 Gráfica solar equidistante para la Ciudad de México

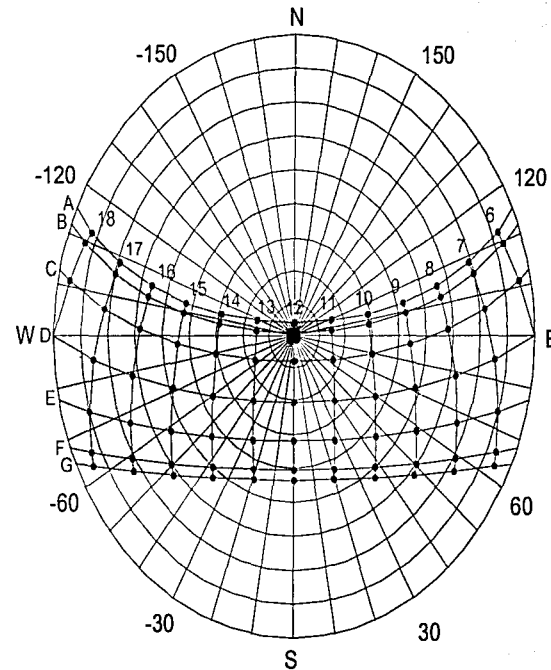
Gráfica solar equidistante para el D.F., México

Latitud $19^{\circ} 24'$ 

Gráfica solar primer semestre del año



Requiere protección solar



Gráfica solar segundo semestre del año



Requiere aprovechamiento solar

- A JUN
- B MAY/JUL
- C ABR/AGO
- D MAR/SEP
- E FEB/OCT
- F ENE/NOV
- G DIC

7.4.5 Diagnóstico

En el análisis bioclimático desarrollado por medio de las Cartas de Olgay y Givoni quedan claramente definidas las siguientes condiciones:

* Durante el año, los porcentajes de humedad relativa se encuentran dentro del rango de confort y se mantienen estables durante todo el año llegando al 57% en invierno y bajando al 55% en verano. Los índices de humedad relativa son más altos en las horas de amanecer, ya que es del 76% y de 37% en el atardecer.

* Existe una necesidad de ganancia de calor sobre todo en las horas de madrugada y de amanecer con un índice de radiación de 420 w/m² a 350 w/m² en invierno y de 280 w/m² a 210 w/m² en verano. En las noches, se requiere de una radiación de 140 w/m² en invierno y 105 w/m² en verano. Se necesita una mayor ganancia de calor durante los meses de diciembre, enero y febrero.

* Las gráficas indican que se requiere de ventilación sobre todo en los meses de marzo a mayo (meses de más calor) de 0,5 m/s (poca ventilación) en las horas comprendidas de las 13:00 p.m. a 16:00 p.m.

* Se requiere de sombra durante casi todo el año, de febrero a noviembre, por las tardes de las 14:00 p.m. a 17:00 p.m., salvo en el mes de mayo que se requiere desde las 11:00 a.m. a 18:00 p.m.

Por otro lado, del diagrama de isorequerimientos horarios y de las gráficas solares, obtenemos las siguientes anotaciones:

* Las condiciones de confort predominan en todo el año

* Las condiciones de frío se producen en las primeras horas del día desde la 1:00 a.m. a las 10:00 a.m. y durante la noche desde las 19:00 p.m. a 24:00 p.m. Los meses de mayor frío son diciembre, enero y febrero.

* En los meses de febrero a marzo en las horas de las 14:00 p.m. a 17:00 p.m. es donde se dan las condiciones de mayor calor.

* En las gráficas solares, se puede ver que en la orientación norte casi no llegan los rayos solares; en cambio, la mayoría de los rayos llegan en la orientación sur. Se necesita de protección solar al poniente durante la mayor parte del año y entrada aprovechamiento solar al oriente. En cuanto a la orientación sur, se necesita de aprovechamiento solar durante las mañanas y protección solar durante las tardes.

7.5 Requerimientos de climatización

* No es necesario ni reducir ni aumentar humedad.

* Se necesita optimizar la ventilación en los meses de mayo a marzo.

* Se requiere de protección solar durante casi todo el año de las 14:00 p.m. a 17:00 p.m. horas, menos en enero y diciembre.

* Debe de haber protección contra las lluvias durante el verano.

1) Temperatura

* Se necesita de una ganancia de calor durante todo el año en las primeras horas del día, poniendo cuidado al mediodía en la franja de calor de los meses de marzo a mayo.

* Se requiere de masa térmica, es decir, diseñar edificios que utilicen la propiedad de retardamiento al paso de calor que poseen algunos materiales permitiendo así, retardar y reducir las variaciones en la temperatura interior.

* Es por el punto anterior, que se debe de permitir una ganancia térmica a la estructura.

2) Humedad

* Como muestran las gráficas climáticas, no es necesario ni reducir ni aumentar los porcentajes de humedad, ya que estos se encuentran dentro del rango de confort.

3) Radiación solar

* Los porcentajes de radiación son estables durante todo el año. Sin embargo, se puede decir que la radiación solar en el Distrito Federal es de una incidencia no muy fuerte, pero sí considerable. Es por esta razón que se necesita proveer de protecciones solares que eviten gran penetración directa de la misma.

4) Vientos

* Conseguir la maximización de flujos de aire en los meses de marzo a mayo.

* Aprovechar los aires del Norte para que enfríen la estructura durante estos meses.

* Es necesario que los espacios interiores estén ventilados por las tardes.

* Es importante prestar atención a los horarios de ventilación en los que la temperatura es elevada, ya que se producirán efectos inversos en el interior y en lugar de calentar, se enfriará el espacio.

5) Precipitación

* Es necesario proveer techos que permitan aprovechar, o en su defecto, eliminar rápidamente el agua de lluvia y evitar las filtraciones, enmohecimiento y daños de las superficies por cantidades excesivas de humedad.

* Se requiere disponer de dispositivos para la protección de las aberturas contra la lluvia que en los meses de junio, julio, agosto y septiembre incrementa.

6) Fenómenos especiales

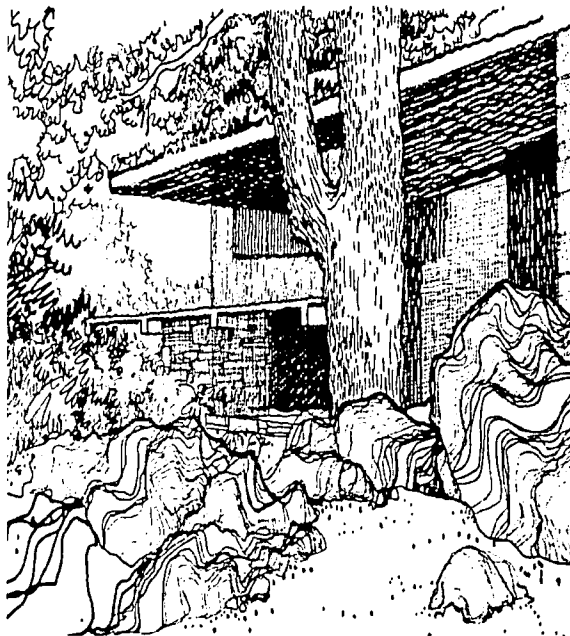
* Hay más días despejados que nublados, permitiendo el aprovechamiento solar.

* No hay necesidad de protegerse de otros fenómenos especiales ya que casi no se cuenta con días de nevada, niebla, tormenta, helada o granizo.

7) Materiales

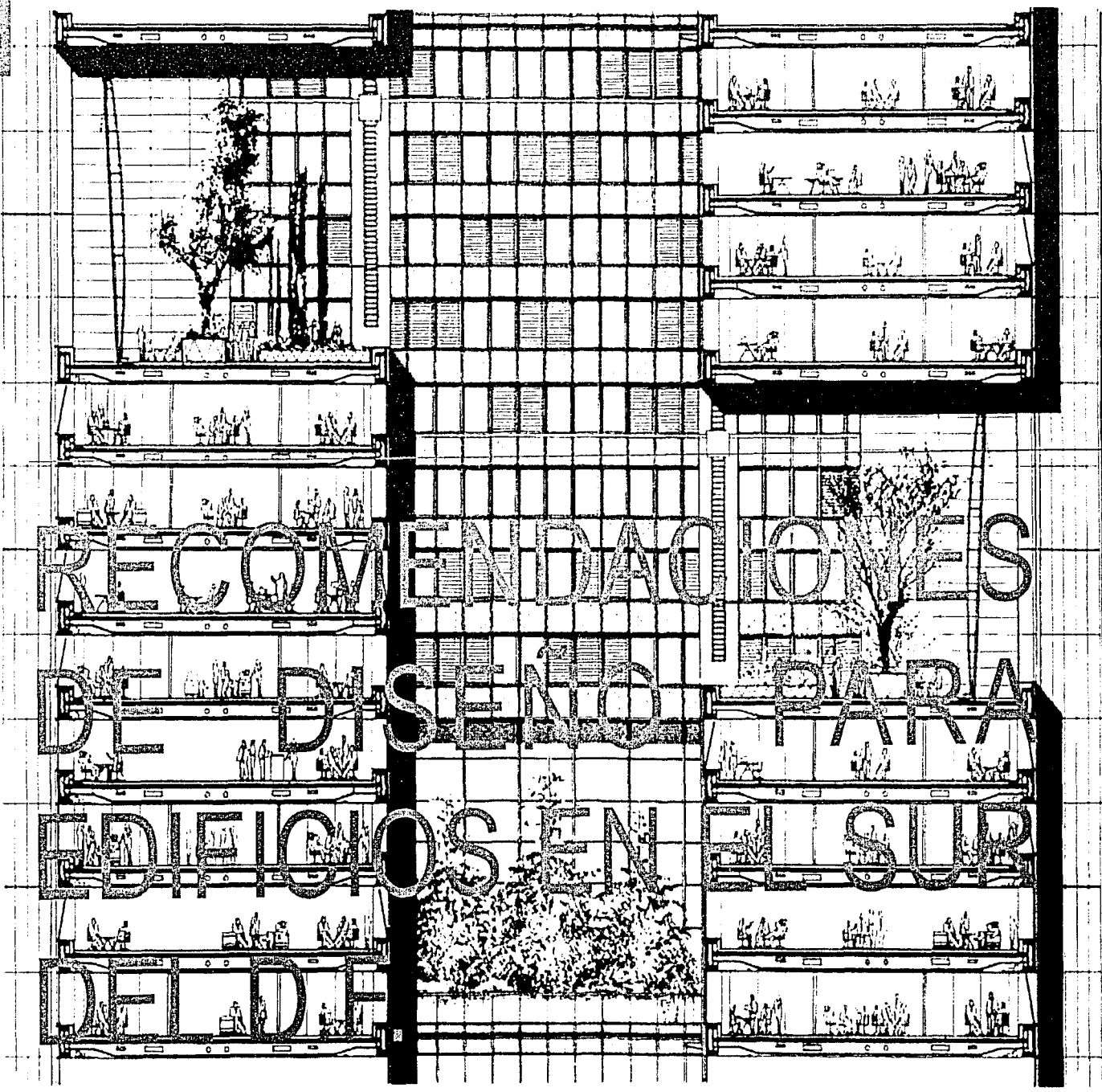
* Se requiere el uso de materiales con poca resistencia térmica que permitan, por las mañanas, el calentamiento de los espacios interiores y superficies con poca emitancia para captar y retener el calor. Sin embargo, como la edificación tiene la capacidad de guardar calor, si la ganancia de la misma es excesiva durante la mañana o mediodía, se tendrá que enfriar durante la tarde para poder restituir el confort.

* En caso de que esto sucediera, la estructura sufriría una pérdida en el calor almacenado ocasionando que durante la noche se perdiera el confort dándose la necesidad de calentamiento. Es por esto que la estrategia de diseño deberá considerar una masa térmica suficiente para que la entrada de calor se retarde hacia las horas en que éste sea necesario.





EL DESARROLLO DEL CONCEPTO BIOCLIMÁTICO EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS. CASO DE ESTUDIO: MÉXICO D.F.



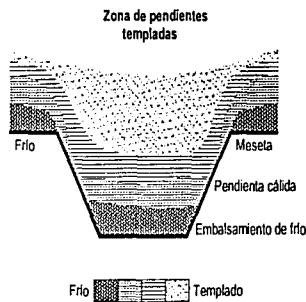
RECOMENDACIONES
DE DISEÑO PARA
EDIFICIOS EN EL SUR
DE MEXICO

8.1 Diseño urbano

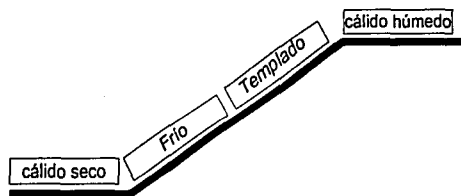
8.1.1 Forma y orientación de manzanas

8.1.1.1 Elección del emplazamiento

Las pendientes este o sur son las más adecuadas para el D.F., al igual que ocurre con las necesidades de orientación. La parte más cálida de la pendiente es la mejor opción, no obstante, tanto la inferior como la superior serán también adecuadas si se procura la suficiente protección contra el viento. El aprovechamiento de las brisas en períodos cálidos es muy importante.



Ubicaciones en una pendiente según el clima



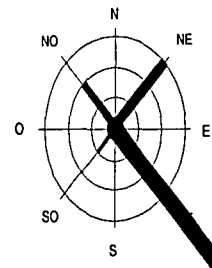
8.1.1.2 Estructura urbana

La ordenación residencial más adecuada es la libre y abierta, donde los edificios tienden a mezclarse con la naturaleza.

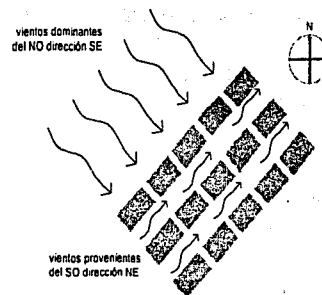
8.1.1.3 Espacios públicos

Amplias áreas de césped con grupos de árboles para proporcionar sombra son muy beneficiosos. La mejor disposición de las calles es según la dirección NO-SE, ya que así pueden evitarse los vientos dominantes del norte y canalizar las brisas más benignas del SO. Los paseos peatonales pueden trazarse libremente.

Direcciones del viento en el sur del D.F.



Inclinación de la traza urbana para mayor captación de los vientos dominantes



8.1.1.4 Tipologías de vivienda

Esta región permite distribuciones más flexibles. Es posible, además de beneficioso, que exista una relación muy estrecha entre casa y naturaleza. Los edificios unilaterales pueden desarrollarse con formas relativamente libres.

8.1.1.5 Distribución general

El amplio margen de condiciones térmicas requiere el aprovechamiento de la radiación, del efecto de los vientos y de la protección contra ellos. Así, la edificación deberá ejercer un doble papel.

8.1.2 Vegetación

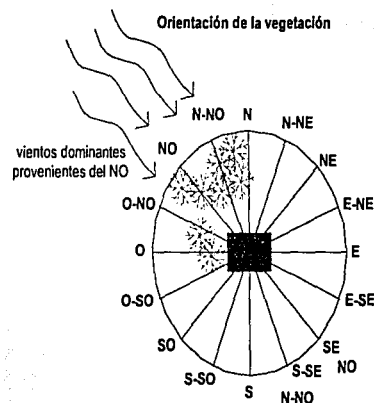
8.1.2.1 Paisaje

En la etapa de proyecto, es importante tener en consideración la relación existente entre el exterior y el interior de una edificación. La utilización de los espacios externos adyacentes a zonas interiores podrá alargarse durante varios meses, siempre y cuando estén bien diseñados.

8.1.2.2 Vegetación

El emplazamiento más favorable de las barreras vegetales, elementos protectores contra los efectos del viento, es la orientación NO, dirección de procedencia de los vientos dominantes y desfavorables sobre todo en invierno. También se recomienda plantar árboles al poniente para proteger esta fachada del asoleamiento.

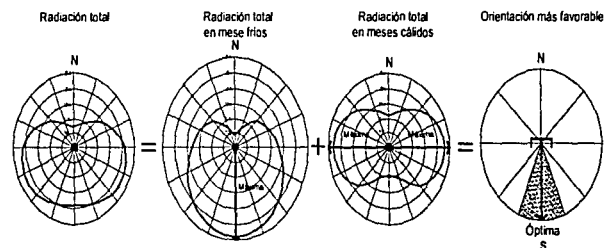
Los árboles de hoja perenne son los más efectivos para la protección contra el viento, en cambio, los de hoja caduca son los más adecuados para proporcionar sombra. Planicies cubiertas de césped, situadas cerca de las edificaciones son útiles para la absorción de radiación. En el extremo oeste de la residencia es preferible plantar árboles que proporcionen sombra.



8.1.3 Emplazamiento del proyecto

8.1.3.1 Orientación

La orientación al sur asegura una distribución calorífica equilibrada, con un resultado óptimo en una desviación de 22.5° al este y al oeste. En el siguiente dibujo se muestran cuatro círculos. En el primero se muestra la radiación total, en kcal/m², recibida según la orientación. El segundo círculo corresponde a los meses más fríos donde la radiación máxima se recibe al sur. El segundo círculo muestra la radiación recibida durante los meses cálidos. El impacto de radiación más fuerte se dan al este y oeste. El cuarto círculo corresponde a la orientación más favorable, siendo ésta la sur para evitar los impactos térmicos durante el verano y recibir calor durante los meses más fríos.



8.2 Diseño del proyecto

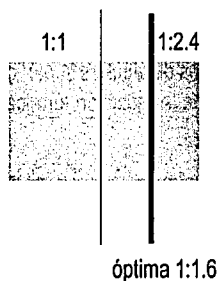
8.2.1 Planta de distribución

La libertad en la planta de distribución se caracteriza por la conexión espacial entre las zonas externas e internas. Los edificios deberán tener aberturas hacia el S, SE y SO, y permanecer cerrados hacia el lado oeste. Los dormitorios deberán situarse en el lado este, así como también la terraza.

8.2.2 Forma óptima de la vivienda

Las alas de las edificaciones que se alargan en el sentido N-S reciben menor impacto que en otras zonas. Por lo tanto, en esta región es posible diseñar edificios cuya planta tenga forma de cruz; no obstante, las extensiones según el eje E-O son las más favorables.

Proporción óptima



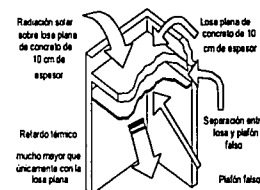
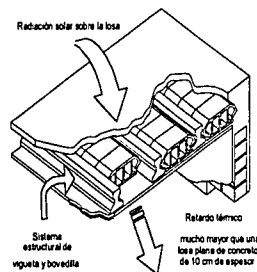
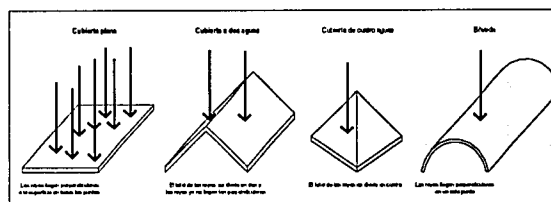
8.2.3 Cubiertas, paredes y pisos

Para una localidad de condiciones climáticas muy similares a la estudiada, Olgay recomienda una proporción óptima en la vivienda de 1:1.6, aunque considera que hasta 1:2.4 puede ser aceptable. Sin embargo, ésta es la proporción óptima de la vivienda, pero el clima templado de la zona permite que la forma de las edificaciones sea más libre.

* Las cubiertas, paredes y pisos, del tipo que sean, deben estar pensadas con soluciones técnicas de reutilización y desagües (canales exteriores ocultas o visibles, para pendientes que conduzcan a desagües

internos, etc.) con el fin de evitar inundaciones y filtraciones. Estas consideraciones son muy importantes debido a los altos niveles de precipitación, acentuados aún más por los meses de verano.

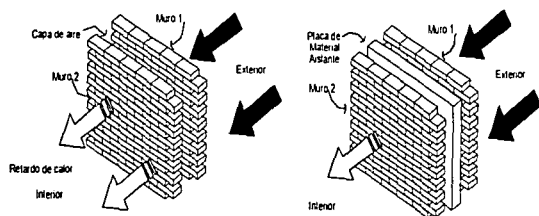
* En cuanto a los techos podrán emplearse techos inclinados, ya que éstos son convenientes para desaguar el agua y minorizar el impacto de la radiación, ya que de esta forma los rayos ya no llegan tan perpendiculares. Por otro lado, los techos planos no se recomiendan como favorables puesto que captan un alto porcentaje de radiación solar en su superficie todo el día y todos los meses del año, además de que mantienen el aire caliente acumulado a la altura de los ocupantes.



*El uso de una doble cubierta con cámara de aire ventilada es recomendable, ya que éstas son las superficies que mayor incidencia solar tienen. Esto puede ser beneficioso en la reducción de los impactos de calor por conducción. Se pueden colocar sistemas de viga y bovedilla, que además de ser ligeros, tienen un retardo térmico mucho mayor que una simple losa plana de concreto de 10 cm. Aunado a esto, se deben manejar los acabados interiores y exteriores. Por otro lado, se pueden colocar plafones falsos, de preferencia con materiales de propiedades aislantes. Deben de ser diseñados con cierto espesor, elaborados con materiales aislantes, que de preferencia deben estar separados de la losa.

* Es necesario proporcionar una ventilación proveniente de la parte superior de la habitación y que pueda cerrarse en invierno. Un ventilador de techo es también muy efectivo. Los canalones deben de tener la capacidad para evacuar 63.8 mm de lluvia promedio anual. Debe de evitarse la acumulación de lluvia.

* Para los muros, deben de evitarse los materiales absorbentes de humedad. La penetración de lluvia y humedad predominan en la fachada SO, ya que los vientos predominantes vienen de esta dirección y guían a la lluvia hacia los muros en esta orientación. El uso de doble muro en la orientación SO así como en la O, puede ser beneficioso para reducir los impactos térmicos y de humedad. Este sistema consiste en colocar dos muros separados por una capa de aire. Entre más grande sea la distancia entre los muros, se logrará un mejor resultados; con un mínimo óptimo de 5 cm. Estos muros presentan diversas características en cuanto a su diseño. Pueden tener una capa de material aislante entre ellos para optimizar su función.



8.2.4 Materiales

La equivocada elección de los materiales de construcción en viviendas, pueden representar un alto consumo de energía o condiciones térmicas interiores poco favorables para el bienestar del hombre. La estructura del edificio y los materiales que la constituyen, influyen de gran manera en los intercambios térmicos con el medio ambiente, así como en la gestión de los flujos de calor de diversas procedencias que circulan en el interior de la edificación.

Por ello se debe tener un control de la entrada de calor. Considerando que la agresión viene de afuera de la edificación, la primera capa de control de calor se encuentra en la superficie exterior. Debido a que la temperatura superficial de un material expuesto al asoleo directo será mayor que la del aire que lo rodea, los movimientos de aire a su alrededor reducirán los impactos caloríficos externos.

Las características de absorción y emisión de los materiales constituyen otra estrategia eficaz contra los impactos de los niveles de radiación. Aquellos materiales que reflejan más rápidamente la cantidad absorbida en forma de radiación térmica, producirán temperaturas más bajas dentro de la edificación.

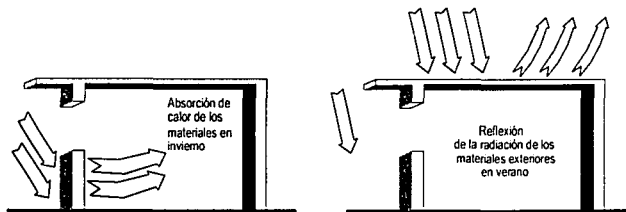
8.2.4.1 Reflexión de los materiales

La energía de la radiación solar se concentra cerca de la parte visible del espectro, por lo que el criterio de reflexión se encuentra en relación con los colores. Los materiales blancos pueden reflejar el 90% o más de la radiación recibida y los negros 1.15% o menos. Asimismo, las características de los materiales desde el punto de vista de la reflexión del calor a través de las longitudes de onda infrarrojas depende más de la densidad de su superficie y de su composición molecular, que del color. La siguiente tabla muestra las características de los materiales de algunas superficies, según su capacidad de reflexión y emisión, tanto de la radiación térmica como de la solar:

Superficie	%Reflexión		%Emisión
	Radiación solar	Radiación térmica	Radiación térmica
Aluminio pulido	85	92	8
Chapa cromada	72	80	20
Pintura blanca	71	11	89
Mármol blanco	54	5	95
Pintura verde claro	50	5	95
Pintura color aluminio	45	45	55
Yeso	43	5	95
Madera de pino	40	5	95
Cemento	29	5	95
Ladrillo de arcilla roja	23-30	6	94
Pintura gris	25	5	95
Negro mate	3	5	95

Si las superficies expuestas a la radiación solar en cielos despejados, son de color blanco o construidas con materiales de color claro, permanecerán más frescas que las metalizadas. A pesar que el aluminio posee un mayor nivel de reflexión de la radiación solar, este efecto es contrarrestado por la capacidad emisora de las superficies blancas, las cuales reflejan el calor por radiación térmica.

En esta región donde existen períodos cálidos y fríos, el manejo de la reflexión y la absorción de los materiales, debe alternarse para que sea favorable. Así, dentro de la edificación, es posible resolver esta situación con ayuda de los períodos estacionales.



Se han hecho diversos estudios sobre los acabados exteriores de las losas o techos, en cuanto a los recubrimientos que se deben emplear para reflejar mayor radiación solar. Algunos de estos recubrimientos son los siguientes:

El recubrimiento de techos color blanco, White Roof Coatings, contiene materiales poliméricos transparentes como el acrílico y un pigmento blanco que puede ser dióxido de titanio. Otros pigmentos blancos usados, de dióxido de titanio y óxido de zinc, normalmente reflejan de 70% al 80% de la energía solar. Aún con el color blanco hay cierta absorción de rayos solares, pero el pigmento ayuda a proteger al polímero y al interior de los efectos de los rayos ultravioleta.

El recubrimiento de colores, Tinted Coatings, especialmente de colores claros, son fabricados para adherirse a los recubrimientos de color blanco, aunque si se usa únicamente blanco, el costo es menor. En este recubrimiento, los colores relativamente oscuros como el rojo, el verde y el azul, tienen por lo menos una reflexión del 20%.

Los recubrimientos de aluminio, Aluminum Roof Coatings, generalmente usan un tipo de resina de asfalto, conteniendo trozos de hojas de aluminio en su composición. La superficie superior es una capa continua de aluminio, la cual protege al material de asfalto de los rayos ultravioleta. Esta capa de aluminio aumenta la reflectancia de los rayos solares, para lograr un valor de reflexión aproximado del 50%.

Las cubiertas de metal, Metal Roofing, empleadas como techo, son normalmente de lámina galvanizada y de aluminio. Éstas tienen una reflectancia solar del 60% y una baja emitancia. Estas cubiertas metálicas tienen un mejor rendimiento si se les aplica otro recubrimiento de pigmentos poliméricos, similares a la pintura. Para el control térmico de los materiales se debe conocer su comportamiento desde el punto de vista de la transmisión. La variación de la temperatura en el día origina una oscilación en el interior de la estructura, resultando dos efectos.

El primer efecto depende el valor aislante del material, caracterizado como factor "U", que es el coeficiente de transmisión total de calor, expresado en $W/m^2 \text{ } ^\circ C$. A menor valor de U, mejor efecto aislante y reducción del flujo de calor. En la siguiente tabla se muestra el valor de transmisión de algunos materiales:

Materiales	Espesor (cm)	Transmisión ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)
Techos		
Teja o pizarra sobre entanillado y fieltro, con falso plafón de yeso	9	1.7
Cubierta de lámina de aluminio con fibra de 13 cm y dos capas de fieltro bituminoso	1.5	2.16
Cubierta de lámina de aluminio con fibra vidrio de 5 cm	5.5	1.25
Concreto armado de 10 cm y 3 capas de fieltro bituminoso	11	3.35
Concreto armado de 10 cm y 3 capas de fieltro bituminoso y corcho de 2.5 cm	13.5	1.08
Concreto armado de 10 cm y 3 capas de fieltro bituminoso y fibra de vidrio de 5 cm	16	1.13
Entanillado de 2.5 cm sobre maderas con 3 capas de fieltro bituminoso y falso plafón de yeso	13.5	1.8
Entanillado de 2.5 cm sobre maderas con 3 capas de fieltro bituminoso y falso plafón de yeso, con placas aislantes de fibra de vidrio de 5cm sobre entanillado	18.5	0.91
Entanillado de 2.5 cm sobre maderas con 3 capas de fieltro bituminoso y falso plafón de yeso con placas aislantes de fibra 13cm sobre el	14.8	1.35

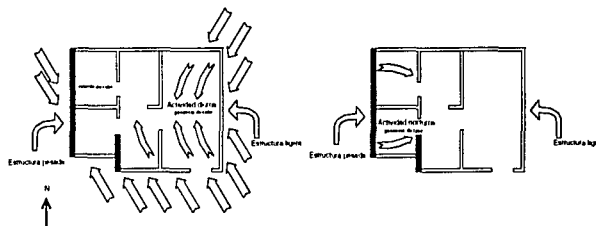
Materiales	Espesor (cm)	Transmisión (W/m ² °C)
Muros		
Tabique sólido	12	3.64
Tabique enyesado por ambas caras	12	3.24
Tabique sólido	24	2.67
Tabique enyesado por ambas caras	24	2.44
Tabique con cámara de aire de 5 cm, aplanado el exterior y enyesado el interior	21	1.7
Tabique con capa aislante de fibra de 1.3 cm y yeso interior	15.3	1.19
Tabique con capa aislante de lana de vidrio de 5 cm y yeso en el interior	19	0.85
Tabique con capa aislante de corcho de 2.5 cm y yeso en el interior.	16.5	0.85
Tabique con placa de tablaroca de 1.3 cm.	15.3	0.74
Tabique con bloques de concreto ligero celular de 10 cm en el interior	22	1.3
Concreto ordinario	10	3.58
Concreto ordinario	15	3.18
Block de concreto hueco planado exterior y enyesado interior	15	1.7
Block de concreto hueco planado exterior y enyesado interior	20	1.19
Piedra porosa	30	2.84
Piedra porosa	45	2.27

El segundo efecto depende de la capacidad acumulativa calorífica del material, caracterizada por el calor volumétrico específico. A mayor capacidad acumulativa, menor variación de temperatura propagada a través del material. Este retardo producido por la transmisión se le denomina como inercia térmica, que proporciona la posibilidad de almacenar las cargas que se producen cuando las temperaturas son más altas y liberarla cuando son más bajas. Este efecto reduce simultáneamente el impacto y se conoce como capacidad aislante. El aire estático es uno de los mejores elementos aislantes, y aquellos materiales que contienen burbujas de aire en su interior, tienen un índice de transmisión de calor más bajo y son generalmente más livianos. Por el contrario, los materiales con una gran inercia, son generalmente densos y su efecto se asocia directamente con su peso.

8.2.4.2 Retardo por inercia

Para los requisitos de retardo por inercia deben considerarse las ganancias de radiación obtenidas en el mes más cálido, mayo. En este caso es evidente la acumulación de carga calorífica concentrada en las primeras horas de la tarde. Para trasladar estos impactos a periodos más fríos las distintas superficies expuestas requerirán diferentes retardos por inercia. La mayor carga calorífica caerá sobre la superficie horizontal, y después sobre las fachadas.

En los siguientes gráficos se explica lo mencionado anteriormente. Durante el día, la estructura pesada transmitirá al interior temperaturas inferiores a las cedidas por una estructura ligera. Por la noche, la estructura ligera se enfría, pierde el calor obtenido durante el día a causa del bajo índice de retardo térmico de los materiales que la componen.



La situación no tan extrema en esta región templada no implica alternativas tan estrictas. En el D.F. la carga calorífica más significativa incide en la fachada oeste, donde el retraso de seis horas contribuirá al equilibrio térmico.

Es necesario proteger las zonas de actividad nocturna con una construcción maciza, mientras que en los de actividad diurna el aislamiento será mínimo para ganar calor durante la mañana.

En la siguiente tabla se puede ver el retraso en horas de algunos materiales:

Material	Espesor (cm)	Retraso (horas)
Concreto sólido	5	1.1
	10	2.5
	15	3.8
	20	5.1
	30	7.8
Tabique	40.6	10.2
	10	2.3
	20	5.5
	30	8.5
	40.6	12
Madera	1.25	0.17
	2.5	0.45
	5	13
Panel aislante	1.25	0.08
	2.5	0.23
	5	0.77
	10	2.7
	15	5

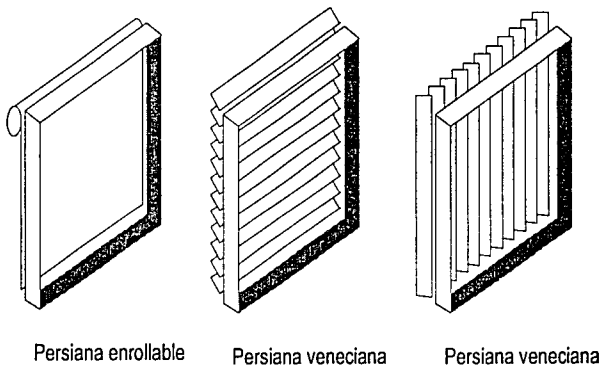
El bajo nivel de difusión característico de algunos materiales, puede utilizarse eficazmente para amortiguar y desplazar los impactos térmicos ganados en el día. La magnitud deseada de la capacidad aislante puede relacionarse con el peso total de la construcción en función de la oscilación térmica en el día.

8.2.5 Espacios interiores y ventanas

La distribución de las ventanas es de vital importancia para el equilibrio calorífico interno. Las superficies acristaladas orientadas al sur funcionan bien desde el punto de vista estacional. Es necesario proporcionar protección contra la radiación estival. Las aberturas deberán estar protegidas por pantallas o filtros, y su situación deberá de permitir ventilación cruzada.

Existen en el mercado nuevos tipos nuevos tipos de persianas más sofisticadas que consisten en la combinación de diferentes materiales. En la siguiente figura se muestra uno de los tipos de pantalla que está compuesta de tela y tiene una cierta morfología que permite el retraso de calor. La construcción de esta pantalla cuyo espesor se basa en formas hexagonales, pudiendo tener cualquier forma poligonal, es mucho más eficiente, enérgicamente hablando, que una pantalla simple, ya que el aire que queda en el interior amortigua la incidencia de la radiación solar.

Se pueden emplear elementos móviles que impidan la radiación directa como las persianas o pantallas, como se muestra en los dibujos:

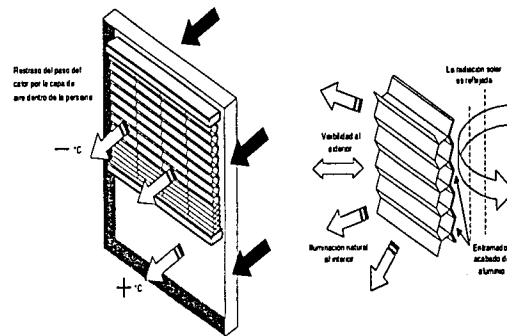


Persiana enrollable

Persiana veneciana

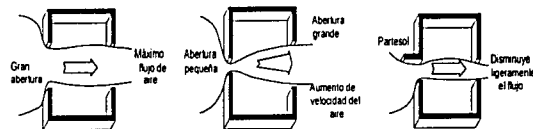
Persiana veneciana

Si este sistema además se complementa con un acabado de aluminio exterior, se optimizan sus propiedades. Este acabado puede permitir o no el paso de la luz, dependiendo de las necesidades propias de cada caso.



El viento es un factor importante para el diseño de ventanas y de aberturas. Para recibir los movimientos del aire, una casa debe tener una abertura de entrada (preferiblemente situada donde la presión es positiva) y una de salida (donde es negativa o de succión). La amplitud y localización de las ventanas depende del efecto que se requiera. Los siguientes gráfico muestran distintos efectos:

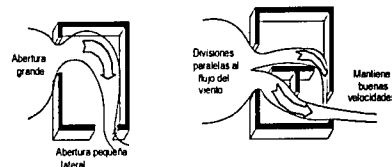
Desarrollo en planta



Cuando existen grandes aberturas del mismo tamaño y situadas en posición opuesta, se produce el máximo flujo de aire.

Si se requiere aumentar la velocidad del aire se debe colocar una abertura más pequeña del lado de la dirección del viento, en la presión positiva, y otra en el lado opuesto de mayor tamaño.

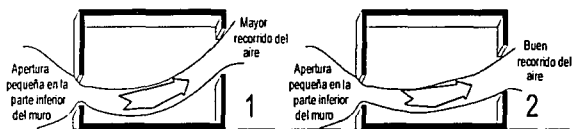
El efecto que producen los partesoles en el movimiento del aire es dirigirlo de manera recta hacia la salida máximo flujo de aire.



En una habitación sin subdivisiones con una abertura grande en la posición de la dirección del viento, y otra lateral y de menor tamaño, el viento se transporta en una curva hasta que encuentre la salida.

Las subdivisiones paralelas al flujo, separan el recorrido, manteniendo buenas velocidades.

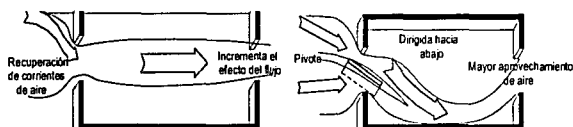
Desarrollo en alzado



Con la colocación de una abertura pequeña en la parte baja del muro y diferentes cobocaciones de las aberturas opuestas, se puede ver en el número 1, 2 y 3 que el viento hace un recorrido similar entre ellos, en buena velocidad, siendo el más óptimo el número 1 por tener el flujo con recorrido mayor.



A diferencia de los anteriores, la abertura con la presión positiva está a nivel de suelo, que origina un flujo más efectivo.



Los aleros recuperan corrientes de aire que podrían desviarse, y de esta manera incrementa el efecto del flujo.

La ventana pivote debe estar dirigida hacia abajo para un mejor aprovechamiento de aire.



Otro empleo óptimo de la ventana tipo pivote, es cuando no hay abertura opuesta por donde sale el flujo de aire. El pivote trabaja con las dos presiones, la positiva y la negativa.

El efecto que se logra con los aleros ubicados en el borde superior de la abertura, produce una corriente horizontal lineal.

Es necesario prever una ventilación cruzada adecuada. Aquellas áreas donde se produce humedad deberán separarse del resto de la edificación. La penetración de los rayos solares es beneficiosa, por lo tanto, las profundidades interiores no deberán ser excesivas.

Los colores medios son los más adecuados; los oscuros se utilizarán solamente en espacios protegidos del impacto solar. La superficie exterior de la cubierta deberá ser de color claro.

8.2.6 Protecciones solares

Para proteger las edificaciones bajas se plantarán árboles de hoja caduca en el lado oeste.



Abedul. Ejemplo de árbol de hoja caduca

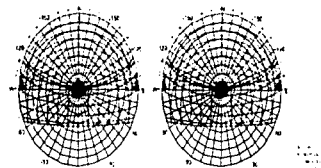
Para proteger los edificios altos, es conveniente colocar un elemento modular de control solar en las fachadas y lamas verticales orientables en el norte.

A continuación se presentan las gráficas de cálculo de los partesoles y aleros para las distintas orientaciones. Los números en rojos muestran los ángulos de los aleros y partesoles con su porcentaje de efectividad.

Cálculo de partesoles y aleros para diferentes orientaciones para el sur del D.F.

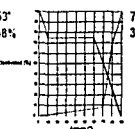
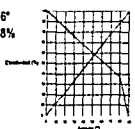
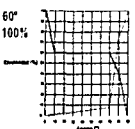
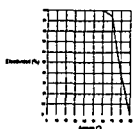
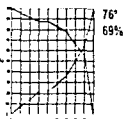
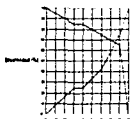


Orientación Norte

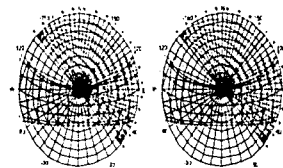


Gráfica solar para latitudes de 15°

Gráfica solar para latitudes de 30°

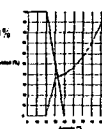
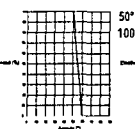
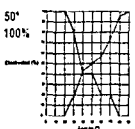
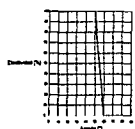
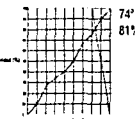
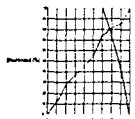


Orientación Nor-este

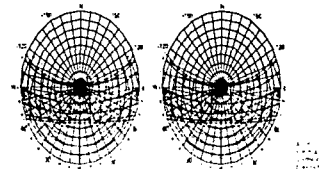


Gráfica solar para latitudes de 15°

Gráfica solar para latitudes de 30°

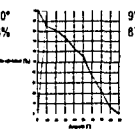
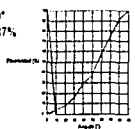
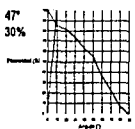
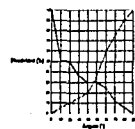
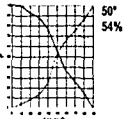
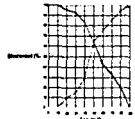


Orientación Sur

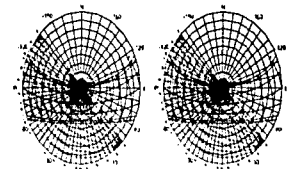


Gráfica solar para latitudes de 15°

Gráfica solar para latitudes de 30°

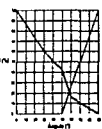
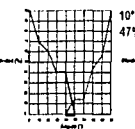
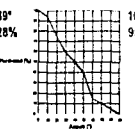
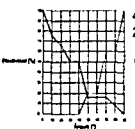
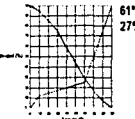
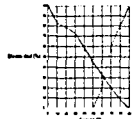


Orientación Sur-oeste



Gráfica solar para latitudes de 15°

Gráfica solar para latitudes de 30°

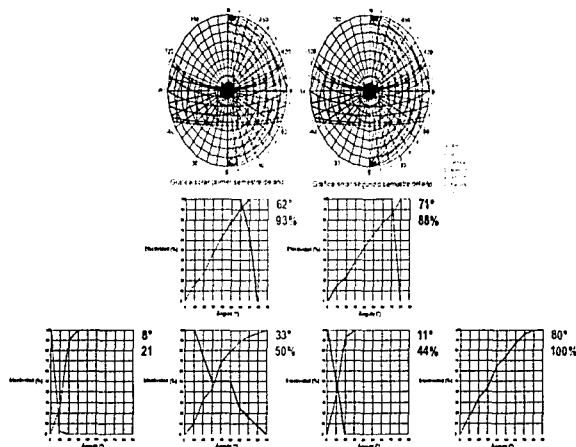


— Permitir el paso de rayos solares
- - - Proteger contra rayos solares

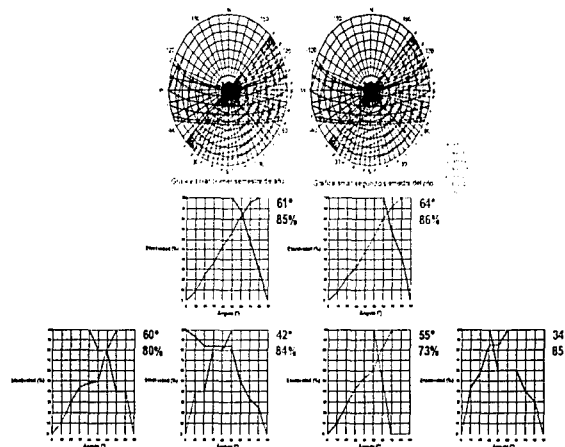
Alero
Partesol

Cálculo de partesoles y aleros para diferentes orientaciones para el sur del D.F.

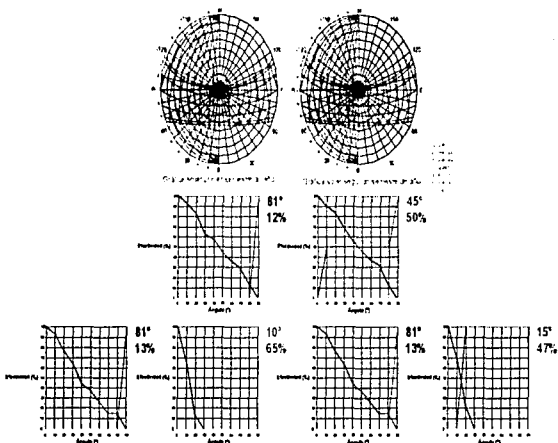
Orientación Este



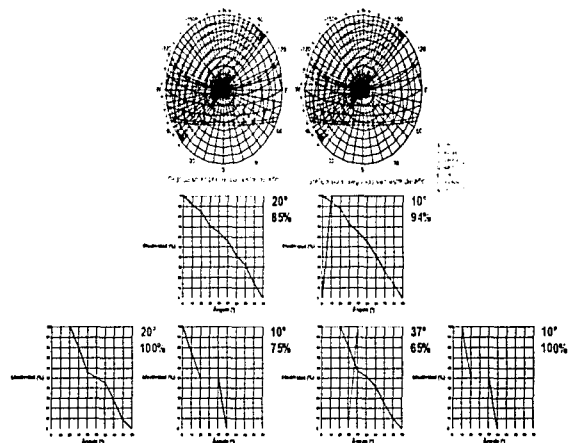
Orientación Sur-este



Orientación Oeste



Orientación Nor-oeste

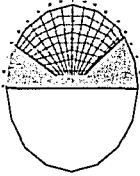


— Permitir el paso de rayos solares
 - - - - - Proteger contra rayos solares

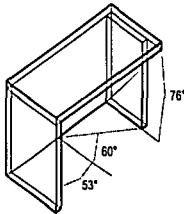
Alero
 Partesol

Protecciones solares para diferentes orientaciones para el Sur del D.F.

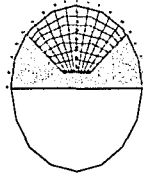
Orientación Norte



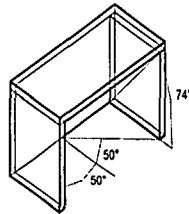
Alero: 76°
Partesol NO: 60°
Partesol NE: 53°



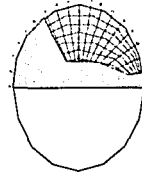
Orientación Nor-este



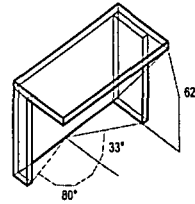
Alero: 74°
Partesol NO-NE: 50°
Partesol NE-SE: 50°



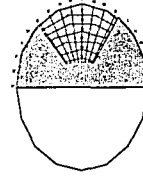
Orientación Este



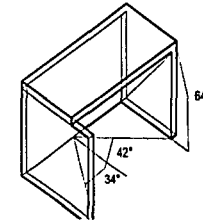
Alero: 62°
Partesol NE: 33°
Partesol ES: 80°



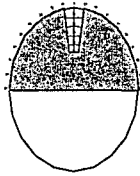
Orientación Sur-este



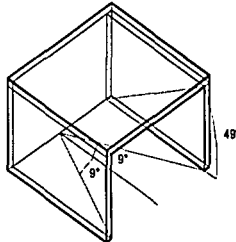
Alero: 64°
Partesol NE-SE: 42°
Partesol SE-SO: 34°



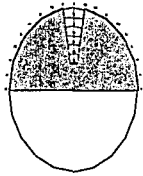
Orientación Sur



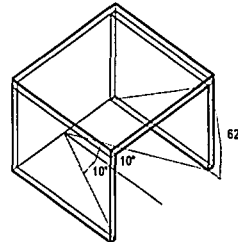
Alero: 49°
Partesol ES: 9°
Partesol SO: 9°



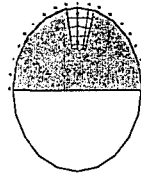
Orientación Sur-oeste



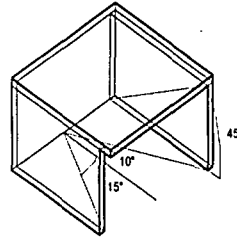
Alero: 62°
Partesol SE-SO: 10°
Partesol SO-NO: 10°



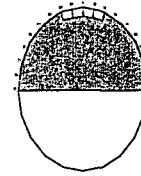
Orientación Oeste



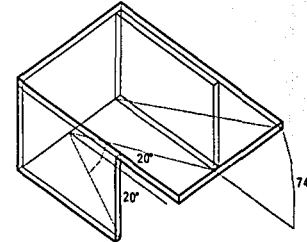
Alero: 45°
Partesol SO: 10°
Partesol ON: 15°



Orientación Nor-oeste



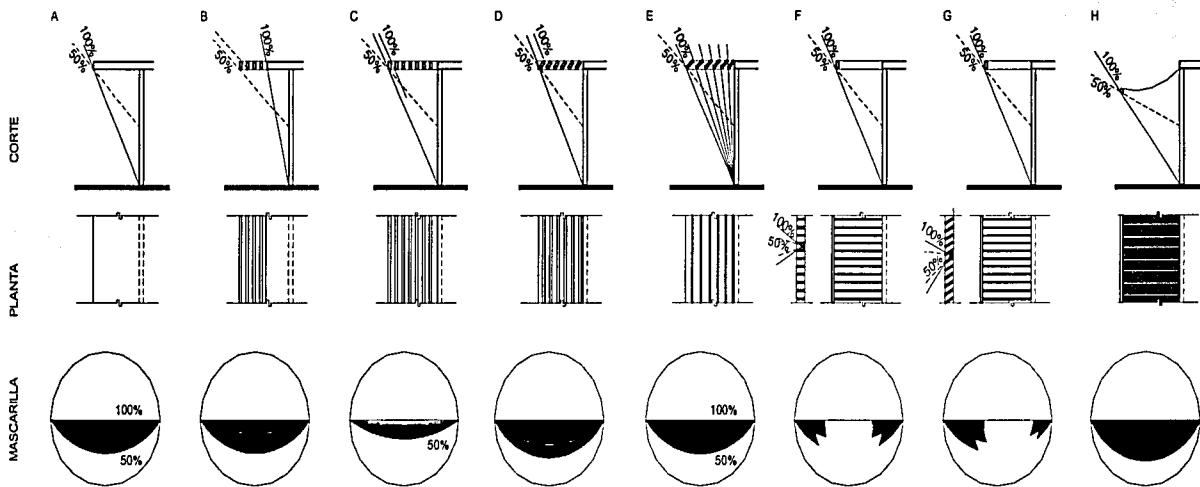
Alero: 10°
Partesol SO-NO: 20°
Partesol NO-NE: 20°



Los isométricos de las gráficas anteriores muestran los parsoles y aleros de las distintas orientaciones. Sin embargo, es la labor del arquitecto diseñarlos según el proyecto.

Teniendo el patrón de sombra, se pueden diseñar distintas protecciones solares. A continuación se muestran distintos diseños según los patrones de sombra.

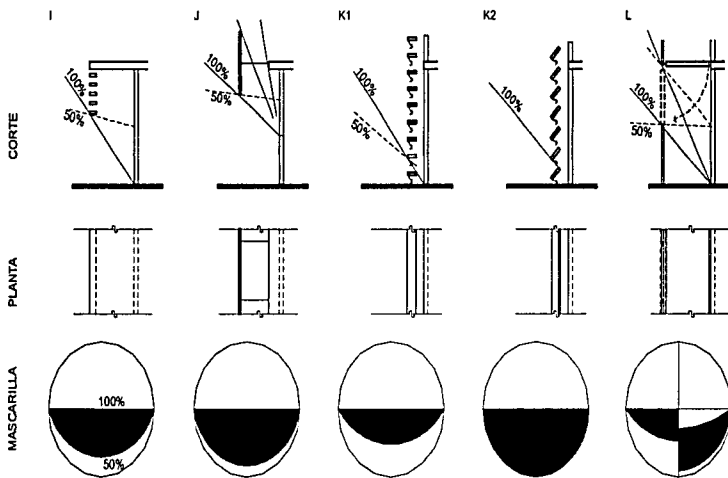
ESTRUCTURAS HORIZONTALES



A: Los elementos horizontales opacos son más eficientes en la orientación sur y sur-este. Su perfil de sombra característico es el siguiente.

B,C,D,E,F,G: Las lamas horizontales tienen la ventaja de que dejan pasar el aire cerca de la fachada. Además proporcionan mejor protección que las verticales.

H: Los toldos tienen las mismas características que los elementos horizontales opacos y, además, en ser retráctiles.

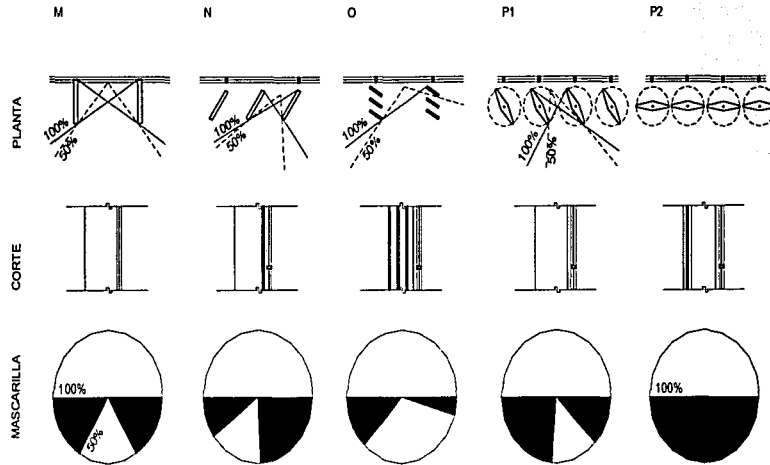


I: Para la protección de ángulos solares muy bajos, las lamas horizontales suspendidas de planos horizontales opacos son muy eficaces.

J,L: Un plano sólido o perforado paralelo a la fachada protege los rayos más bajos del sol.

K1, K2: Las lamas móviles horizontales hacen variar su perfil de sombra en función de su posición.

ESTRUCTURAS VERTICALES

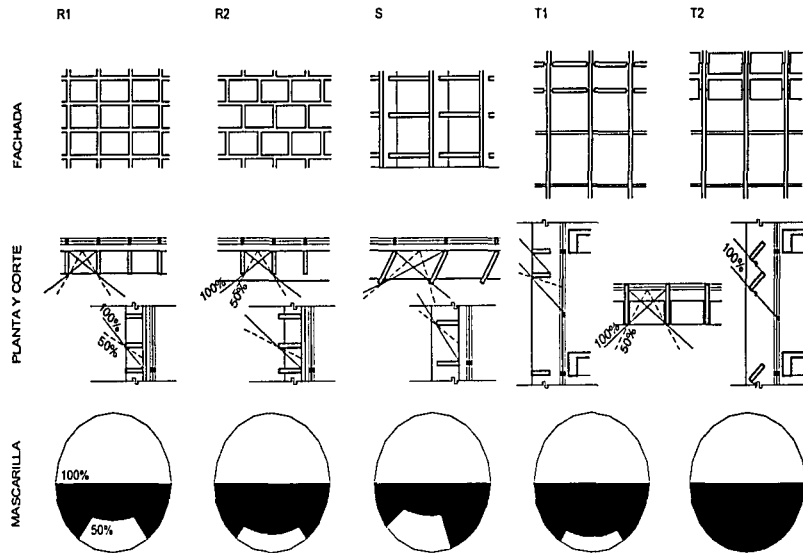


M: Los protectores verticales son adecuados para las orientaciones este y oeste. Su perfil de sombra es el segmento, son muy eficaces.

N.O: Los protectores verticales oblicuos a la fachada producen un perfil asimétrico. La separación de estos elementos de la fachada evita la transmisión de calor.

P1, P2: Las lamas móviles pueden ensombrecer todo el hueco y orientarse de acuerdo a la posición del sol.

CELOSÍAS



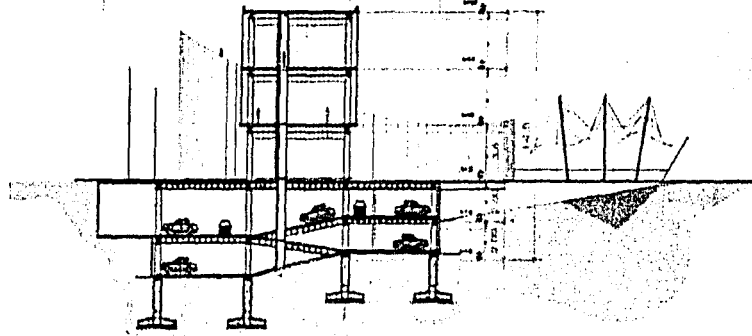
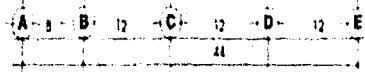
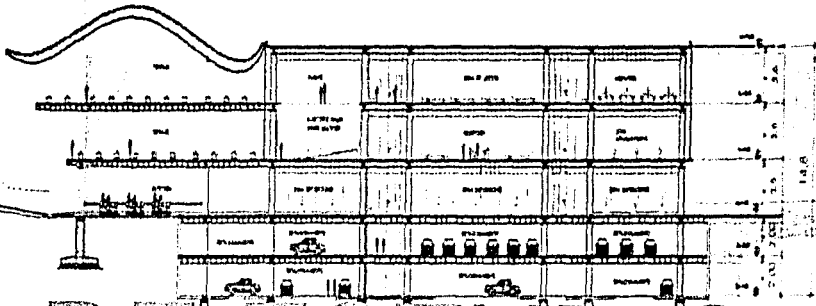
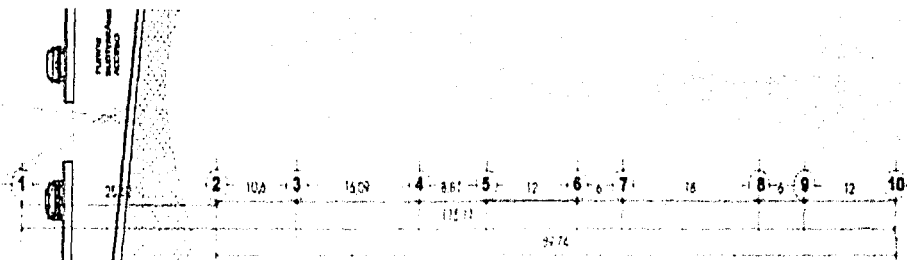
R1, R2: El modular es una combinación de los tipos horizontal y vertical, siendo su sombra resultante una superposición del diagrama de ambas, son muy eficaces.

N.O: Los protectores verticales oblicuos a la fachada producen un perfil asimétrico. La separación de estos elementos de la fachada evita la transmisión de calor.

T1, T2: Protector tipo módulo con elementos horizontales móviles producen sombra con características variables. Debido al elevado índice de sombra que producen son aconsejables en climas calurosos.



CASO DE ESTUDIO

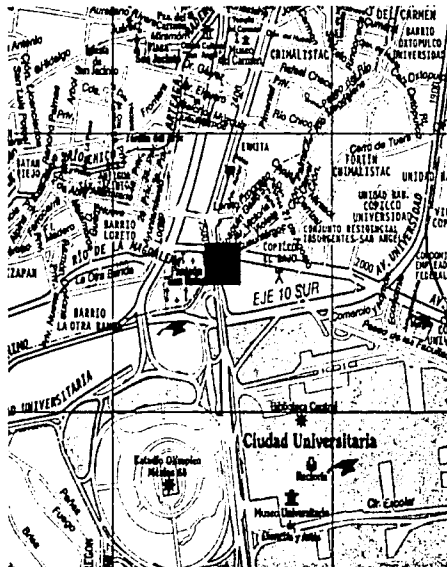


9.1 Centro Cultural de Francia en México

De los análisis bioclimáticos de la localidad se obtienen que las condiciones de confort y calor predominan en gran parte del año y como quedó expreso en la síntesis de requerimientos climáticos (cap. 7) a fin de proporcionar confort interior a los usuarios, las estrategias aplicadas a los proyectos deben procurar:

- * Ganancias térmicas del exterior en las primeras horas del día
- * Conseguir la maximización de flujos de aire en los meses de marzo a mayo
- * Protección solar sobre todo al sur y sur-oeste
- * Rápida eliminación de agua de lluvia en las cubiertas

Para la validación de las recomendaciones antes descritas, se ha tomado un proyecto de tesis, realizado por **María Teresa Catrip Torres**, para aplicarlas. El proyecto es un Centro Cultural de Francia en México, ubicado al sur del D.F. sobre la esquina de AV. Insurgentes Sur y Av. Copilco, cerca de Ciudad Universitaria, ubicada al Sur del D.F.



Localización del proyecto

9.1.1 Programa arquitectónico

A continuación se describe el programa arquitectónico del Centro Cultural de Francia en México:

Áreas exteriores

- * Plaza de acceso: 120m²
- * Plaza cubierta: 500m²
- * Andadores: varia
- * Estacionamiento: 3,840m²
- * Circulaciones: 625m²
- * Jardines: 1,350m²
- * Explanadas: 500m²
- * Auditorio al aire libre: 250m²
- * Espacio escultórico: 500m²
- * Espacio de lectura: 100m²
- * Pintura al aire libre: 100m²
- * Teatro y oratoria: 100m²
- * Trabajos manuales: 100m²

Área privada

- * Sección administrativa: 130m²
- * Sanitarios: 16m²
- * Sección bodega: 39m²
- * Sección de mantenimiento: 30m²
- * Sección basura: 36m²

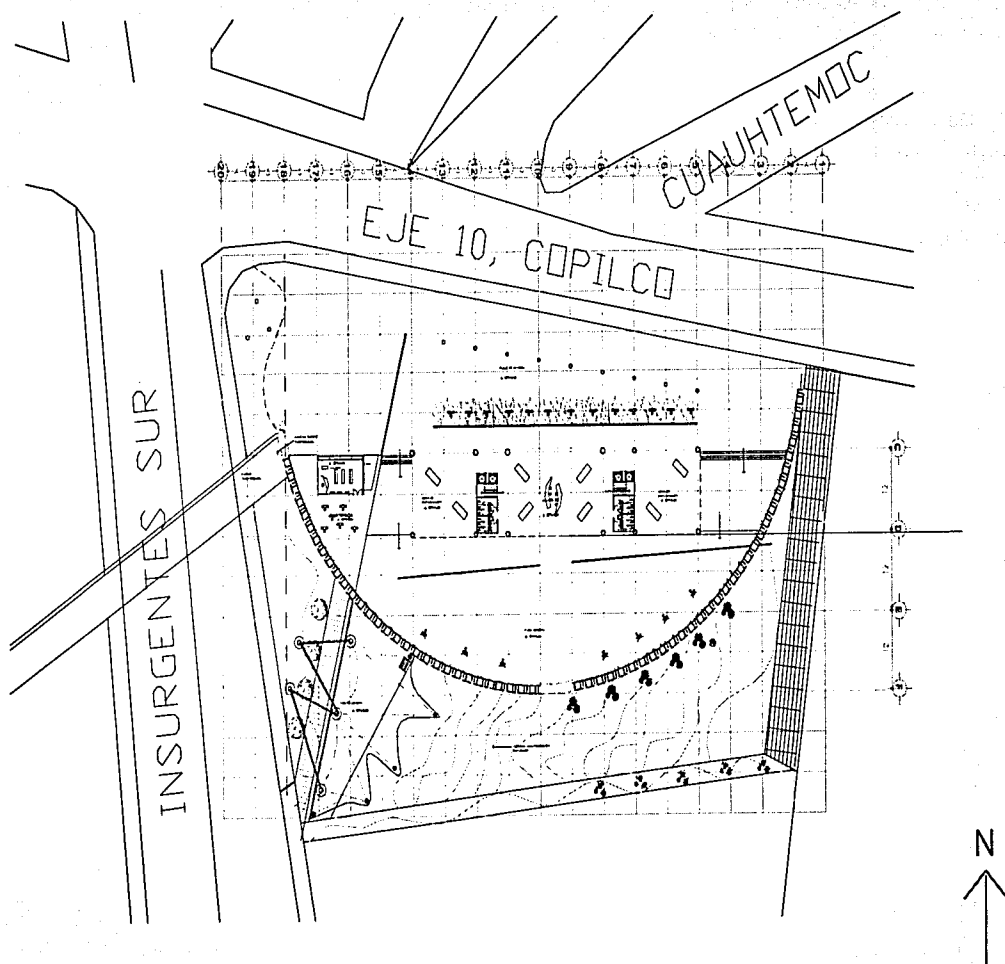
Área cultural

- * Sala de exposiciones: 245m²
- * Sala de proyecciones: 140m²
- * Salón de usos múltiples: 200m²
- * Artesanías: 60m²
- * Mediateca: 100m²
- * Libros y revistas: 100m²

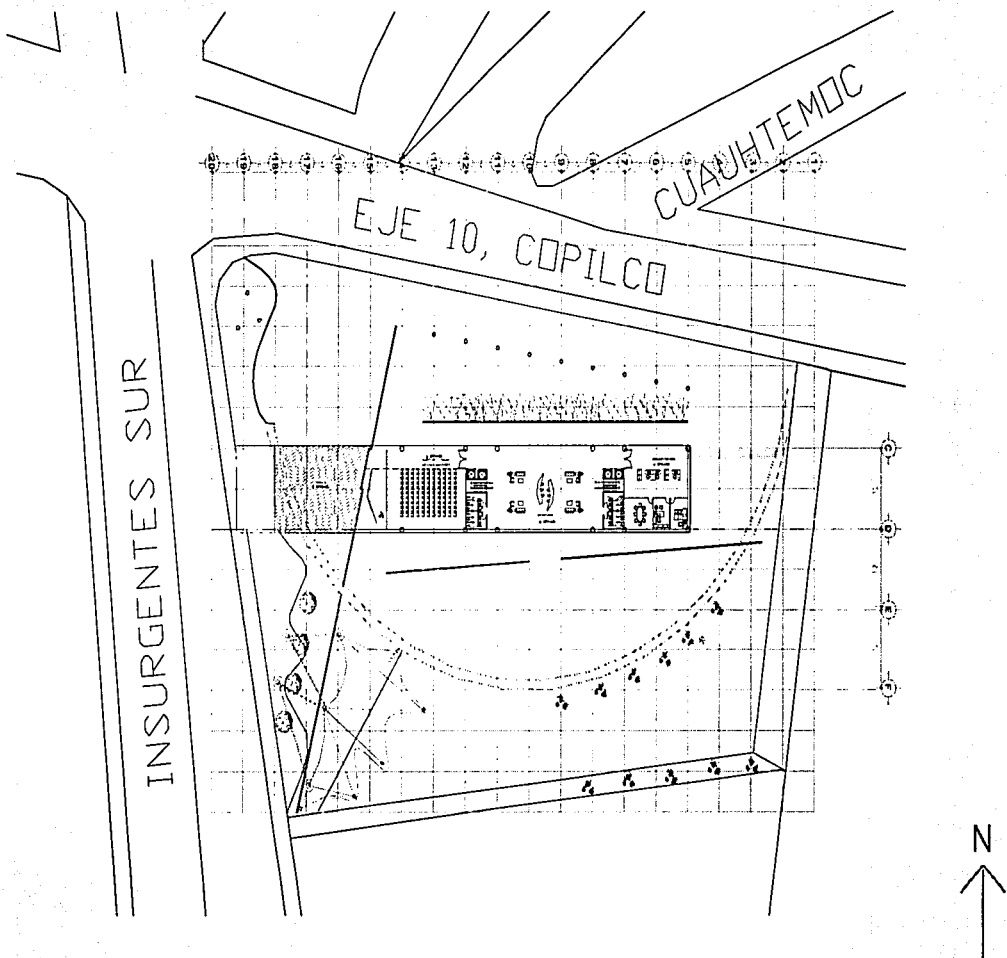
Servicios

- * Servicios sanitarios públicos: 48m²
- * Servicios sanitarios de hombre: 24m²
- * Servicios sanitarios de mujeres: 24m²
- * Sección de mesas: 60m²
- * Sección de cocina: 60m²

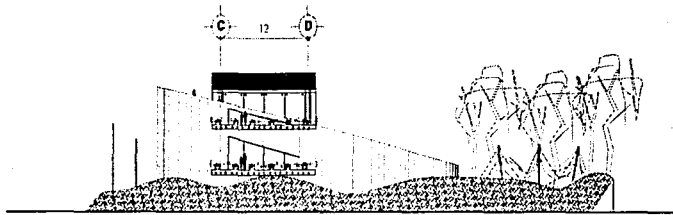
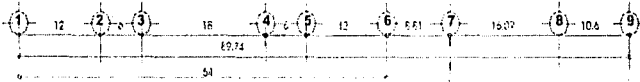
Planta baja



Primera planta



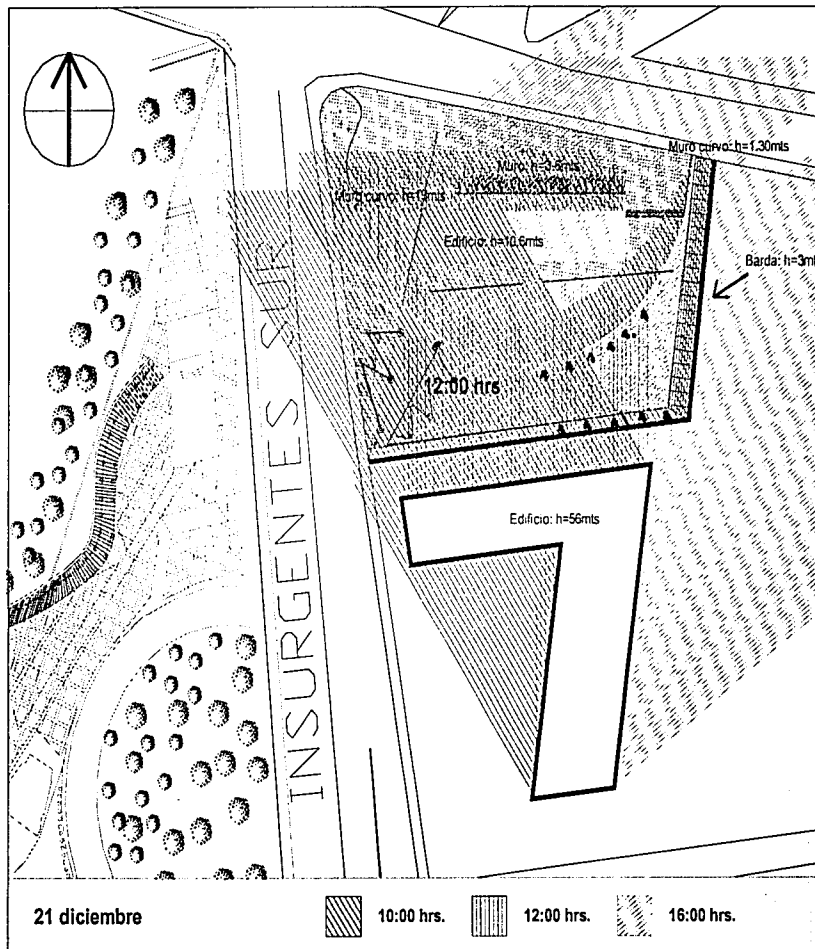
Fachadas

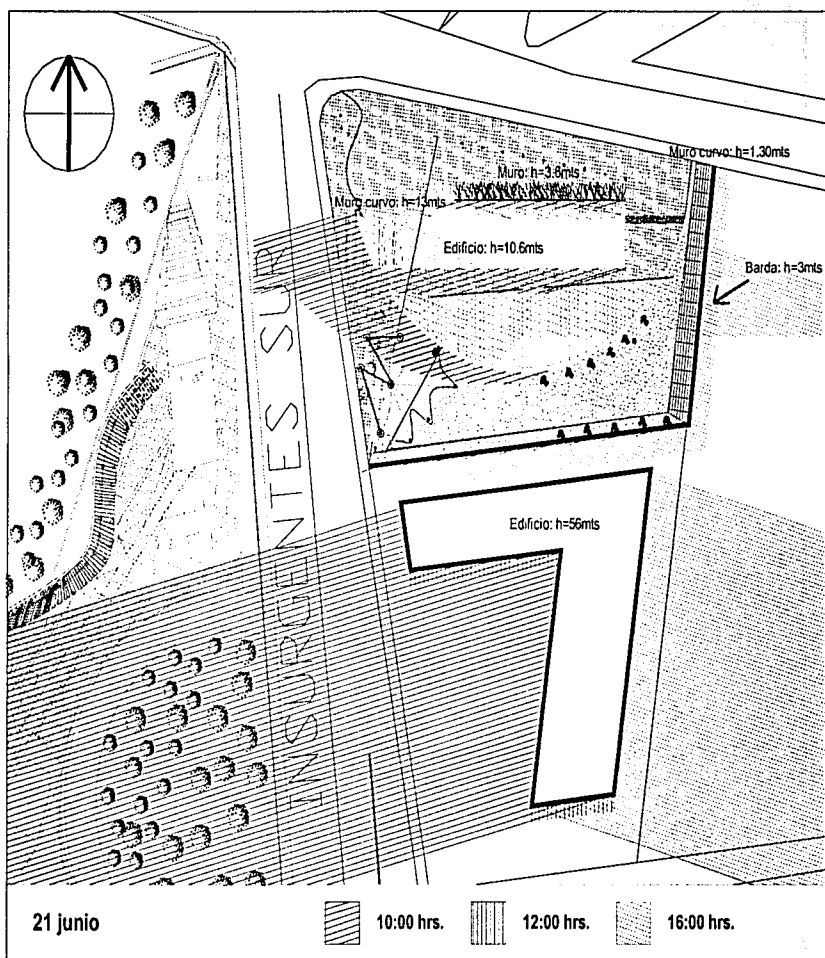


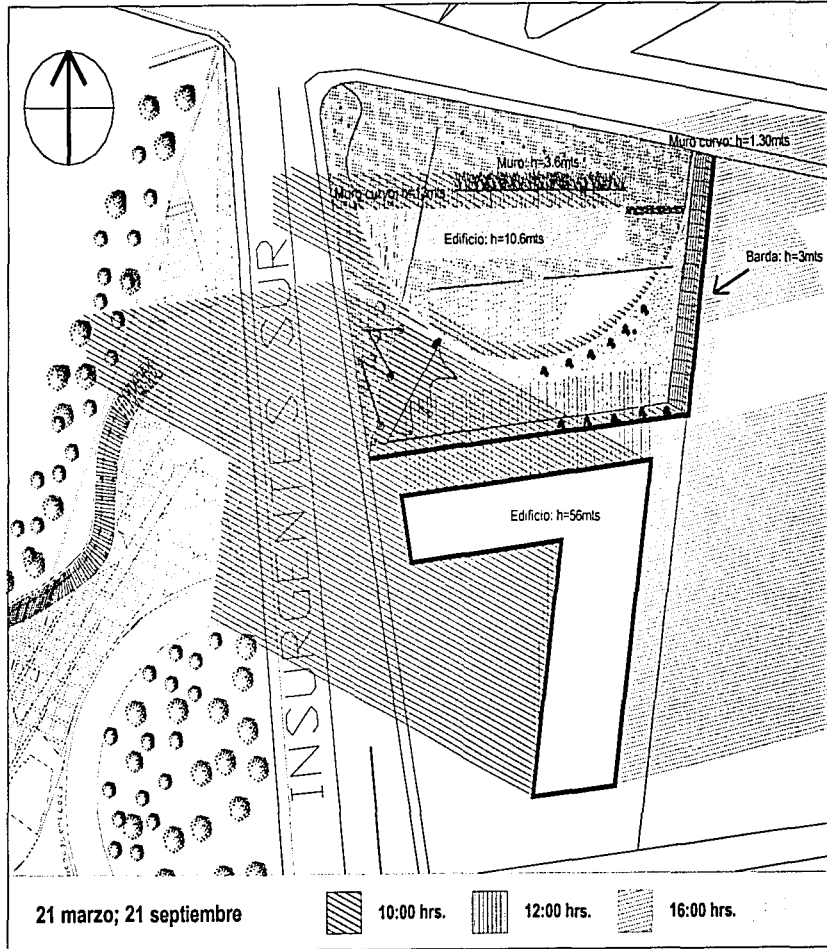


9.1.3 Estudio del lugar

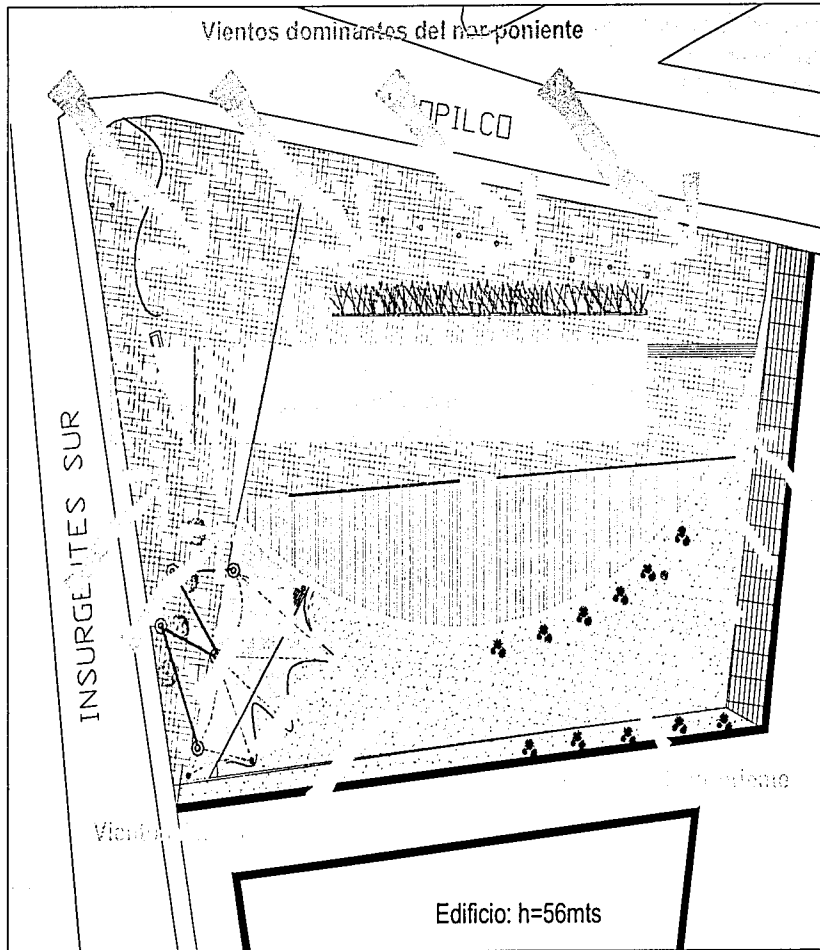
9.1.3.1 Estudio solar interior del lugar







9.1.3.2 Estudio de vientos



9.1.3 Programa de necesidades

* Como se mencionó en el capítulo 7, el periodo de frío representa el 75.35% de todo el año y por lo tanto lo que claramente se requiere es una ganancia de calor sobre todo por las mañanas.

* La fachada que requiere da mayor ganancia térmica es la norte.

* Se requiere de protección contra las lluvias sobre todo en los meses de junio a septiembre, dándole mayor importancia al mes de julio donde el promedio de precipitación pluvial durante el año es mayor.

* La parte del edificio que se ve más afectada por la radiación es la cubierta. Originalmente la azotea del edificio está hecha de losacero con una capa de compresión más el relleno para dar la pendiente necesaria para desaguar las aguas pluviales. Es por esta razón que la cubierta necesita ser protegida contra la radiación sobre todo en los meses de marzo a mayo.

* Después de realizar el estudio solar del lugar se concluye que:

- Durante el 21 de diciembre (solsticio de invierno), el sol presenta un recorrido muy horizontal dando como consecuencia que se proyecten grandes sombras. Durante la mañana, el edificio localizado al sur del Centro Cultural proyecta una gran sombra hacia el poniente provocando que la fachada norte, poniente y sur-poniente requieran de ganancia de calor. Al mediodía y durante la tarde, la fachada norte requiere ganancia térmica ya que nuevamente no recibe rayos del sol.

- El 21 de junio (solsticio de verano), el sol nuevamente presenta un recorrido sumamente horizontal; sin embargo, este se desvía al norte proyectando sombras hacia el sur. Por esta razón, las sombras del edificio sur no afectan al Centro Cultural. Por otro lado, la fachada norte recibe rayos del sur durante la mayor parte del día. En la tarde, el edificio se ve casi totalmente bañado por la sombra del muro curvo y recibiendo protección de los rayos solares de la tarde.

- Durante el 21 de marzo y 21 de septiembre (equinoccios de primavera y otoño relativamente) el recorrido del sol es el más vertical del año. Durante la mañana, las fachadas este y sur reciben los rayos del sol. Nuevamente, la fachada que no recibe rayos

solares a ninguna hora del día es la norte requiriendo de ganancia térmica. Durante la tarde, la mayoría del edificio es bañado casi por completo por la sombra provocada por el muro curvo y por esta razón se ve protegido por los rayos solares de la tarde.

De los puntos antes mencionados se concluye que la fachada norte requiere de ganancia térmica, la sur-poniente y la sur-oriente de protección solar durante las tardes. La oriente no requiere de protección solar, ya que se requiere de ganancia térmica durante las mañanas. La poniente tampoco requiere de protección solar extra, ya que el techo curvo de la terraza la cubre de sombra.

* Se requiere de ventilación cruzada sobre todo durante los meses de mayor calor.

* Una de las condiciones es la de no afectar la disposición espacial y funcional del proyecto, así como la de continuar utilizando los materiales inicialmente propuestos en el proyecto.

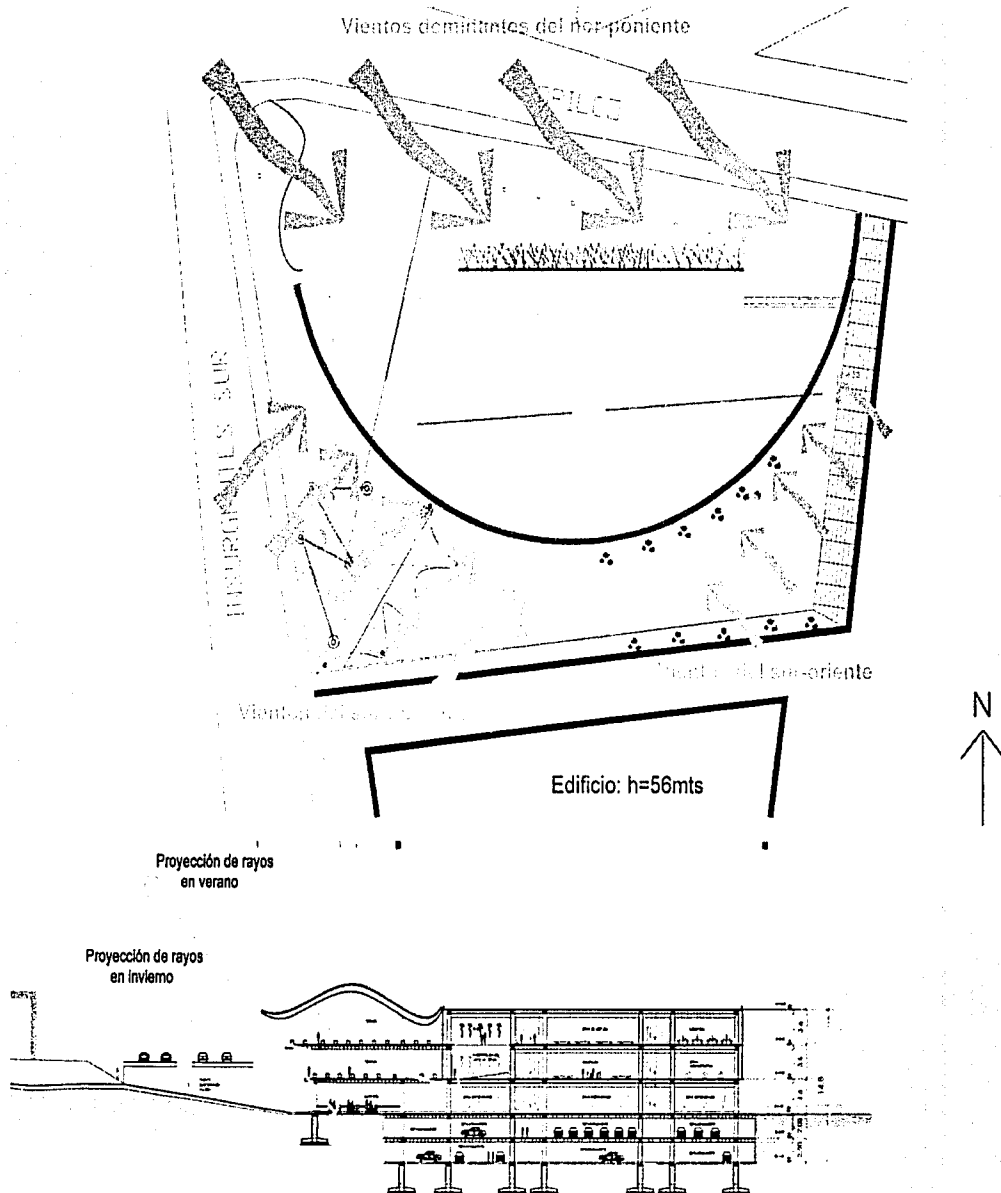
Beneficios en la arquitectura del proyecto original en cuanto al diseño bioclimático

* El techo curvo de la terraza protege a la fachada poniente del asoleamiento de la tarde, pero permite iluminarla naturalmente. Por otro lado, da una mayor protección durante el verano que es cuando más se necesita.

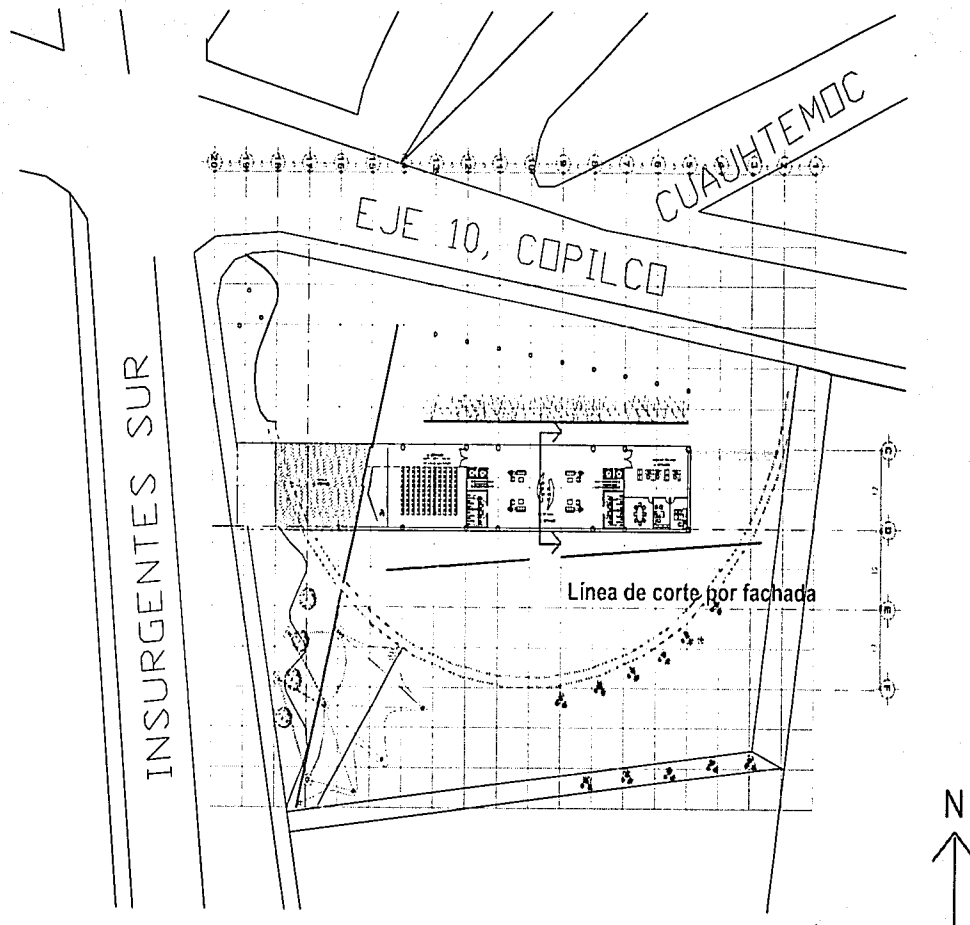
* El auditorio es el espacio en donde se concentra más personas por metro cuadrado. La doble altura de éste permite que haya una menor concentración de calor.

* La ubicación del muro norte protege al edificio de los fuertes vientos provenientes del nor-poniente, sobre todo en invierno.

* La forma del muro curvo permite que la fachada sur del centro cultural esté protegido de los vientos del sur. Este muro es más alto en la parte poniente mostrando su parte más baja en su extremo oriente. Al sur, los vientos más comunes son los provenientes del sur-poniente. La parte alta del muro evita el paso de estos vientos y la parte baja permite el paso de los vientos provenientes del sur-oriente benéficos para la ventilación natural del edificio.



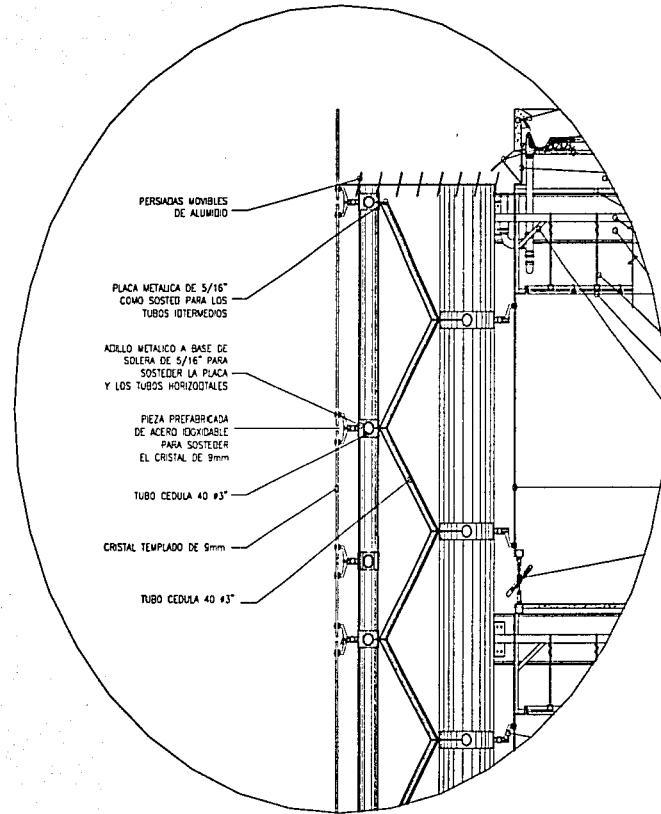
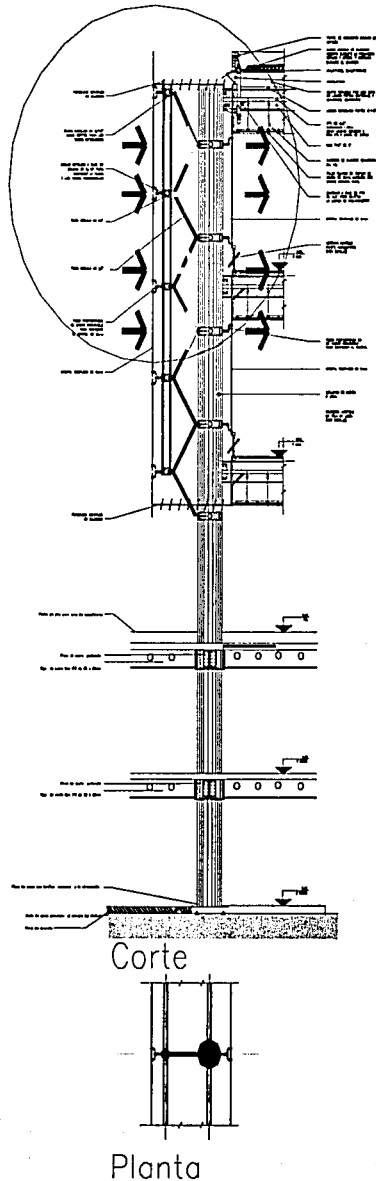
9.1.4 Propuestas de recomendaciones bioclimáticas



Se realizaron dos cortes por fachada para entender mejor las propuestas arquitectónicas de recomendaciones bioclimáticas.

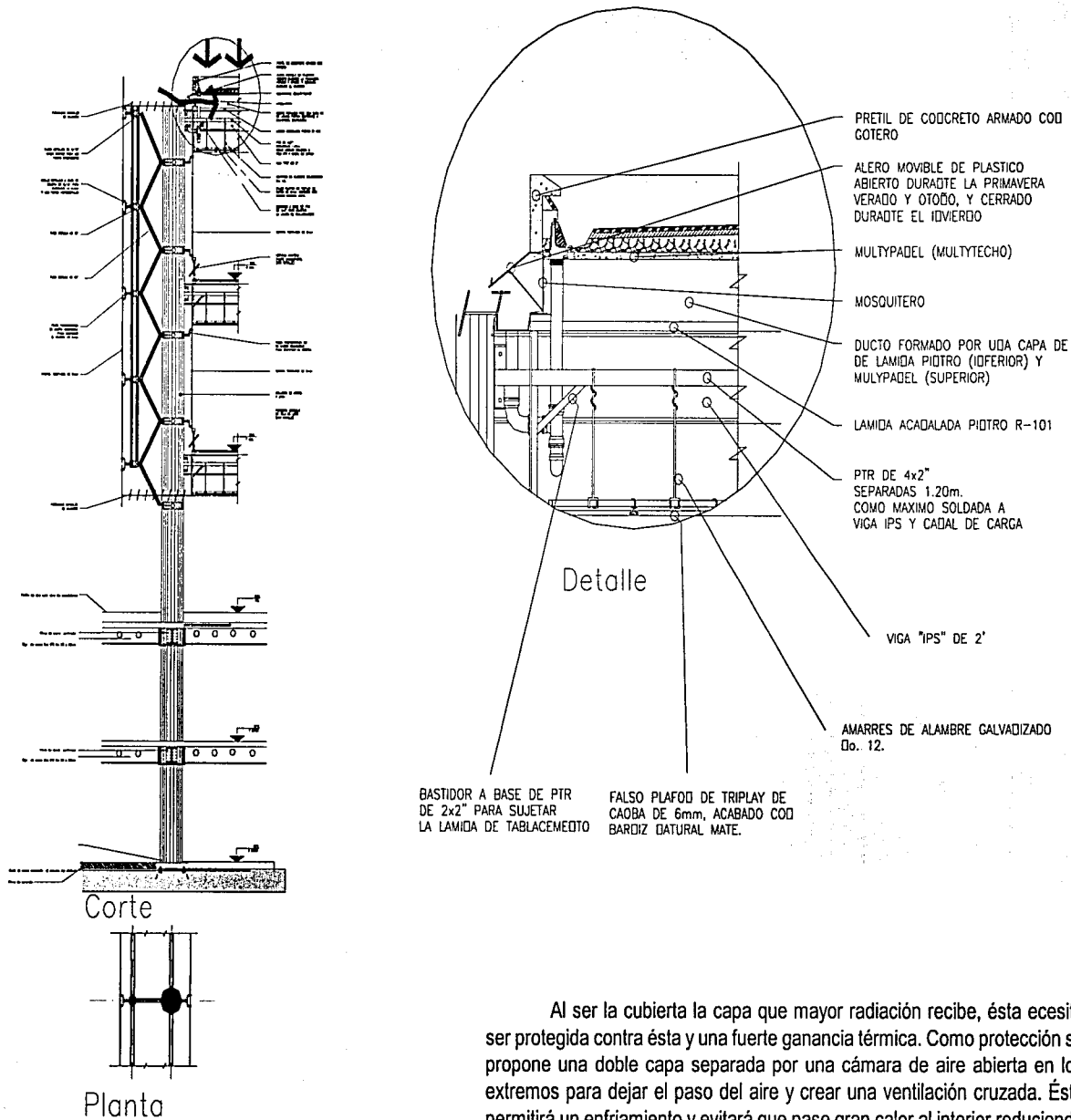
Estos cortes por fachada se utilizarán en cada uno de los ejemplos y se analizarán cada una de los elementos que forman parte del bio diseño.

9.1.4.1 Doble fachada (buffer) en la fachada norte



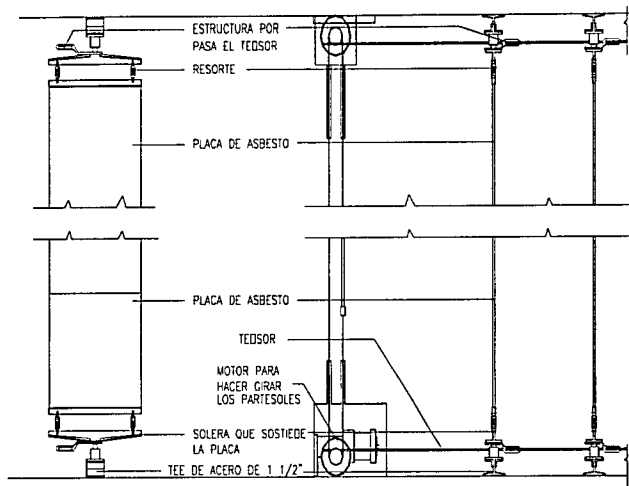
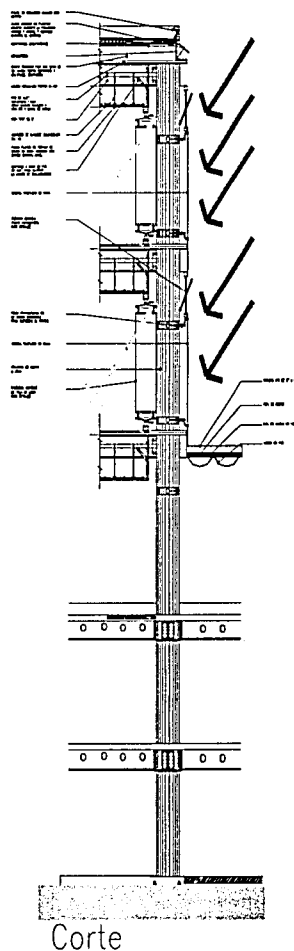
Detalle

Como se mencionó anteriormente, la fachada norte es la más necesitada en cuanto a ganancia térmica. Por otro lado, la piel de cristal hace que exista una gran oscilación en los cambios de temperatura. Para una mayor ganancia calorífica, propongo una doble fachada a modo de "doble piel" para crear una cámara de aire que funcione como amortiguador térmico. El aire atrapado en la cámara se calienta durante el día transmitiendo el calor al interior del edificio. En los meses en que se requiera ventilación, en la parte inferior y superior del buffer se colocarán unas persiana móviles de aluminio que al abrirse, permitan el paso del aire corriente.

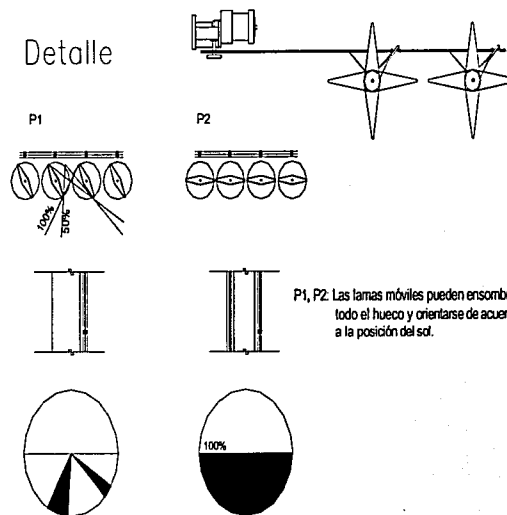


Al ser la cubierta la capa que mayor radiación recibe, ésta necesita ser protegida contra ésta y una fuerte ganancia térmica. Como protección se propone una doble capa separada por una cámara de aire abierta en los extremos para dejar el paso del aire y crear una ventilación cruzada. Esto permitirá un enfriamiento y evitará que pase gran calor al interior reduciendo la temperatura.

9.1.4.3 Partesoles



Detalle



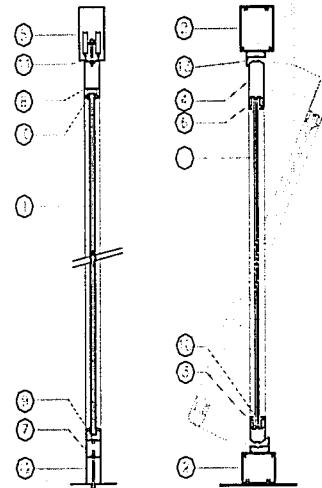
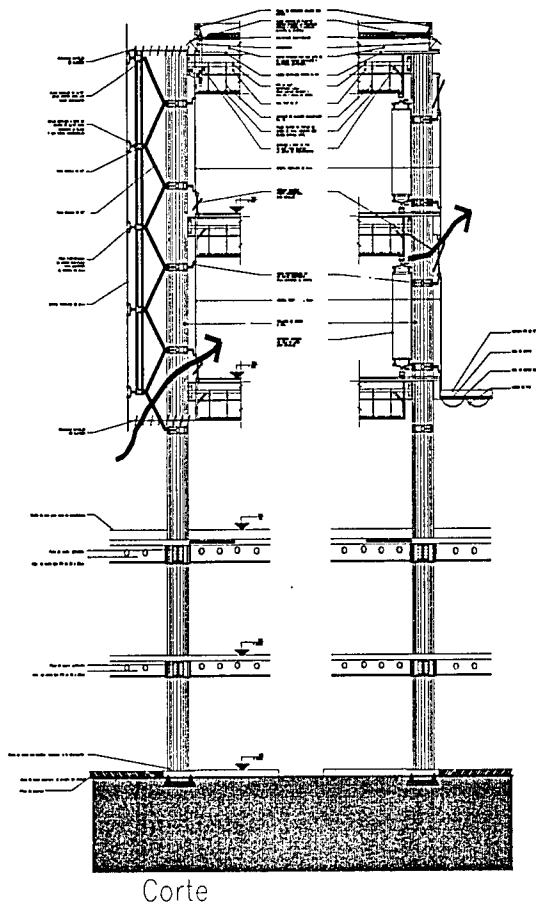
Mascarilla

P1, P2: Las lamas móviles pueden ensombrecer todo el hueco y orientarse de acuerdo a la posición del sol.

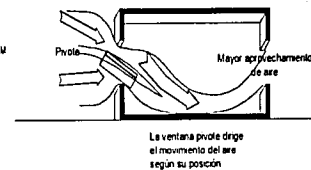
La fachada sur requiere de ganancia térmica en su lado éste, pero protección contra los rayos solares en su parte oeste. Los partesoles son una buena solución para este problema. Dependiendo de la inclinación éstos permitirán el paso de los rayos solares a cierta hora del día y los evitarán a otra hora. En este caso se propone que los partesoles tengan una inclinación de

45° al oeste. En caso de que se necesite una inclinación distinta para días específicos del año, estos partesoles se podrán rotar. Cada partesol está unido por medio de un tensor que es jalado por un motor. Se deberá proporcionar un manual de uso.

9.1.4.5 Ventilación cruzada



- ① CRISTAL TRANSPARENTE DE 9 mm DE ESPESOR
- ② PERFIL BOLSA no 9114 DE CUPRUM
- ③ PERFIL BATEDOTE no 5844 DE CUPRUM
- ④ PERFIL CERCO CHAPA no 9204 DE CUPRUM
- ⑤ PERFIL CABEZAL no 9207 DE CUPRUM
- ⑥ PERFIL JUDQUILLO no 6370 DE CUPRUM
- ⑦ PERFIL ZOCLO no 7842 DE CUPRUM
- ⑧ PERFIL CERCO CHAPA no 7847 DE CUPRUM
- ⑨ CALZA DE CIEPREDIO
- ⑩ SELLO DE SILICÓN TRANSPARENTE
- ⑪ TUERCA DE PRESIÓN
- ⑫ PERFO GUIA
- ⑬ PERFIL TAPA LISA 7316

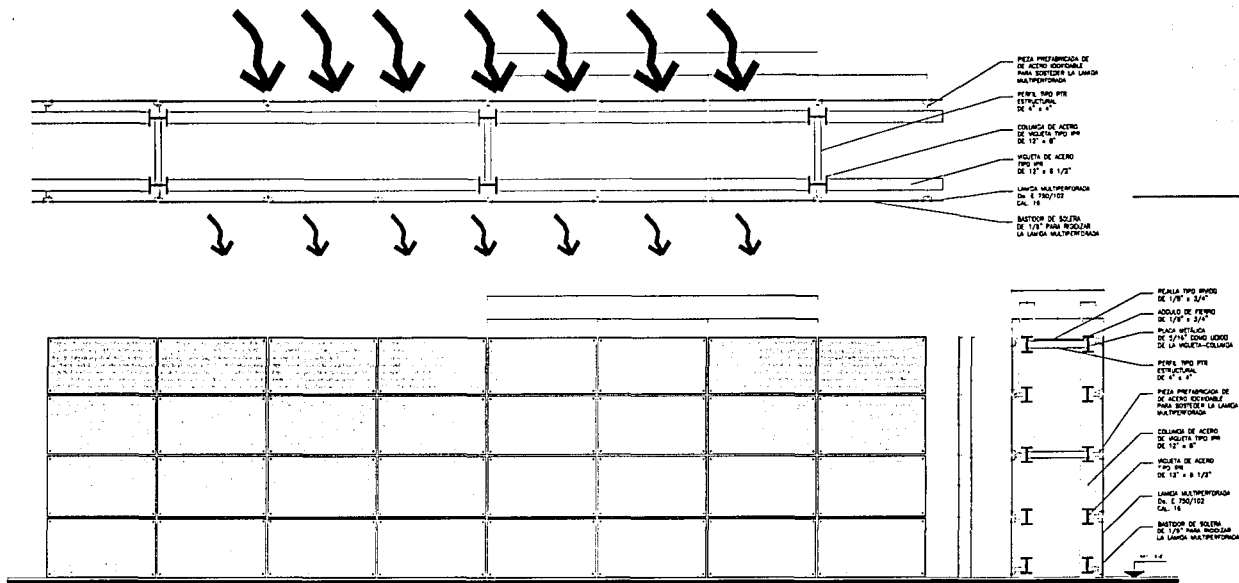


En el proyecto original no había ninguna propuesta de ventanas abatibles que permitieran la entrada de aire. De esta forma, se propusieron ventanas abatibles en la fachada norte y en la sur.

La ventana de entrada se encuentra en la fachada norte que es donde provienen los vientos dominantes. Esta ventana es más pequeña que la del sur para, de esta forma, incrementar la velocidad del aire que entra.

Las ventanas son abatibles mediante un pivote localizado en medio. De esta forma se dirige el viento hacia adentro y hacia arriba.

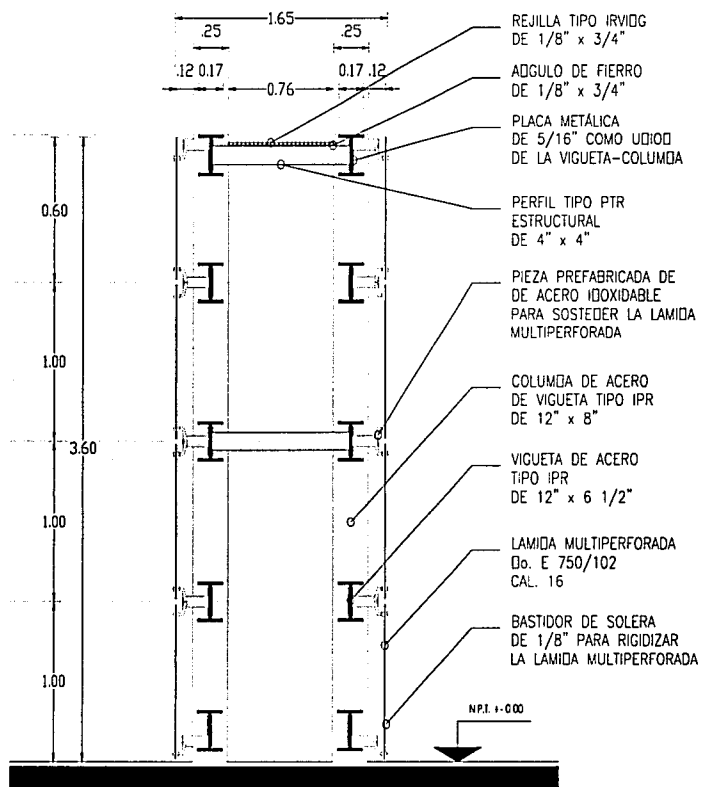
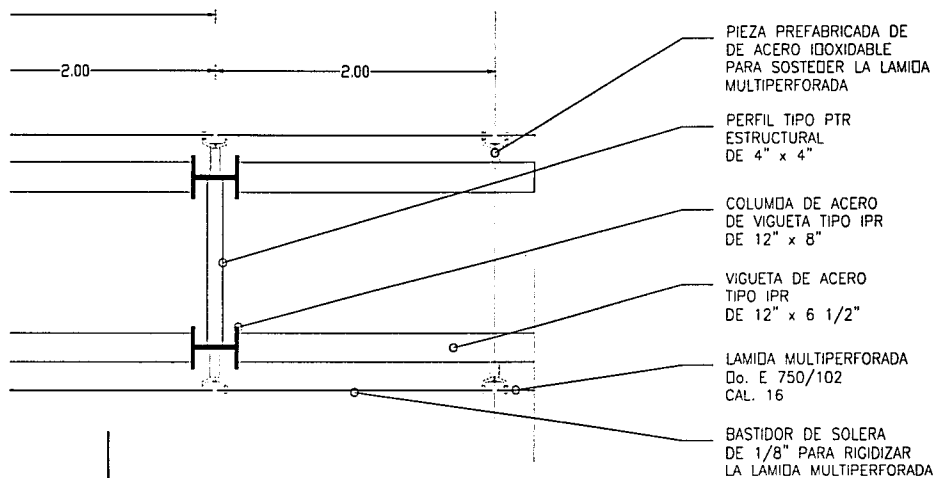
La ventan sur, además de que es más grande, se encuentra en la parte superior de los espacios para recibir al aire caliente posteriormente expulsado.



ganancia térmica. Este muro se propone al norte para promover una protección contra estos vientos. Sin embargo, es necesario que exista una buena ventilación y paso de aire.

Los vientos dominantes provienen del Nor-oeste dirección sur-este. estos vientos son muy desfavorables sobre todo en la época de invierno que es cuando se requiere una mayor

Por esta razón, se propone que el muro sea de lámina perforada para permitir el paso del aire, pero reduciendo su cantidad y velocidad.



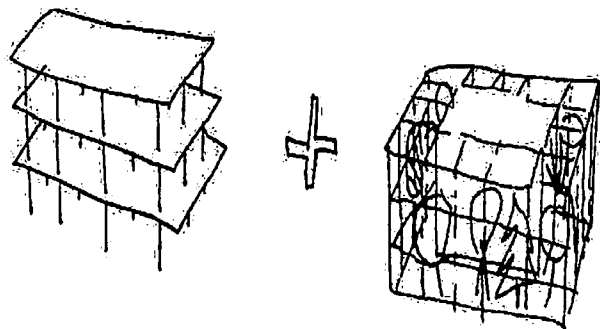
C

EL DESARROLLO DEL CONCEPTO BIOCLIMÁTICO EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS. CASO DE ESTUDIO: MEXICO D.F. 89

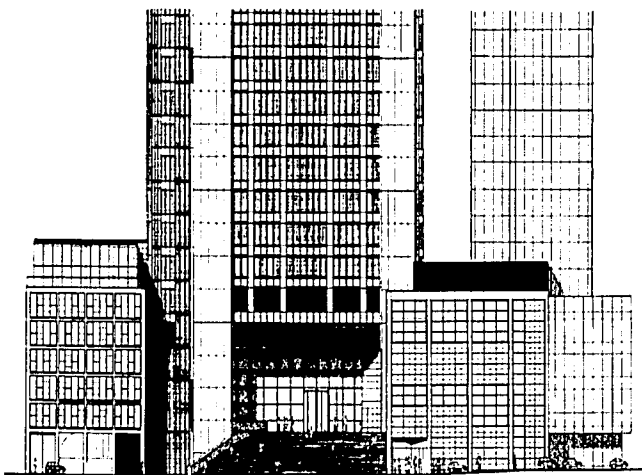
CONCLUSIONES

An aerial, high-angle photograph of a city, likely Mexico City, showing a dense urban grid. In the foreground, a large, circular, multi-story building with a flat roof is prominent. The city extends to the horizon with various building heights and styles. The overall image has a high-contrast, grainy, black and white aesthetic.

La arquitectura tiene su origen en la búsqueda por humanizar el entorno de los individuos adecuándolo para el desarrollo de las actividades humanas. Muchas veces ésta no se desarrolla teniendo como punto central la relación e integración arquitectura-medioambiente; sin embargo, el entorno y sus condicionantes la influyen de manera importante. En consecuencia, debe entenderse la arquitectura como un medio de integración entre el hombre y la naturaleza que le brinda cobijo y protección.



Por otro lado, al proyectar una edificación es importante no sólo considerar los factores económicos, funcionales, formales, estéticos, etc., confiando en que con unos "pocos reajustes" podrán obtenerse condiciones óptimas en el interior. Si el diseño no resulta satisfactorio desde las etapas iniciales no habrá especialista que pueda dar una solución eficaz; y si lo hay, las implicaciones económicas serán cuantiosas.



Por otro lado, no debe confundirse el concepto de una "casa bioclimática" como una solución "internacional" y "universal" pues los diferentes tipos de climas, los materiales de cada zona, las condiciones culturales y otras, definen que deben existir soluciones particulares estudiadas y posibles de desarrollar. Ya es hora de tomar en cuenta los problemas acarreados por la importación indiscriminada de modas, proyectos, tecnologías, materiales, etc. que son lógicos en las condiciones donde fueron creados, pero que pueden resultar contraproducentes en otros con condiciones contrarias. El hecho de que avancemos de acuerdo a los procesos de modernización no debe implicar una destrucción ambiental. Por el contrario, se supone que se debe emplear más el ingenio humano y la tecnología para lograr alcanzar mejores niveles de vida.



A nivel mundial aparecen aplicaciones claras de los conceptos de arquitectura bioclimática que son ejemplos positivos para el reforzamiento de estas ideas. Las nuevas propuestas y proyectos han demostrado que es factible hacer arquitectura confortable incrementando significativamente los ahorros de energía y la calidad ambiental. En la presente investigación se han desarrollado propuestas fundamentadas en las recomendaciones generales de diseño (capítulo 8). Se evaluó numéricamente con resultados muy satisfactorios para los fines de confort humano. Es factible que los espacios analizados funcionen en forma "pasiva" empleando los elementos naturales para proporcionar confort en el interior.

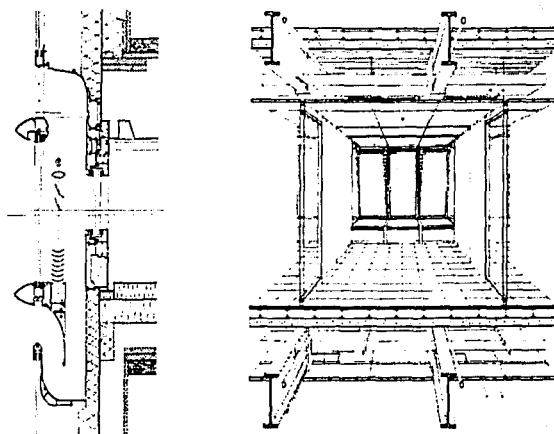
A nivel social, podemos referirnos a las mejoras que serían posible en la economía de las familias sobre todo de aquellas con más limitaciones económicas quienes, al vivir en una casa diseñada con conceptos bioclimáticos, pagarían menos por la operación y el

mantenimiento de la casa sobre todo por la reducción en el consumo de energía eléctrica por uso de equipos de acondicionamiento mecánico. Como un beneficio social indirecto cabe mencionar la disminución de emisiones de CO₂ al ambiente por la reducción en el consumo de energía eléctrica puesto que en la actualidad la producción de electricidad nacional en República Mexicana se basa fundamentalmente en las plantas termoeléctricas. Además la promulgación de este tipo de propuestas puede ir generando una nueva actitud mucho más consciente acerca del uso racional de la energía entendiendo los beneficios que esta racionalización aporta energética, económica y ambientalmente.



El papel del gobierno será el de emitir normas en cuanto a la planeación y diseño arquitectónicos para promover un mayor ahorro de energía. Éste deberá regularlas y verificar su cumplimiento. Como se mostró en el capítulo 1, estas normas ya se comienzan a realizar por medio de la CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía). Sin embargo, éstas se deberían ampliar y establecer como obligatorias.

El papel de las empresas será el de fabricar nuevos materiales de construcción de acuerdo a las condiciones climáticas de las diferentes zonas del país. Actualmente, todavía no se tiene un amplio conocimiento de las propiedades físicas de los materiales y de como éstas se pueden utilizar de acuerdo a las características climáticas de cada zona del país, para así brindar un mayor confort a los habitantes de los espacios arquitectónicos.



Por esta razón es el deber de arquitectos e ingenieros el de estudiar todas las herramientas a utilizar para proponer diseños arquitectónicos más eficientes y de menores costos energéticos. Pienso que la arquitectura mexicana de hoy se ha concentrado en diseño en cuanto al ámbito artístico y constructivo y ha descuidado los factores climáticos. De cierto forma, creo que las propuestas de edificios y construcciones en general excluyen al ambiente exterior para crear uno artificial en el interior. No debemos olvidar que la arquitectura debe hacerse para el hombre, y que el hombre debe de protegerse de factores climáticos y ambientales agresivos a él, mas no aislarse de éstos. El integrar los factores climáticos como herramientas para el diseño bioclimático promueven un ahorro energético a la larga. La arquitectura debe de ser un medio de relación entre el hombre y su ambiente exterior.

Da la impresión que términos como "ahorro de energía", "ecología", "arquitectura bioclimática", etc., están d moda el día de hoy. La necesidad de disminuir los altos costos energéticos y el de evitar seguir dando fin a los recursos no renovables no debe de tomarse como moda. Es una realidad.

A diferencia de los países europeos, en México todavía no se desarrolla a fondo el concepto de lo bioclimático. Hay poca gente instruida y no muchos docentes expertos en el tema. Se debería de dar más importancia a esta disciplina para formar gente en este ámbito.

Por otro lado, es necesario que las estaciones meteorológicas que existen en la zona metropolitana de la Ciudad de México, implementen una rutina de observación tendientes a aumentar su resolución temporal, así como complementar las observaciones meteorológicas con el parámetro de radiación solar global. Son pocas las estaciones meteorológicas que miden

variables completas y sólo la estación del Observatorio de Radiación Solar del Instituto de Geofísica de la UNAM ha estado midiendo todas las variables de manera ininterrumpida desde 1956. Para poder realizar estudios climáticos es necesario que el gobierno tome acciones para tener una mayor información meteorológica.

Con el estudio realizado para la zona analizada (sur del D.F.) en el capítulo 7, se concluyó que la mayor demanda de energía se presenta durante el invierno para calentar las viviendas, para lo cual es más fácil plantear estrategias que aprovechen la energía solar, de la cual habrá que escudarse durante el verano.

En el caso práctico al cual se le aplicó diseño bioclimático (capítulo 9), se pudo ver que cada fachada es afectada por distintos factores meteorológicos y climáticos y que, por lo tanto, se debe de responder arquitectónicamente de forma distinta.

A partir de este trabajo entendemos la importancia de incrementar y fomentar la difusión de los temas e investigaciones bioclimáticas a fin de hacerlos del más amplio conocimiento posible. En este sentido, nuestra investigación busca exponer y dar a conocer la temática con el objeto de llegar tanto a profesionales en práctica como a docentes y desde luego a estudiantes en formación. De esta forma, este trabajo se convierte en un manual para la aplicación del diseño en cuanto al ámbito bioclimático para el Distrito Federal, en el cual toda la investigación teórica es una introducción al diseño bioclimático y sistemas pasivos. Lo que el usuario del manual debe de tomar en cuenta para poder diseñar bioclimáticamente, es el diagnóstico y los requerimientos de climatización descritos en el capítulo 7. Las recomendaciones del capítulo 8 son una propuesta o precisamente recomendaciones de la autora de este trabajo para el diseño arquitectónico en cuanto al enfoque bioclimático. Como ejemplos de como estos datos se aplican en la práctica, se puede analizar el proyecto del capítulo 9 al cual se le aplicó el diseño bioclimático.

Nos queda claro que todavía falta mucho por investigar, cuestionar y desarrollar. Estas recomendaciones son una primera aproximación hacia el acondicionamiento bioclimático de edificaciones en la Ciudad de México, con el objetivo de proponer este documento como la "antesala" a futuros manuales

para la aplicación del diseño bioclimático para un mayor ahorro energético, económico y mayores beneficios ambientales.

En este sentido, sería muy beneficioso la implementación de Talleres y Seminarios periódicos en los que se expongan nuevos trabajos, proyectos y obras construidas que hayan sido desarrollados bajo la concepción bioclimática. También el intercambio entre las diferentes Escuelas de Arquitectura nacionales ofrecer la posibilidad de un enriquecimiento mucho mayor y ayudarla a mantener una actualización y motivación constantes en estos temas.

También proponemos que en una fase posterior sean llevadas a cabo investigaciones subsecuentes a la aquí presentada de manera más profunda y específica en cuanto a "Materiales Locales de Construcción" y "Sistemas Constructivos Nacionales" que hagan de estas recomendaciones un recurso cada vez más eficiente y menos costoso potencializando su difusión en la práctica y no quedando nuevamente en la "teoría sin ejecutar". Adicionalmente se requieren estudios y el suministro de información técnica detallada sobre las características térmicas de materiales de construcción nacional por parte de los fabricantes y que estén disponibles en el mercado.

Finalmente, considero que todavía es posible prevenir situaciones que puedan ocasionar impactos irremediables en la ciudad y en el país. La validación aquí expuesta, hasta donde fue desarrollada, deja claro que es posible hacer arquitectura respetando el medio en el que se hagan las propuestas y desarrollando edificios que respondan a ese contexto. Con el manejo de las características climáticas y físicas que ofrece cada región puede reducirse de manera considerable o total el uso de equipamientos mecánicos y el consecuente consumo energético y desgaste ambiental que producen. Depende de los profesionales en el área así como de los integrantes que habitan cada proyecto arquitectónico, el aprovechar o ignorar las capacidades y potenciales que nos brinda el medio natural; no sólo al proyectar y construir, sino a todo lo largo de la vida del edificio.





BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

EL DESARROLLO DEL CONCEPTO BIOCLIMÁTICO EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS. CASO DE ESTUDIO: MÉXICO D.F.

1. Alonso, Arturo
Arquitectura y Ecología. Revista Entace No. 6, año 3, 1993.
2. Anotaciones referidas en la presentación de su obra arquitectónica. Arq. Georg Reinberg, IDAU, México, D.F. Mayo, 1999.
3. Biología. Enciclopedia juvenil, Vol.2, Ed. Grijalbo. Cuarta edición. Barcelona, España, 1981.
4. Boulanger, R.,
Buen Camino (Guía Turística de México), Reader's Digest, México, 1965.
5. Dean, John A.
Manual de Quimica, Vol.4, Ed. Mc Graw Hill. Primera edición. México, D.F. 1986.
6. Deffis Caso, Armando
Energía. Fuentes primarias de utilización ecológica. Ed. Árbol Editorial. Primera edición. México, D.F. 1999.
7. García, E.
Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía de la UNAM. México, D.F., 1967.
8. Huntington, Ellsworth
The Human Habitat. D. Van Nostrand Company. Princeton, Nueva Jersey, 1927.
9. López, José Manuel
Costos y beneficios del diseño bioclimático. Diplomado en diseño bioclimático. Cd. Juárez, Chih. Sept. Nov. 1999.
10. Morales, Diego
Elementos del diseño bioclimático. Diplomado en diseño bioclimático. Op. cit.
11. Olgay, Victor
Design with Climate. Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Segunda edición. Princeton University Press, Estados Unidos de América, 1967.
12. Morillón, David, López, J.M.A. y Rodríguez, L.
Efecto del tamaño de las ventanas de la vivienda en el consumo de energía eléctrica. Memorias del XIX Seminario Nacional sobre el uso racional de energía, 1998.
13. Mosir, P.
El Escenario Geográfico. INAH, México, D.F. 1974.
14. Olgay, Victor
Bioclimatic Orientation Method for Buildings. Int. J. of Biomet. Vol. 11, No. 2.
15. Sámamo T., Diego Morales R., Davis Morillón
Aspectos bioclimáticos en el diseño de edificios confortables de máxima eficiencia energética. Memorias del curso de actualización. Centro de Investigaciones en Energía, 1999.
16. Sámamo T., Diego Morales R., Davis Morillón
Metodología para el diseño térmico de edificios. Memorias de actualización, Centro de Investigaciones en Energía, 1999.
17. Sánchez, Rosa María
El significado de la arquitectura vernácula. Arquitectura vernácula. Cuadernos de arquitectura y conservación del patrimonio artístico. Serie Ensayos. Np. 10. Secretaría de educación Pública e Instituto Nacional de Bellas Artes (IN.B.A.), México, D.F. 1980.
18. Szokolay, Steve
Passive and Low Energy for Thermal and Visual Comfort. Memorias del international Conference on Passive and Low Energy Ecothermiques Applied to Housing. Tomo 1. Pergamon Press, Mexico, 1984.

G

EL DESARROLLO DEL CONCEPTO BIOCLIMÁTICO EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS. CASO DE ESTUDIO: MÉXICO D.F.

GLOSARIO

AISLAMIENTO TÉRMICO: Medida que indica la capacidad de aislamiento térmico relativo de un elemento de construcción con respecto a un flujo de calor.

ALERGIS: Elemento de protección que se coloca en la fachada que sobresale la corte o piel del vano abstrayendo la carpintería, evitando la filtración de aire.

ALTITUD: Es la diferencia de alturas con respecto al nivel medio del mar. Se mide en metros.

ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA: Incluye las propiedades y características de un sistema de edificios a su entorno natural, proporcionando comodidad a sus usuarios y con un gesto energético y ecológico bajo. Se relaciona con principios de diseño arquitectónico pasivo, como la geometría, la orientación, el aislamiento, etc.

ARQUITECTURA SOLAR: Es una rama que se proyecta y construye con una prioridad básica al sol. Se dice de un edificio al estar su solar previendo las protecciones y ventosas que sean necesarias e bien distribuyendo la luz en los pisos calidos sobre la estructura y la entrada de estos al interior. También se llama *arquitectura solar*.

ARQUITECTURA VERNACULA: Es aquella que responde a una unidad formal, a su función de vida y a una cultura o cultura, como de actividades o costumbres de la comunidad, que mantienen un sistema constructivo específico transmitido por experiencia de generación en generación, cuyo resultado es un hábitat y los edificios que lo conforman. Está enfocada de acuerdo a la distribución de los muros y la forma de la cubierta, el espacio en función de las condiciones naturales, sociales, económicas y materiales de las regiones.

ASCUELAMIENTO: Cantidad de calor que absorbe una edificación determinada en las paredes, techos y ventanas de la misma en un espacio de tiempo dado, teniendo en cuenta la sombra eventual por obstáculos naturales y/o construidos.

AUTOCLIMATIZACIÓN: Consiste en diseñar y construir una edificación que por sí misma pueda regular los flujos de calor proporcionando ambientes de comodidad durante todo el año.

AZMUT: Ángulo formado por un plano vertical y el plano del meridiano del punto de observación, utilizado principalmente para el sol. Junto a la altura solar define la ubicación de un momento y lugar determinados.

BIOCLIMA: Relación de los elementos del clima que pueden influir en la sensación de comodidad fisiológica (temperatura, humedad, radiación y viento).

BIOCLIMATOLOGÍA: Estudio de los procesos que relacionan y vinculan a los seres humanos con el clima, estableciendo unos niveles de comodidad dependientes de los intercambios energéticos de éstos con el medio ambiente.

CALOR ESPECÍFICO: Es la cantidad de energía calorífica requerida para producir un cambio de unidad de temperatura por unidad de masa. Es una constante para cada material. Se mide en Joules/kg °C.

CALOR LATENTE: Cantidad de energía calorífica absorbida o liberada por un cuerpo cuando éste sufre un cambio de estado que provoca un cambio de estado físico.

CALOR SENSIBLE: Cantidad de energía calorífica absorbida o liberada por un cuerpo cuando éste sufre un cambio de temperatura pero sin cambio de estado físico.

CALOR: Es una forma de energía que aparece como movimiento molecular a nivel de partículas. Se mide en Julios (J).

CAMARA DE AIRE: Son espacios delimitados por dos planos y pueden estar ventilados o no. Se usan como elementos que reducen el paso del calor entre superficies.

CAPACIDAD CALORÍFICA: Cantidad que tienen los materiales de almacenar calor, está en función del calor específico, la densidad y el área por unidad de volumen. Se mide como cantidad de calor requerido para elevar en 1° la temperatura de una unidad de volumen o de área de superficie.

CANT: Punto de la esfera situado en la vertical sobre el observador.

CLIMA: Término que procede del griego klima y representa estacionalmente al Estado más frecuente de la atmósfera en un lugar determinado.

CLIMATIZACIÓN ARTIFICIAL: Es el conjunto de operaciones y actividades en que se pretende proporcionar condiciones de confort en edificios convencionales para mejorar la productividad.

CLIMATIZACIÓN NATURAL: Es el conjunto de operaciones y actividades que se desarrollan en el fin de mantener condiciones de temperatura, humedad y ventilación utilizando para ello los recursos naturales sin necesidad de los técnicos ni de acción energética convencional.

CLIMATOLOGÍA: Parte de la meteorología que estudia los factores físicos que se verifican en la zona o contacto y entre los elementos constitutivos del planeta (atmosfera, hidrosfera y litosfera).

COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA: Cantidad de calor que pasa en una unidad de tiempo a través de los Elementos constitutivos de una edificación con una unidad de superficie (1 m²) que sufre una diferencia de temperatura de 1°C entre sus caras exterior e interior.

COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR: Cantidad de calor que transmite el cerramiento por unidad de superficie para una diferencia de temperatura de 1°C medida en el interior.

CONDUCCIÓN TÉRMICA. Desplazamiento de energía en forma de ondas en el espacio y a través de materia, en un tiempo que le es propio y dependiente de su naturaleza y estado físico.

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA. Propiedad de los materiales que determina el flujo de calor en un tiempo por conducción a través de una unidad de espacio y de área, en un tiempo, a través de un material a través de una unidad de temperatura. Se expresa en W/m°C.

CONSERVANTE. Es un aditivo que se utiliza para aumentar el contenido de humedad, las características de humedad se obtienen cuando se produce una evaporación controlada a una cierta rapidez que permite mantener la temperatura de aire entre 35 °C y 37.5 °C con el mirante estacionario, permitiendo el desarrollo del proceso biológico y regular otros factores.

CONVECCIÓN. Forma de transmisión de energía en formas de calor por desplazamiento de moléculas de un fluido (aire, agua, etc.).

DESHUMIDIFICACIÓN. Condensación del exceso de agua existente en el aire. Puede efectuarse enfriando por debajo del punto de rocío o por extracción de vapor de agua por medios químicos o físicos.

ECODISEÑO. Proponer e idear con la naturaleza y no a margen de la misma. Este concepto fue introducido por E. Holm.

ECOTECNICAS. Son las aplicaciones de energías renovables (solar, eólica, etc.) que permiten mejorar la calidad de vida pero sin producir alteraciones en el medio ambiente natural. Los sistemas que integran ecotecnias permiten conservar y aprovechar las energías renovables existentes.

ELEMENTOS DEL CLIMA. Son las partes que, combinadas de una forma particular dan origen a una región climática.

EMISIVIDAD. Capacidad de una sustancia para emitir energía radiante. Se mide en la relación del flujo de energía que emite un cuerpo con respecto al que emite un cuerpo negro ideal a la misma temperatura.

ENERGÍAS NO RENOVABLES. Son recursos que proceden del procesamiento de otros energéticos, que dependen de la explotación de los primeros para la suya propia como las hidroeléctricas.

ENERGÍAS RENOVABLES. Son recursos energéticos que proceden de la naturaleza misma, de su comportamiento. Son renovables pues se repiten ininterrumpidamente como las corrientes de viento, las corrientes marinas, etc.

ENFRIAMIENTO CONVECTIVO. Enfriamiento producido por el cambio de altura inferior por aire exterior, el cual que está diluido se encuentra a una temperatura inferior que la del aire interior.

ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO. Enfriamiento producido por el intercambio entre el aire y una superficie, humedad o agua.

ESTRATEGIA. Es el arte o la capacidad para concebir un cierto número de acciones y actuar en consecuencia para alcanzar un fin determinado, un objetivo.

EVAPOROTRANSPIRACION. Suma total del agua que se evapora del suelo y la transpiración de las plantas, los árboles, el terreno.

FACTORES DEL CLIMA. Son el conjunto de agentes que de alguna forma influyen en los elementos del clima mencionados.

FENÓMENOS ESPERDABLES. Son todos los fenómenos meteorológicos anómalos que se salen de cierta regularidad (huracanes, vientos muy fuertes, lluvias, cambios bruscos de estación, etc.).

HUMEDAD. Se refiere a la cantidad de vapor contenido en la atmósfera, debido a la evaporación de agua (en ríos, mares, lagos, suelo, etc.), la lluvia y la transpiración de las plantas. Se mide en gramos de vapor de agua por Kg. de aire respectivamente vapor total por volumen de aire (absoluta) o en porcentaje relativo.

INERCIATÉRMICA. Propiedad que tiene una pared de retrasar y disminuir la masa térmica exterior al pasarla al ambiente interior.

INSOLACIÓN. Energía solar que incide en la superficie de la Tierra y constituye el elemento más decisivo en la formación de los distintos climas terrestres. Debido a la forma redonda del planeta los rayos solares inciden en inclinaciones distintas lo que produce diferentes temperaturas y variaciones en la intensidad del día.

LATITUD. Ángulo que hay del ecuador y los trópicos de Cáncer y Capricornio (23° 27'N y 23° 27'S), el ecuador entre América (0° 33'N) y Antártico (60°33'S). La latitud, junto a la longitud va la altura sobre el nivel del mar son las coordenadas que definen la posición de un punto sobre la superficie terrestre. Se mide en grados y fracciones o Norte o Sur dependiendo de la localización con respecto al Ecuador.

LONGITUD. Línea que pasa en los meridianos, perpendicular al Ecuador. También se mide en grados y fracciones al Este o al Oeste dependiendo de la localización con respecto al origen (que por convenio internacional se ha tomado el meridiano que atraviesa el Observatorio de Greenwich).

MACROCLIMA. Es cuando se hace referencia a las condiciones y variaciones climáticas de zonas con amplias extensiones. Es el clima general de las grandes regiones (continentes, regiones, países, etc.).

MESOCLIMA. Es el conjunto de condiciones climáticas que se manifiestan en un entorno estable y cuya extensión llega a una cantidad más limitada en kilómetros cuadrados. También se conoce como Clima Regional.

METEOROLOGÍA. Es el estudio de los fenómenos atmosféricos con el fin de predecir el tiempo atmosférico.

MICROCLIMA. Es el conjunto de condiciones atmosféricas muy localizadas, de espacios más reducidos, que son más o menos susceptibles a excesos máximos de altura de las superficies. Al hablar de microclima se refieren los elementos del clima que afectan directamente a un ser humano en concreto y que se encuentran desarrollando una actividad en un lugar determinado (patios, barrios, etc.).

NUBOSIDAD. Es la concentración de nubes en un área de cielo determinada. Puede medirse en porcentajes o en escala de cielo cubierto por nubes (oktas).

PARADIGMA. Se entenderá como la manera concreta, generalmente implícita, de formular o problema que de lugar a una acción técnica.

PARTESÓLES. Elemento de protección solar de forma vertical cercano al vano obstruyendo la componente horizontal de la radiación solar.

PRECIPITACIÓN. Es la cantidad de agua que llega al suelo en forma líquida o sólida. Se produce cuando la capacidad de retener vapor en el aire disminuye por el descenso de la temperatura (se forma las nubes) o cuando este vapor cae en contacto con alguna superficie (se genera la niebla al viento o la escarcha). Se mide en mm de agua caída.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA. Es la presión que el aire ejerce en todas direcciones debido a su elasticidad y al continuo movimiento de sus partículas. Se mide en milibares.

PROPIEDADES TERMODINÁMICAS. Propiedades másicas que definen el estado de una sustancia (presión, temperatura, volumen, etc.).

RADIACIÓN SOLAR. Es la fuente principal de energía del planeta y la fuerza que domina los diversos fenómenos climáticos. Las dos más variables del clima dependen de ella. Pueden medirse en J/m^2 , cal/m^2 , BTU/m^2 , Wh/m^2 .

RESISTENCIA TÉRMICA. Propiedad que tienen los materiales de oponerse al paso del calor. La resistencia de un cuerpo es igual a la suma de las resistencias de cada uno de sus componentes.

SISTEMAS ACTIVOS. Son aquellos en que la energía térmica necesaria para producir la explotación, se aprovecha y se controla a través de otros elementos técnicos, como colectores solares, bombas de calor, aire acondicionado, etc.

SISTEMAS HÍBRIDOS. Son las formas combinadas de sistemas pasivos y activos en que los sistemas pasivos son afectados por instalaciones técnicas, sistemas adicionales como ventiladores, intercambiadores de calor, etc. pertenecientes al sistema.

SISTEMAS PASIVOS. Este concepto se emplea para referirse a aquellas sistemas en que el flujo de energía calorífica se obtiene por medios naturales (radiación, convección térmica y natural). Se distinguen por la falta de equipamiento mecánico y se caracterizan porque forman parte de la estructura básica de la edificación.

TEMPERATURA DE BUENO HUMEDO. Temperatura que se alcanza en estado estacionario por una pequeña cantidad de líquido en fase de evaporación dentro de una mezcla de gas respirable estancada.

TEMPERATURA. Se refiere al grado de calor en la atmósfera o en el cuerpo humano en un momento determinado. Es el grado de calor que posee un cuerpo a raíz por la agitación de sus moléculas. Se mide en grados centígrados, de Fahrenheit, Kelvin, entre otros.

TIEMPO ATMOSFÉRICO. Es el estado de la atmósfera en un momento determinado y bajo ciertas condiciones.

TRANSMISIVIDAD TÉRMICA. Coeficiente que determina la tasa de flujo de calor a través de un material. También se llama coeficiente de transmisión térmica.

TRAYECTORIA SOLAR. Movimiento aparente del Sol en sentido Este-Oeste con relación a un lugar de observación determinada originado por el movimiento de rotación diaria de la Tierra.

VENTILACIÓN FORZADA. Ventilación producida por acción de algún dispositivo mecánico que produce al aire una rápida velocidad.

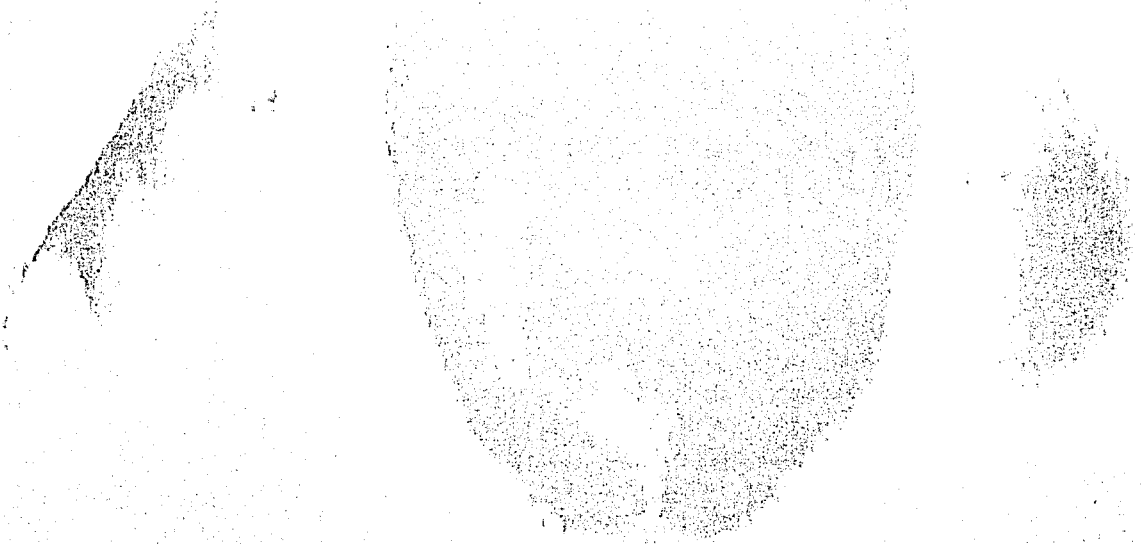
VENTILACIÓN NATURAL. Ventilación que se obtiene por fenómenos naturales sin el uso de equipamiento mecánico. Es producida por presencia de viento, diferencias de temperatura y densidad entre el aire frío y el caliente.

VENTOS. Son las corrientes de aire en movimiento que se desplazan en la atmósfera y que son generadas por las diferencias de presión y de temperaturas atmosféricas creadas a su vez por un calentamiento no uniforme de la superficie terrestre. Se mide en km/h ó m^3/seg (velocidad) y en N, S, E y W (dirección).



EL DESARROLLO DEL CONCEPTO BIOCLIMÁTICO EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS. CASO DE ESTUDIO: MÉXICO D.F.

ENTREVISTAS





4 de junio del 2001

Me entrevisté con el Dr. Diego Morales y hablamos de mi tema de tesis. Me comentó que mi tema debe ser respaldado con una profunda investigación y que ésta debe de estar validada en el análisis de algún proyecto posiblemente real. Le comenté que, probablemente, a partir de enero el convience con un proyecto que se realizará por medio de DSAFA (título "Ahorro de energía de edificios en Ciudad Universitaria"). Me podría analizar por medio de un enfoque bioclimático uno de los edificios asignados y anexarlo a mi trabajo como caso de estudio.

Me habló también de los programas de computación que él utiliza como herramientas para el cálculo del diseño térmico. Estos son:

TRNSYS 14.2 - Se utiliza para el diseño térmico y para saber si el edificio analizado se va a encontrar dentro de las características de comodidad. Este programa nos ayuda a 1) establecer la temperatura que debe de tener el edificio en los días críticos y 2) calcular la cantidad de carga térmica a retirar después de haber fijado ciertos límites de temperatura.

DOE 2 - Nos ayuda al cálculo térmico en los edificios.

11 de junio del 2001

Visité al Dr. Darío Morfón, en el Instituto de Ingeniería. Él se ha especializado en el diseño bioclimático. Le hablé del tema de mi tesis y me dijo que el tema de diseño bioclimático es muy amplio y que debería enfocarme en algo mucho más específico. Yo le contesté que ya había iniciado con una investigación enfocada a estrategias de diseño bioclimático para los edificios. Me dijo que esa tema está bien y que él me podía asesorar de ser necesario.

18 de junio del 2001

Me entrevisté con el Arq. Hector Ferreiro y le comenté que estoy desarrollando una tesis a cerca del diseño bioclimático aplicado a los edificios. Me dijo que un tema que casi no ha sido explorado es el del análisis de los patios desde un enfoque bioclimático. También comentó que si bien yo no hiciera toda mi tesis a cerca de los patios, podría hablar de éstos en un momento dado y anexar investigación a cerca de los patios en mi tesis.

26 de junio del 2001

Me encontré con el Arq. Natarón y hablamos de mi tema de tesis. Al arquitecto le parece un tema muy interesante y que en esta época está dando un gasto muy importante de recursos económicos. Le que el Arq. Natarón me hizo ver es que a él le preocupa que mi tesis se reduzca a un tema sumamente científico y llegue un momento en el que no aporte información basada en el diseño arquitectónico.

4 de julio del 2001

Visité al Dr. Morfón y le mostré una propuesta del índice de mi tesis. Me corrigió el título del capítulo dos y del cuatro. También me dio una pequeña introducción a la Carta Bioclimática de Olgay que es la que muestra un diagnóstico para los requerimientos de diseño.

26 de julio del 2001

Hablé con el Dr. Manuel Martínez, físico que trabaja en el Centro de Investigación en Energía en Tenexco. Cuando hice la visita en Tenexco, el Dr. Martínez me recibió. Le comenté a cerca de mi tesis. Básicamente, lo que él me dijo es que nada falta quite que apoye en el diseño bioclimático, ya que lo que se pretende en un futuro es empujar las decisiones coleras y sustentables.

También comentó que el Arq. Duz lo ante proyectó el Club Deportivo Astomero. Este edificio presenta una cubierta con paneles solares. También me comentó que sería interesante irlo a visitar.

Ese mismo día hablé con el Dr. Viridita Rivera, físico que también trabaja en el Centro de Investigación en Energía en Tenexco. Él fue el que me mostró el centro y me explicó todo a cerca del diseño bioclimático de este centro.

Al final de la visita, yo le pregunté si me podía enseñar a utilizar el programa de computación TRNSYS. El me dijo que si y que me podía ir una semana de septiembre al centro para aprender a manejarlo.

6 de agosto del 2001

Me entrevisté con el Dr. Morfón para que me enseñara a calcular las cartas bioclimáticas. Me enseñó a utilizarlas y manejarlas.

V

EL DESARROLLO DEL CONCEPTO BIOCLIMÁTICO EN EL DISEÑO DE EDIFICIOS. CASO DE ESTUDIO: MÉXICO D.F.

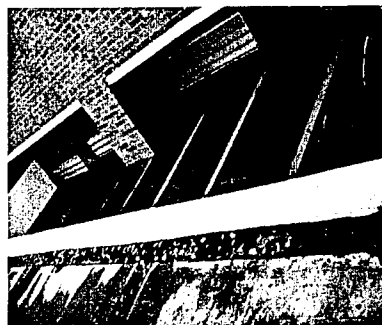
148

VISITAS

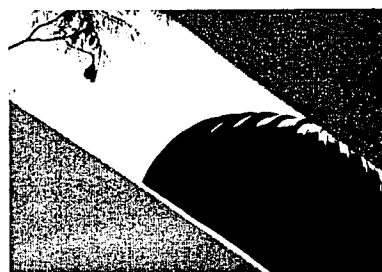
CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE ENERGÍA EN TEMIXCO

El lugar de emplazamiento de este caso se pensó muy bien en el lugar en sí. Como se trata de un centro de investigación de energía, se buscó un lugar con poca contaminación y el mayor número de días despejados al año. Está en una zona más baja que Cuernavaca y los días nublados son pocos que en Cuernavaca.

El IIEE es un edificio que no solo ornamenta al espacio sino que como polígono de desarrollo científico se le ha dado un tratamiento arquitectónico que responde a las necesidades de un edificio de investigación.



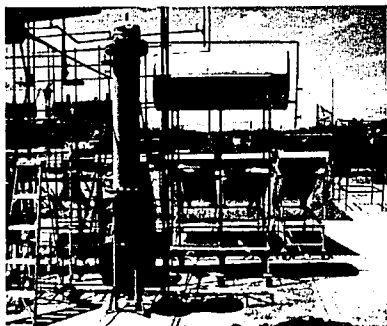
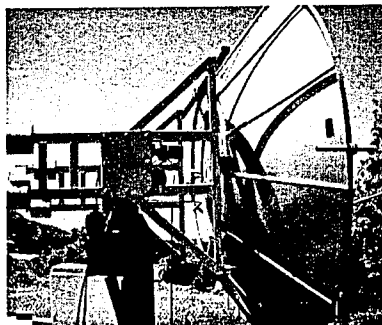
El edificio está diseñado para ser un espacio de trabajo y de investigación. Se le ha dado un tratamiento arquitectónico que responde a las necesidades de un edificio de investigación. El edificio está diseñado para ser un espacio de trabajo y de investigación. Se le ha dado un tratamiento arquitectónico que responde a las necesidades de un edificio de investigación.



y por...



...similares a los extractos de...



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100