



00164

GUIA PARA DISEÑO ARQUITECTÓNICO BIOCLIMÁTICO

ESPERANZA ALEJANDRA RAMÍREZ BALCÁZAR.



PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO
EN ARQUITECTURA

CAMPO DE TECNOLOGÍA

2000



284890



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO
EN ARQUITECTURA
CAMPO DE TECNOLOGÍA**

GUÍA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO
BIOCLIMÁTICO
(CASO CIUDAD DE TOLUCA DE LERDO ESTADO DE MÉXICO)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN ARQUITECTURA- TECNOLOGÍA
P R E S E N T A
ESPERANZA ALEJANDRA RAMÍREZ BLACÁZAR

DIRECTOR:
SINODALES:

M. EN ARQ. FRANCISCO REYNA GOMEZ
M. EN ARQ. ENRIQUE SANABRIA ATILANO
DR. EN ARQ. DIEGO MORALES RAMIREZ
M. EN ARQ. JORGE RANGEL DAVALOS
ING. MARIO DANIEL REYNOSO SANCHEZ

A mi esposo Eduardo,
por su apoyo, comprensión y amor durante toda la elaboración de este trabajo

A mis hijos José Eduardo y Alejandra Paola
por sus travesuras y su amor.

A mi familia

A mis asesores por su paciencia y guía.

INDICE			
I.-INTRODUCCIÓN	1	2.3.- CALOR LATENTE.	15
CAPITULO I		2.4.- CALOR ESPECÍFICO.	15
1.0.- INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL CLIMA Y SU RELACIÓN CON LA ARQUITECTURA.	5	2.5.- FORMAS DE TRANSMISIÓN DEL CALOR	15
1.1.- IMPORTANCIA DE LA INTEGRACIÓN DEL CONTROL TERMICO ATMOSFÉRICO AL PROCESO ARQUITECTÓNICO.	5	2.6.- FORMAS DE PROPAGACIÓN DEL CALOR	16
1.2.- LA TIERRA Y LA VIDA. EL CLIMA.	5	2.7.- LUZ, NATURALEZA DE LA LUZ. ESPECTRO.	17
1.3.- FACTORES QUE MODIFICAN Y DETERMINAN EL CLIMA.	6	2.8.- LUZ CALOR.	17
A.- FACTORES CÓSMICOS	7	3.0.- LA VIVIENDA COMO SISTEMA Y SU RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE.	17
B - FACTORES GEOGRÁFICOS	7	3.1.- INTERCAMBIO DE CALOR DE LA ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA.	18
C.- FACTORES TERMODINÁMICOS	8	3.2.- ECUACIÓN DE BALANCE TÉRMICO.	18
D.-FENÓMENOS ESPECIALES	9	4.0.- EVALUACIÓN BIOLÓGICA.	19
1.3.1 EL CLIMA EN LA REPÚBLICA MEXICANA	9	4.1.- INTERCAMBIO TÉRMICO ENTRE EL HOMBRE Y EL MEDIO AMBIENTE.	19
1.4 - ARQUITECTURA VERNÁCULA.	10	4.2.- MEDIOS DE INTERCAMBIO DE CALOR DEL CUERPO HUMANO.	22
1.5.- ARQUITECTURA ACTUAL	11	4.3.- ECUACIÓN DE EQUILIBRIO TÉRMICO HUMANO.	23
1.6.- BIOARQUITECTURA	11	4.4.- FACTORES SUBJETIVOS QUE MODIFICAN LA SENSACIÓN DE CONFORT.	23
2.0.- CONCEPTOS DE FÍSICA TÉRMICA Y LUMÍNICA	14	5.0.- CARTAS BIOCLIMÁTICAS.	24
2.1.-CALOR O ENERGÍA TÉRMICA.	15	5.1.- CARTA BIOCLIMÁTICA PARA EXTERIORES DE OLGYAY.	24
2.2.- CALOR SENSIBLE.	15	5.2.- CARTA BIOCLIMÁTICA PARA INTERIORES DE GIVONI.	25

5.3.- ESTRATEGIAS DE DISEÑO PARA ESTABLECER EL CONFORT TÉRMICO.	26	B.- CARACTERÍSTICAS DE CLIMA ESTACIONAL.	36
		SOLUCIONES TECNOLÓGICAS.	36
6.0.- SISTEMAS PASIVOS DE CLIMATIZACIÓN AMBIENTAL.	27	C.- REQUERIMIENTOS DE CLIMATIZACIÓN.	36
6.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS PASIVOS.	27	1.1.0.- GRÁFICA SOLAR Y REQUERIMIENTOS DE CLIMATIZACIÓN.	37
CAPITULO II.		1.2.0.- REQUERIMIENTOS DE CLIMATIZACIÓN ESTACIONAL.	37
APLICACIÓN A UNA COMUNIDAD ESPECÍFICA.	29	1.2.1.- TEMPORADA TEMPLADA.	37
A.- DATOS CLIMÁTICOS.	29	1.2.2.- TEMPORADA HÚMEDA.	38
1.0.- CLIMA DEL SITIO Y SUS CARACTERÍSTICAS.	30	1.2.3.- TEMPORADA FRÍA.	39
1.1.- ENTORNO BIOCLIMÁTICO DE LA CIUDAD DE TOLUCA DE LERDO.	30	CAPITULO III	
2.0.- DATOS CLIMÁTICOS DE LA CIUDAD DE TOLUCA DE LERDO.	32	PROPUESTA.	40
2.1.- TEMPERATURA.	32	D.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y URBANO.	40
2.2.- HUMEDAD RELATIVA.	32	1.1.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS DE DISEÑO URBANO.	41
2.3.- PRECIPITACIÓN PLUVIAL.	33	1.2.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA.	41
2.4.- FENÓMENOS ESPECIALES.	33	1.3.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA TECHOS.	42
2.5.- RADIACIÓN SOLAR.	33	1.4.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA MUROS EXTERIORES.	42
2.6.- VIENTOS.	34	1.5.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS	
2.7.- GRÁFICA SOLAR.	34		
2.8.- ISOTERMAS.	35		
2.9.- ISOHIGRAS.	35		
2.10.- VEGETACIÓN.	35		

PARA MUROS INTERIORES.	42	1.20.- EQUIPAMIENTO DE CLIMATIZACIÓN ARTIFICIAL DE APOYO.	50
1.6.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA PISOS EXTERIORES.	43	1.21.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA VENTANAS.	51
1.7 - CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA PISOS INTERIORES.	43	1.22.- PROTECCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LA VIVIENDA.	51
1.8.- DISPOSITIVOS EXTERIORES DE CONTROL SOLAR. Contraventanas y postigos.	43	1.23.- ORIENTACIÓN MAS ADECUADA PARA LOS ESPACIOS DE LA VIVIENDA.	52
1.9.- DISPOSITIVOS EXTERIORES DE CONTROL SOLAR. Cristales.	44	CONCLUSIONES.	53
1.10.- DISPOSITIVOS EXTERIORES DE CONTROL SOLAR. Tragaluces.	44	BIBLIOGRAFÍA.	55
1.11.- DISPOSITIVOS INTERIORES DE CONTROL SOLAR. Cortinas y persianas.	45	GLOSARIO DE TÉRMINOS Y CONCEPTOS BÁSICOS.	57
1.12.- CONTROL SOLAR CON VEGETACIÓN. Entorno Urbano.	45	CRÉDITOS DE ILUSTRACIONES Y FIGURAS.	59
1.13 - CONTROL SOLAR CON VEGETACIÓN. En el lote, en la vivienda.	45		
1.14.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS DE VENTILACIÓN. En el lote, en la vivienda.	46		
1.15.-ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE CLIMATIZACIÓN. Terrazas, pisos y patios.	47		
1.16.- ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE CLIMATIZACIÓN. Jardines e Invernaderos.	47		
1.17 - ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE CLIMATIZACIÓN. Cámaras de aire en plafones y muros.	48		
1.18.- ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE CLIMATIZACIÓN. SISTEMAS PASIVOS. Losas, muros, pisos.	49		
1.19.- ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE CLIMATIZACIÓN. SISTEMAS PASIVOS. Invernaderos.	49		

PROLOGO.

El diseño arquitectónico es una de las actividades del ser humano que quizá más consecuencias tiene en el quehacer cotidiano, ya que es precisamente en un ámbito arquitectónico donde el hombre nace, vive, sueña, se desarrolla, crece y muere.

La concepción de este diseño se ve reflejada en el espacio-forma que genera la envolvente arquitectónica, si esta envolvente no es la adecuada ó está mal concebida, produce efectos negativos en la energía humana y por consiguiente en su desempeño.

El uso adecuado de los materiales, de los sistemas constructivos, y de todas las variables que intervienen en el diseño arquitectónico de esta envolvente permitirán crear espacios habitables y confortables.

Pionero en el estudio de este campo fue el Dr. Everardo Hernández Hernández , quien realizó sus estudios bajo la guía del Dr. Erick Mayer de la Universidad de París VII.

Gracias a su iniciativa se realizaron una serie de investigaciones que derivaron en la inclusión y creación de las Normas de Proyecto de Arquitectura - Normas Bioclimáticas, para el Instituto Mexicano del Seguro Social, como parte de las Normas Técnicas de Proyecto que el Instituto maneja dentro de toda la República y que representan un gran logro para alcanzar los diseños más adecuados a cada clima y lugar específico.

Es necesario que, como se expone en este documento se sienten las bases para la enseñanza del Diseño Arquitectónico bioclimático dentro de la carrera de Arquitectura como fué uno de los principales objetivos del Dr, Hernández, y bajo cuya guía se realizó esta investigación.

INTRODUCCIÓN.

El hombre ha ido dominando poco a poco la tierra, desde los albores de las civilizaciones hasta nuestros días, donde prácticamente tiene bajo control intenso un 11% de la superficie terrestre; un 30% bajo control moderado y un 59% se subemplea o no se tiene control sobre ella¹. Este dominio de la tierra trajo como consecuencia un gran desequilibrio ecológico y por consiguiente un deterioro ambiental que modifica nuestro planeta hasta límites peligrosos. Basándose en criterios económico-políticos, que permiten la toma de decisiones sin considerar las consecuencias y que no prevén los efectos que producirán al medio ambiente y que han provocado que los recursos naturales renovables y los no renovables se deterioren o destruyan, ocasionando la crisis ecológica y de energéticos actual.

Esta adaptación del hombre a todo tipo de clima existente se debe en gran parte a la capacidad de crear su propio hábitat, a partir de la transformación de la naturaleza a su propia conveniencia para producir viviendas.

Al hombre se le puede considerar como un animal débil en comparación con otros animales, quienes cuentan con una gran gama de defensas naturales muy exitosas contra climas muy desfavorables, como sucede con las construcciones colectivas de los insectos, por ejemplo las termitas, a las que podemos encontrar en un sinnúmero de climas alrededor del planeta.

Los termiteros son construidos básicamente del mismo material - lodo -, pero su forma y tamaño varían notablemente de un clima a otro

En climas templados las construyen con taludes que se orientan hacia el SE y que son alargados según el eje térmico NE-SO, para poder captar más calor.

En climas cálidos, están orientados hacia el N, y su forma es de una enorme pala que forma torres inmensas, y cuya superficie orientada al E y al O, ayudan a mantener una temperatura equilibrada en el interior.

En el reino animal existen casos asombrosos de adaptación al clima, a través del aislamiento que provoca el plumaje, el pelaje, la grasa subcutánea, la disminución del ritmo cardiaco, de la respiración, del metabolismo en sí mismo, etc. Así como las construcciones de sus madrigueras y nidos.

El Hombre, al evolucionar en su desarrollo tecnológico, usa y dispone de energéticos que le han permitido que los estilos de diseño prevalecientes en el Siglo XX dependan de un acondicionamiento ambiental y de iluminación artificial, la que tuvo su origen en los países industrializados, caracterizados por el elevado consumo de energéticos convencionales. Las características climáticas del lugar en donde se construyen imprudentemente edificios con una uniformidad formal en su estilo, reflejan la poca o nula importancia de los efectos que se provocan en el confort humano debido al uso incorrecto de los procedimientos constructivos y principalmente al uso de materiales inadecuados.

El diseño de una vivienda adecuada, capaz de proporcionar un nivel aceptable de bienestar durante todo el año de una forma natural, requiere de una metodología de diseño que esté fundamentada en los datos climáticos del lugar, así como el conocimiento de la interrelación de la vivienda con el medio ambiente y de las posibles estrategias o sistemas pasivos de climatización ambiental para lograrlo.

¹ Sutton B., Harnon P. Fundamentos de Ecología. P 269.

El objetivo de este trabajo es precisamente el de presentar esta metodología, a través de la comprensión, estudio e interpretación de cada variable, aplicándola en forma práctica, en un clima y lugar específico.

En este caso, se estudiará a la CIUDAD DE TOLUCA DE LERDO, en el Estado de México. Dentro de la República Mexicana, este clima está considerado como un clima frío durante todo el año. Sin embargo, la metodología a presentarse es aplicable a cualquier tipo de clima dentro de la República Mexicana, y sólo se necesita seguir la secuencia de análisis y aplicación indicada.

El enfoque con que se elaboró este trabajo es el de un MANUAL DIDÁCTICO, dirigido principalmente a los alumnos de licenciatura, como complemento al estudio que hagan de las tecnologías ambientales dentro de la carrera de arquitectura. Este manual pretende darles los conocimientos mínimos necesarios para evaluar y resolver los problemas que se presentan en un clima específico - dentro de su proyecto arquitectónico - y que serán necesarios considerar para la correcta solución del mismo.

Existen en el mercado una serie de publicaciones más o menos profundas sobre el tema, que abordan en forma un tanto desordenada los diferentes conceptos, sin precisar una metodología propiamente dicha, es decir, contienen información inconexa para los estudiantes, los cuales finalmente no pueden concretarla en algo de uso práctico. Así mismo, la gran mayoría de los libros que se publican son extranjeros, ya que aún cuando se refieren a climas parecidos a los que se encuentran dentro de la República Mexicana en el mejor de los casos y no representan la realidad de nuestro medio, tanto en materiales, procedimientos y sistemas

constructivos, como en su aplicación a los problemas de diseño etc. Por otro lado, estas publicaciones o son demasiado ligeras, por así decirlo, o son demasiado profundas, lo cual provoca que se requieran de conocimientos previos o de nivel superior para su comprensión y aplicación.

Conscientes de esta problemática, la Facultad de Arquitectura, incluyó en el Plan de Estudios 92, el curso de Tecnologías Ambientales I, lo cual vino a enriquecer el conocimiento del alumno de las condicionantes bioclimáticas que afectan a un proyecto arquitectónico. Sin embargo, aún cuando los resultados no se han podido constatar de manera más amplia, a escasos 5 años de su integración y dentro de la llamada "Revisión del Plan 92", esta importante materia se eliminó del mapa curricular de la carrera, argumentando que los temas que abarcaba serían impartidos - "si así se requiere" -, en el Taller de Arquitectura, por los profesores del mismo.

Este argumento partió del supuesto de que los profesores de diseño deben dominar o cuando menos conocer las diferentes características bioclimáticas de un sitio específico y guiar a los alumnos hacia la mejor solución posible.

Sin embargo esto es falso, ya que es bien sabido que los datos climáticos que los profesores de diseño solicitan a los alumnos sólo se refieren al viento dominante, a la gráfica solar y a una descripción muy superficial del clima del lugar, sin llegar a profundizar y analizar en conjunto todas las características bioclimáticas y su impacto en el diseño. Reflegando los escasos datos recopilados a sólo un requisito sin importancia, que se incluye sólo como una serie de láminas vistas en el mejor de los casos.

Durante mi trabajo como docente me he percatado que el manejo de esta información y su aplicación dentro del proceso de diseño, redundan en beneficio de la manera en que los alumnos abordan los problemas. Sin embargo la información necesaria para diseñar está diseminada - como ya se mencionó - en textos que no ofrecen una metodología sencilla y de aplicación práctica a las condicionantes de nuestro país.

La experiencia docente adquirida a través de la enseñanza de esta asignatura, me permiten avalar la bondad de la materia, ya que los resultados obtenidos han sido, en su mayoría, satisfactorios. Es muy interesante ver cómo los alumnos van desarrollando un criterio totalmente diferente ante la posibilidad de diseñar un proyecto arquitectónico en un clima difícil, y sobre todo, cómo adquieren la capacidad de interpretar los datos climáticos y las características especiales del lugar en donde llegan a proponer soluciones bastante aceptables para el nivel en el que se encuentran, (1er. Nivel). Y es precisamente dentro del llamado "Taller de Arquitectura" que agrupa a cuatro importantes materias - Proyectos, Construcción, Representación Gráfica e Investigación - donde se debería incluir otra vez esta importante materia, no como conocimientos aislados, superficiales y sin una finalidad, sino como un método perfectamente establecido.

El incluir esta materia -en los primeros niveles del plano curricular de la carrera- como una materia fundamental dentro del bloque del Taller de Arquitectura, equivaldría a sentar las bases adecuadas para la formación profesional del futuro arquitecto.

No puede dejarse al albedrío de los profesores de Taller de Arquitectura, el impartir sólo algunos temas que abarcaba la materia, sin una secuencia lógica y de manera sólo

complementaria y somera como se pretende ahora realizarlo, de acuerdo a la nueva estructura del Plan de Estudios 99, ya que no se puede soslayar el compromiso y la conciencia que los alumnos deben adquirir, desde el inicio de sus estudios, ni la importancia de la forma en que se concibe y aplica la tecnología en arquitectura, y la creación del hábitat humano y del control ambiental, de tal forma que no se diseñe sólo por el impacto visual, sino para proporcionar a sus ocupantes espacios cuya ambientación sea humanamente UN TODO con el medio ambiente.

El que un alumno se enfrente desde el inicio de sus estudios al reto que significa diseñar un proyecto específico, en un lugar determinado con características físicas y climáticas especiales, y pueda resolverlo no sólo constructiva y estructuralmente, sino también bioclimáticamente, hará de los futuros arquitectos el profesionista responsable con su medio ambiente que México necesita con urgencia.

Es dentro de este marco que el presente trabajo adquiere mayor importancia al ser enfocado como un manual práctico, se convierte ante la actual situación del Plan de Estudios 99, en un método de enseñanza AUTODIDACTA, con el cual los alumnos pueden acceder fácilmente al estudio del Diseño Bioclimático y el cual les proporcione las herramientas mínimas necesarias para aplicarlas en el quehacer arquitectónico.

Es por esto que el presente documento, que pretende ser una GUÍA PRÁCTICA para Diseño Bioclimático, se presenta dividida en tres partes que consideran una secuencia lógica en el conocimiento y uso de una metodología que permita desarrollar un criterio de aplicación sobre bioclimática durante el proceso de diseño de un problema específico.

Aún cuando en la 3ª. Parte se estudiará como caso la Ciudad de Toluca de Lerdo, en el Estado de México, la metodología que se presenta es aplicable a cualquier tipo de clima dentro de la República Mexicana y sólo basta - según he comprobado en la práctica - seguir la secuencia.

Para su comprensión el presente trabajo está organizado en 3 Partes:

1ª. PARTE.

INFORMACIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS.

En donde se proporcionarán a los alumnos algunos de los datos mínimos necesarios y los conceptos de clima, los tipos de clima dentro de la República Mexicana, la descripción de los mismos, los factores que lo determinan y lo modifican, así como la representación gráfica de los diferentes datos climáticos.

Se ejemplifica la relación que existe entre los diferentes climas y la respuesta, a través de la llamada Arquitectura Vernácula, de los habitantes de las diferentes regiones climáticas en México, a fin de analizar y comprender cómo esta "arquitectura sin arquitecto" es una respuesta a las condiciones que el clima impone y cómo la arquitectura actual se contrapone a esta respuesta.

Ya que uno de los factores más importantes que determinan y modifican al clima es el calor, su estudio y comprensión del comportamiento de éste con el medio ambiente y en relación de este último con la vivienda, nos permitirá analizar el balance térmico entre ellos.

También se estudia el comportamiento y relación entre el calor y el cuerpo humano y los factores que modifican la sensación de confort dentro de la ecuación de equilibrio térmico humano.

2ª. PARTE.

DIAGNOSTICO DEL SITIO Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO.

Es donde basándose en los conocimientos adquiridos en la etapa anterior, se describe y analiza cómo a partir de la llamadas Cartas Bioclimáticas para interiores y exteriores se realiza el diagnóstico de las características del sitio y cómo este diagnóstico nos lleva a determinar las estrategias de diseño.

Dichas estrategias no son más que los Sistemas Pasivos de Climatización Ambiental, que en esta etapa se describen y definen para que su aplicación sea la adecuada propuesta a las condicionantes climáticas de un lugar determinado, como se podrá comprobar en la 3a. Parte.

3ª. PARTE.

APLICACIÓN A UN CASO ESPECÍFICO.

En donde se sintetizan, representan e interpretan los datos climáticos de un lugar determinado, a fin de ejemplificar un caso práctico de aplicación del método propuesto.

En esta sección se efectúa paso a paso el análisis de cada una de las condicionantes bioclimáticas que comprometen el diseño arquitectónico y por consiguiente determinan las estrategias a seguir para restablecer o conservar el confort dentro de un espacio-forma.

Y por último las CONCLUSIONES, en donde se hace una reflexión sobre el objetivo de este trabajo, de los alcances que pretende dentro de la formación de los estudiantes de arquitectura y de los resultados obtenidos a través de la experiencia docente.

CAPITULO I

1.0.- INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL CLIMA Y SU RELACIÓN CON LA ARQUITECTURA

El estudio y conocimiento del clima es uno de los principales factores que modifican y condicionan las Tecnologías Bioambientales que se aplican a la arquitectura. Las Tecnologías Bioambientales son todas aquellas técnicas que se basan en el conocimiento del clima y su comportamiento y que son aplicables dentro del diseño de un espacio - forma.

1.1. IMPORTANCIA DE LA INTEGRACIÓN DEL CONTROL TÉRMICO-ATMOSFÉRICO AL PROCESO ARQUITECTÓNICO

Toda civilización está determinada, según Ellsworth Huntington² por los siguientes factores que son:

- La herencia racial.
- El desarrollo cultural.
- El clima.

La energía humana varía en relación directa con su medio ambiente y por consiguiente con la historia humana, ya que los cambios climáticos manejan el balance, migración y desarrollo de la población según Julian Haxley³.

El hombre y su inteligencia fue capaz de adaptarse a casi todos los rigores del medio ambiente. Su debilidad animal fue superada por la envolvente arquitectónica, que se convirtió en su defensa contra los rigores del clima. Ya Vitrubio decía

² Como lo apunta V. Olgyay en su libro Design with Climate. Cap.I, p 3

³ op at Cap I, p 4.

en “De Arquitectura: de él; *“El estilo de los edificios debe ser manifiestamente diferente en Egipto que en España, en Pontus y Roma y en los países y regiones de carácter diferente. Ya que por una parte la tierra está oprimida por el sol y en su curso; y en otra parte la tierra está tan lejos y en otra solamente está afectada por una moderada distancia...”* El Dr. Walter B. Cannon dice: ... *“El desarrollo de un estado cercano al equilibrio térmico en nuestros edificios debe ser visto como uno de los más valiosos avances en la evolución de la edificación...”*

1.2. LA TIERRA Y LA VIDA. EL CLIMA.

La tierra presenta una gran gama de condiciones atmosféricas que abarca desde frío intenso en las regiones polares, hasta el calor sofocante en el Ecuador, pasando por las zonas templadas y desérticas; en una mezcla que va creando lo que se conoce como tiempo atmosférico. El tiempo atmosférico es la suma total de las condicionantes atmosféricas, en un período corto de tiempo, y estas son:

- a) Temperatura
- b) Precipitación
- c) Humedad
- d) Viento
- e) Presión Atmosférica
- f) Radiación Solar.

De acuerdo a esto, podemos decir que el clima es la integración en el tiempo de los estados físicos del ambiente atmosférico característico de una localidad específica. Se diría que es un promedio del tiempo que se presenta, durante cuando menos 20 años, en las distintas épocas del año, en un lugar determinado

atmosférica, o sea, la absorción de la radiación por las partículas de polvo, vapores, ozono, impurezas, etc.

Esta absorción depende de la cantidad de atmósfera que se tenga sobre el lugar, es decir de su espesor. Ya que a mayor espesor, mayor será la capacidad de absorción de la misma, y al contrario, a menor espesor menor será la absorción total.

B.3. Orografía y Topografía: La orografía de un lugar tiene una influencia muy grande sobre el clima, ya que el viento puede ser desviado o encausado por cordilleras, montes, etc. Afecta a la distribución de la humedad y precipitación pluvial, con respecto a un lugar que esté a barlovento⁶ o a sotavento de cordilleras, etc. También a escala más pequeña la topografía modifica las condiciones climáticas del lugar. (Ver Fig. 06.)

B.4. Hidrografía: El clima se ve modificado en buena parte por la distribución de los cuerpos de agua con respecto a la tierra. El agua tiene mayor capacidad térmica de almacenamiento por lo que se enfría a menor velocidad que la tierra que tiene una capacidad térmica menor. La diferencia de temperatura entre las masas de tierra y los cuerpos de agua, debido a sus diferentes capacidades térmicas o calores específicos, ocasionan brisas provenientes de los cuerpos de agua durante el día y brisas provenientes de las masas de tierra durante la noche. Las masas de agua ayudan a regular la temperatura en un lugar. (Ver Fig. 07.)

B.5. Precipitación pluvial: La precipitación pluvial modifica el clima de un lugar, ya que dependiendo del régimen pluviométrico, la topografía, altitud del lugar, etc. provocará diferentes condiciones de humedad, temperatura y vegetación.

B.6. Humedad relativa: La humedad de un lugar modifica el clima y sobre todo la sensación de confort, y representa la relación que existe entre la cantidad de vapor de agua que contiene el aire y el máximo que podría contener a una temperatura dada. Demasiada humedad relativa provoca una sensación de opresión e impide el enfriamiento evaporativo del cuerpo debido al sudor.

C. FACTORES TERMODINÁMICOS.

C.1. Temperatura: La temperatura de un lugar varía de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar, a la altitud y a la presencia de masas de agua, entre otras cosas. Los datos que nos permiten conocer como afecta al clima desde un lugar son: la temperatura media mensual para cada uno de los 12 meses; así como la máxima y mínima media mensuales las cuales nos darán una indicación de las variaciones estableciendo el intervalo medio mensual. También resulta útil el tener las temperaturas máximas y mínimas extremas mensuales. Todos estos datos dan una idea bastante precisa de las condiciones de temperatura de un lugar determinado.

C.2. Presión de vapor : La presión de vapor indica la humedad atmosférica, es decir la presión parcial del vapor de agua presente en el aire. Este dato se expresa en: $Pa = N/m^2$ ⁷ ó en milibares (1 milibar = 100 N/m^2 = Pa.). Siendo Pa. = Pascal.

C.3. Vientos: Los vientos son una corriente convectiva de la atmósfera, que ayuda a igualar el diferente calentamiento de la tierra, el aire caliente que proviene de la zona de máximo calentamiento, se eleva y fluye hacia las zonas frías y al

⁷ N/m^2 son Newtons/ metro cuadrado ó Pascal, que es la presión que ejerce la cantidad de vapor que contiene la atmósfera ó también se acepta el milibar como unidad equivalente.

⁶ Barlovento: Dirección de donde viene el viento y su contrario es Sotavento

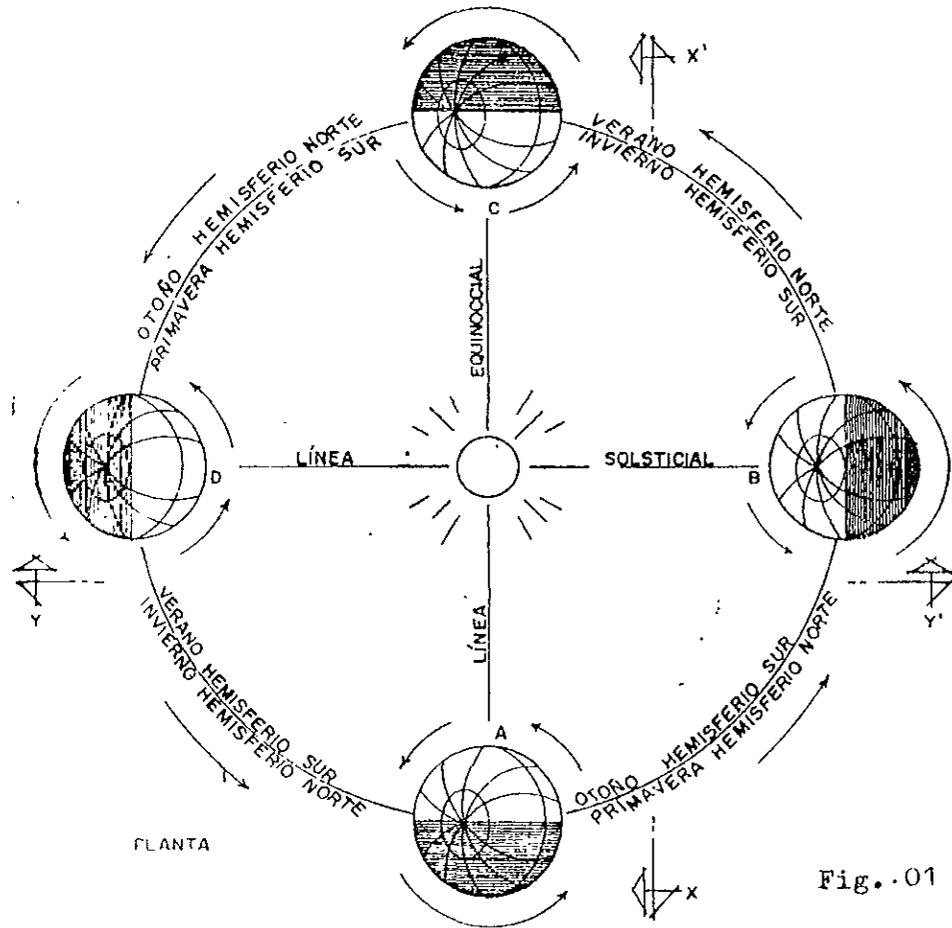


Fig. 01

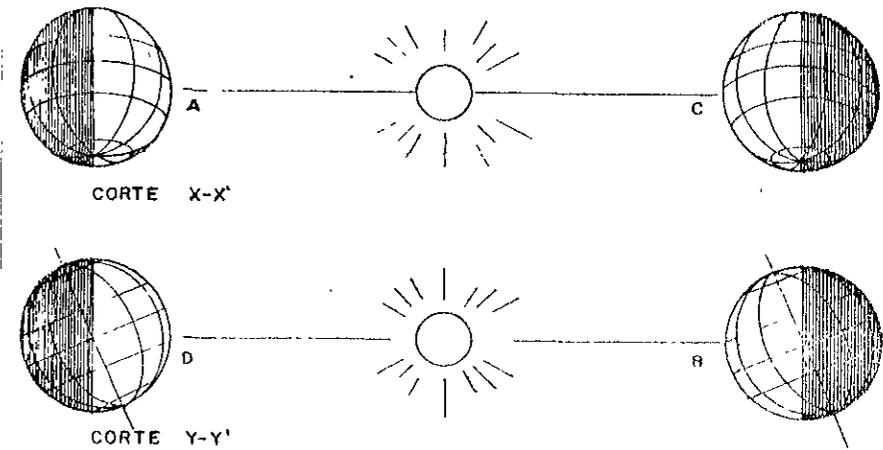


Fig. 02

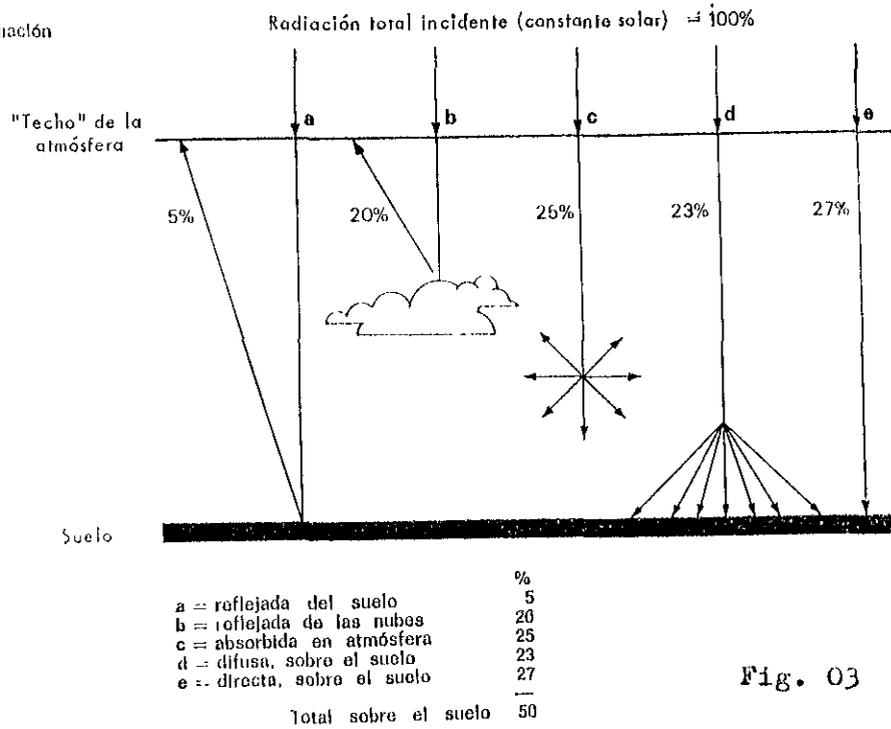
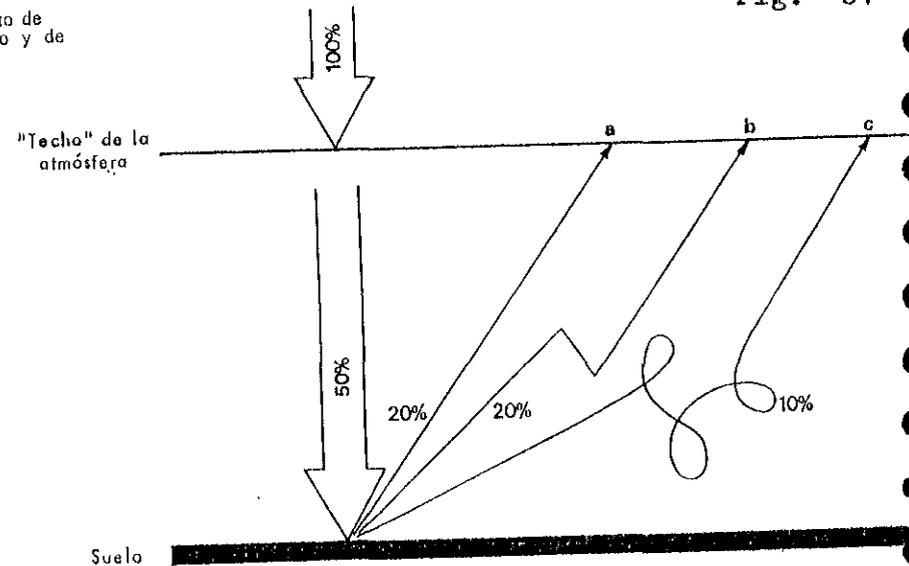


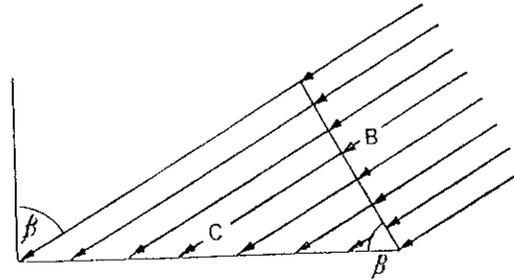
Fig. 03

Desprendimiento de calor del suelo y de la atmósfera



a = radiación de longitud de onda larga	20
b = evaporación y, en consecuencia, radiación	20
c = convección y, en consecuencia, radiación	10
Total	50

Ángulo de incidencia



$$\cos \beta = \frac{B}{C}$$

Area C > Area B
 Intensidad C < Intensidad B
 $I_c = I_B \times \cos \beta$

Relación Tierra-Sol

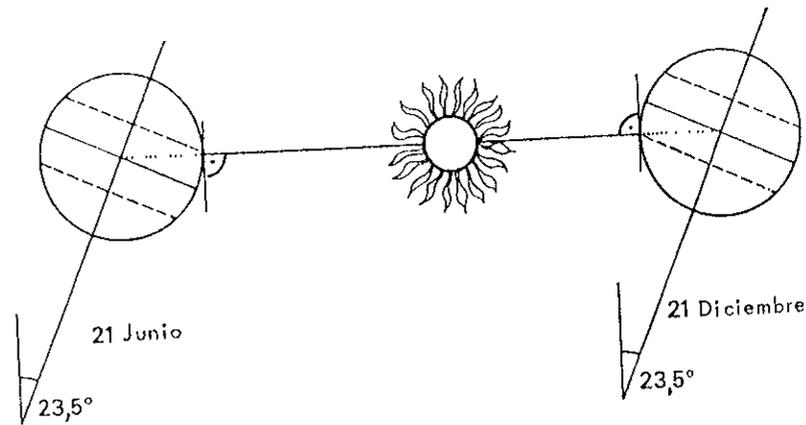
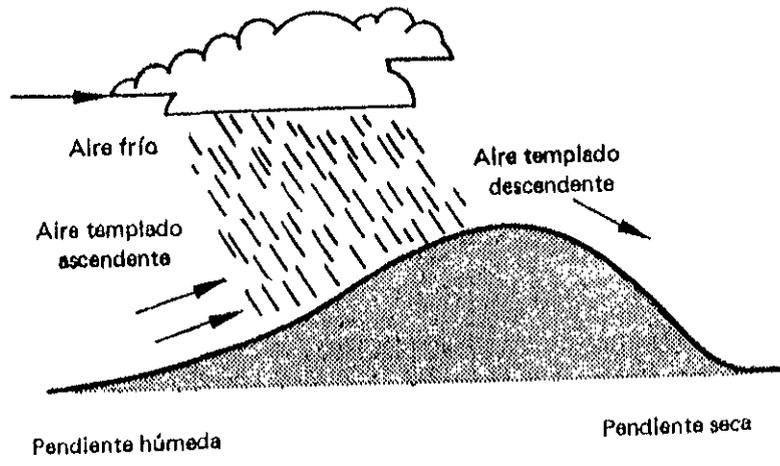
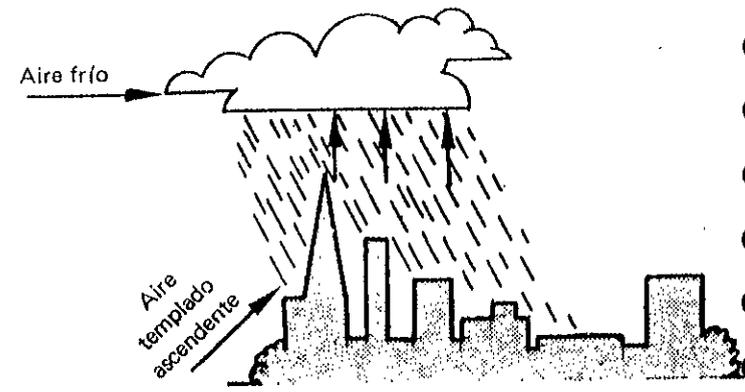


Fig. 05

precipitación en las montañas



Precipitación en las ciudades



Diagramas de viento y lluvia

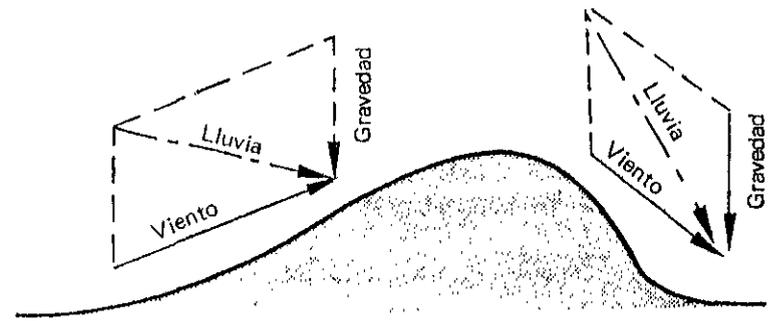
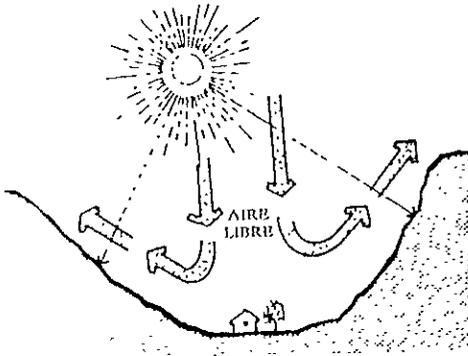
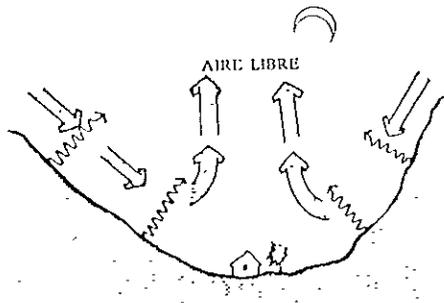


Fig. 06

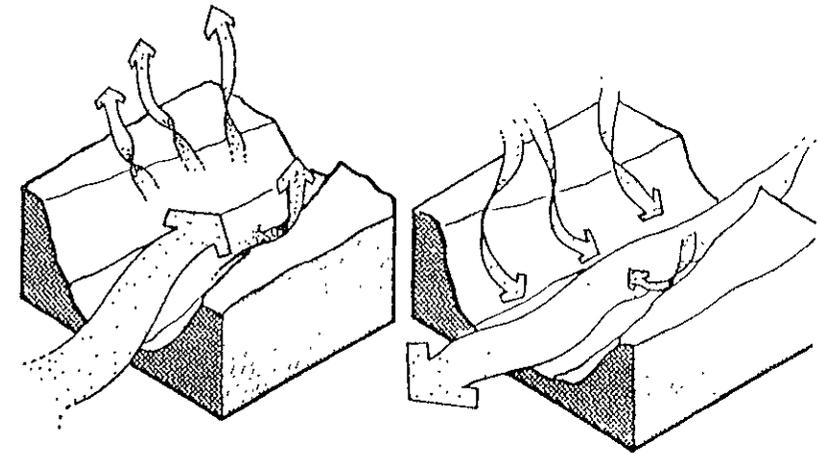
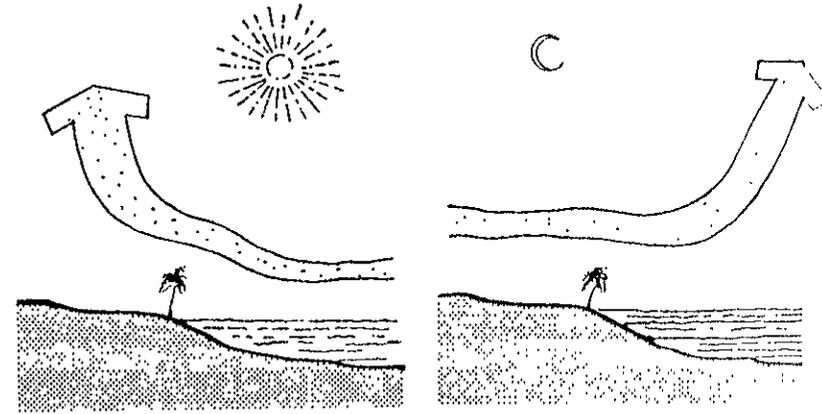


De día el aire que se calienta sube por las laderas de las montañas



De noche las masas de tierra pierden calor por radiación rápidamente y las corrientes de aire que, a la vez también se enfrían, pesan más, y bajan por las laderas de las montañas.

Las diferencias de temperatura entre las masas de tierra y los cuerpos de agua, debido a sus diferentes capacidades térmicas o calores específicos, ocasionan brisas de mar durante el día y brisas de tierra por la noche.



Durante el día se dan corrientes fuertes de aire que soplan hacia arriba y de noche ocurre lo contrario.

Fig. 07

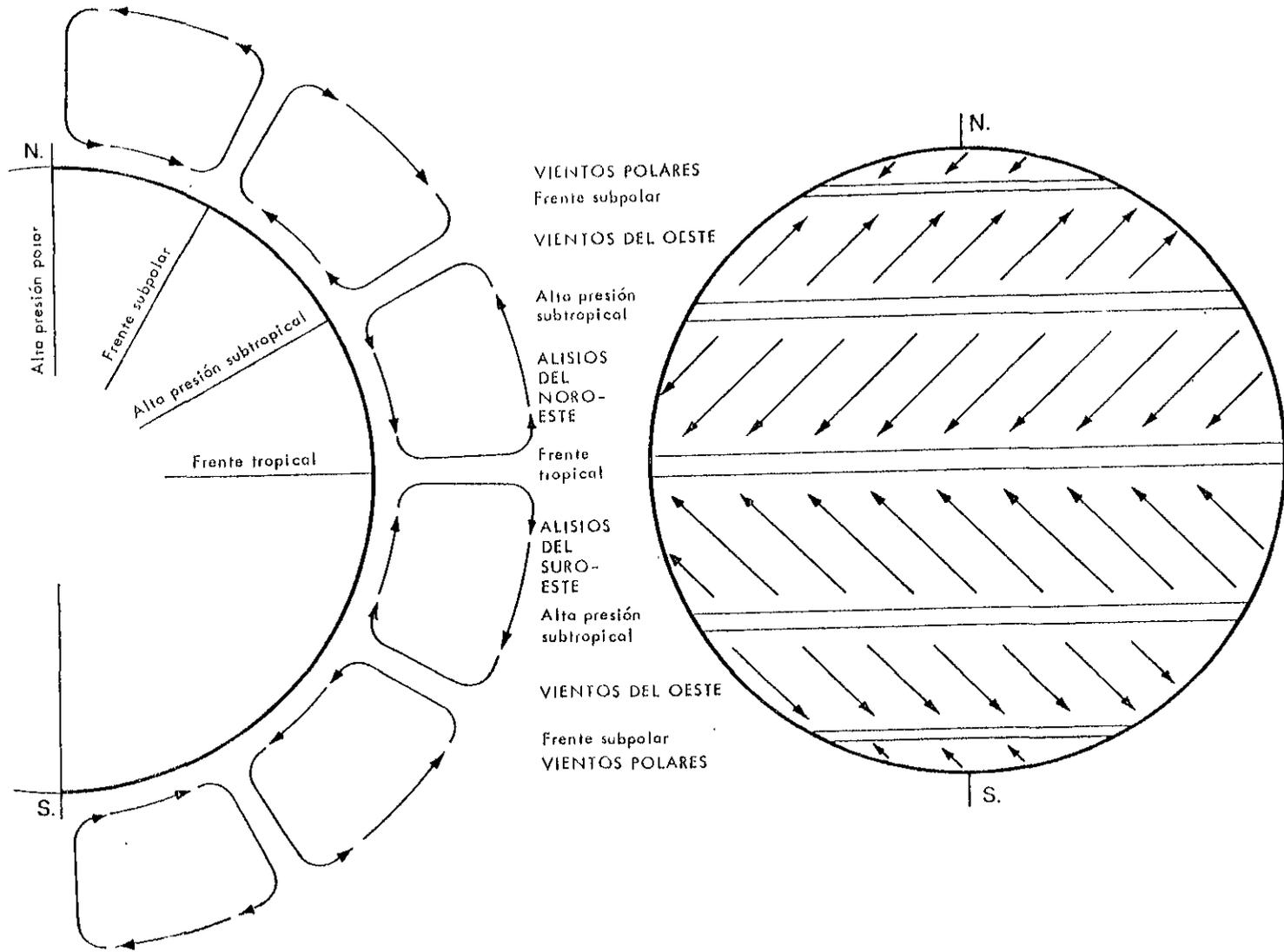


Fig. 08

enfriarse descendiendo a las zonas subtropicales, de donde se dirige otra vez hacia la zona ecuatorial. Este patrón de comportamiento es modificado por el movimiento de rotación de la tierra, ya que la atmósfera gira con ella y se comporta como un fluido que tiende a retrasarse con respecto a la velocidad de rotación. En donde esta rotación es más rápida -el Ecuador-; se produce un “resbalamiento” entre las capas en contacto con la tierra y su atmósfera. A este fenómeno se le conoce como Fuerza Coriolis, el que produce un viento que sopla en sentido opuesto al de la rotación de la Tierra. La resultante de estas dos fuerzas producen el patrón de vientos globales del planeta. En la siguiente ilustración se puede apreciar cómo este fenómeno da como resultado los grandes vientos a nivel mundial como son los Vientos Alisios, los Polares, etc. (Ver Fig 08).

D.- FENÓMENOS ESPECIALES:

En este concepto se reúnen todas aquellas situaciones especiales y particulares que afectan en forma desfavorable al confort o seguridad de un sitio en particular. Y pueden ser granizadas, tormentas eléctricas, tornados, huracanes, tormentas de polvo, rocío, niebla, nevadas, etc. Su frecuencia, naturaleza y duración nos permiten completar los datos para lograr un diseño apropiado.

1.3.1.- EL CLIMA EN LA REPÚBLICA MEXICANA.

Existen diferentes clasificaciones de los climas en la República Mexicana. Sin embargo, se puede decir que hay varias regiones que por su localización y configuración geográfica tienen un clima similar que nos permitirá agruparlas, basándose

en la clasificación climática de Koppen⁸; quien los clasifica por su temperatura en: CÁLIDOS Y MUY CÁLIDOS, SEMICÁLIDOS, TEMPLADOS, SEMIFRÍOS Y MUY FRÍOS; y por su grado de humedad en: SEMISECOS ó SEMIÁRIDOS, SECOS ó ÁRIDOS, SUBHÚMEDOS, HÚMEDOS Y LLUVIOSOS. Estas regiones son: Mesa del Norte, Mesa Central y Valle de México, Vertiente del Golfo, Península de Yucatán. Se les denominarán como ZONA DEL ALTIPLANO a las regiones de la Mesa Central y el Valle de México; como ZONA TROPICAL a las vertientes del Golfo y del Pacífico y a la Península de Yucatán; y como ZONA EXTREMOSA a la Mesa del Norte.

De acuerdo a Koppen, entonces a la Zona Extremosa le corresponde un clima cálido en verano y frío en invierno. A la Zona Tropical le corresponde un clima cálido-húmedo en verano y temperatura media en invierno y a la Zona del Altiplano le corresponde un clima templado con invierno moderado.

La combinación de la oscilación anual entre las temperaturas extremas promedio y la temperatura media diaria anual nos permite definir los REGÍMENES TÉRMICOS ó GRUPOS CLIMÁTICOS más representativos de la República Mexicana. En las siguientes ilustraciones pueden observarse las características específicas de cada una de ellas.

(Ver Fig.09 Cuadro de Regímenes Térmicos.)

(Ver Fig. 10. Mapa de Zonas Climatológicas)

(Ver fig. 11a. , 11b. Clasificación de los Climas en la República Mexicana.)

⁸ Clasificación y distribución de los climas Koppen

1.4. ARQUITECTURA VERNÁCULA.

A través del tiempo los hombres, bajo climas y condiciones diferentes, han creado cambiado y mejorado las condiciones artificiales de bienestar que la región que habitan no les proporciona. Esto se debe a que los impactos diarios y estacionales de los elementos meteorológicos reguladores de este clima pueden ser variables y/o adversos.

El hombre en sus inicios buscó el albergue natural que le proporcionaban las cavernas, las cuales ofrecían una protección contra animales y contra las inclemencias del clima exterior. A medida que el hombre fue evolucionando, fue creando su albergue en forma artificial, surgiendo así la vivienda como tal. La forma, materiales de construcción y la misma concepción arquitectónica de dichas viviendas es regionalmente típica, ya que se construía con los materiales locales y sobre todo adecuándose al clima reinante, como una respuesta activa al medio ambiente y sistema social de su comunidad.

Esta adecuación la logró de manera intuitiva ya que el hombre antiguo tenía un conocimiento práctico, producto del proceso de ensayo y error a través de cientos de años de búsqueda, del comportamiento térmico de los materiales de que disponía. Realmente es asombroso cuan pequeño margen de error tuvo al hacer uso de los materiales adecuados al clima donde vivía, para lograr mantener el rango de las condiciones de confort dentro de su vivienda. La Arquitectura Vernácula puede, entonces, estudiarse agrupándola por climas. Por supuesto el pueblo y la cultura, así como el nivel tecnológico alcanzado, dan como resultado una gran diversidad de ejemplos que sobre Arquitectura Vernácula se pudieran ejemplificar.

1.4.1.- CLIMA FRÍO.

La arquitectura vernácula para clima frío en nuestro país, es un conjunto de soluciones constructivas y materiales que permiten tener un confort interno en la vivienda. Este confort se logra a base de muros de adobe, piedra y madera, techumbres resistivas, de poca altura, vanos pequeños que impiden la pérdida de calor hacia el medio ambiente.

1.4.2 CLIMA CÁLIDO - HUMEDO.

Este tipo de arquitectura vernácula proporciona un estado de bienestar por medio del uso de materiales resistentes al paso del calor y la humedad, como son: la palma para techumbres; el bejaraque en muros; la transparencia al viento que producen estos materiales y sistemas constructivos en los muros y techos, así como el uso de vegetación destinada al bloqueo de la radiación solar directa permiten un acondicionamiento térmico excelente.

1.4.3.-CLIMA CÁLIDO-SECO.

El uso de materiales masivos, para este tipo de arquitectura vernácula, permite lograr una temperatura de confort que amortigüe las oscilaciones térmicas entre el día y la noche. Tales materiales son adobe para muros, techumbres bajas, planas y masivas, y pequeños vanos en los muros que impidan la ganancia solar directa.

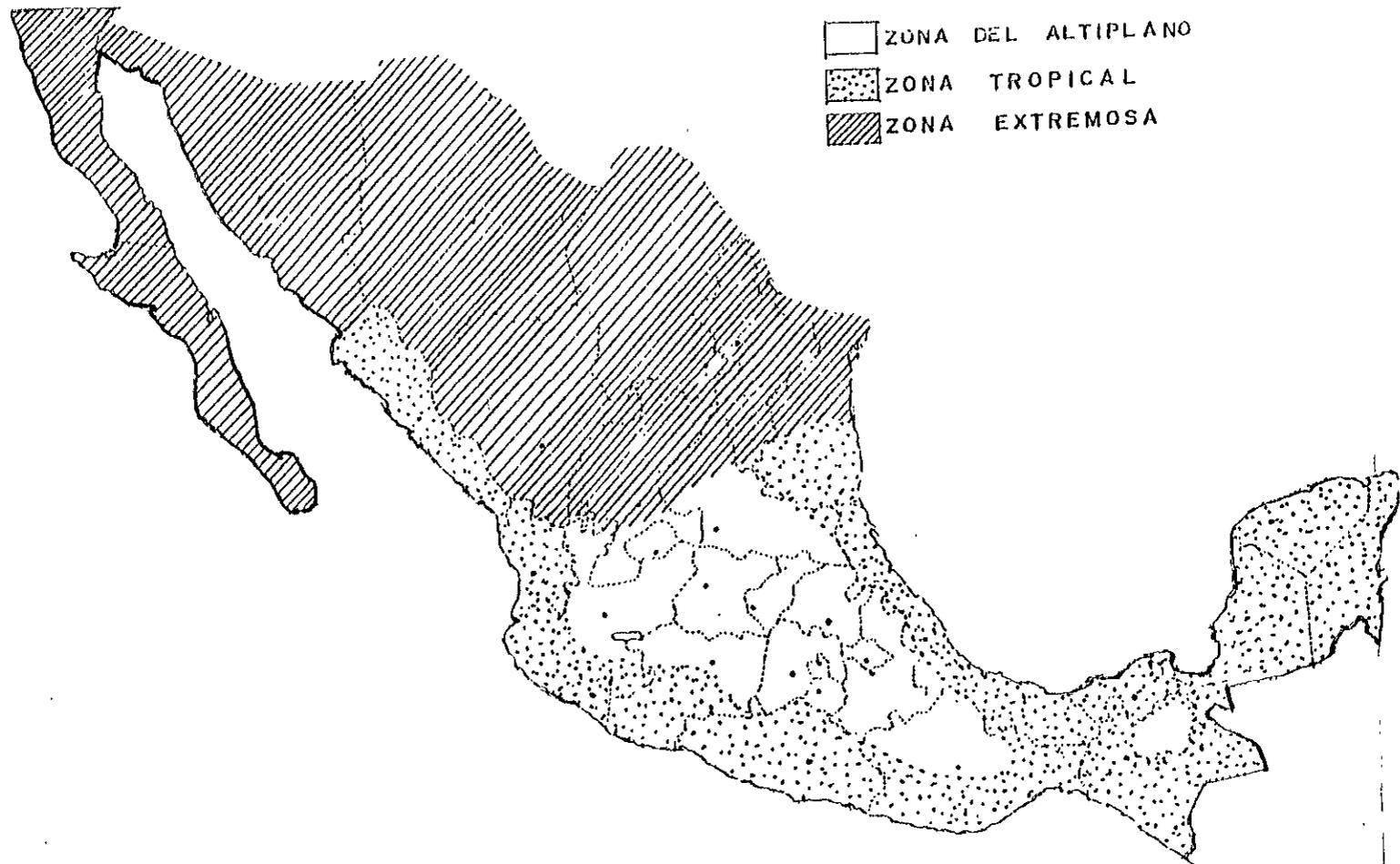
1.4.4.-CLIMA TEMPLADO.

Siendo este clima de los más benignos, la arquitectura vernácula utiliza el adobe ó piedra en los muros; en las techumbres usa materiales semimasivos, alturas medias, colores claros y vanos de mayor área.

REGIMENES TERMICOS PARA SU APLICACION AL ACCIONAMIENTO BIOLIMATICO DE EDIFICACIONES

		OSCILACION ANUAL ENTRE TEMPERATURAS EXTREMAS PROMEDIO						
		ATENUADO <15°C	MODERADO DE 20° A 15°C	SEMIEXTREMO- SC DE 25° A 15°C	EXTREMOSO DE 30° A 25°C	MUY EXTREMOSO >30°C		
TEMPERATURA DIARIA ANUAL	DEMASIADO CALUROSO >26°	I PROTOTIPO: VERACRUZ, VER.			II PROTOTIPO: LA PAZ, B.C.S.		III PROTOTIPO: HERMOSILLO, SON.	
	MUY CALUROSO 26°-24°				IV PROTOTIPO: MATAMOROS, TAMPS.		V PROTOTIPO: CD. OBREGON, SON.	VI PROTOTIPO: MEXICALI, B.C.
	CALUROSO 24°-22°				VII PROTOTIPO: CORDOBA, VER.		VIII PROTOTIPO: GUADALAJARA, JAL.	IX PROTOTIPO: CD., LERDO, DGO.
TEMPERATURA MEDIA	SEMICALUROS O 22°-18°	XI PROTOTIPO: PUEBLA, PUE.		XII PROTOTIPO: CD. DE MEXICO, D.F.		XIII PROTOTIPO: CD. JUAREZ, CHIH.		
	TEMPLADO 18°-14.5°	XIV PROTOTIPO: SAN CRISTO- BAL DE LAS CASAS, CHIS.						
	SEMIFRIO 14.5°-10°							

Fig. 09



MAPA DE ZONAS CLIMATOLOGICAS

Fig. 10

CLASIFICACION Y DISTRIBUCION DE LOS CLIMAS EN LA REPUBLICA MEXICANA.

GRUPO DE CLIMAS	TIPO DE CLIMA	LOCALIZACION
CALIDOS HÚMEDOS (A). Con temperatura media del mes más frío mayor a 18°C.	Cálido húmedo con lluvia todo el año (Af).	A lo largo de la vertiente de la Sierra Madre Occidental, en el sureste de Veracruz, Tabasco y en la parte baja de las montañas del noreste de Chiapas.
	Cálido húmedo con lluvias en verano y con influencia de monzón (Am).	Llanura tabasqueña en el declive este de la Sierra Madre Oriental en el estado de Veracruz, la porción sureste de la Sierra Madre de Chiapas y parte de Tabasco.
	Cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw).	Se extiende a lo largo de la vertiente del Pacífico hacia el trópico de Cáncer; la llanura costera de Veracruz, partes altas de la depresión del Balsas y central de Chiapas y gran parte de la Península de Yucatán.
CLIMAS TEMPLADOS (C). Con temperaturas del mes más frío entre -3°C y 18°C., la del mes más caliente mayor a 6.5°C. También se les denomina semifríos.	Templado húmedo con lluvias todo el año (Cf).	En la mayor parte de las montañas del centro y sur de México, en la porción sur de la Altiplanicie Mexicana, en la región norte y central de la Sierra Madre Occidental y parte norte de la Sierra Madre Oriental.
	Templado húmedo con lluvias en verano (Cw).	Al sur de la Altiplanicie Mexicana, en las laderas de las principales cadenas montañosas y al sur de la Sierra Madre de Chiapas.

Fig. 11a

CLASIFICACION Y DISTRIBUCION DE LOS CLIMAS EN LA REPUBLICA MEXICANA.

GRUPO DE CLIMAS	TIPO DE CLIMA	LOCALIZACION
CLIMAS SECOS (B). Considerables variaciones de temperatura y bajo grado de humedad relativa.	Semiseco o estepario (BS).	En la parte norte y central del Altiplano, en amplias zonas de Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, partes de Querétaro, Guanajuato, Baja California y depresión del río Balsas.
	Seco desértico. (BW).	Origina los desiertos de gran parte de Chihuahua, Coahuila, Zacatecas y Durango, así como la Península de Baja California y la llanura costera de Sonora.
CLIMA POLAR (E).	Alta Montaña (EB).	Principalmente en la cima de las altas montañas, como el Pico de Orizaba, el volcán Popocatepetl y el Iztaccíhuatl.

Fig. 11b.

En la siguiente ilustración puede apreciarse las características generales y más comunes de esta arquitectura vernácula.

1.5 - ARQUITECTURA ACTUAL

A medida que el hombre ha evolucionado en la solución de su vivienda en primer término y en segundo término, los diferentes espacio-forma, que cubren sus necesidades, ha contado con más tiempo para estudiar y adaptarse a casi todos los climas existentes en el planeta y dominarlos al máximo.

Sin embargo el diseño de estos espacios-forma refleja una uniformidad imprudente, a pesar de que existan condiciones climáticas muy diferentes entre la localización de uno y otro edificio. Los tipos de vivienda y los elementos de construcción, así como el diseño del espacio, son usados en diversos y muy variados medio ambientes, con nula o muy poca importancia en los efectos que provoca en el confort humano y en el uso correcto de los materiales. Indudablemente esto no refleja el carácter regional, ya que han sido transplantados por la migración de la población y de los avances tecnológicos en el acondicionamiento ambiental en climas distintos.

El desarrollo tecnológico contemporáneo y la hasta hace poco, disponibilidad de energéticos, propiciaron el desarrollo acelerado de una sociedad petrolífera, en la que particularmente el sector de la construcción se vio envuelto en estilos arquitectónicos dependientes de este acondicionamiento ambiental y de la iluminación artificial, los cuales se han caracterizado por el elevado consumo de energéticos convencionales no renovables.

Por lo que se ha diseñado más por el impacto visual del espacio-forma que por proporcionar a sus ocupantes los

espacios cuya ambientación sea humanamente compatibles con el medio ambiente. Es entonces necesario retomar los conceptos de adecuación al medio ambiente que los antiguos constructores manejaban tan hábilmente.

1.6.- BIOARQUITECTURA.

La Arquitectura actual debe entonces volver a sus orígenes para recuperar la armonía que debe existir entre el hombre y su entorno, o sea la Naturaleza.

No podemos ignorar las enseñanzas que la propia Naturaleza nos ha dado a través de sus principios, sus formas, las relaciones de la forma con el funcionamiento y con el fin para las cuales fueron creadas.

Actualmente no hay esfuerzos realmente significativos para reintegrar al hombre con la Naturaleza y restablecer así el equilibrio perdido, el cual es producto como ya se indicó del desarrollo tecnológico contemporáneo, pero que trajo como consecuencia el alejamiento (o diríamos divorcio) de la misma Naturaleza, al terminar construyendo espacios totalmente ajenos a ella.

La Bioarquitectura es la búsqueda de una nueva arquitectura que nos permita diseñar, construir y vivir otra vez en armonía con la Naturaleza. Sin ello pretender que la evolución de los espacios creados por el hombre hasta el presente sean sólo errores, sino rescatar lo positivo para lograr formas adecuadas a nuestras características sociales, históricas, biológicas y climáticas

Es necesario que la ciencia, la tecnología y el humanismo trabajen unidos para observar, interpretar y aplicar la

morfología estructural de los diseños de la Naturaleza en la búsqueda de un mejor hábitat para el hombre, conjugando tanto la belleza, la función, la sencillez como la economía. Ya la Biónica, del griego *bios* (vida), y *eikos* (unidad) ha estudiado estas relaciones y las ha aplicado en construcciones artificiales dentro del diseño de maquinaria, no como una copia de los seres vivos, sino aplicando los conceptos que mejoren a las existentes, ya sea en el transporte terrestre, aéreo y marítimo, etc.

La función debe estar íntimamente ligada a la forma. De hecho ninguna de las dos vale más que la otra, es decir, forma y función son un todo y no pueden existir una sin la otra.

Dentro del funcionamiento arquitectónico, debe estar implícito lo físico y lo psicológico, siendo el aspecto psicológico tal vez el más importante para el que vive el espacio-forma. Pero el aspecto físico es a su vez tan importante como el psicológico, ya que se complementan. Dentro de lo físico el confort del usuario es lo más importante, ya que si éste no existe o es adverso, afecta lo psicológico, de ahí la necesidad de no descuidar estos elementos.

No hay que perder de vista que el funcionamiento es sólo una parte del Proceso del Diseño, el cual podemos resumir en cinco grandes partes o etapas:

- 1.- INFORMACION: Inventario de necesidades físicas y psicológicas, dentro del contexto y la cultura propia.
- 2.- INVESTIGACION: Análisis de proyectos similares.
- 3.- Esquema de FUNCIONAMIENTO: organigrama.
- 4.- SINTESIS: Que requiere de la imagen conceptual.
- 5.- CONCEPTO.

Después de realizado el proceso de diseño, se llega a través del anteproyecto y el proyecto ejecutivo al proceso creativo completo, ya que si un diseño no se materializa, queda inconclusa la creatividad.

Todas estas etapas deben realizarse y estudiarse perfectamente para lograr el Concepto. El llegar a un concepto requiere de la correcta integración de ellas, y es precisamente en estas etapas donde podemos analizar las condicionantes climáticas biológicas, así como los materiales adecuados y el contexto del sitio en donde se ubica nuestro diseño.

1.6.1.- EL HOMBRE, SU ESPACIO Y LA NATURALEZA.

Como ya se mencionó la Arquitectura actual refleja una unidad imprudente, sin importar los efectos que provoca en el confort humano, sin un correcto uso de los materiales ni los espacios, sin darle un carácter regional.

El hombre se ha alejado de la naturaleza y vive en un ambiente que lo homogeneiza. Es por tanto indispensable que retorne a sus orígenes.

Aún cuando el hombre, como ya se dijo con anterioridad, construya su albergue con materiales locales tanto del reino animal como del vegetal, ha perdido la capacidad de manejarlos adecuadamente.

Es entonces necesario para la correcta comprensión de esta guía, que estudiemos cómo es que los animales utilizan los materiales y las formas para asegurar su bienestar y supervivencia.

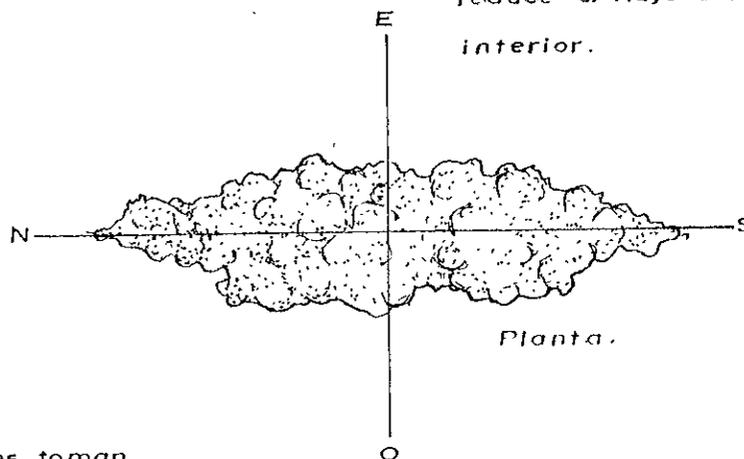
Las Aves construyen una gran variedad de refugios, es decir los nidos. Básicamente todos son ubicados y adaptados tomando en cuenta los vientos dominantes, el asoleamiento, la humedad, el tamaño del ave misma y de los huevos, la jerarquía de las

BIO ARQUITECTURA. J. Senoslan A

La orientación y forma exterior de la termitera brújula reduce el flujo solar en su interior.

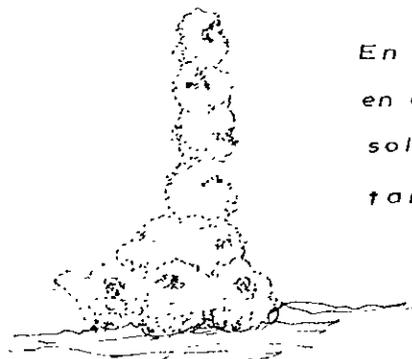


Nido del pájaro hornero.



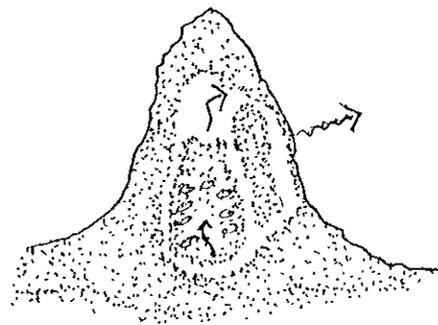
Planta.

En los nidos, las aves toman en cuenta los vientos dominantes, soleamiento, humedad y tamaño de los huevos.

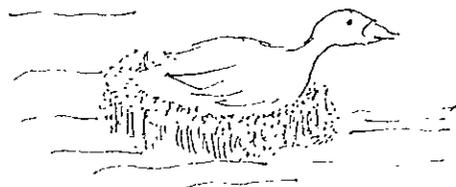


Nido vertical en condominio

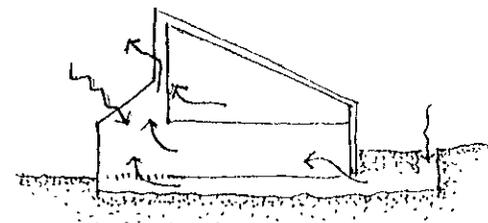
Tanto en la termitera como en una casa "pasiva" el aire caliente se eleva y sale a través de ductos.

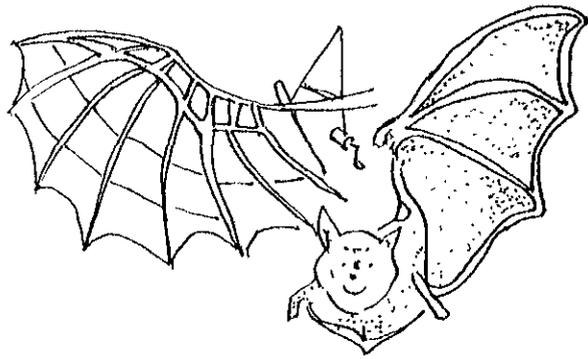


Corte.

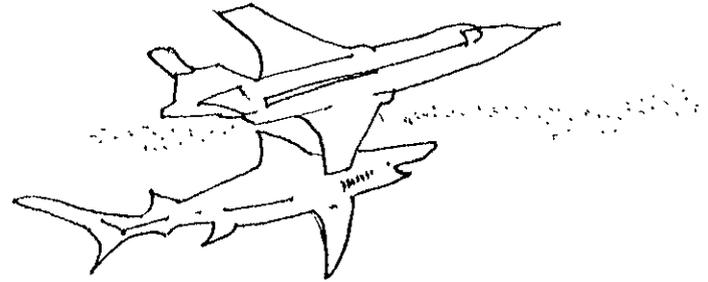


Nido flotante.



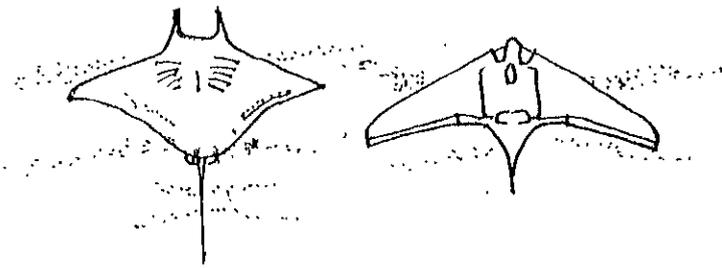


Maquina voladora y alas de
murcielago

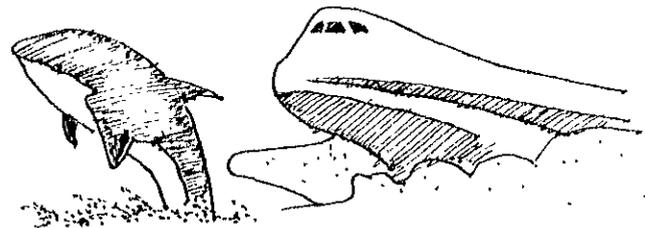


Tiburón y Jet F 101 A

La Bionica crea a partir de funciones y formas
analogas en seres vivos.



Mantarraya y Bombardero
Horton
Twin Jet



Orca y Jumbo Jet.

BIO ARQUITECTURA J. Senoslan A.

aves y el tipo de protección que necesita según los depredadores que lo amenazan.

Podemos entonces encontrar nidos de diferentes formas, profundos, poco profundos, ovalados, circulares, esféricos, etc. Pueden estar contruidos sobre las ramas, en horquillas, colgantes, en condominio sobre el suelo, flotantes, subterráneos, sobre acantilados, etc.

Las pequeñas ramas, varas, pasto y paja, son aglutinadas con lodo, hasta formar una mezcla resistente. El material vegetal y las fibras de origen animal como pelo, lana, etc. sirven para resistir la tensión y para mantener unido al lodo. Y el lodo que algunas veces se mezcla con excremento y otros desechos animales resiste a la compresión, y ya que la tierra es un material capacitivo estabiliza la temperatura interior del nido ya que amortigua el paso del calor.

Hay infinidad de ejemplos de la construcción de nidos, pero lo que realmente es importante tener presente es que en todos estos casos el nido se adapta al cuerpo de los pájaros, a su necesidad de albergue protección y supervivencia, y sobre todo a las necesidades específicas que el clima les impone.

Los Insectos nos sorprenden también con una serie de construcciones que ejemplifican claramente el uso de los materiales para lograr el bienestar térmico necesario.

Como es el caso de las termitas quienes construyen de acuerdo a sus necesidades de temperatura y humedad constante, ya que no cuentan con una piel que las proteja de la radiación solar directa. Si en los pájaros la jerarquía social interviene en la ubicación de su nido, en los insectos como las abejas, hormigas, y en especial en las termitas, esta organización social determina un desarrollo urbanístico que es dirigido por la reina y es construido por las obreras.

También existen en las termiteras una gran variedad de formas, pero las características del uso de los materiales, el sistema constructivo, y la disposición de los espacios es muy semejante en ellas. Sin embargo es muy notable ver cómo las formas de las termiteras varían de acuerdo a las condiciones climáticas del lugar donde se encuentran.

Así encontramos grandes moles de 5 a 8 metros de alto, con torres que le permiten ventilar, cuentan con desagües pluviales, aleros que le permiten bloquear los rayos solares, y que asemejan hongos o sombrillas, según sea el sitio donde este construida la termitera.

También orientan la termitera de acuerdo a la necesidad de protección de los rayos solares, como lo hace la Termita Brújula, esto le permite reducir el flujo de calor en el interior, además que se alojan en la parte poniente durante el día y en la parte oriente durante la tarde.

El material básico que las termitas utilizan es la tierra, que aglutinan con sus propios fluidos corporales como es la saliva, o alguna secreción intestinal o digestiva, como la madera semidigerida. En algunas especies la mezclan con fluidos corporales de otros insectos con los que mantiene una simbiosis.

Esta mezcla hace que el termitero sea muy resistente, térmico y perdurable, y el sistema de galerías le permite mantener la temperatura interior al nivel deseado por los insectos, ya que al entrar el aire a través de ellos, se enfría debido a la masa térmica de la tierra, provocando una corriente convectiva que hace que el aire se renueve y se enfríe.

La humedad necesaria la obtienen con el cultivo de hongos en cámaras especiales, ya que éstos son su alimento, en algunos casos cavan pozos profundos para buscar agua, la cual asciende a la termitera por evaporación.

La termitera es un ejemplo maravilloso de lo que la Arquitectura Bioclimática puede ser, al aprovechar a su máximo los materiales, la energía solar y eólica, y sobre todo al mantener el equilibrio térmico con el medio ambiente donde se habita.

La madriguera del castor es otro gran ejemplo de la construcción de un albergue adecuado totalmente al hábitat del animal.

Lo construye con palos, ramas, troncos, tierra y lodo, a cierta distancia de un dique que el mismo castor construye para desviar el agua, este dique es una estructura de ramas y troncos a manera de empalizada que rellenan con una mezcla de lodo, arcilla y hojas, este dique cuenta con vertederos para controlar el nivel del agua que desean conservar.

El acceso de la madriguera está por debajo del agua, está construida con los mismos materiales del dique, y la ubican sobre un montículo ó tierra firme, su forma es la de una bóveda de forma cónica de aproximadamente 1.8 metros de diámetro por 0.7 metros de altura en el interior, pero que en el exterior alcanza 5.0 metros de diámetro por 1.5 metros de altura.

Están ventilados en la parte superior por un ducto, el interior es cálido y seco ya que está cubierto de viruta de madera seca en todo el piso de la madriguera. Construyen una serie de cámaras conectadas entre sí, las cuales tienen diferente función. La madera y la tierra proveen de un excelente aislante térmico, lo que les permite sobrevivir en invierno.

Podemos entonces concluir, después de este pequeño análisis y afirmar que todas las construcciones animales obedecen a la escala de los animales que las crean, que la forma interior se refleja en la forma exterior, que la estructura misma de los

refugios del reino animal, así como las maravillosas estructuras del reino vegetal obedecen a los principios básicos de la Estática y de la Resistencia de Materiales, y que el conjunto da como resultado una estructura armónica, continua y fluida.

De hecho las estructuras hechas por el hombre tratan de imitar y de hecho deben de inspirarse en las estructuras de la naturaleza, así por ejemplo la telaraña inspira a las redes de cables, las burbujas a las estructuras neumáticas, los huevos a los cascarones de concreto armado y los radiolarios a las geodésicas.

Finalmente, no debe olvidarse la forma, la Naturaleza nos proporciona un sinnúmero de ejemplos en donde podemos ver que ésta responde a la función.

Es decir la función necesita un espacio, el cual está limitado y soportado por una estructura, todo esto nos da como resultado una forma. Es decir, la función, el espacio, la estructura y la forma son un TODO integral, no puede existir la una sin la otra.

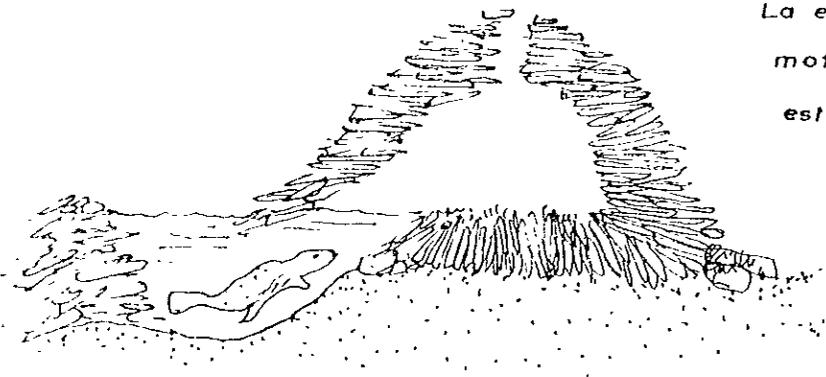
Actualmente el hombre ha construido alejándose cada vez más de sus orígenes y sus necesidades, olvidándose de integrar todos estos conceptos. Sus espacios y su morada son cada vez más antinaturales, poco confortables, uniformes y alejadas de sus raíces.

La Arquitectura Bioclimática es sólo una parte del intento de recuperación de esta integración a la Naturaleza por lo que es primordial el entender la interrelación del hombre con la naturaleza .

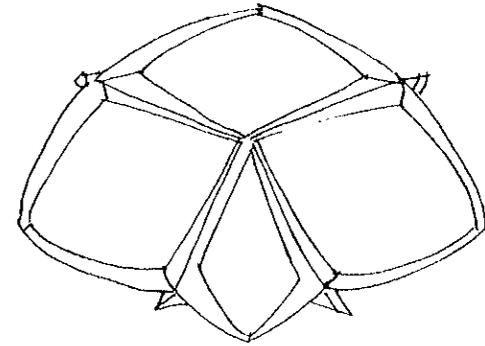
2.0. CONCEPTOS DE FÍSICA TÉRMICA Y LUMÍNICA.

Necesarios para la interacción del medio ambiente con el espacio-forma.

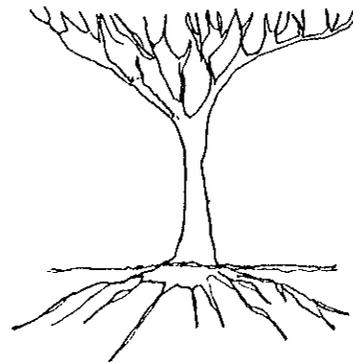
La estructura en la Naturaleza,
motivo de inspiración de las
estructuras humanas.



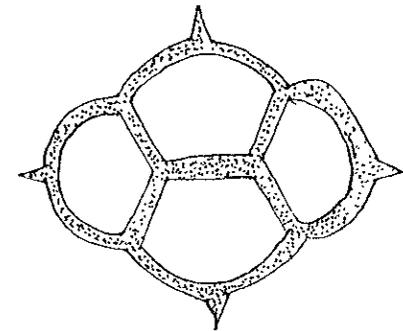
Alberque y dique de un castor.



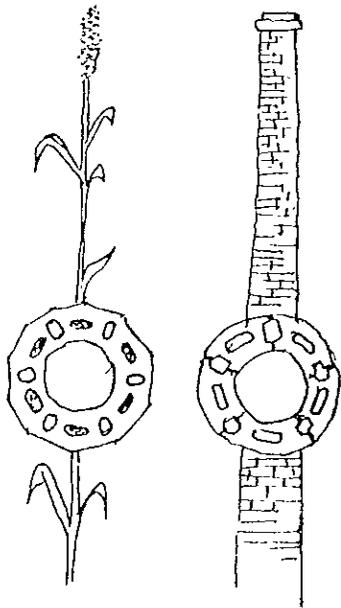
Cubierta del edificio TWA.



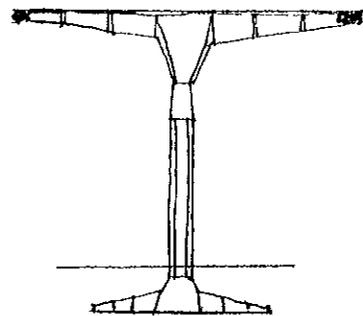
Estructura de un árbol.



Esqueleto de Dictyocha.



Estructura de un tallo y de
una chimenea.



Estructura de un paso elevado.

Estos conceptos nos ayudarán a comprender el comportamiento del calor que es a fin de cuentas uno de los principales factores que modifican el medio ambiente y la percepción de éste por el ser humano.

2.1. CALOR O ENERGÍA TÉRMICA

Es una forma de manifestación de la energía cinética de las moléculas de un cuerpo. Es energía en tránsito, ya que se transfiere de un punto a otro debido a diferencias de temperatura entre ambos. El calor se mide por los efectos que produce: Por su cantidad y por su intensidad.

Por su intensidad: se mide en °C (escala centígrada o Celsius) donde se asigna el valor de 0°C al punto de hielo ó fusión, 100 °C al punto de vapor ó ebullición. En la escala Fahrenheit corresponde a 32 °F y 212 °F respectivamente.

Por su cantidad: se mide en el sistema cgs, en CALORIAS -(la cantidad de calor necesarias para elevar en 1°C la temperatura de 1 gramo de agua)-. En el Sistema Internacional, se mide en JOULS en el cual 1 cal = 4.184 joules. En el Sistema Inglés se mide en BTU (British Thermal Unit), en donde 1 BTU = 1055.056 joules.

2.2 CALOR SENSIBLE.

Es el calor de una sustancia dada que puede percibirse o “sentirse”. Es decir, es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una sustancia SIN cambiarla de estado.

2.3. CALOR LATENTE.

Es el calor que aún cuando no puede medirse “permanece” en la sustancia. Es decir, es la cantidad de calor necesaria para cambiar de estado una sustancia, SIN que haya cambio de temperatura.

2.4. CALOR ESPECÍFICO.

Es la cantidad de calor necesaria para elevar 1°C la temperatura de la unidad de masa de una sustancia.

2.5. FORMAS DE TRANSMISIÓN DE CALOR.

El calor se transmite a través de los materiales a diferentes velocidades y no retienen la misma cantidad de calor. Esta transmisión se debe a un intercambio de calor entre las moléculas que tienen mayor energía cinética hacia las moléculas contiguas de menor energía. Este intercambio o propagación se lleva a cabo por los fenómenos de: CONDUCCIÓN, CONVECCIÓN, RADIACIÓN Y EVAPORACIÓN.

CONDUCCIÓN. Se lleva a cabo en forma directa de molécula a molécula en los materiales sólidos.

CONVECCIÓN. Se lleva a cabo en los fluidos, gases ó líquidos, primero el calor se transmite al fluido por conducción y después el fluido tiene un cambio en su densidad, la cual disminuye, por lo que se dilata y su espacio inicial es ocupado por moléculas frías.

RADIACIÓN. Es la propagación de calor en forma de radiaciones de ondas electromagnéticas. Se propaga en línea recta a la velocidad de la luz; en todas direcciones a través del vacío o del aire.

EVAPORACIÓN. La cantidad de calor que se necesita para lograr el cambio de fase de un líquido, es decir, para evaporarse, se libera al revertirse este proceso y por lo tanto el calor se propaga.

2.6. FORMAS DE PROPAGACIÓN DEL CALOR A TRAVÉS DE LOS MATERIALES.

La transmisión del calor a través de los materiales dependerá de varios factores, debido a la diferente naturaleza de los mismos, es decir, a sus propiedades fisicoquímicas. Estos son:

PROPIEDADES QUÍMICAS. También llamadas resistencias térmicas, las cuales dependen de su diferente composición química y propiedades físicas específicas que hacen que la transmisión de calor se efectúe en forma diferente de acuerdo al material de que se trate.

Se les cuantifica como coeficientes térmicos, los que son obtenidos en forma experimental.

Cocficiente de conductividad. Expresa la cantidad de calor transmitido a través de un material homogéneo, por unidad de espesor y por unidad de tiempo.

Se expresa en $\text{kcal/m}^\circ\text{C hr.}$ ó $\text{W/m}^\circ\text{C hr.}$ y se indica como k .

Cocficiente de transmisión. Expresa la cantidad de calor transmitida a través de un material homogéneo ó heterogéneo, por unidad de superficie y por unidad de tiempo. Es decir, de una superficie a la superficie opuesta.

Se expresa en $\text{kcal/m}^2^\circ\text{C hr.}$ ó $\text{W/m}^2^\circ\text{C hr.}$, y se indica como C .

Cocficiente de transmisión superficial. Expresa la cantidad de calor que pasa desde la superficie de un material al aire circundante.

Se expresa en $\text{kcal/m}^2^\circ\text{C hr.}$ ó $\text{W/m}^2^\circ\text{C hr.}$ y se indica como f .

Cocficiente de transmisión de cámaras de aire. Expresa la cantidad de calor que atraviesa una cámara de aire para una diferencia de temperaturas de una unidad entre las superficies que la limitan.

Se expresa en $\text{kcal/m}^2^\circ\text{C hr.}$ ó $\text{W/m}^2^\circ\text{C hr.}$ y se indica como a .

PROPIEDADES FÍSICAS: Son las diferentes características que en combinación con las resistencias térmicas afectan la mayor o menor cantidad de calor transmitido. Estas características son:

Espesor: El mayor o menor espesor modifican en relación inversa la transmisión de calor.

Densidad. Existe una dependencia entre el coeficiente de conductividad y la densidad, explicable por el contenido de aire que tenga el material. Si este aire no puede formar corriente o movimiento convectivo, es muy mal conductor de calor. Es por esto que a menor densidad menor capacidad de transmisión de calor.

Textura. Una mayor textura de la superficie impide que las moléculas de aire atrapadas en la superficie se desprendan tan rápidamente como en las superficies lisas, por lo que un material con mucha textura tiene menos pérdidas de calor por transmisión superficial que uno de menor textura.

Color. El color de la superficie distribuye la radiación incidente en tres componentes que son:

ER = Energía reflejada

ET = Energía transmitida

EA = Energía absorbida.

El porcentaje de cada una de ellas está en función de las características del material y del calor de la superficie. Ya que colores claros reflejarán más energía que los oscuros y a su vez colores oscuros absorberán más energía.

Diferencia de temperaturas entre las caras del material. El proceso de transmisión depende tanto de la naturaleza del material, como en mayor grado de la diferencia de temperatura entre las caras del material. Ya que si no existe diferencia de temperatura no existirá transmisión de calor, ya que entonces se encuentra en un equilibrio térmico.

Velocidad del aire circundante. El mayor o menor movimiento del aire circundante va a propiciar la mayor o menor transmisión del calor, ya que si el movimiento es mayor, la capa de aire atrapada en la superficie del material se desprenderá más fácilmente, aumentando el fenómeno de convección superficial natural, y por consiguiente mayor transmisión superficial y mayor pérdida de calor.

2.7 LUZ, NATURALEZA DE LA LUZ. ESPECTRO.

La fuente esencial de la luz diurna es el sol. Junto con la luz recibimos gran cantidad de radiación térmica. La luz que percibimos ó luz visible, corresponde a una estrecha banda de longitudes de onda de radiación electromagnética desde 380 a 780 nm (1 nanómetro = 10^{-9} m.), dentro del Espectro de Radiación Solar.

La luz consta tanto de partículas de energía (fotones), pero también muestra propiedades de movimiento ondulatorio transversal.

La longitud de onda de la luz determina su color, por lo que la luz blanca contiene todas las longitudes de onda del espectro visible

(Ver Fig. 12. Diagrama del Espectro de Radiación Solar.)

2.8. LUZ Y CALOR.

Si la luz del sol tiene una luminancia⁹ de unos 100 Klux (100 000 Lux¹⁰), la intensidad de la radiación térmica es aproximadamente de 1 Kw/m². En los climas de templados a tropicales, la abundante cantidad de la luz diurna irá acompañada de una gran cantidad de calor radiante que de acuerdo a la época del año, llegará a ser excesivo. Sin embargo las condiciones climáticas influyen en gran proporción en la cantidad total de luz y por lo tanto en la ganancia directa de calor a través de vanos y ventanas.

3.0.- LA VIVIENDA COMO SISTEMA Y SU RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE.

La vivienda es una unidad bien definida que forma un sistema, cuyos procesos de ganancia, pérdida e intercambio de calor con el medio ambiente están perfectamente determinados. Desde el inicio del tiempo, el hombre ha construido su vivienda o albergue con materiales de construcción y ciertas características de diseño que le procuren abrigo, protección y las condiciones específicas para la productividad.

La envolvente arquitectónica es precisamente el instrumento que se utiliza para llenar todos los requerimientos de estas condiciones específicas, a las cuales se le conoce como Condiciones de Confort, o cuando menos se acercan lo más posible a ellas.

⁹ Luminancia es la unidad de intensidad lumínica por unidad de superficie Se mide en candelas/m².

¹⁰ Lux es la unidad de flujo incidente por unidad de superficie Se mide en lúmenes/m².

Es decir en el interior de la envolvente arquitectónica, se modifica el medio ambiente natural, para lograr el mayor tiempo posible las condiciones óptimas de habitabilidad. Puede considerarse a una envolvente arquitectónica como una unidad que debe si no estar en equilibrio térmico con su entorno, cuando menos amortiguar al máximo las ganancias o las pérdidas de calor con él..

3.1 INTERCAMBIO DE CALOR DE LA ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA.

Se puede cuantitativamente examinar y calcular los diferentes procesos de intercambio calorífico con el medio ambiente y a través de este análisis poder hacer las recomendaciones adecuadas de diseño arquitectónico. Este intercambio de calor se lleva a cabo por los siguientes fenómenos:

Por conducción .- (qc)

A través de la misma envolvente arquitectónica, es decir el calor que se transmite a través de los materiales de la misma, ya sea ganancia o pérdida.

Por ventilación .- (qv)

A través del intercambio de aire entre el interior y el exterior . Se lleva a efecto por medio de las ventanas, vanos , rendijas, y la infiltración de puertas y ventanas. Esta ventilación puede ocasionar una pérdida o una ganancia de calor.

Por radiación directa .- (qs)

A través de ventanas o vanos, la cantidad de radiación solar directa sólo se verá disminuida si es a través de un cristal, ya que dependerá de la calidad del mismo, así como del ángulo de incidencia. Por lo que siempre tendremos, en consecuencia, una ganancia de calor.

Por ganancia interna .- (qi)

Esta ganancia se obtiene debido al aporte calorífico de las personas (usuarios) del espacio-forma; al aporte calorífico de lámparas ya sea incandescentes o fluorescentes; así como al aporte calorífico debido a motores y equipo que se encuentra en el interior.

Por calefacción y refrigeración .- (qm)

Esta ganancia o pérdida de calor es a través de los mecanismos de control ambiental como son aire acondicionado y calefacción, y dependen del control de la temperatura, de acuerdo al diseñador del sistema.

Por evaporación .- (qe) .

La pérdida de calor por evaporación, está condicionada por una serie de variables, las cuales son: la humedad disponible, la humedad del aire, la temperatura de la humedad, la temperatura del aire, y la velocidad de movimiento del aire.

3.2. ECUACIÓN DE BALANCE TÉRMICO.

Existe una ecuación que nos representa este intercambio de calor, y que es, además con la cual podemos calcular la ganancia o la pérdida de calor total.

$$q_i + - q_c + - q_v + q_s + - q_m - q_e = 0$$

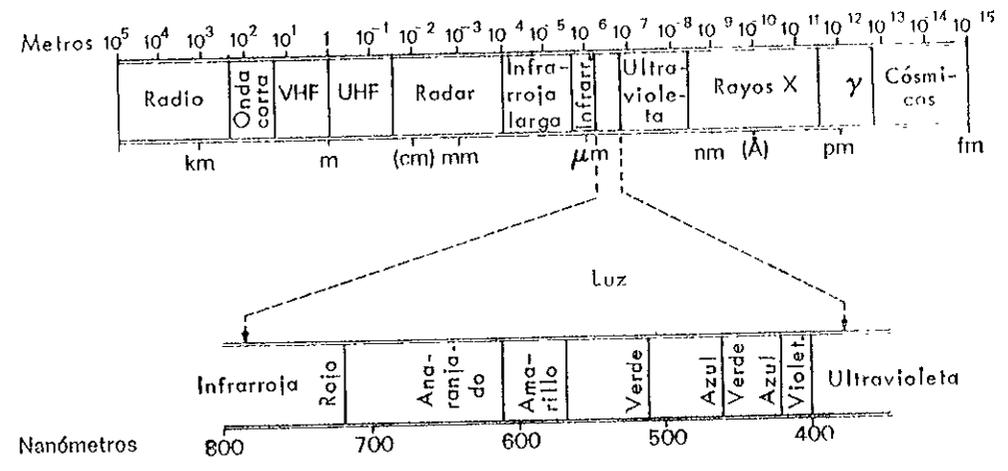
Donde qi, qc, qv, etc. quedaron definidas en el inciso anterior.

Si la suma algebraica de los elementos de esta ecuación es negativa, el espacio-forma tendrá una pérdida de calor que se traducirá en enfriamiento y si es positiva, tendrá una ganancia de calor que se traducirá en calentamiento. Cuya magnitud se cuantifica en Kcal/hr.

(Ver Fig. 13. Balance térmico del ser humano.)

Fig. 12

Espectro de radiación Electromagnética.



4.0 - EVALUACIÓN BIOLÓGICA.

La evaluación biológica debe hacerse a partir del estudio de las sensaciones humanas y del intercambio de calor entre el hombre y su medio ambiente.

Esta evaluación debe enfocarse hacia el bienestar térmico, y los factores térmicos necesarios para obtener el confort utilizando las cartas bioclimáticas, las cuales nos permitirán obtener un diagnóstico del lugar, con respecto a los elementos climáticos y al hombre mismo. Por lo que se hace necesario comprender esta relación a través del conocimiento de los fenómenos que determinan el intercambio térmico entre el hombre y el medio ambiente.

4.1.- INTERCAMBIO TÉRMICO ENTRE EL HOMBRE Y EL AMBIENTE.

La salud y la energía del hombre dependen en gran medida de los efectos del clima y de su medio ambiente. El ciclo vital diario del ser humano comprende estados de actividad, fatiga y recuperación a través del recreo, descanso y sueño, para contrarrestar el cansancio físico y mental de las actividades cotidianas.

Es muy común que las condiciones atmosféricas estimulen y vigoricen las actividades, y en algunas otras ocasiones nos depriman física y mentalmente. Así mismo, en algunas zonas climáticas, donde la mayor parte del tiempo hace demasiado frío o calor, nuestra energía se ve disminuida por el esfuerzo biológico que se realiza para adaptarse a esas condiciones climáticas extremas. Es decir, tanto las dificultades debido a las condiciones climáticas desfavorables, como la tensión resultante, producen incomodidad, pérdida de eficacia y en algunas ocasiones trastornan la salud.

Los periodos de mayor y más baja energía ocurren en diferentes tiempos en diferentes zonas climáticas. Así en las latitudes muy altas, el período más adecuado para el bienestar es de julio a septiembre, mientras que el invierno es la época más desfavorable.

En regiones templadas la primavera y el otoño son los periodos de buena salud, mientras que el verano y el invierno son relativamente adversos.

En latitudes más cercanas al Ecuador, sólo existen prácticamente dos periodos climáticos, el lluvioso y el seco, en donde el promedio de trabajo y salud, fluctúan según su intensidad. Se puede determinar entonces que bajo ciertas condiciones específicas el hombre tiene éxito y toda su energía esta libre para ser más productivo y eficiente.

Estas condiciones específicas, cuando son graficadas, generan un campo al cual se le denomina ZONA DE CONFORT.

Los criterios para el confort dependen de cada uno de los sentidos del ser humano. La respuesta humana al ambiente térmico no depende sólo de la temperatura del aire, sino de los elementos del medio ambiente climático que afectan al confort humano.

(Ver fig. 14. La respuesta humana al clima.)

Los más importantes, dentro de los factores climáticos, son los siguientes:

- temperatura del aire
- radiación
- movimiento del aire
- humedad

Sin embargo la respuesta del ser humano también estará condicionada por los procesos **TÉRMICOS METABÓLICOS** del cuerpo y los medios por los cuales el cuerpo intercambia calor con el medio ambiente:

conducción
convección
radiación
evaporación

Así mismo, también las preferencias térmicas se ven modificadas o influenciadas por diversos **FACTORES SUBJETIVOS** o individuales como son:

- el vestido
- la forma del cuerpo
- el estado de salud
- color de la piel
- la edad y el sexo
- cantidad de grasa subcutánea
- alimentos y bebidas que se acostumbre consumir.
- termopreferéndum.

Se puede decir que la zona de confort en realidad no tiene fronteras, ya que todos los factores citados anteriormente hacen que esta zona se desvíe desde el centro de dicha zona de confort, donde la neutralidad térmica va alcanzando sutilmente un pequeño grado de tensión y desde ahí a situaciones de incomodidad.

TEMPERATURA DEL AIRE.- Ésta modifica la zona de confort de la siguiente manera: Cuando la temperatura del aire se acerca a la temperatura de la piel, las pérdidas de calor por

convección van decreciendo a medida que está más cercana a la de la piel.

Si consideramos que la temperatura de la piel normalmente está entre los 31 °C. y 34 °C., la regulación vasomotora aumentará la temperatura de la piel a su límite más alto que es de 34 °C¹¹, pero cuando la temperatura del aire cercano a la piel alcanza este punto, se llega a un equilibrio térmico, al mismo tiempo que se satura de humedad. Por lo tanto ya no se producirá más pérdida de calor por convección. Lo recomendable para solucionar este problema será recurrir a la ventilación, es decir al movimiento de aire.

MOVIMIENTO DEL AIRE.- Causa una sensación de enfriamiento debido a la pérdida de calor por transmisión superficial (convección), y debido al incremento de la evaporación del cuerpo, siempre y cuando la temperatura del aire se encuentre por debajo de la temperatura corporal. A medida que la velocidad del viento aumenta, el límite superior de la zona de confort se eleva de manera que aunque la humedad relativa del aire sea alta, (provocando poca capacidad en éste para absorber vapor de agua), se puede hacer un flujo de aire, que unitariamente absorba poco vapor, pero que al multiplicarlo por el volumen total de aire que circule forzando el movimiento, tendrá como resultado una disminución de la temperatura corporal.

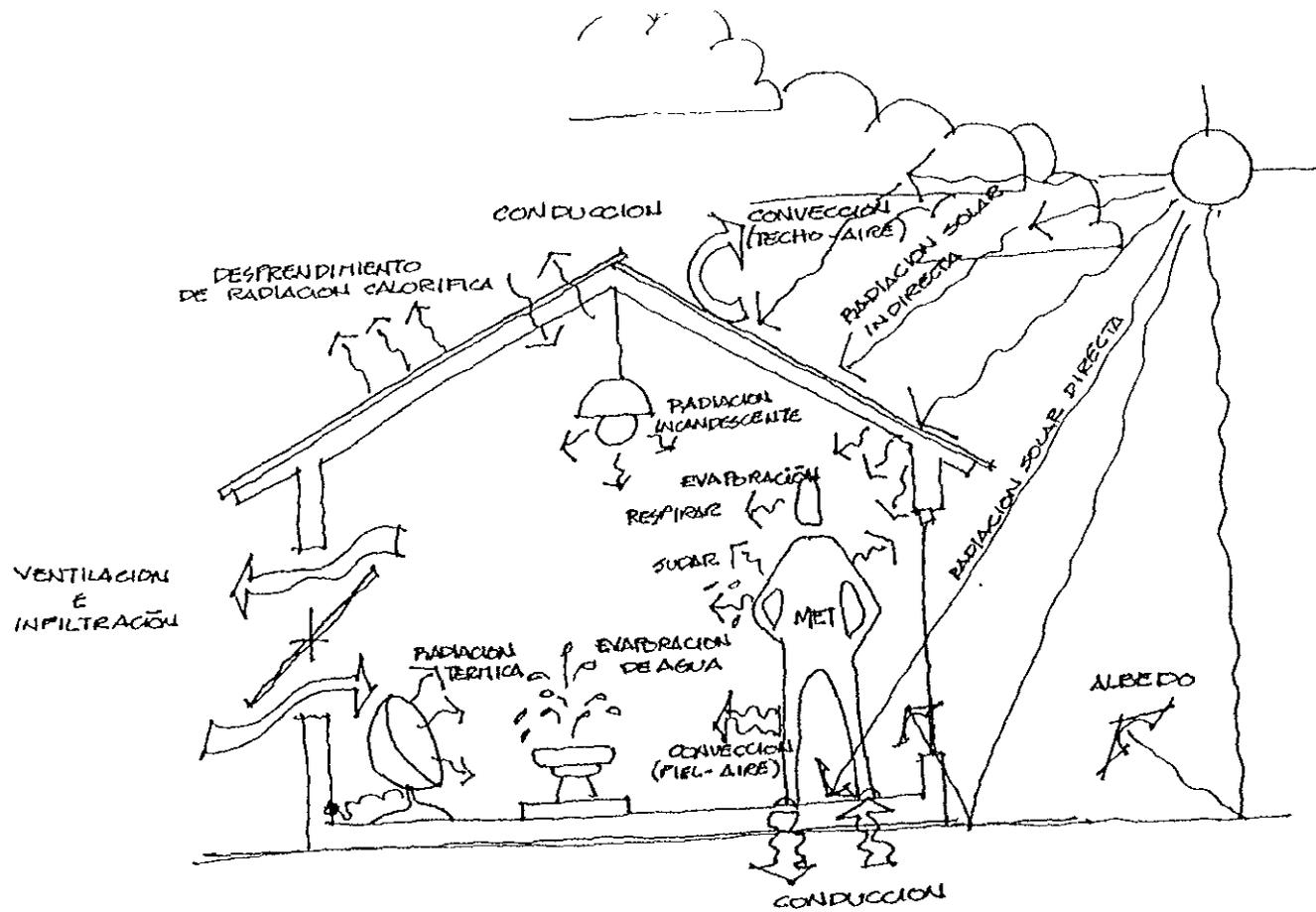
- Velocidades de viento teóricamente necesarias para restablecer el confort.¹²

VELOCIDAD

PROBABLE IMPACTO

¹¹ Bedford, T. Environmental Warmth and Human Comfort. pp33-38

¹² Guía de Calefacción, Ventilación y A. Acondicionado. 29ª Edición. ASHAE.



BALANCE TERMICO DEL SER HUMANO Y LA ENVOLVENTE ARQUITECTONICA.

$$Q_i \pm Q_c \pm Q_v + Q_s \pm Q_m - Q_e = 0$$

EL ESFUERZO BIOLÓGICO NECESARIO PARA ADAPTARSE A CONDICIONES CLIMÁTICAS EXTREMAS, MORMA NUESTRA ENERGÍA Y NOS DEPRIME FÍSICA Y MENTALMENTE.

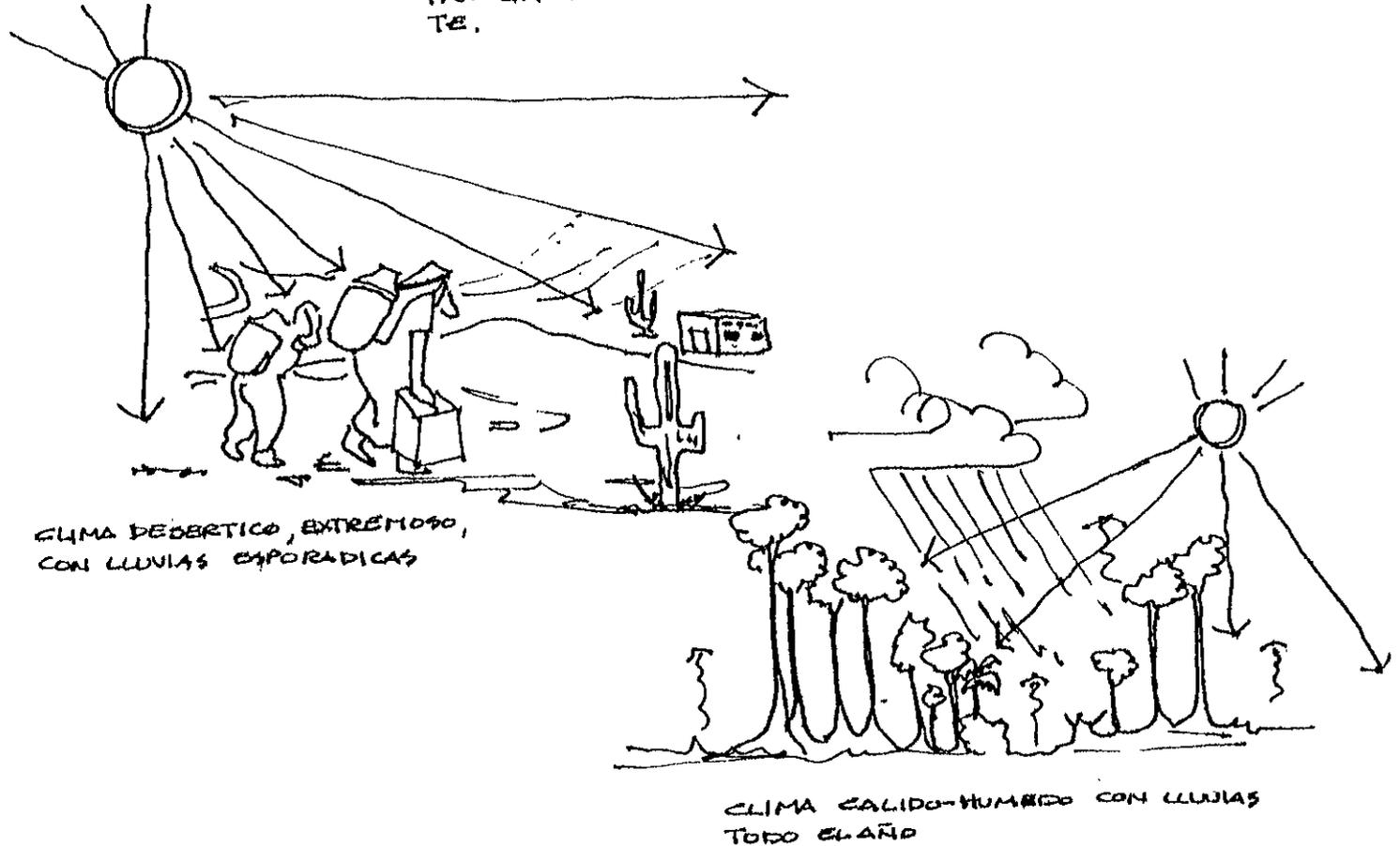


FIG. 14

- arriba de 1.5 m/min. apenas perceptible,
- de 1.5 a 3.0 m/min. agradable
- de 3.0 a 6.0 m/min. generalmente agradable, pero con sensación constante de movimiento de aire.
- de 6.0 a 9.0 m/min. de corriente muy ligera a molesta.
- arriba de 9.0 m/min. requiere de medidas correctivas si el trabajo y salud deben ser eficientes.

DIFERENTES TIPOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR EN EL CUERPO HUMANO.

El cuerpo humano al realizar los procesos metabólicos produce calor el cual disipará en diferentes porcentajes de acuerdo a las variables del entorno en el que se encuentre

A 18 °C, con el aire en calma, una humedad relativa del 40% al 60%, con un trabajo sedentario, el calor disipado será:¹³

- por radiación 45%
- por convección 30%
- por evaporación 25%

HUMEDAD RELATIVA.- Esta propiedad física del aire afecta al enfriamiento del cuerpo. Gran parte del calor del cuerpo humano se pierde por evaporación a través de la piel. La evaporación estará limitada o condicionada de acuerdo al porcentaje de humedad que contenga el aire. Si la presión atmosférica P, es la suma de la presión parcial del aire (Pa) y de la presión parcial del vapor (Pv), de manera que:

$$P = P_a + P_v$$

La gente tendrá una sensación de presión o enclaustramiento si la presión de vapor rebasa los 15 mm de presión, pero cada mm de presión adicional se podrá contrarrestar con un efecto de viento de una mphr. (milla por hora).

RADIACIÓN.- Los efectos en las superficies interiores pueden ser usados hasta cierto punto para balancear las temperaturas más altas o más bajas del aire. Es decir, podemos tener confort si la pérdida de calor del cuerpo puede ser contrarrestada por la radiación del sol. Pero esto tiene sus límites, ya que no debemos tener más de 15 °C a 16 °C de diferencia entre el aire y la temperatura de los muros.

METABOLISMO. Como ya se apuntó con anterioridad el confort también estará condicionado por el metabolismo del cuerpo y por los medios de intercambio de calor del cuerpo con el medio ambiente.

METABOLISMO: Se llama así a los procesos bioquímicos del cuerpo humano que se encargan de convertir los alimentos en materia viva y en energía útil. Se divide en dos:

Metabolismo BASAL, que son los procesos vegetativos y automáticos ó autónomos continuos Este metabolismo produce 70 Kcal/hr. aproximadamente.

Metabolismo MUSCULAR, que es el producido por el efecto del movimiento conciente. Del 100% de la energía producida por el cuerpo humano sólo se aprovecha el 20% y el 80% se disipa hacia el medio ambiente en forma de calor. Este metabolismo produce calor que fluctúa entre 90 a 700 Kcal/hr.

Esta magnitud varía con la tasa de metabolismo global, por lo que dependerá de la actividad que se realice.

¹³ Bedford, T Environmental Warmth and Human Comfort.

4.2.- MEDIOS DE INTERCAMBIO DE CALOR DEL CUERPO.

Para evitar un calentamiento o un enfriamiento del organismo, éste está dotado de la posibilidad de perder o de ganar calor mediante procesos físicos, los cuales son:

- conducción
- convección
- radiación
- evaporación

TRANSMISIÓN DE CALOR CORPORAL.

El cuerpo humano va a transmitir el calor producido hacia el medio ambiente de las siguientes formas.

a) Por convección. Esta se presenta cuando existe transmisión del calor del aire que está en contacto con la piel y es proporcional a un coeficiente de convección, el cual está determinado por la diferencia de temperatura existente entre el aire y la temperatura superficial de la piel e incrementada de acuerdo con la velocidad del viento.

b) Por conducción. Esta se presenta cuando existe transmisión de calor entre la superficie del cuerpo y los elementos con los que se encuentre en contacto. Este flujo dependerá del coeficiente de conductibilidad térmica de estos elementos.

c) Por radiación. Esta se lleva a cabo a través del medio ambiente por medio de radiación electromagnética, principalmente en la frecuencia del infrarrojo. Esta transmisión dependerá de la temperatura de las superficies opuestas receptoras.

d) Por evaporación. Está determinada por la tasa de evaporación, la cual depende de la humedad del aire, de la cantidad de humedad disponible para evaporación, junto con la velocidad del viento. Esta transformación se lleva a cabo por medio de la transpiración, y la evaporación respiratoria. Se puede decir que una persona haciendo un trabajo sedentario, en un clima templado, bajo techo a una temperatura de 19° C, con aire en calma y con una humedad relativa entre 40% y el 60% perderá por evaporación el 25% del total de calor que tiene que disipar.

TASA DE DESPRENDIMIENTO CALORÍFICO PARA DIVERSAS ACTIVIDADES¹⁴

ACTIVIDAD	Kcal/hora.	WATTS.
• dormir	75	75
• sentado tranquilo	120	-
• metabolismo basal	75	87
• sentado, mecanografía ó lectura, trabajo de oficina	70	130-160
• escribiendo	115	133
• trabajo moderado, sentado, ó movimiento de brazos y piernas	150	190-230
• de pie frente a una maquina, ó levantamiento y transporte moderado de pesos	-	290
- 400		
• limpieza	175	203
• lavado de ropa a mano	245	284
• trabajo intenso, levantamiento y acarreo intermitente de		

¹⁴ Bardou, Patrick. Sol y Arquitectura. p 40.

grandes pesos ó
trabajo duro y continuo 875 600-700

(Ver Fig. 15 Intercambio de calor entre el Hombre y su medio ambiente.)

4.3.- ECUACIÓN DE EQUILIBRIO TÉRMICO HUMANO.

El equilibrio térmico del cuerpo humano puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$\text{met} - \text{evap} + \text{cond} + \text{conv} + \text{rad} = 0.$$

Donde las cargas térmicas se transmitirán mediante los siguientes procesos:

met = metabolismo	evap = evaporación
cond = conducción	conv = convección

Si la suma es positiva y mayor de 0, se tendrá la sensación de calor y si es menor a 0 será negativa, se sentirá frío. en las dos circunstancias y entonces entrarán en acción las regulaciones vasomotoras que son: el sudor y el tiritar.

4.4 - FACTORES SUBJETIVOS QUE MODIFICAN LA SENSACIÓN DE CALOR.

Los factores subjetivos o individuales afectan las preferencias térmicas y éstas son:

a) EL VESTIDO. Existe una escala para medir los efectos térmicos que produce la ropa sobre el cuerpo humano, esta

escala está basada en la unidad CLO¹⁵. CLO es una unidad arbitraria de aislamiento por la ropa, equivale al aislamiento de la ropa de un hombre ordinario, vestido con un traje de calle común y ropa interior de algodón, en un espacio interior, capaz de mantener el confort con una temperatura de 21 °C, con una humedad relativa del 50% y sin mucha actividad física. El valor máximo para el vestido es de 4.5 CLO que equivale a la ropa abrigadora y pesada del vestido ártico. (Ver Fig. 16. El vestido.)

b) EDAD Y SEXO. Tanto una como el otro pueden influir en las preferencias térmicas ya que el metabolismo de las personas mayores es más lento, prefieren estar en lugares con temperatura más alta. La mujer tiene el metabolismo ligeramente más bajo que el del hombre, por lo que su preferencia es en promedio de 1°C más elevado que el del hombre. (Ver Fig. 17. Edad y Sexo.)

c) FORMA DEL CUERPO. La relación superficie-volumen también influye. Una persona delgada tiene mucha mayor superficie que otra pequeña y corpulenta del mismo peso, por lo que la delgada podrá disipar más calor, así como tolerar y preferir una temperatura más alta. (Ver Fig. 18. Forma del cuerpo.)

d) GRASA SUBCUTÁNEA. La grasa bajo la piel es un excelente aislante térmico, por lo que una persona gruesa soportará más el frío, ya que necesitará aire a una temperatura más baja para disipar la misma cantidad de calor que una persona delgada y con poca grasa.

¹⁵ Comité de Confort Atmosférico. Estándares Técnicos en Industria, Vol 40. Mayo 1950

e) ESTADO DE SALUD. Esta influye en los requerimientos térmicos. Un enfermo puede incrementar su metabolismo, pero puede verse afectado el sistema regulador, por lo que el margen tolerable de temperaturas será más estrecho. (Ver Fig. 19.)

f) ALIMENTOS Y BEBIDAS. Algunas clases de alimentos y bebidas pueden afectar al metabolismo, lo cual provoca diferencias en la dieta de pueblos en diferentes latitudes y climas. Así por ejemplo, en latitudes muy altas, los alimentos son ricos en carbohidratos, los cuales son necesarios para mantener los requerimientos metabólicos que el clima desfavorable impone.

g) COLOR DE LA PIEL. El color influye en el aporte calorífico por radiación, ya que la piel más clara refleja hasta 3 veces más radiación que la piel oscura; en contraposición la piel más clara es más susceptible a daños, cáncer y quemaduras, debido a las radiaciones solares. La piel oscura tiene mucho más pigmento *melanina*, el cual filtra a los dañinos rayos ultra violeta. Además también aumenta la emisión de calor del cuerpo. Se puede decir entonces que la intensidad del color de la piel no influye en las preferencias térmicas, pero la más pigmentada es más resistente a los efectos nocivos del sol.

h) TERMOPREFERÉNDUM. La temperatura llamada termopreferéndum es la temperatura a la cual una persona está acostumbrada o aclimatada en un clima determinado, es decir que prefiere o encuentra agradable. Esta temperatura varía debido a las regulaciones endocrinas, que efectúan cambios en la producción de calor metabólico basal; un aumento en la cantidad de sangre para mantener una vasodilatación constante y un incremento de sudor.

Así una persona de un clima frío puede preferir una temperatura de 18 °C, pero al reubicarse en una localidad con clima tropical, después de un tiempo de aclimatación, puede encontrar esa temperatura muy fría y entonces preferirá una más alta, por ejemplo 25 °C.

Esta temperatura se calcula con la siguiente fórmula:¹⁶

$$T_p = 17.6 + 0.31 T_o.$$

Donde: T_p = Termopreferéndum.

T_o = Temperatura Media Anual ó Media Mensual, según sea el caso.

5.0.- CARTAS BIOCLIMÁTICAS

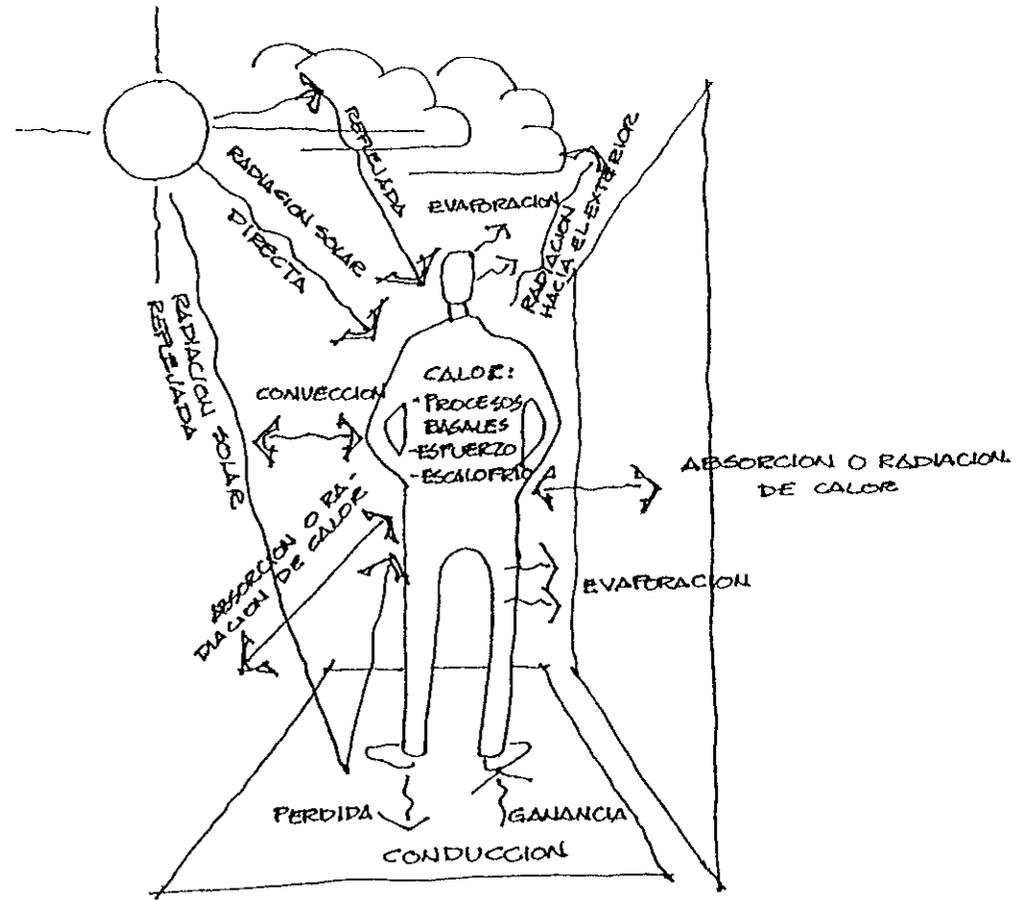
Los efectos de los elementos climáticos se pueden agrupar en un diagrama ó carta, en la cual se determinará la zona de confort en el centro de ella, colocando la temperatura de Termopreferéndum obtenida, en una Humedad Relativa del 50%.

Los elementos climáticos se muestran con curvas alrededor de dicha zona de confort y nos indicarán las medidas correctivas necesarias para mantener la sensación de confort, en cualquier punto fuera de dicha zona.

5.1 CARTA DE OLGYAY.

Los efectos que producen todos los elementos estudiados con anterioridad, ya sean climáticos (temperatura, humedad relativa, movimiento del aire, radiación), como metabólicos y subjetivos; pueden ser estudiados en forma conjunta dentro de una simple carta o diagrama. Esta carta ha sido elaborada por

¹⁶ Hernández, Hdz. Everardo. Dr. en Física.



INTERCAMBIO DE CALOR ENTRE EL HOMBRE Y SU MEDIO AMBIENTE

Fig. 15



EL VESTIDO

CLO : DEL INGLÉS CLOTHING, UNIDAD ARBITRARIA DE AISLAMIENTO POR LA ROPA.

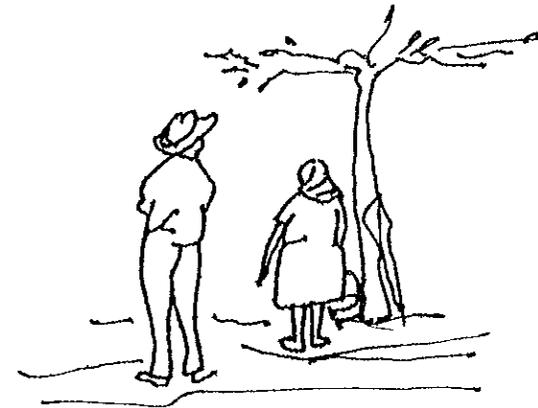
Fig. 16



EDAD Y SEXO

- LA MUJER TIENE UN METABOLISMO MAS BAJO Y PREFERE 1°C MAS ALTO
- LAS PERSONAS MAYORES TIENEN UN METABOLISMO MAS LENTO, PREFEREN TEMPERATURAS MAS ALTAS

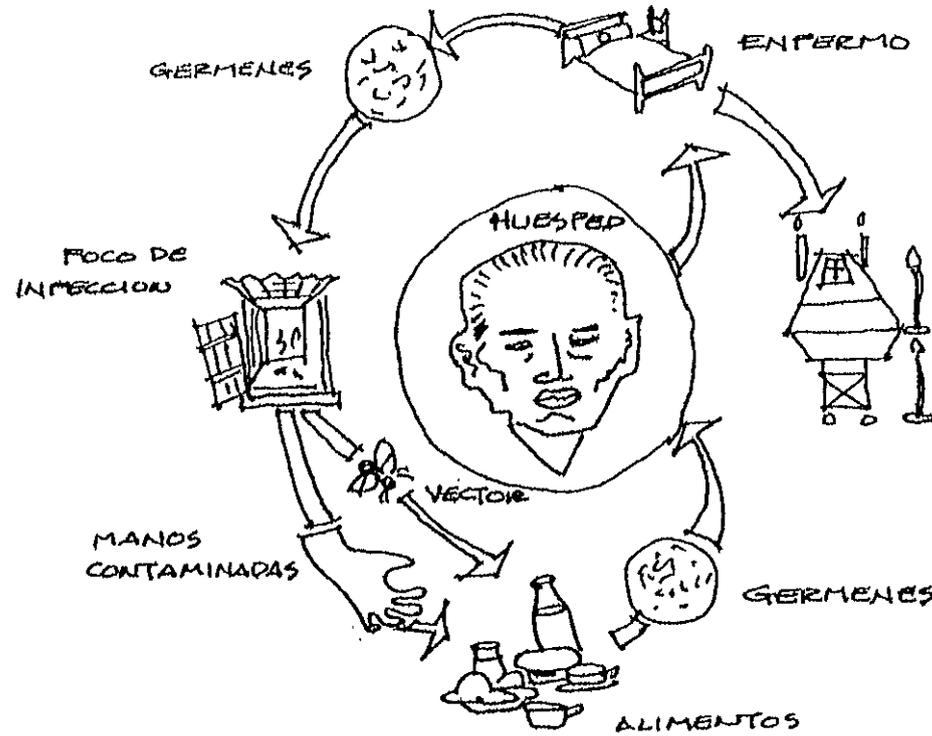
Fig. 17



FORMA DEL CUERPO

- LA RELACION SUPERFICIE - VOLUMEN

Fig. 18



ESTADO DE SALUD

UN ENFERMO PUEDE INCREMENTAR SU METABOLISMO PERO ESTÁ AFECTADO DE SU SISTEMA REGULADOR.

Fig. 19

Victor Olgyay¹⁷, quien llegó a la conclusión de que no puede existir un solo índice de confort, ya que cada uno de los componentes climáticos pueden ser modificados o controlados por diversos medios. (Ver Fig. 20. Índice Bioclimático Esquemático.)

La carta, también llamada Diagrama Bioclimático define una Zona de Confort la cual está limitada por la temperatura de bulbo seco (tbs), que corresponde a las ordenadas; y la humedad relativa (hr), que corresponde a las abscisas. Las líneas adicionales representan o corresponden a las relaciones que existen entre el viento y la temperatura; entre el viento sobre la presión de vapor; entre la humedad agregada sobre las altas temperaturas y entre la radiación sobre la temperatura de bulbo seco, nos muestran la naturaleza de las medidas correctivas necesarias para restaurar la sensación de confort y nos permiten analizar cómo se pueden ampliar los límites de la zona de confort.

En dicha carta podemos localizar cualquier condición climática determinada por una temperatura de bulbo seco dada y por su humedad relativa específica. Si la localización del punto cae dentro de la zona de confort, significa que con esas condiciones de tbs y hr se está a gusto, pero si cae fuera de dicha zona será necesario tomar medidas correctivas.

5.2 CARTA DE GIVONI.

Esta carta, también llamada Diagrama Bioclimático para Interiores, nos permite analizar las diferentes estrategias de diseño bioclimático para diferentes condiciones climáticas a fin de localizar diferentes o posibles zonas de confort bajo diferentes estrategias unidas a las propiedades termofísicas de

los materiales. (Ver Fig. 21. Estrategias de Acondicionamiento Bioclimático.)

La Carta o diagrama está basada en el diagrama Psicrométrico, la cual está definida y limitada por las humedades relativas en %, que correspondan al haz de curvas ascendentes hacia la derecha; la temperatura de bulbo seco que corresponde a las abscisas, que asimismo corresponden a la humedad relativa y se refieren por ordenadas verticales; así como las temperaturas húmedas. Este diagrama nos muestra así las posibles zonas de confort que corresponden a las diferentes estrategias a usar y las cuales son las siguientes:

- calefacción pasiva y/o activa ó convencional
- calefacción solar pasiva
- deshumidificación
- zona de confort
- ventilación natural o electromecánica
- inercia térmica - enfriamiento evaporativo
- enfriamiento nocturno y/o construcción subterránea
- humidificación
- aire acondicionado solar o convencional

Ambas cartas o diagramas nos permiten localizar todas y cada una de las condiciones mensuales del lugar, tanto al amanecer como después del mediodía. En el caso del Diagrama de Givoni; (que encierra las zonas de posible confort), dichos datos se localizan dentro de los polígonos y así se determinan las estrategias de diseño a seguir:

El diagrama de Olgyay nos permite determinar la cantidad de radiación necesaria, la velocidad de viento, sombra necesaria, etc., para restablecer el confort al exterior.

¹⁷ En su libro *Design with Climate*

5.3 ESTRATEGIAS DE DISEÑO PARA RESTABLECER EL CONFORT TÉRMICO.

El conocimiento del comportamiento térmico de los materiales y sus características como son: su resistencia térmica, absorción, reflexión, emisión, almacenamiento y capacitancia, retraso y amortiguamiento térmico, inercia térmica, conductibilidad, transmisión y transmisión superficial, así como los sistemas constructivos propios del lugar, ya sean tradicionales o modernos, nos permiten, - de acuerdo a los elementos que se quieren diseñar;- adecuar las estrategias de diseño al diseño arquitectónico. Dichas estrategias son las siguientes:

a) CALEFACCIÓN SOLAR.- No es más que un sistema o equipo que capta la radiación solar, es decir un colector solar, el cual permite que se forme un “efecto invernadero”, acumula el calor atrapado en esta forma y lo transmite a un fluido (agua) conductor de calor. Aún cuando generalmente se usa agua, puede ser otro tipo de fluido, lo que depende de la distancia que hay desde el colector hasta la masa térmica de almacenamiento.

b) DESHUMIDIFICACIÓN.- Generalmente sólo es posible por medios mecánicos. Aunque es posible obtenerla obligando a que la humedad se condense, lo que puede lograrse enfriando el aire a la temperatura de rocío,¹⁸ para deshacerse de la humedad o colocando materiales higroscópicos.¹⁹

¹⁸ Hernández Goribar, E. Fundamentos de A. Acondicionado y Refrigeración. pp45, 107.

¹⁹ Materiales higroscópicos son aquellos que por su constitución física son capaces de absorber agua.

c) VENTILACIÓN NATURAL O ELECTROMECAÁNICA.- Pueden considerarse dentro de los llamados controles estructurales y constan de tres funciones diferenciadas:

- aprovisionamiento de aire puro
- enfriamiento por convección
- enfriamiento fisiológico

Se les conoce como "controles estructurales ", porque no requieren de ninguna fuente de energía ni instalación mecánica. La ventilación electromecánica sí requiere de energía convencional y de algún tipo de instalación.

La ventilación depende del tipo de vivienda, del número y actividad de los ocupantes y de los procesos que se lleven a cabo dentro del edificio. La ventilación implica el movimiento del aire a una velocidad relativamente lenta y la fuerza motriz puede ser térmica (termosifón), o dinámica (viento).

d) MASA TÉRMICA Y ENFRIAMIENTO NOCTURNO. Es necesario conocer y analizar el comportamiento de los materiales a usar en la construcción frente al calor, ya que las variaciones de las condiciones climáticas son diferentes de un lugar a otro y en el mismo lugar. Estas variaciones diarias producen un ciclo, que se repite cada 24 horas, de aumento y descenso de temperaturas. Esto hace que un edificio absorba el calor. Durante el período caliente, parte de él se almacena en la masa del edificio. y durante el período frío, el flujo de calor se invierte, es decir sale del edificio hacia el medio ambiente. A este ciclo repetitivo se le llama, *flujo periódico de calor*. Este intercambio térmico dentro del material está regido por varias magnitudes que son:

- a) Tiempo de retardo
- b) Inercia térmica
- c) Capacitancia, etc.

INDICE BIOCLIMÁTICO ESQUEMÁTICO
(DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO DE OLGUAY)

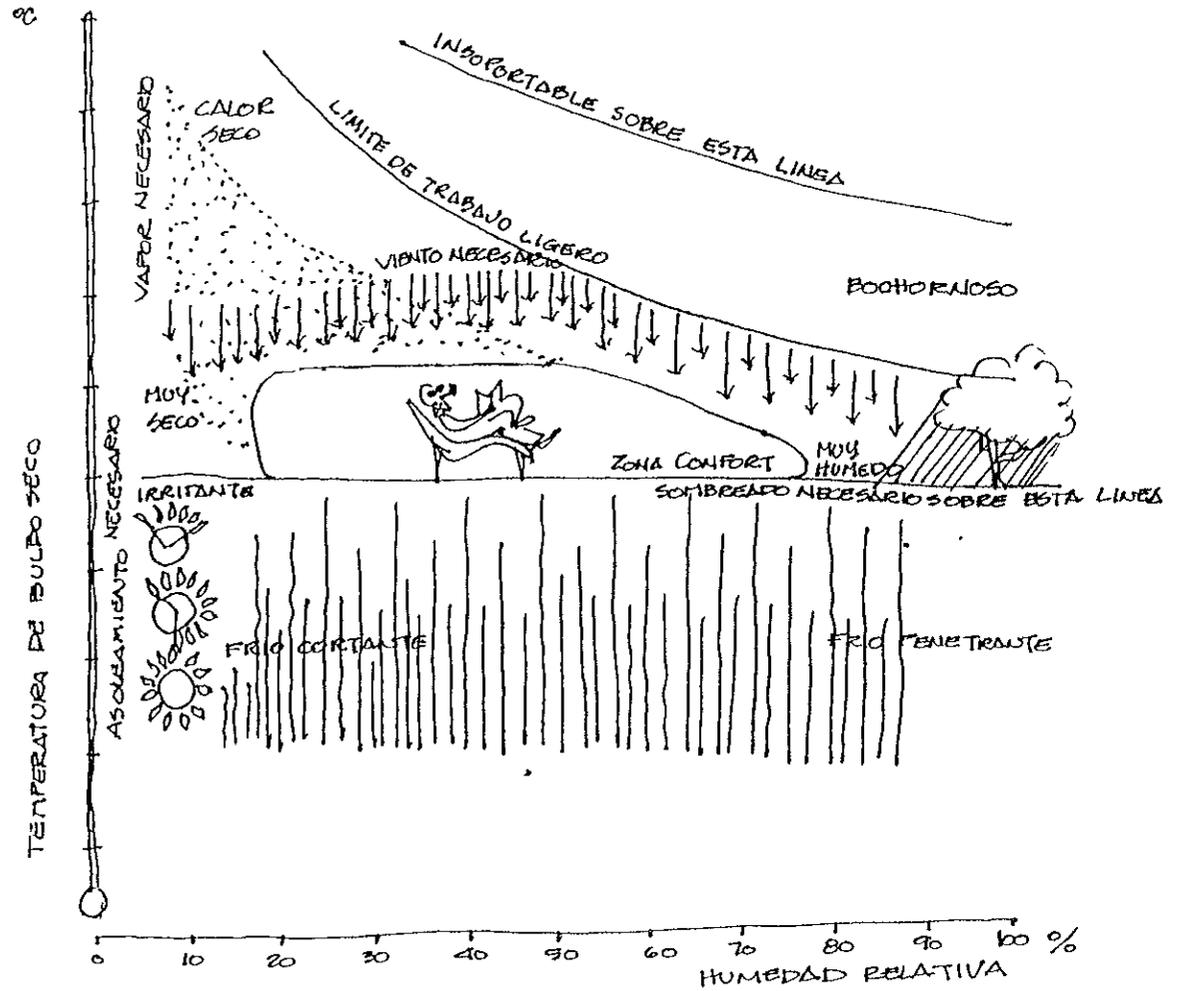
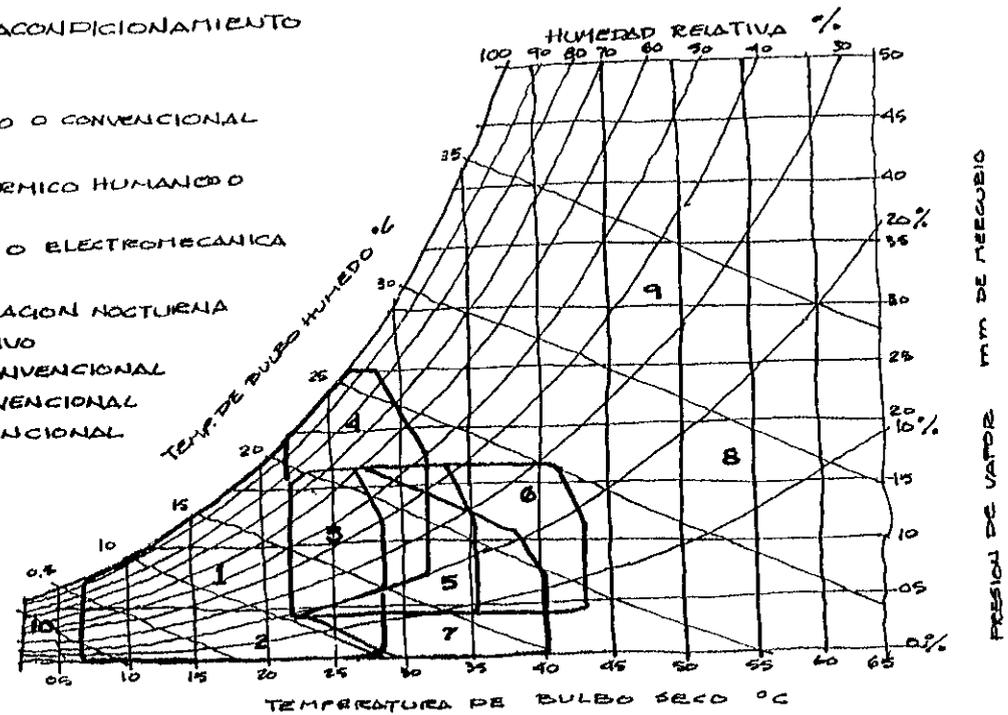


Fig. 20

ESTRATEGIAS DE ACONDICIONAMIENTO
BIOCLIMATICO

- CALENTAMIENTO PASIVO O CONVENCIONAL
- DESHUMIDIFICACION
- ZONA DE BIENESTAR TERMICO HUMANO
- ZONA DE CONFORT
- VENTILACION NATURAL O ELECTROMECANICA
- MASA TERMICA
- MASA TERMICA Y VENTILACION NOCTURNA
- ENTRAMIENTO EVAPORATIVO
- AIRE ACONDICIONADO CONVENCIONAL
- DESHUMIDIFICACION CONVENCIONAL
- CALENTAMIENTO CONVENCIONAL



CARTA BIOCLIMATICA PARA INTERIORES
DE B. GIVONI

Fig. 21

Tiempo de retardo de un material es el tiempo que el calor tarda en “pasar” de la cara con mayor temperatura a la cara opuesta del material -la cual está a menor temperatura- y se debe a la diferente composición del material, ya que cada partícula debe elevar su temperatura antes de que la siguiente eleve la suya. Esto da como resultado que la superficie externa de un material alcance su temperatura máxima y que ésta comience a decrecer antes de que la temperatura de la superficie interna alcance el mismo nivel.

Inercia térmica de un material es la velocidad de transmisión del calor entre partícula y partícula y depende de tres factores:

- la conductividad del material.
- la densidad del material.
- el calor específico del material.

Así, si el material tiene una conductividad elevada, la velocidad será mayor.

Si el material es denso y tiene un calor específico elevado, la velocidad será más lenta.

Capacitancia de un material es la capacidad de almacenar calor y de retenerlo durante un período largo de tiempo.

6.0- SISTEMAS PASIVOS DE CLIMATIZACIÓN AMBIENTAL

Puede decirse que existen varias formas para lograr una climatización de forma natural y éstas serían:

- a) adecuación del diseño arquitectónico al clima.
- b) incorporación de dispositivos de control de ganancia solar (captación o protección).

- c) diseño de sistemas especiales de climatización pasiva.

Los cuales se utilizan para incrementar el intercambio de calor entre el espacio - forma y el medio físico, para ventilación, para iluminación, para ganancia de calor, ó para pérdida de calor, según sean las necesidades del proyecto.

A todo este conjunto de conceptos se le denomina como SISTEMAS PASIVOS DE CLIMATIZACIÓN AMBIENTAL (SPCA). Estos sistemas se caracterizan por tener una mínima dependencia de los energéticos convencionales (combustibles fósiles y/o electricidad), es decir son -o tratan de ser- en algunos casos lo menos dependientes de equipos auxiliares convencionales de apoyo y por lo tanto, totalmente independientes. Esta independencia se logra a través de los procesos térmicos implicados (conducción, convección y radiación) ya que son solo procesos de transferencia de calor y de masa, los cuales tienen una dinámica de comportamiento perfectamente establecida, predecible y calculable, y si a esto se le añade una estrategia de diseño adecuada podremos hacer las recomendaciones adecuadas para el diseño arquitectónico y urbano para un lugar con un clima específico

6.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS PASIVOS. Estos pueden clasificarse, de acuerdo a su funcionamiento y forma en los siguientes tipos:

- a) GANANCIA DIRECTA.

Este sistema consiste en la captación directa; a través de ventanas, vanos o tragaluces; de la radiación solar, esta es absorbida a su vez por superficies de captación, almacenada y re-radiada en forma de calor a través del espacio -forma.

b) MURO DE ALMACENAMIENTO TÉRMICO.

Este sistema consiste en un muro cuyo material de construcción sea masivo y altamente capacitivo; como piedra, concreto, ladrillo, adobe o de algún material con cambio de fase; como agua; contenido en depósitos metálicos o plásticos; que recibe la radiación solar a través de una cubierta transparente o translúcida que cubre dicho muro (Muro Trombe).

c) INVERNADERO ACOPLADO.

Este sistema consiste en una combinación de ganancia directa y muro de almacenamiento térmico. La ganancia directa se lleva a cabo por el invernadero en sí mismo, y el almacenamiento térmico se lleva a cabo en el muro que divide a la habitación del invernadero o en los materiales que se coloquen en el mismo invernadero.

d) TECHO DE ALMACENAMIENTO TÉRMICO E INTERCAMBIO DE CALOR.

Este sistema consiste en la captación, almacenamiento y transferencia de calor hacia el interior o hacia el exterior (enfriamiento radiativo nocturno) a través de la estructura y sistema constructivo del techo.

e) CIRCUITO CONVECTIVO.

Este sistema consiste en la circulación, por convección natural, de un fluido (gas o líquido) que transporta calor. Dicho calor se obtiene por medio de un colector solar, y una unidad de almacenamiento térmico, conectados por ductos.

f) CONSTRUCCIONES SUBTERRÁNEAS.

En estos sistemas se aprovecha el abrigo o protección que proporciona la tierra contra los extremos de calor y frío, ya que aumenta la resistencia de los muros, piso y techo a la

transmisión de calor y reduce la oscilación térmica entre el interior y el exterior. Además de ofrecer poca resistencia al viento, es un refugio antisísmico.

La resistencia que proporciona al calor dependerá del tipo de suelo, la profundidad a la que se entierre, y al ángulo del talud o pendiente del suelo que la cubre o en su caso si está totalmente enterrada a nivel.

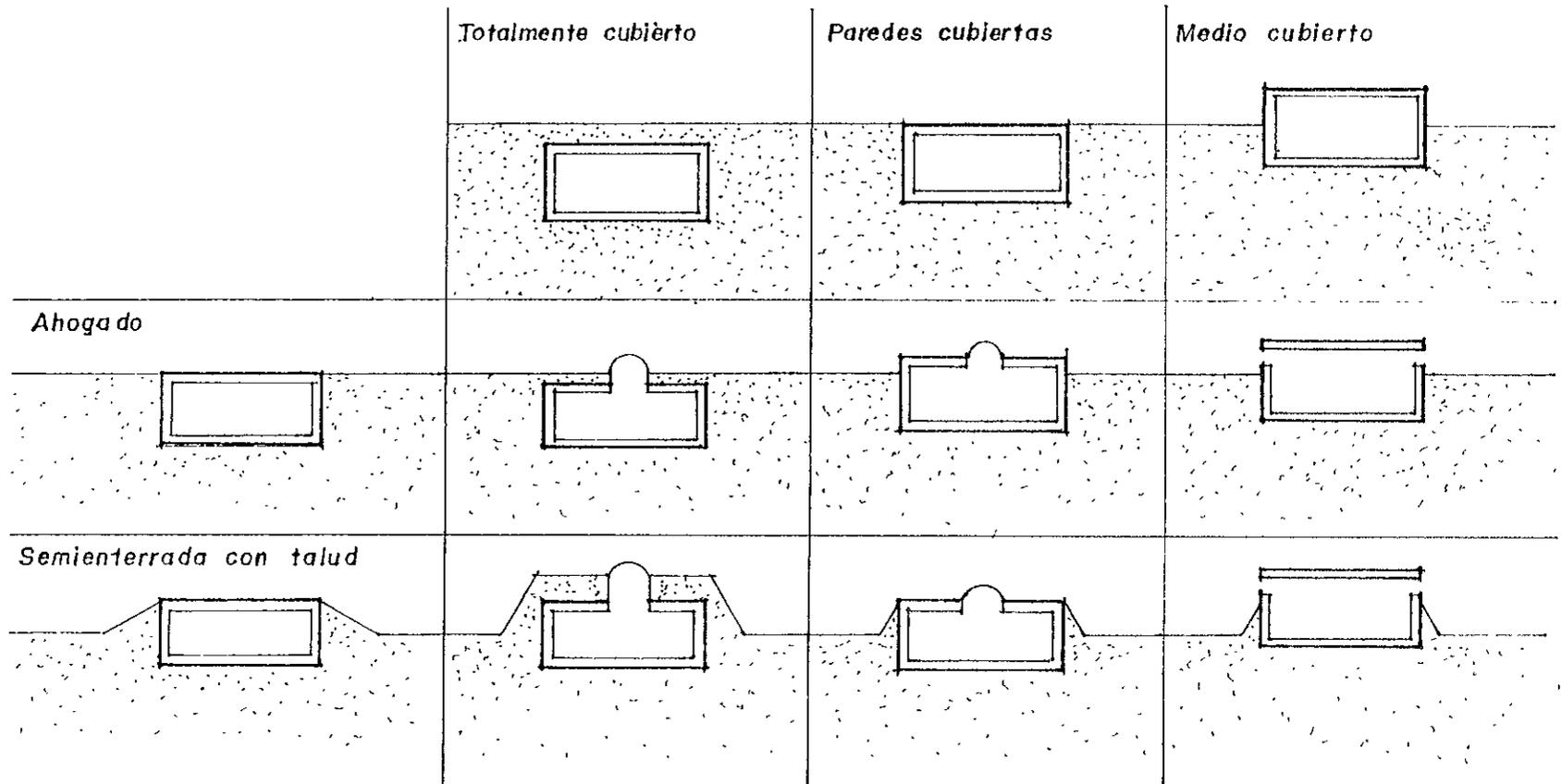
Básicamente hay dos formas en que una construcción se puede enterrar: Ahogándola dentro de la tierra excavada ó creando taludes alrededor de los muros a partir del nivel del terreno. (Ver Fig.22 Tipos de refugios terrestres.)²⁰

Todos estos sistemas se podrán aplicar individualmente o mezclados, según sea el caso, para obtener los resultados térmicos que se pretendan alcanzar.

La habilidad del diseñador hará que estos sistemas formen parte integral de la envolvente arquitectónica y de la distribución de los espacios, sin por ello sacrificar la estética en el diseño arquitectónico.

Podrían darse aquí una serie de ejemplos aislados de cada sistema en especial, lo cual nos daría una perspectiva muy general de su aplicación dentro de la arquitectura. Por lo que a fin de ser más explícitos se procederá a aplicarlos a un diseño arquitectónico dentro de un clima específico, previo estudio y análisis climático del lugar.

²⁰ G.Z.Brown.Sol,Luz y Viento.Pag95.



TIPOS DE REFUGIOS TERRESTRES

Fig. 20

CAPITULO II.

APLICACIÓN A UNA COMUNIDAD ESPECIFICA

Tener todos los datos necesarios para un diseño correcto implica el conocimiento total del comportamiento del cuerpo humano, su relación con el medio ambiente, así como los conceptos básicos del calor. Y por supuesto el conocimiento del clima del lugar, emanado de la interpretación de los datos climáticos recabados durante cuando menos 20 años.

La determinación del clima nos permitirá diseñar CON las fuerzas del medio ambiente y NO tratar de oponerse a ellas para así obtener un espacio-forma que esté térmicamente balanceado para lograr el confort máximo. El perfecto balance no se puede lograr al 100% en todos los casos, salvo cuando las condiciones climáticas del medio ambiente son moderadas, lo cual es común en nuestro país.²¹

Pero sí se puede, sin embargo, mejorar grandemente las condiciones de confort dentro de ese espacio, utilizando las estrategias de diseño emanadas de las condiciones climáticas de un lugar específico.

Por lo que estudiaremos, como se mencionó al principio de este trabajo, un sitio que tenga problemas de medio ambiente. En este caso la Ciudad de Toluca de Lerdo, que dentro de la República Mexicana, tiene un clima considerado como frío durante todo el año. Sin embargo, se pueden mejorar grandemente las condiciones de confort interiores, utilizando las estrategias de diseño emanadas del estudio de las

condiciones climáticas de su entorno aplicadas al proceso de diseño.

El estudio de estas condiciones climáticas y del balance térmico implican la interrelación de varios campos de conocimiento como son: climatología, la biología, la tecnología, y la misma arquitectura. Es en la expresión arquitectónica en donde deben combinarse las soluciones encontradas. Lo que origina el establecer un método.

Este método de diseño bioclimático comprende varias etapas que nos llevarán a la propuesta arquitectónica adecuada.

Estas etapas son:

- A.- Datos Climáticos.
- B.- Características de Clima Estacional
- C.- Requerimientos de Climatización Estacional.
- D.- Condicionantes Bioclimáticas para Diseño Arquitectónico y Urbano.

A continuación se desarrollará cada una de estas etapas, aplicándolas al Estudio de Caso propuesto.

A.- DATOS CLIMÁTICOS.

Es esta la etapa más importante dentro del método, ya que es aquí donde vamos a determinar las bases de todo el estudio.

En esta etapa deben sintetizarse todos los Datos Climáticos y el Entorno Bioclimático del sitio en FORMA GRAFICA.

Aunque podemos conocer el clima por medio de una clasificación general, esto NO nos dice las características y detalles del comportamiento climático del lugar, es necesario deducirlas. Por lo que debe prestarse atención especial a los diferentes máximos y mínimos durante el año y correlacionarlos entre sí y entre los otros datos para formarse

²¹ Aún cuando actualmente hemos sufrido variaciones importantes debido a condiciones climáticas globales, no podemos decir en general que nuestro clima no sea moderado

una idea más exacta del clima durante los diferentes meses del año y obtener así las Características de Clima Estacional.

Los datos climatológicos requeridos deben ser el resultado de registros y observaciones detallados de estaciones meteorológicas, de cuando menos 20 años, para tener las normales climatológicas del lugar. Estos datos con frecuencia son sólo representados numéricamente y no permiten que algún o algunos aspectos que son interesantes para el proyectista sobresalgan, de tal suerte que es primordial interpretarlos, completarlos y representarlos en forma gráfica, de manera que permitan su fácil interpretación.

1.0.- CLIMA DEL SITIO Y SUS CARACTERÍSTICAS.

Como ya se mencionó es indispensable comprender e interpretar los datos climáticos del sitio en particular, para proponer las recomendaciones adecuadas para el diseño arquitectónico bioclimático. Para poder conocer y determinar aquellos aspectos del clima que afectan el confort humano y el diseño arquitectónico del lugar, es necesario visualizarlos en forma rápida y directa. Esta información climática debe estar formada por los siguientes datos como mínimo:

- temperatura
- humedad relativa
- precipitación pluvial
- fenómenos especiales
- radiación solar
- viento
- gráfica solar
- isotermas
- isohigras
- vegetación

También debe comprender los datos geográficos como son:

- latitud
- longitud
- altitud sobre el nivel de mar
- orografía
- hidrografía
- topografía

Lo que completa el estudio climático del sitio y nos proporciona las Características del Entorno Físico, ya que es imprescindible para tener una visión exacta del lugar.

(Ver Fig. 24)

1.1.- ENTORNO BIOCLIMÁTICO DE LA CIUDAD DE TOLUCA DE LERDO.

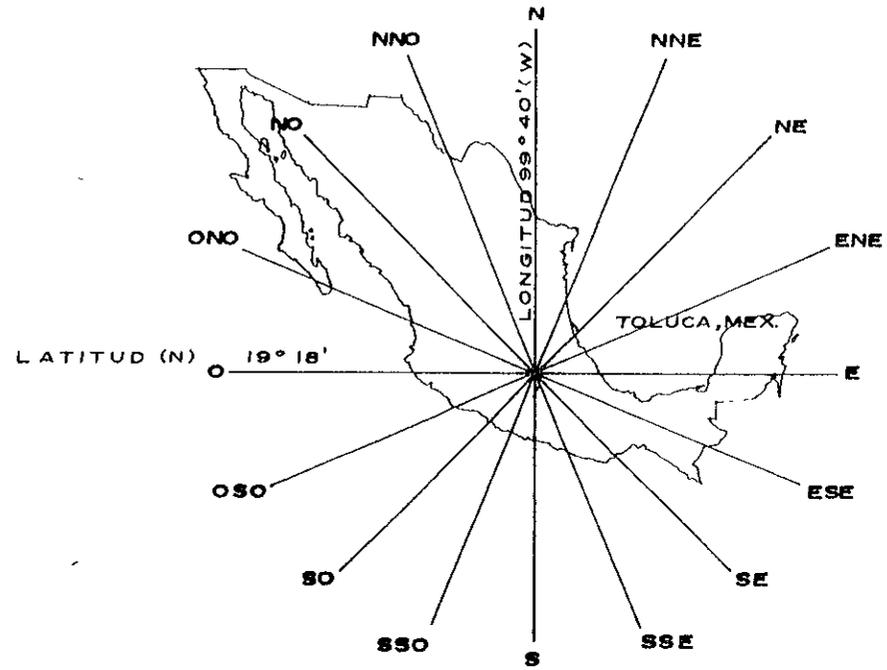
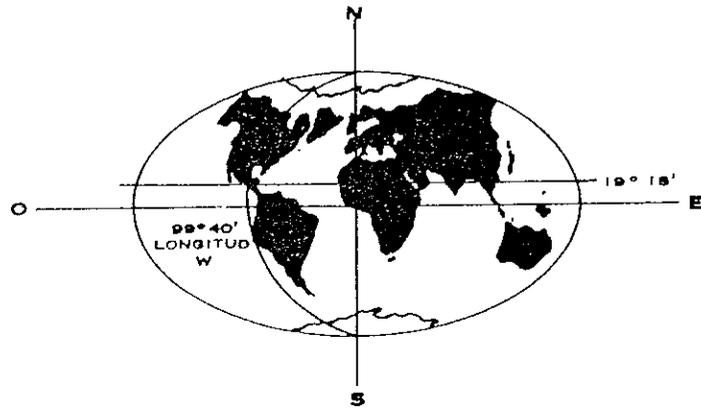
La Ciudad de Toluca, se encuentra localizada en la Altiplanicie Central de la República Mexicana. Es la Capital del Estado de México, y está ubicada a 19° 18' de Latitud Norte a 99° 40' de Longitud Oeste. Es uno de los asentamientos humanos de más altura sobre el nivel de mar dentro de nuestro país, ya que se encuentra a 2680 m.s.n.m. (Ver Fig. 23).

Su clima, como ya se dijo, es considerado como frío durante todo el año, y según Hernández- Tejada²², su clasificación correspondiente es :

Sfe(h), LL(eA), FV (SE,N,NE), nEDC(A)

Es decir Semifrío extremoso, húmedo, lluvioso, escasamente soleado, con vientos fuertes del SE, N, NE, con necesidades

²² Normas de Proyecto de Arquitectura. Tomo VII. Normas Bioclimáticas.IMSS.



ALTITUD

4570 m.s.n.m.

2680 m.s.n.m.

CIUDAD DE TOLUCA

NIVEL DEL MAR

C O R T E

Fig. 23

CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO FISICO

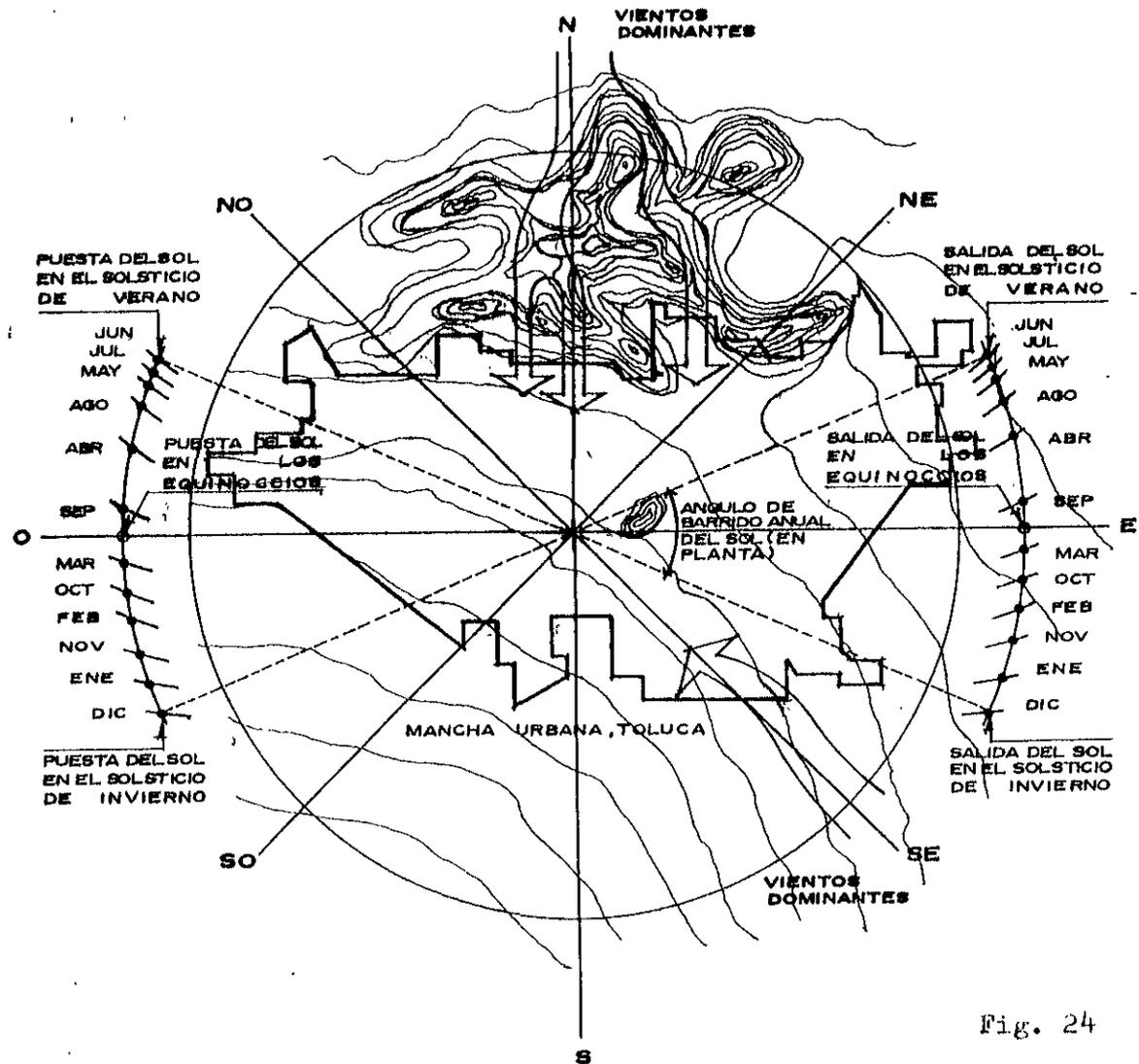


Fig. 24

nulas de enfriamiento y demasiadas necesidades de calentamiento anual.

Su temperatura media anual es de 12.7 °C, por lo que se considera como semifrío. La oscilación térmica media anual es de 11.4 °C, por lo que entra en la categoría de semiextremoso. Como la humedad relativa media anual es del 63 % y durante todo el año la humedad relativa media anual está más arriba del 50 % se considera como húmedo.

La precipitación pluvial es alta, 750 mm. anuales, presentándose lluvias durante todo el año, pero con mayor intensidad entre los meses de abril a octubre, por lo que se considera lluvioso.

La radiación media anual es de aproximadamente 6.5 Kw h/m²-día., con un número total de días despejados promedio de 13, es decir que representa sólo la 3ª parte del año, y por tanto es escasamente soleado. Lo que da como resultado una temperatura ambiente por debajo del nivel mínimo de confort de 18 °C., que se traducen en 1933 días grado²³-calefacción. Esto ocasiona que no exista superávit acumulado de grados de temperatura por encima del nivel máximo de confort de 26 °C., traduciéndose entonces en una gran necesidad de calentamiento anual.

Los vientos dominantes en la Ciudad de Toluca, son del norte y noreste durante el Invierno y del sureste en Primavera, con una intensidad media de entre 2.0-3.0 m/secg.

La Ciudad de Toluca está limitada al norte por los Cerros de La Teresona, El Toloche y El Huitzila, los cuales protegen

²³ Días-grado es el déficit de temperatura, en grados, ya sea mensual o anual por debajo de un determinado nivel de referencia, en este caso 18 °C

bastante a la mancha urbana de los vientos dominantes del norte, y del noreste durante el Invierno. Sin embargo no evita al 100 % que este viento -sobre todo las masas de aire polar-afecten grandemente al clima de la Ciudad.

La Ciudad tiene un solo río que la cruza, localizado en la parte norte, con dirección oeste-este, El Verdiguero, que está entubado actualmente.

El análisis de los datos geográficos y climatológicos, comprendidos en un período de 30 años, de 1960 a 1990, nos permitirán elaborar una serie de recomendaciones para el desarrollo y diseño de viviendas bioclimáticas. Los datos meteorológicos utilizados en este estudio, han sido obtenidos de las Normales Climatológicas de la SARH y del Observatorio Nacional de México²⁴. (Ver Fig. 24).

A continuación se presentan todos y cada uno de los datos climáticos del sitio elegido, explicando cómo se obtiene, cómo se mide, cómo se gráfica y sobre todo analizando e interpretando las características del clima en forma mensual y/o anual.

²⁴ Publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional

2.0.- DATOS CLIMÁTICOS DE LA CIUDAD DE TOLUCA DE LERDO.

2.1.- TEMPERATURA.

La temperatura de bulbo seco, tomada con un termómetro de mercurio, se obtiene a la sombra, con el termómetro dentro de una caja con puertas de persianas de madera ó "Pantalla de Stevenson", con una altura que va desde 1.20 m hasta 1.80 m sobre nivel de piso. Las lecturas obtenidas se hacen en general con un termómetro de máxima y mínima o con un termómetro bimetalico, que nos proporciona un registro continuo gráfico de las variaciones diarias de la temperatura. Las temperaturas requeridas comprenden los datos mensuales y anual de la temperatura media, la temperatura promedio máxima y promedio mínima, y la temperatura máxima extrema y mínima extrema, todas ellas dadas en °C (Grados Celsius). (Ver Fig. 25.)

Como se puede ver en la gráfica correspondiente, la temperatura de la Ciudad de Toluca es baja, llegando a una media anual de 12.7 °C., con una oscilación térmica de 11.4 °C. Se alcanzan temperaturas muy bajas como se puede apreciar en la temperatura mínima extrema registrada en el mes de enero de -5 °C. Siendo la temperatura mínima promedio anual de 7 °C. Realmente la temperatura promedio máxima anual apenas alcanza el límite inferior de la temperatura mínima de confort, ya que es de 18 °C. Estos datos nos permiten calcular la temperatura de Termopreferendum, que para el sitio de estudio es de 21.5 °C²⁵, y determinar las condiciones de temperatura generales del lugar.

²⁵ De acuerdo al cálculo que se definió en el Capítulo I- 4.4, h.

En esta gráfica podemos también indicar las diferentes temperaturas de Termopreferendum mensuales, lo que nos permitirá tener un panorama más objetivo de las condiciones de bienestar en el lugar. Las cuales son:

Enero = 20.7 °C	Julio = 22.0 °C.
Febrero = 21.2 °C	Agosto = 22.0 °C.
Marzo = 21.8 °C	Septiembre = 21.8 °C.
Abril = 22.25 °C.	Octubre = 21.4 °C.
Mayo = 22.32 °C.	Noviembre = 21.3 °C.
Junio = 22.25 °C.	Diciembre = 20.9 °C.

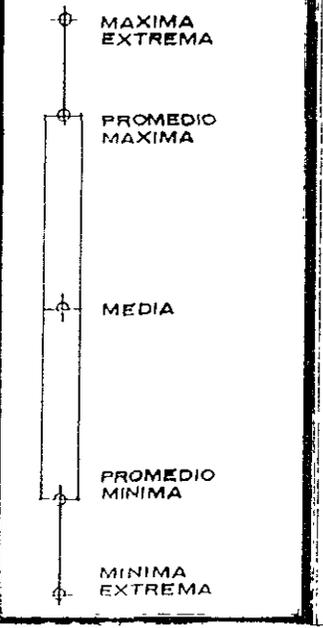
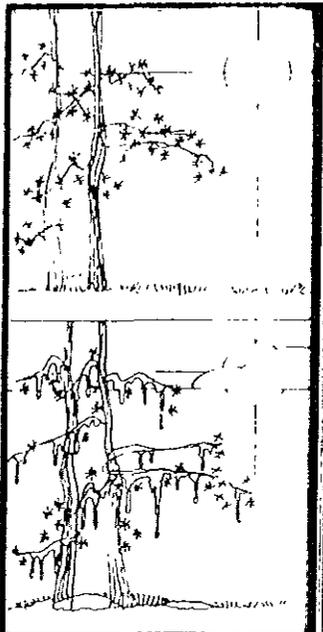
2.2.- HUMEDAD RELATIVA.

La humedad del aire es la cantidad de agua que contiene el aire mismo. La humedad absoluta (ha) es la cantidad de agua real que contiene la unidad de masa (o volumen) del aire y se expresa en gramos por kilogramo (g/kg) o gramos por metro cúbico (g/m³). La humedad de saturación (hs) es el máximo de vapor de agua que el aire puede contener y depende de su temperatura. Sin embargo la humedad relativa (hr) es una forma de expresar la humedad mucho más útil ya que indica de manera directa el potencial de evaporación. La humedad relativa es entonces la relación existente entre la cantidad real de humedad presente y la cantidad de humedad que el aire podría contener a una temperatura específica.

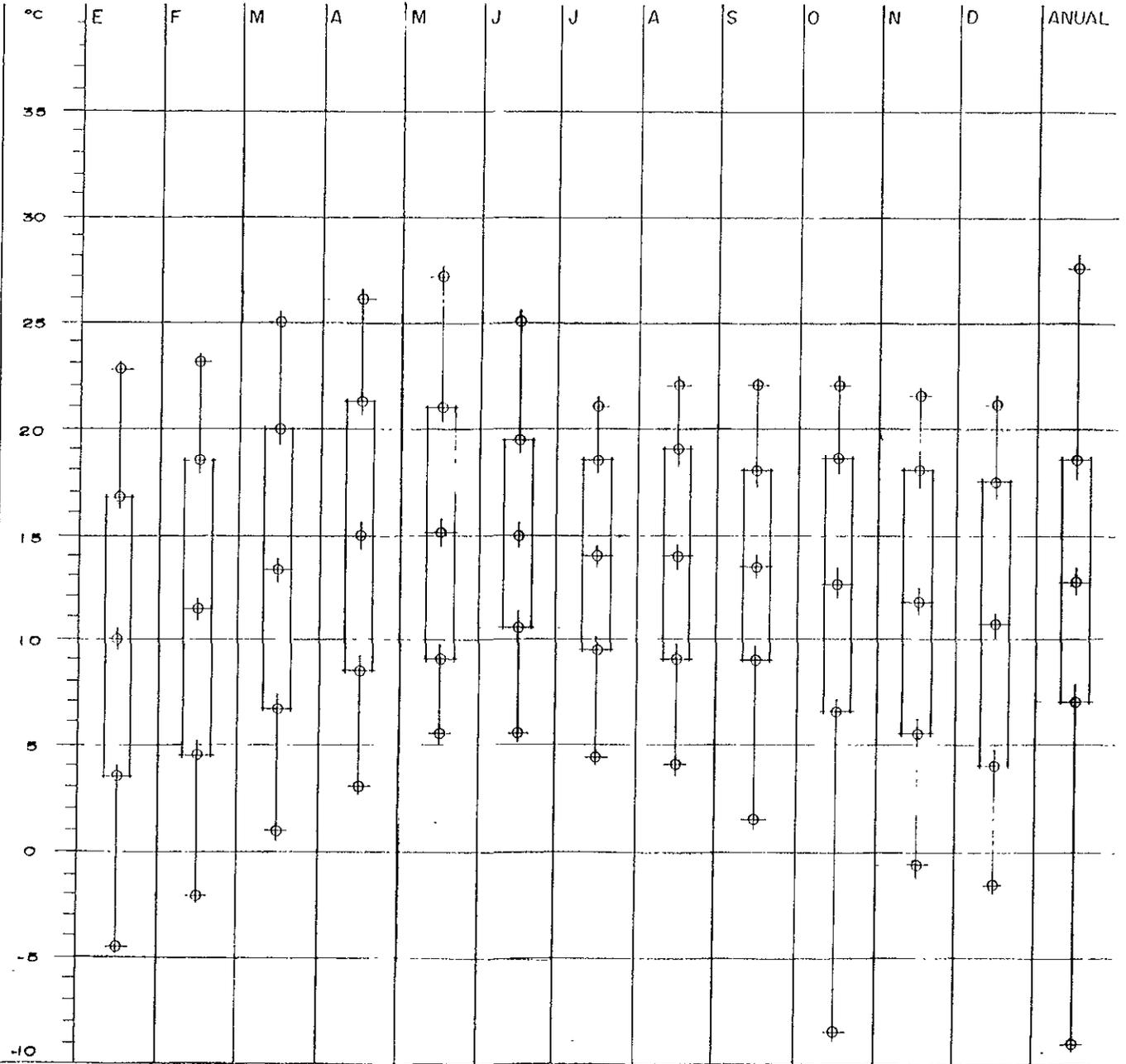
Se puede determinar con la siguiente fórmula:

$$hr = ha/hs \times 100 \quad \text{Se expresa en tanto por ciento.}$$

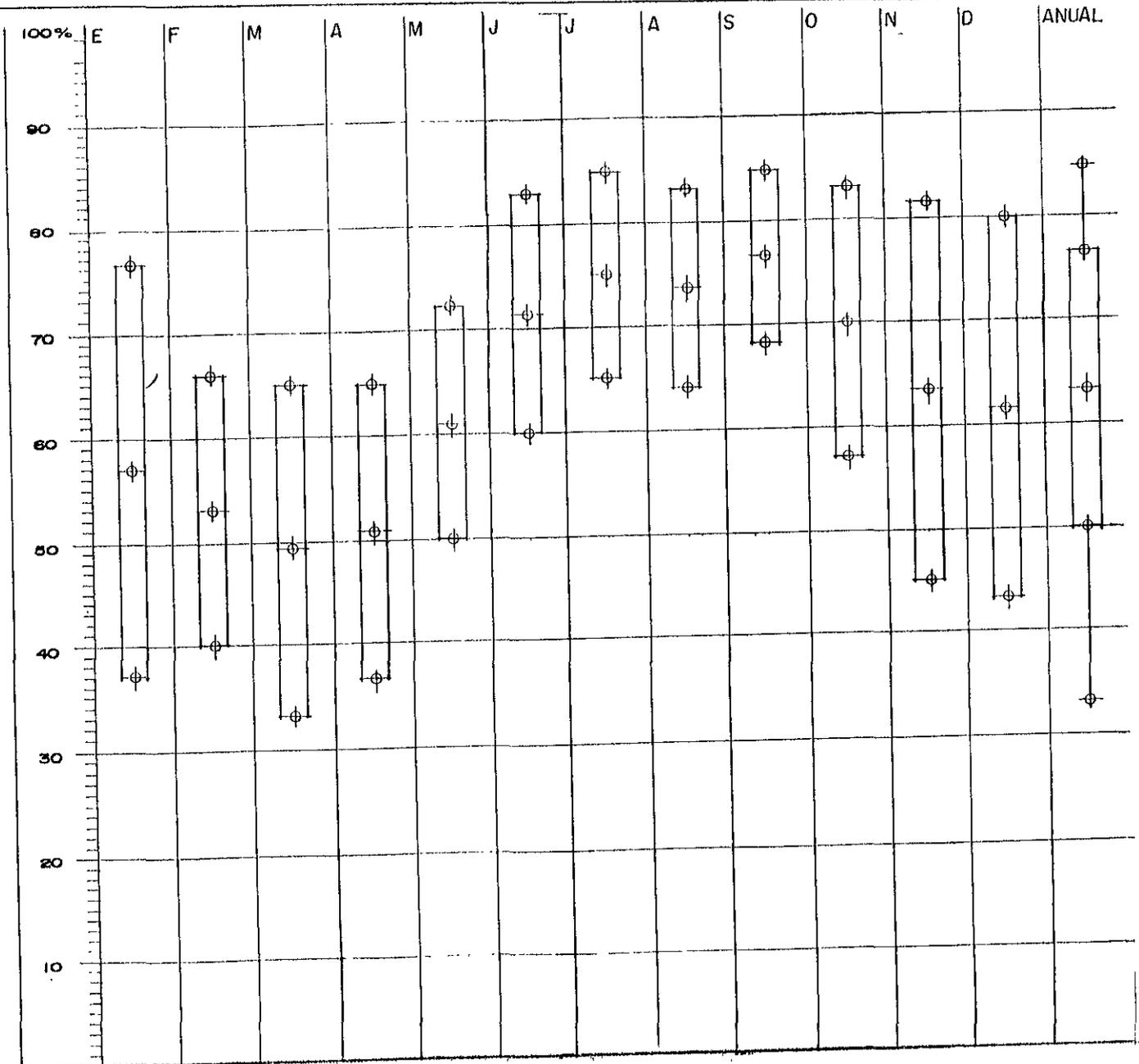
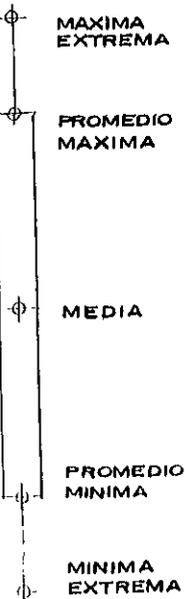
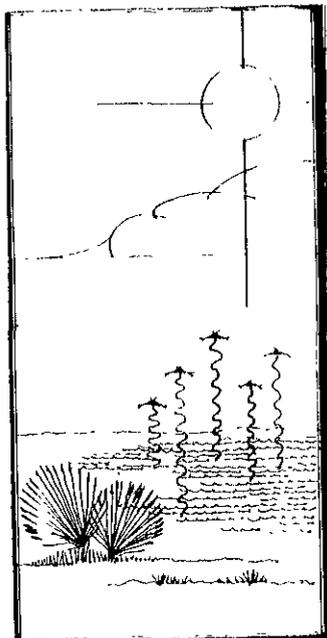
Los datos requeridos de humedad relativa son los mensuales y el anual, de la humedad relativa media, la máxima extrema, la mínima extrema, promedio de máxima y promedio de mínima, dada en por ciento (%). (Ver Fig. 26.)



EN : ° C



TEMPERATURA



EN : %

HUMEDAD RELATIVA

Fig. 26

Como se puede apreciar en la gráfica correspondiente la humedad relativa en la Ciudad de Toluca es alta, sobre todo en la temporada de lluvias, la cual abarca los meses de abril a octubre, llegando a alcanzar un máximo de 65%. La humedad relativa media anual es del 63%. Se puede observar que en los meses que no corresponden a la temporada de lluvias también se alcanza una humedad bastante alta, lo que se comprende al estudiar los Fenómenos Especiales.

2.3.- PRECIPITACIÓN PLUVIAL.

La precipitación, se refiere a la cantidad de lluvia, nieve, granizo, rocío y escarcha, es decir, se refiere al agua que en cualquiera de sus estados físicos se precipita o deposita en la tierra desde la atmósfera. Se puede cuantificar fácilmente con los llamados pluviómetros, los cuales son depósitos calibrados. Sus unidades de medición son en mm. por una unidad de tiempo, ya sea hora, día, mes o año. Los datos requeridos de la precipitación pluvial son, en este caso, tanto mensual como anual, de la máxima, máxima en 24 horas y total anual, dada en mm.

El Valle de Toluca tiene una precipitación alta, dentro de un régimen pluviométrico que abarca desde el mes de mayo hasta mediados del mes de octubre inclusive, lo que nos da una precipitación total anual de 750 mm. de altura. Como se puede observar en la gráfica correspondiente, existe precipitación casi todo el año, acentuada sólo durante el llamado período de lluvias. (Ver Fig. 27.)

2.4.- FENÓMENOS ESPECIALES.

También llamados condiciones del cielo, aunque en forma inexacta, estos datos describen en forma general la ausencia o

la presencia de nubes, en número de días despejados, medio nublados y nublados cerrados, así como los días con lluvias apreciables, lluvias inapreciables, días con rocío, con granizo, con heladas, y días con tempestades eléctricas, con niebla y con nevadas. Estos datos se proporcionan en días, mensual y en forma anual, lo que nos permite visualizar su frecuencia y su duración.

Como puede apreciarse en la gráfica correspondiente, en el Valle de Toluca existen todos los fenómenos enumerados anteriormente, y así graficados nos permiten con mayor exactitud determinar modificar, o corroborar el tipo de clima y las características específicas del lugar estudiado. (Ver Fig. 28.)

2.5.- RADIACIÓN SOLAR.

La cantidad de radiación solar se obtiene por medio de un registrador de luz, que da la duración de la luz, en horas por día. Existen otros aparatos para su medición como son los solarímetros, heliómetros, actinómetros y piranómetros, los cuales registran cuantitativamente esta radiación que se expresa en Kw hr/m²-día o en J/m²-día. Estos datos se proporcionan en forma mensual y anual, sobre paños verticales en diferentes orientaciones y en la superficie horizontal.

La Ciudad de Toluca tiene un soleamiento alto en días despejados, llegando a 8 Kw hr/m² día en las superficies horizontales, a 6Kwhr/m²-día en las fachadas orientadas al sur, a 4 Kw hr/m²-día para las superficies orientadas al este y al oeste y 2.5 Kw hr/m²-día en las superficies orientadas al norte. Estos datos nos permiten determinar ciertas características del clima y nos arroja una radiación media anual del orden de 5.1 Kw hr/m²-día. (Ver Fig. 29a.)

También nos podemos auxiliar de las Curvas derivadas de la Gráfica Solar, las que en forma mensual nos dan las horas de soleamiento en cada una de las ocho orientaciones principales, como se puede observar en la gráfica correspondiente. Esto nos permite apreciar en forma bastante exacta los cambios de soleamiento en todas las posibles fachadas. (Ver Fig. 29b.)

2.6.- VIENTOS.

La velocidad del viento se mide con el anemómetro, ya sea de copa o de hélice y también se puede medir con un Tubo de Pitot. La dirección se mide con la veleta, o con el anemógrafo el cual da continuamente los registros de velocidad y cambios de dirección. Las direcciones de los vientos se clasifican según la orientación desde donde soplan. Tendremos entonces de ocho a dieciséis direcciones diferentes y son:

- Los cuatro puntos cardinales: N; S, E, y O.
- Los cuatro semicardinales: NE; SE; SO, y NO.
- Los ocho puntos terciarios correspondientes a la brújula. NNE, ENE, ESE, SSE, SSO, OSO, ONO y NNO.

Los datos requeridos son anuales con orientación o dirección, frecuencia, intensidad o velocidad y la época del año en que se presenta. Las unidades de medición son dadas en porcentaje para la frecuencia y en m/seg. para la velocidad.

Los vientos dominantes a que está sometida la Ciudad de Toluca, (como se puede apreciar en la gráfica correspondiente), son del SE en Primavera, con una velocidad media de 3.0 m/seg., del N y NE en Invierno con una velocidad de 2.1 y 2.2 m/seg. respectivamente. Estos últimos son en extremo fríos, sobre todo cuando tenemos las llamadas Corrientes de Chorro

que bajan desde el Polo Norte y que traen en consecuencia masas de aire polar a temperaturas muy bajas. (Ver Fig. 30.)

2.7.- GRÁFICA SOLAR.

La proyección en planta de las trayectorias solares durante el año nos permite visualizar el movimiento aparente del sol en dos dimensiones. Existen varios métodos para proyectar o representar las trayectorias del sol durante el año, el más exacto es la llamada gráfica solar Estereográfica, la cual utiliza, para determinar la posición del sol en la bóveda celeste, dos ángulos: el ángulo de Altitud Solar y el Ángulo Acimutal Solar.

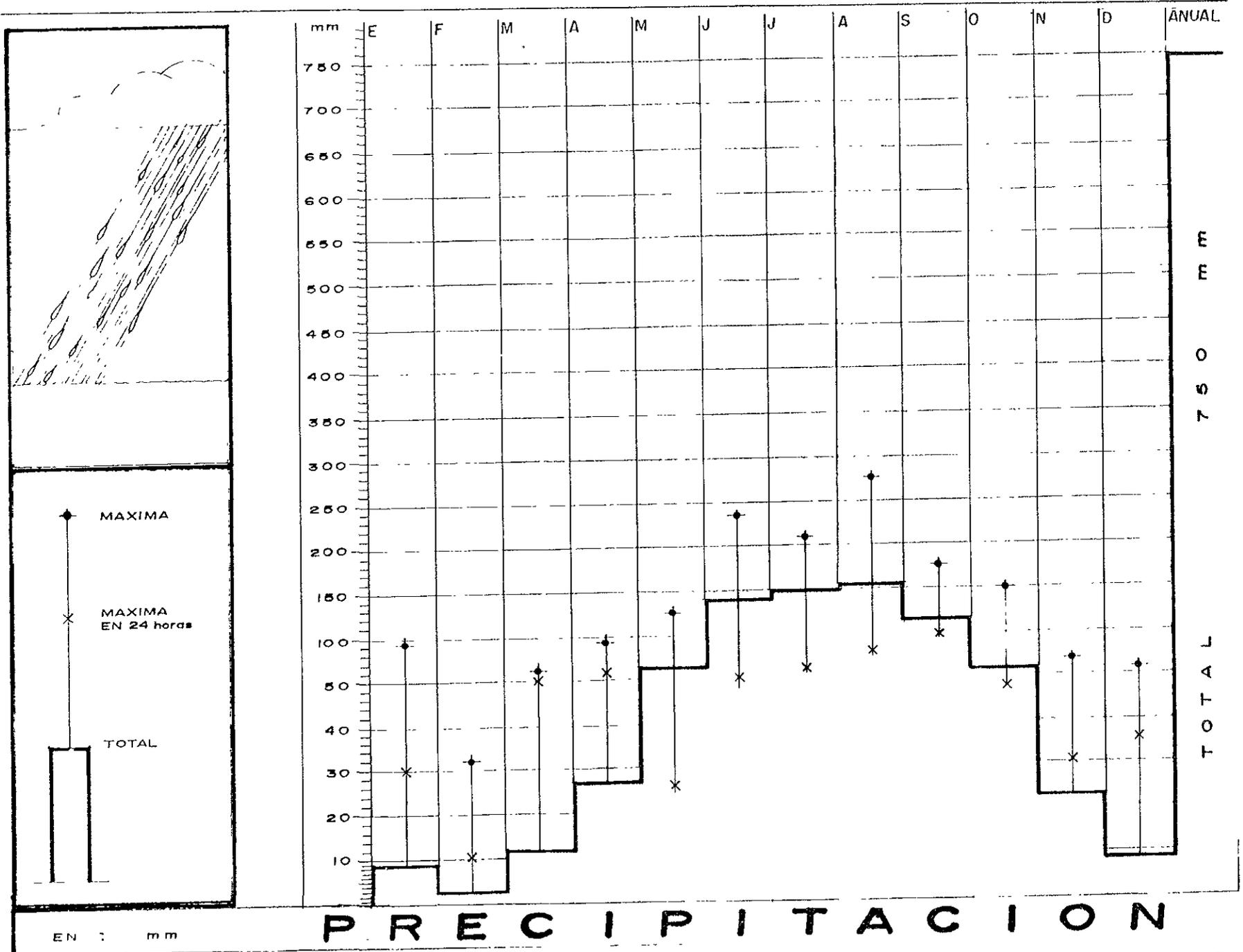
El ángulo de Altitud Solar es el ángulo que se forma desde el punto de observación, sobre el plano del horizonte con la línea que une al sol con dicho punto.

El ángulo Acimutal es el ángulo que se forma sobre el plano horizontal desde el punto de observación entre la orientación norte y la proyección en el plano de la posición del sol.

Los datos dados son en horas, día y grados y se representan en una gráfica solar anual y dos gráficas solares semestrales.

Siendo la Latitud de la Ciudad de Toluca $19^{\circ} 18'$ Norte, la trayectoria solar sobre el horizonte hace que la componente de la radiación solar recibida directamente sobre los planos verticales orientados hacia los cuatro puntos cardinales fluctúe según la época del año y la hora del día, influyendo, debido tanto a la variación del acimut como a la altura solar, en la aportación de energía recibida sobre cada plano diferente.

La dirección de los rayos solares también varían durante el año en las horas del amanecer y del ocaso, ya que en Junio el amanecer es a las 5h. 30', y el ocaso a las 18h. 30', en



	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1	2.40	1.96	2.96	6.29	14.68	19.40	23.50	23.00	19.88	11.57	4.42	2.65	132.91
2	1.76	1.53	2.37	3.55	3.18	1.96	1.39	1.19	1.36	1.69	2.34	1.84	24.16
3	19.11	19.32	21.18	15.59	9.03	2.70	1.46	1.26	1.76	8.26	14.15	15.65	129.47
4	8.88	6.92	6.77	10.59	13.14	9.22	9.92	11.61	10.44	12.26	11.92	10.30	121.87
5	3.00	2.07	3.03	3.81	8.81	18.07	19.60	18.11	17.8	10.46	3.92	5.03	113.71
6	0.26	0.25	0.03	0.18	0.18	0.22	0.50	0.00	0.04	0.57	0.38	0.34	2.95
7	0.07	0.10	0.14	0.22	0.59	0.59	0.39	0.46	0.52	0.42	0.07	0.19	3.76
8	20.22	15.00	7.29	1.48	0.37	0.00	0.00	0.07	0.16	4.19	11.84	18.53	79.15
9	0.03	0.10	0.22	0.29	1.14	1.11	0.64	1.53	0.68	0.69	0.15	0.15	6.73
10	0.25	0.17	0.07	0.22	0.96	2.11	2.00	1.69	1.24	1.92	1.92	0.30	12.85
11	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07

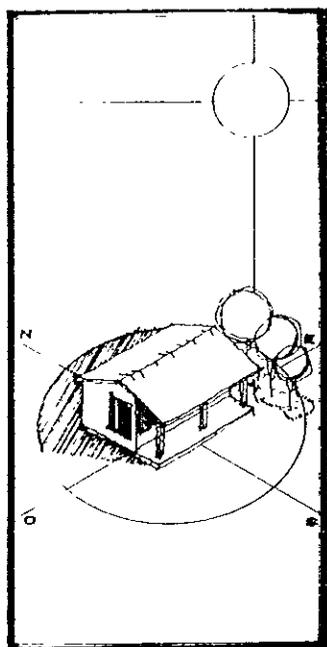
NUMERO DE DIAS CON :

- 1 LLUVIAS APRECIABLES
- 2 LLUVIAS INAPRECIABLES
- 3 DESPEJADOS
- 4 MEDIO NUBLADOS
- 5 NUBLADOS CERRADOS
- 6 ROCIO
- 7 GRANIZO
- 8 HELADAS
- 9 TEMPESTAD ELECTRICA
- 10 NIEBLA
- 11 NEVADA

EN : DIAS

FENOMENOS ESPECIALES

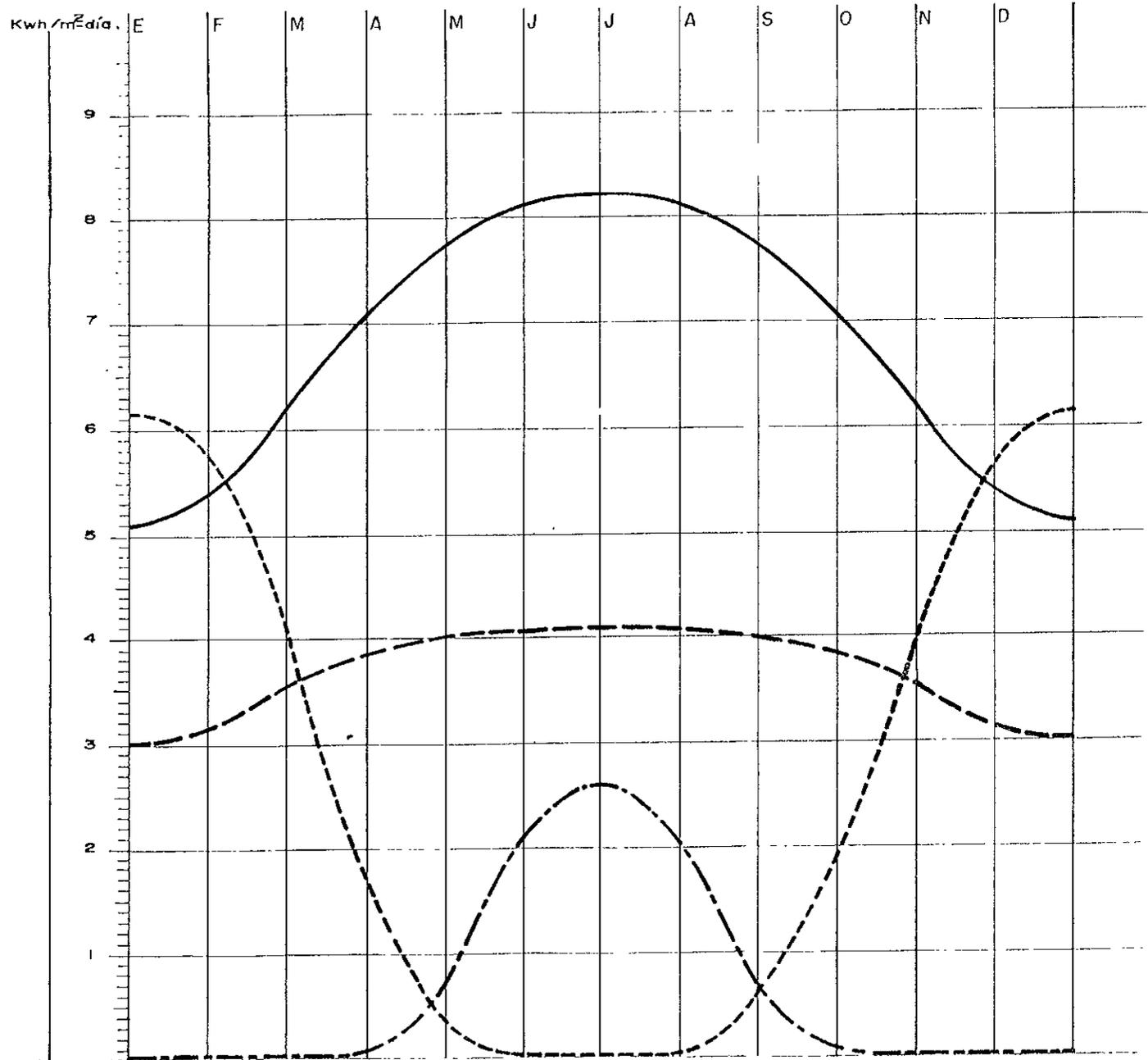
Fig. 28



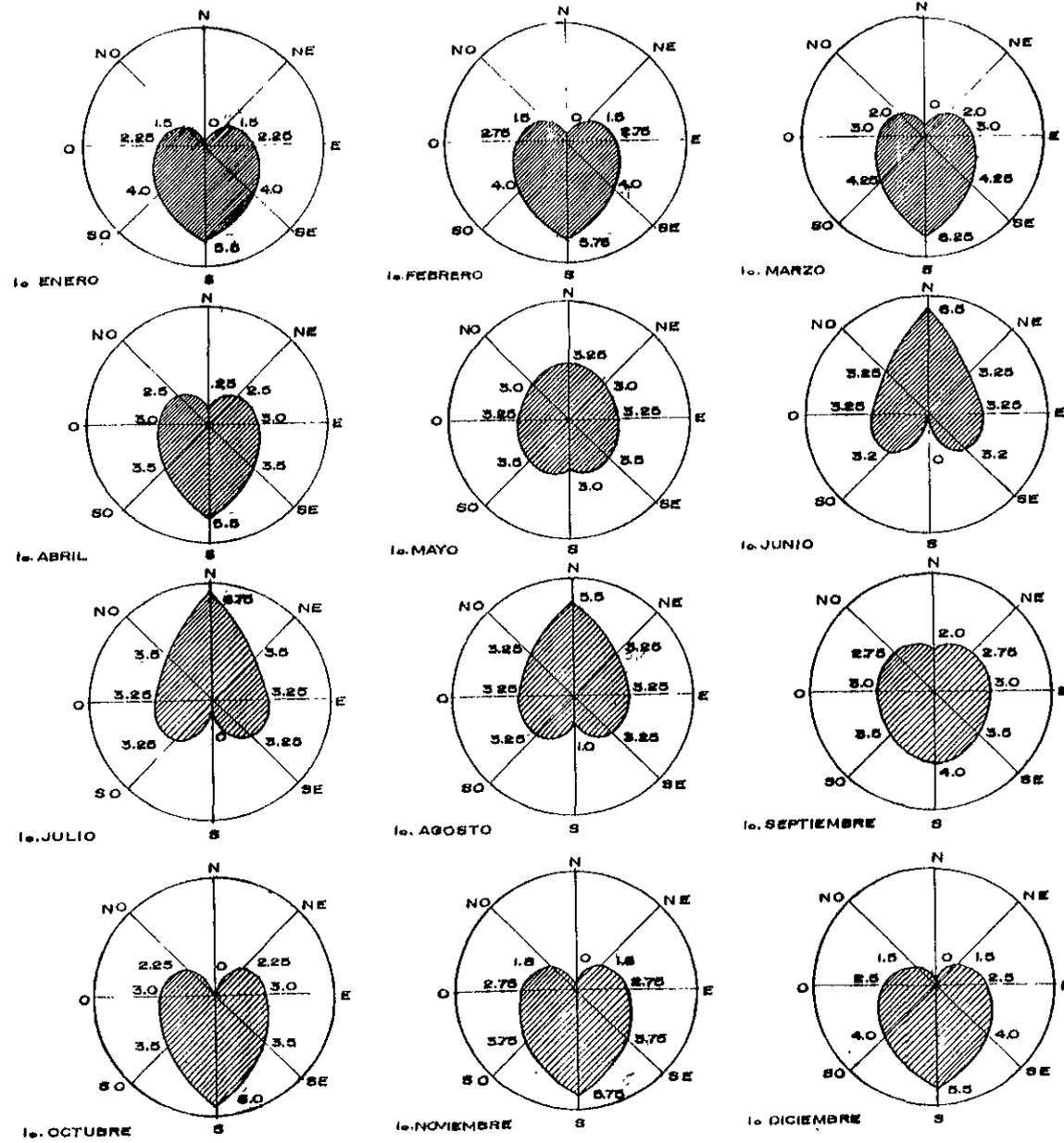
ASOLEAMIENTOS
(Kwh / m²-día)

- SUPERFICIE HORIZONTAL
- - - FACHADA SUR
- - - FACHADA NORTE
- - - FACHADAS: ORIENTE MAS PONIENTE (EN DIAS DESPEJADOS)

EN: Kwh / m²-DIA



S O L E A M I E N T O

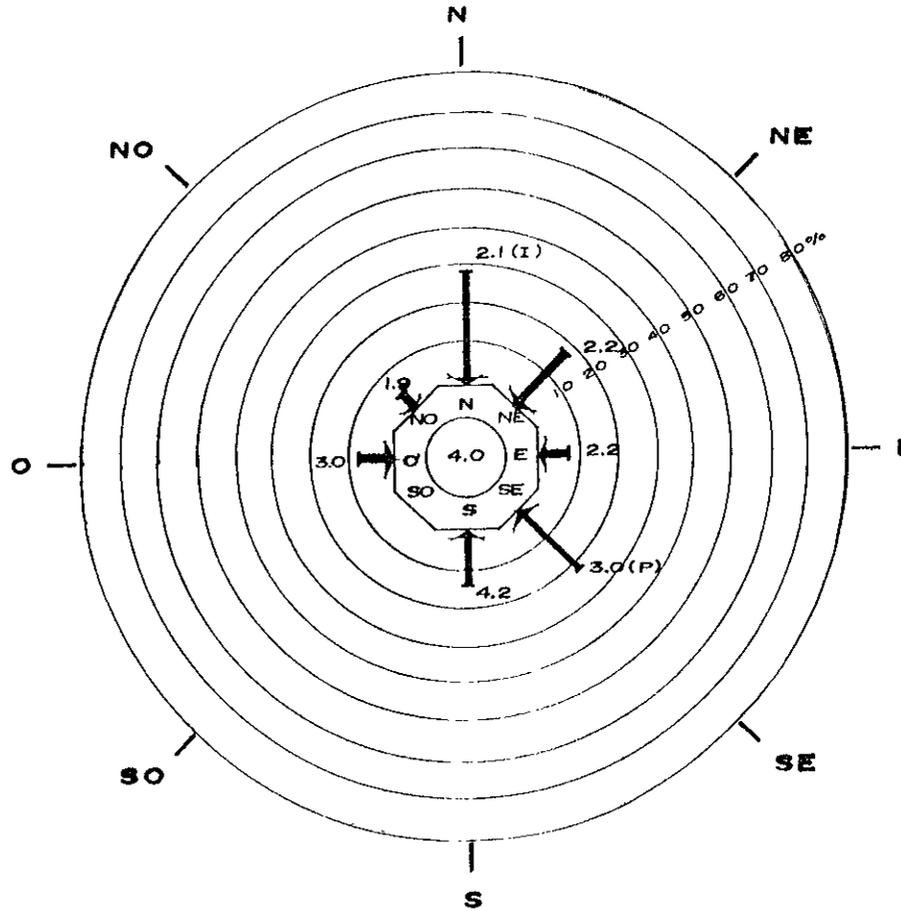


EN horas/día

C A R D I O I D E S

Fig. 29b.

SEGUN LA ESTACION METEOROLOGICA
DE LA CD. DE TOLUCA

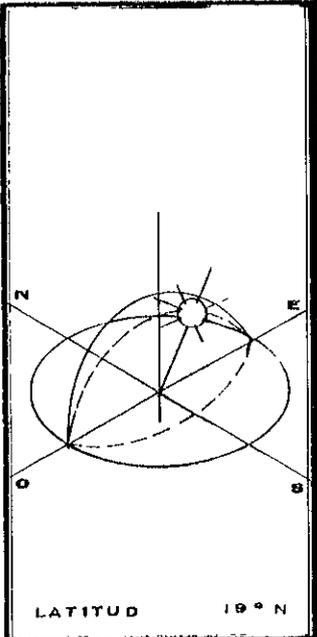


- LA LONGITUD DE LAS BARRAS INDICA LA FRECUENCIA CON QUE SOPLAN LOS VIENTOS DURANTE EL AÑO, EN ESA DIRECCION (%)
- EL NUMERO DENTRO DEL CIRCULO INDICA EL % DE CALMAS EN EL AÑO
- EL POLIGONO INDICA LAS ORIENTACIONES
- EL NUMERO EN EL EXTREMO DE LAS BARRAS SEÑALA LA INTENSIDAD MEDIA EN m/seg.
- SE GRAFICARON UNICAMENTE FRECUENCIAS SUPERIORES AL 5%
- ENTRE PARENTESIS SE ABREVIALA EPOCA DEL AÑO DE LAS DIRECCIONES PREDOMINANTES

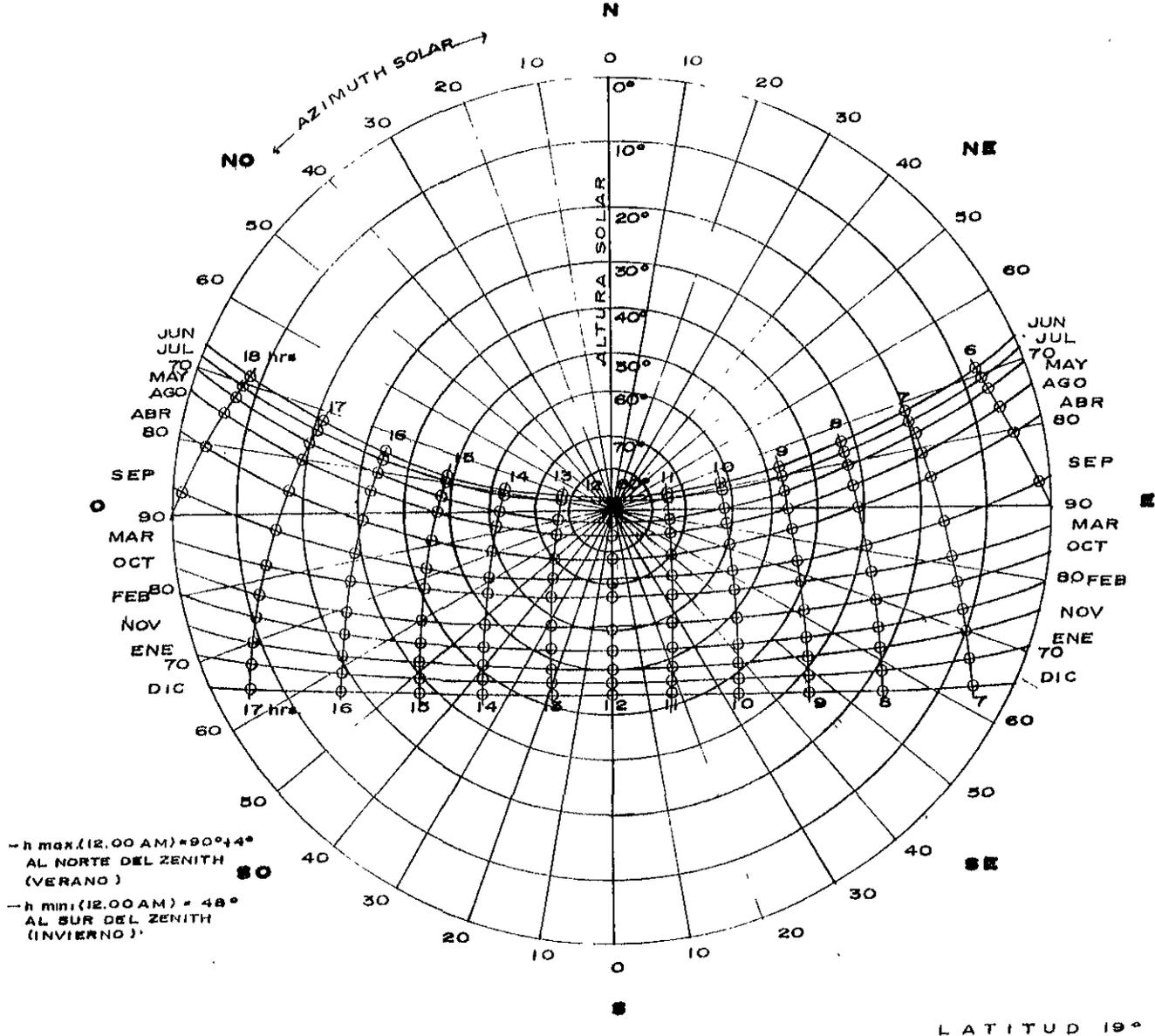
VIENTOS

GRAFICA SOLAR

PROYECCION EN PLANTA DE LAS TRAYECTORIAS SOLARES



- EL CIRCULO EXTERIOR INDICA EL HORIZONTE DEL OBSERVADOR QUIEN ESTA SITUADO EN EL CENTRO DE LA GRAFICA
- LOS PUNTOS INDICAN LA POSICION DEL SOL CADA HORA (TIEMPO SOLAR)
- h : ALTURA SOLAR : LEASE RADIALMENTE DE AFUERA HACIA ADENTRO
- α : AZIMUTH SOLAR : LEASE PERIMETRALMENTE DE NORTE A SUR O SUR A NORTE SEGUN SECTOR



GRAFICA SOLAR EQUIDISTANTE

Fig. 31

contraposición en el mes de Diciembre, el amanecer es a las 6h. 30' y el ocaso es a las 17h. 30', como se puede apreciar en la Gráfica Solar correspondiente. (Ver Fig. 31.)

2.8 - ISOTERMAS.

Las Isotermas son los datos mensuales y horarios sobre las medias horarias de temperatura²⁶, agrupadas en rangos de 3 °C cada una. Los datos obtenidos se unen por medio de líneas, mismas que dan como resultado líneas de igual temperatura, que nos llevan a la determinación de zonas de igual temperatura durante el año y durante las 24 horas. Estos datos se dan en °C, horas y meses. (Ver Fig. 32a.)

Estas zonas nos permiten al agruparlas gráficamente, tener una visión más exacta del comportamiento térmico del lugar para, apoyándose en la temperatura de Termopreferendum de los habitantes de Toluca, determinar las posibles zonas de confort durante el año. Como puede observarse en la gráfica correspondiente, tenemos realmente pocas zonas de confort ya que la temperatura que los habitantes de Toluca prefieren es de 21.5 °C como ya se analizó anteriormente.

(Ver Fig. 32b.)

2.9.- ISOHIGRAS.

Las Isohigras son los datos mensuales y horarios sobre las medias horarias de humedad relativa, agrupadas en rangos de 10% cada una. Los datos así obtenidos se unen por medio de líneas, mismas que dan como resultado líneas de igual humedad relativa, las cuales nos llevan a la determinación de zonas de igual humedad relativa durante el año y las 24 horas.

Estos datos se proporcionan en porcentaje, horas y meses. (Ver Fig.33a.)

Si se considera que la zona de confort se encuentra preferentemente cuando la H.R. es del 50 %, las zonas determinadas por las Isohigras muestran que la Ciudad de Toluca es húmeda la mayor parte del año, lo que no permite que se establezca el confort debido a la combinación de ésta con la temperatura. Esto genera que se tenga una sensación de frío húmedo que es muy molesto. (Ver Fig. 32b.)

2.10.-VEGETACIÓN..

Es una valiosa información el contar con los datos sobre el tipo de vegetación del sitio a estudiar. Aún cuando no se presenta en forma gráfica, debe tomarse muy en cuenta, ya que ésta tiene un efecto moderador en el clima, principalmente en la temperatura del aire, la humedad relativa y el efecto que produce sobre el viento y la radiación solar. Es por ello que deben considerarse las características mínimas siguientes:

- tipo de vegetación
- tipo de follaje
- diámetro del follaje
- características especiales
- resistencia a las características adversas del clima y del suelo
- adaptabilidad
- altura del follaje
- tiempo de crecimiento y otras características de tipo estético como color, aspecto etc.

Básicamente en la Ciudad de Toluca tenemos vegetación propia de las zonas altas en la República Mexicana,

²⁶ Es decir, la temperatura media que se tiene hora por hora durante el día

consistentes en árboles de follaje perenne, de forma columnar u obcónica como la casuarina, pino, y en general coníferas. También encontramos especies caducifolias como el sauce llorón.

B.- CARACTERÍSTICAS DE CLIMA ESTACIONAL.

Una vez interpretados todos los datos climáticos del lugar y al prestar atención especial a los máximos y mínimos, mes por mes durante todo el año, como ya se indicó, saltarán a la vista las características específicas que tienen lugar durante períodos que abarcan tres ó más meses y que coincidirán con diferentes temporadas que no necesariamente corresponden a las cuatro estaciones en que se divide el año. De esta manera se determinó que para la Ciudad de Toluca existirán tres temporadas específicas a tomar en cuenta para el diseño:

- Temporada templada (marzo, abril, mayo, octubre). (Ver Fig. 34a.)
- Temporada húmeda (junio, julio, agosto, septiembre). (Ver Fig. 34b.)
- Temporada fría (enero, febrero, noviembre, diciembre). (Ver Fig. 34c.).

En ellas se detallan las características especiales durante el día y la noche.

Como ya se apuntó, para cada sitio en especial, el análisis e interpretación de los datos climáticos específicos del lugar determinarán dos, tres o cuatro temporadas o estaciones.

Una vez determinadas las estaciones o temporadas del lugar, y sus características, se procede a encontrar los llamados REQUERIMIENTOS DE CLIMATIZACIÓN para el clima en estudio.

SOLUCIONES TECNOLÓGICAS.

Las soluciones tecnológicas son precisamente las estrategias de diseño, como ya se dijo con anterioridad, que resultan del análisis e interpretación de los dos pasos anteriores:

- Datos climáticos y
- Características de Clima Estacional.

A partir de este análisis se determinan dichas estrategias, a fin de que la envolvente arquitectónica funcione en forma balanceada, y deberá ser analizada a través de métodos de cálculo que se aplicarán durante el proceso de diseño.

C.- REQUERIMIENTOS DE CLIMATIZACIÓN.

A partir de los datos horarios, mes por mes, de la temperatura (las isotermas) y de la humedad relativa (las isohigras), se definen los requerimientos de climatización específicos del lugar, que nos permitirán determinar las estrategias de diseño.

Dichos requerimientos se determinan a través de las Cartas Bioclimáticas de Olgyay y de Givoni

Sobre el Diagrama o Carta bioclimática para interiores y exteriores, se localizan la temperatura de Termopreferéndum, que para la Ciudad de Toluca es de 21.5°C, localizándola en una Humedad Relativa del 50%, así como los datos horarios de temperatura y de humedad relativa, mes por mes, identificándolos con números que correspondan a los 12 meses y con símbolos diferentes para el día y la noche a fin de localizar las condiciones específicas y los requerimientos necesarios, los cuales pueden ser:

- soleamiento directo.

	DIC	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1.0 AM	5	3	5	6	8	10	11	11	10	10	8	5	5	8
2.0 AM	4	2	4	5	7	9	10	10	10	10	8	5	4	7
3.0 AM	3	1	4	5	6	8	10	10	9	9	7	4	3	6
4.0 AM	3	0	3	4	6	7	9	9	9	9	7	4	3	6
5.0 AM	2	0	3	3	5	7	9	9	9	9	6	3	2	5
6.0 AM	1	0	3	2	4	6	9	9	8	8	5	3	1	5
7.0 AM	3	2	4	5	7	9	10	10	10	10	7	5	3	7
8.0 AM	6	3	6	8	10	11	12	12	11	11	9	7	6	9
9.0 AM	7	6	8	11	12	14	13	13	12	12	11	9	7	11
10.0 AM	11	11	11	14	16	17	15	15	14	16	14	13	11	14
11.0 AM	14	13	14	17	18	19	16	16	16	16	16	15	14	16
12.0 PM	15	15	15	19	20	21	17	18	18	17	17	16	15	17
13.0 PM	17	16	16	20	21	22	18	18	18	18	19	18	17	18
14.0 PM	17	17	17	21	21	22	19	18	19	18	19	19	17	19
15.0 PM	17	17	17	21	21	22	19	19	19	18	19	18	17	19
16.0 PM	17	17	16	21	20	20	18	18	17	17	18	17	17	18
17.0 PM	16	16	16	19	19	19	17	17	16	16	17	16	16	17
18.0 PM	14	15	15	18	18	18	16	16	16	15	16	15	14	16
19.0 PM	12	12	12	15	16	16	15	14	14	14	14	12	12	14
20.0 PM	10	11	11	13	14	15	14	14	13	13	12	11	10	13
21.0 PM	9	9	9	12	13	14	13	13	12	12	11	9	9	11
22.0 PM	7	6	8	10	13	13	12	12	12	11	10	8	7	10
23.0 PM	6	5	7	9	10	11	12	11	11	11	9	7	6	9
24.0 PM	5	4	6	8	9	11	11	11	11	10	8	6	5	8
1.0 AM	5	3	5	6	8	10	11	11	10	10	8	5	5	8
PROMEDIO MENSUAL	9	8	10	12	13	14	14	13	13	13	12	10	9	12

LAS MEDIAS HORARIAS DE TEMPERATURA HAN SIDO AGRUPADAS ENTRE LOS RANGOS DE :

- 0-3 °C 12-15 °C
- 3-6 °C 15-18 °C
- 6-9 °C 18-21 °C
- 9-12 °C 21-24 °C

EN °C

I S O T E R M A S

Fig. 32a.

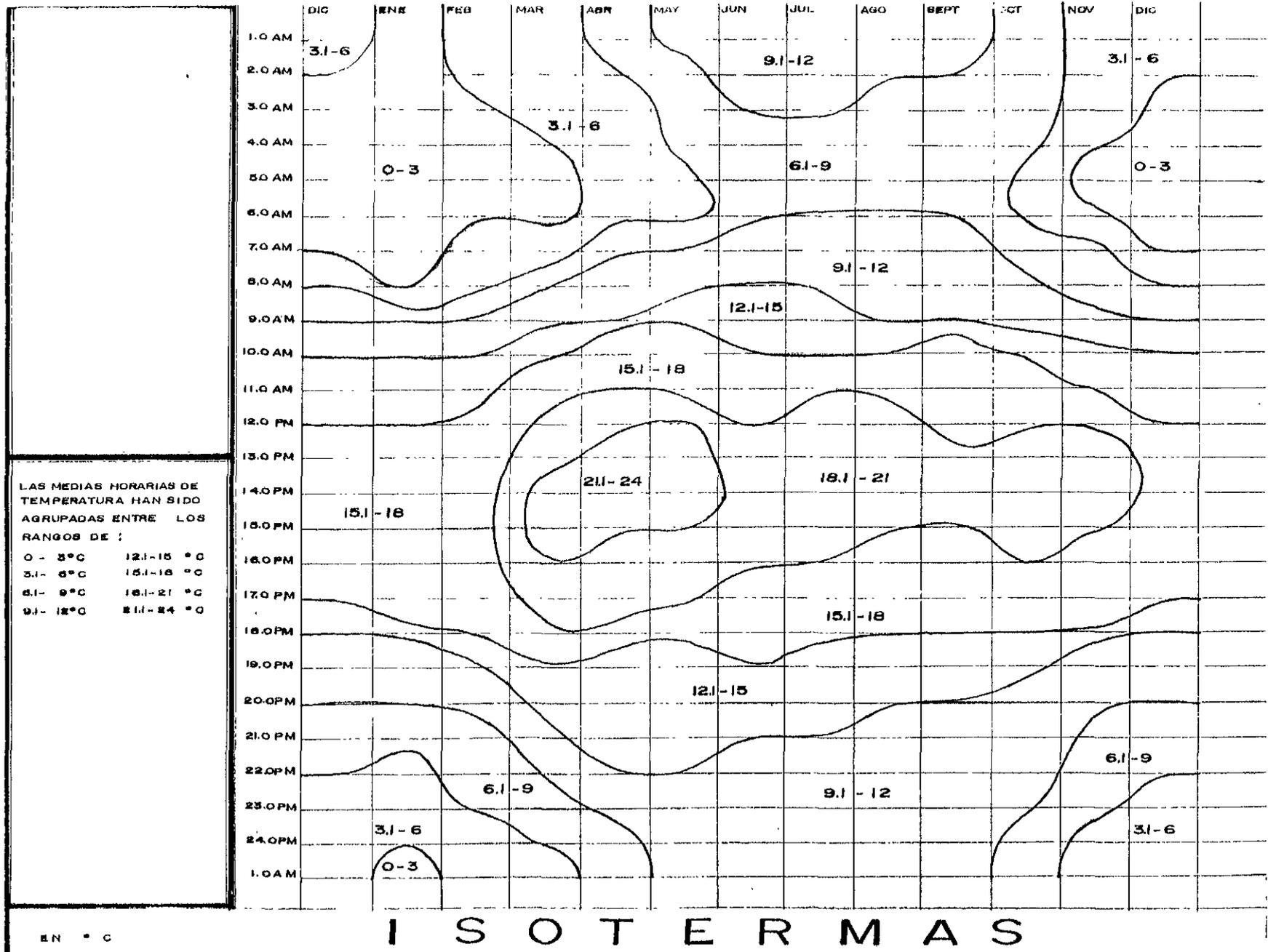


Fig. 32b.

GUÍA PARA DISEÑO ARQUITECTONICO BIOCLIMÁTICO

	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR.	MAY	JUN	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT	NOV.	DIC.	ANUAL
1.0 AM	76	72	63	61	62	69	81	83	82	83	81	78	76	74
2.0 AM	77	73	64	62	62	70	82	83	82	83	81	79	77	75
3.0 AM	77	74	64	63	63	70	82	84	83	84	82	79	77	75
4.0 AM	78	75	65	63	63	71	83	84	83	84	82	80	78	76
5.0 AM	79	75	65	64	64	71	83	84	83	84	83	81	79	76
6.0 AM	80	77	66	65	65	72	84	85	84	85	84	82	80	77
7.0 AM	78	75	65	63	64	71	83	84	83	84	83	80	78	76
8.0 AM	71	67	60	57	58	67	78	80	79	81	77	73	71	71
9.0 AM	62	57	53	49	51	61	72	75	74	76	70	64	62	64
10.0 AM	53	47	47	41	44	56	66	70	69	72	63	55	53	57
11.0 AM	47	40	42	36	39	52	62	67	68	68	58	49	47	52
12.0 PM	43	36	40	32	36	50	60	65	64	67	55	45	43	49
13.0 PM	43	35	39	32	36	49	59	64	63	66	55	45	43	49
14.0 PM	44	37	40	33	37	50	60	65	64	67	56	46	44	50
15.0 PM	47	40	42	35	39	52	62	66	65	68	58	49	47	52
16.0 PM	50	44	45	39	42	54	64	68	67	70	61	52	50	55
17.0 PM	54	48	47	42	45	56	67	71	70	72	64	56	54	58
18.0 PM	58	53	50	46	48	59	69	73	72	74	67	60	58	61
19.0 PM	62	57	53	49	51	61	72	75	74	76	70	64	62	64
20.0 PM	65	61	55	52	53	63	74	77	76	78	72	67	65	66
21.0 PM	68	64	57	54	56	65	76	78	77	79	75	70	68	68
22.0 PM	71	66	59	57	58	66	78	80	79	80	77	73	71	70
23.0 PM	73	69	61	58	59	67	79	81	80	81	78	75	73	72
24.0 PM	74	71	62	60	60	68	80	82	81	82	79	76	74	73
1.0 AM PROMEDIO MENSUAL	76	72	63	61	62	69	81	83	82	83	81	78	76	74
	64	59	54	51	52	62	73	76	75	77	71	66	64	65

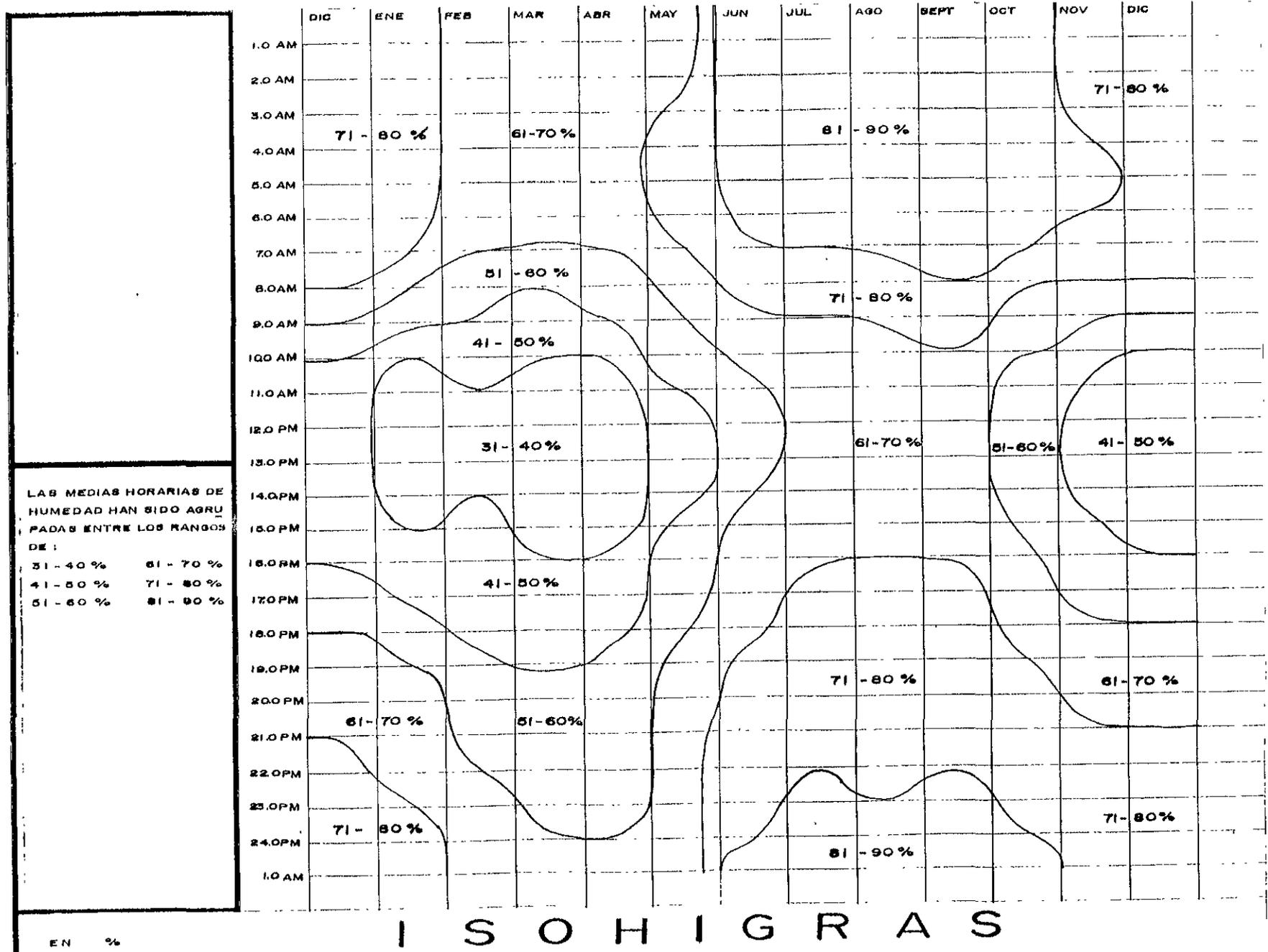
LAS MEDIAS HORARIAS DE HUMEDAD HAN SIDO AGRUPADAS ENTRE LOS RANGOS DE:

31 - 40 %	61 - 70 %
41 - 50 %	71 - 80 %
51 - 60 %	81 - 90 %

EN %

I S O T H E R M A S

Fig. 33a.



LAS MEDIAS HORARIAS DE HUMEDAD HAN SIDO AGRUPADAS ENTRE LOS RANGOS DE :

31 - 40 %	61 - 70 %
41 - 50 %	71 - 80 %
51 - 60 %	81 - 90 %

Fig. 33b.

CARACTERÍSTICAS DEL CLIMA ESTACIONAL

TEMPORADA TEMPLADA
(MARZO-ABRIL-MAYO-OCTUBRE)

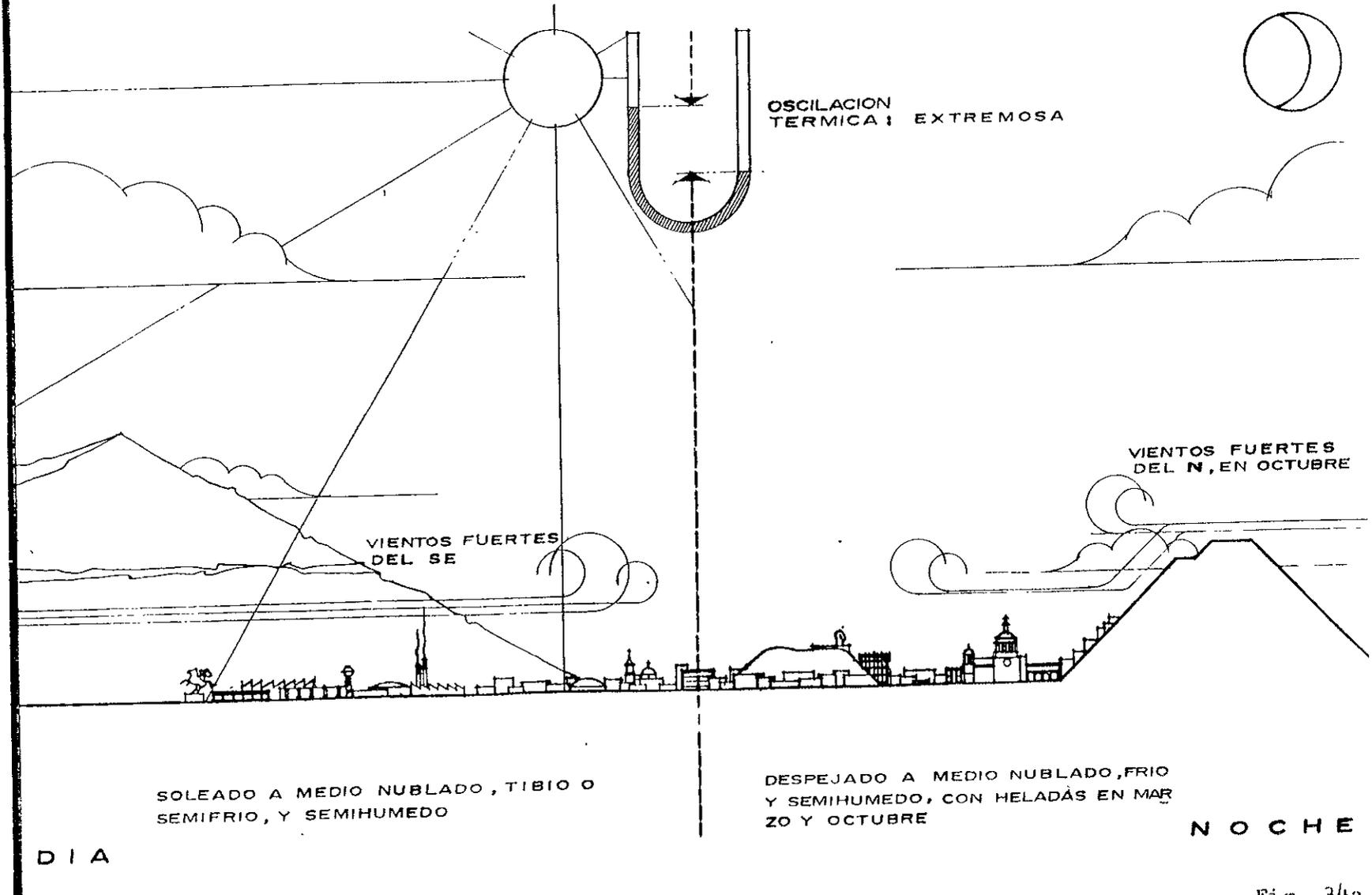


Fig. 34a.

TEMPORADA HUMEDA
(JUNIO - JULIO - AGOSTO - SEPTIEMBRE)

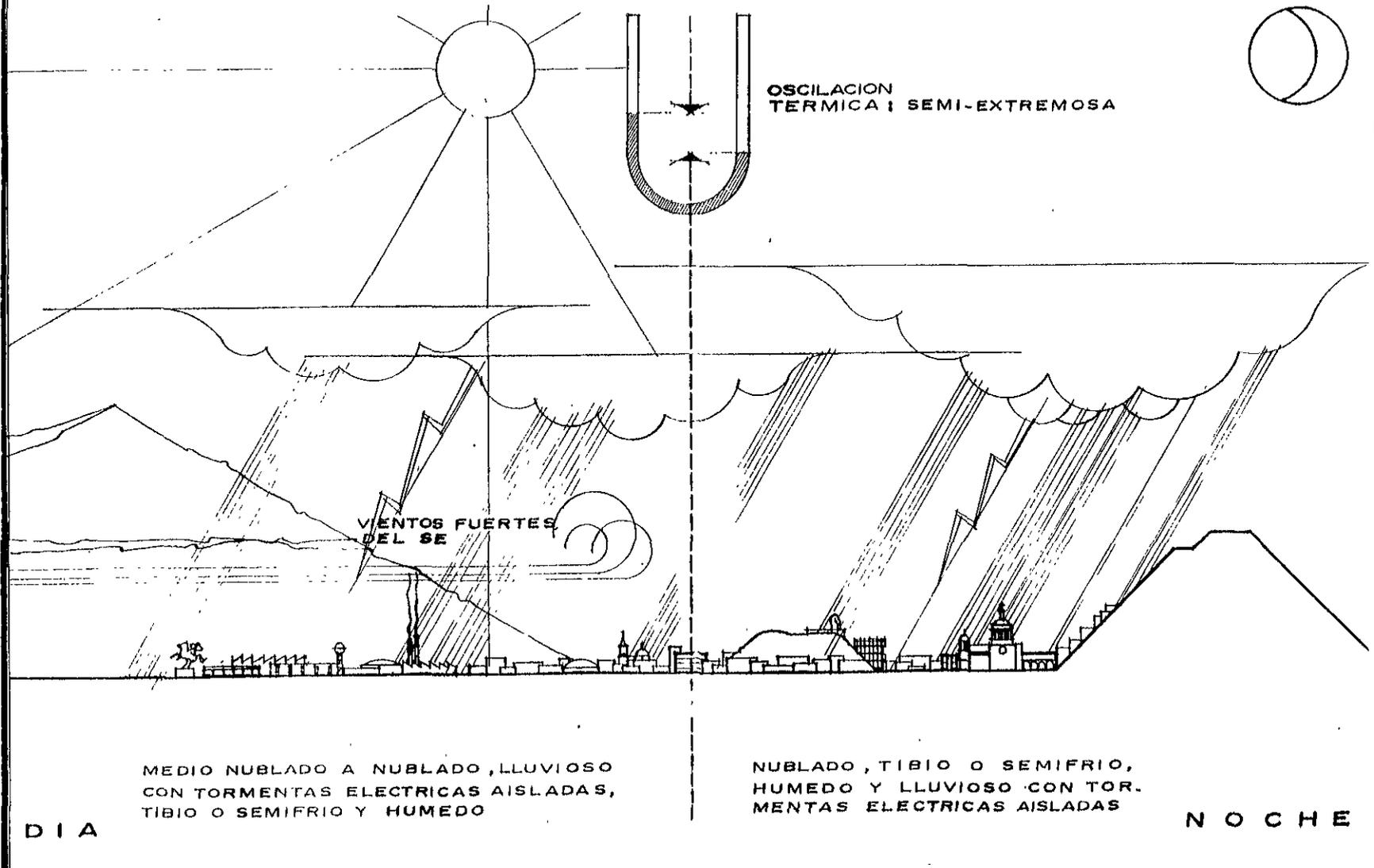


Fig. 34b.

TEMPORADA FRIA
(ENERO-FEBRERO-NOVIEMBRE-DICIEMBRE)

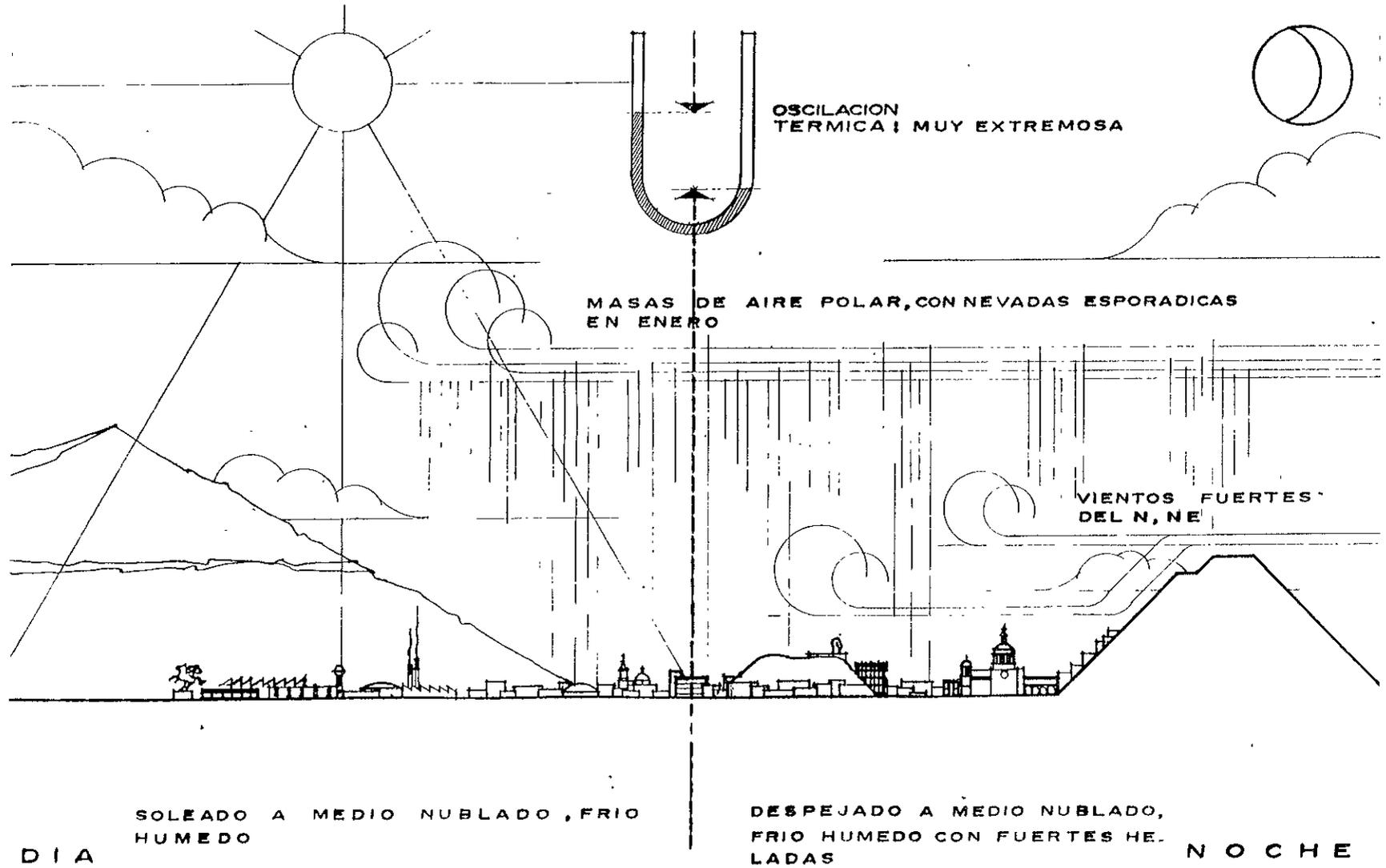


Fig. 34c.

- almacenamiento térmico (re-radiación nocturna de los materiales)
- envolvente arquitectónica
- calefacción solar pasiva y/o activa
- zona de confort

(Ver Fig. 35 y 36).

Con estos datos se podrá escoger y adaptar la estrategia de diseño adecuada. Los requerimientos se tabulan y grafican en forma mensual y horaria para poder tener una visión gráfica anual de dichas estrategias.

Como se puede ver los datos vertidos en las Cartas irán correspondiendo a alguna de las estrategias antes citadas, y son éstas las que nos proporcionan específicamente las acciones a emprender. (Ver Fig. 37^a. Y 37^b.)

1.1.0 GRÁFICA SOLAR Y REQUERIMIENTOS DE CLIMATIZACIÓN.

Los requerimientos de climatización obtenidos se vacían también sobre las trayectorias solares semestrales (gráfica solar). Esto nos permitirá visualizar en una forma más concreta y gráfica la diferente problemática y requerimientos desde el amanecer hasta el anochecer, para que en el momento de escoger y diseñar las estrategias a seguir, se pueda determinar la dirección de los rayos solares para captarlos, bloquearlos, etc. y poder, por tanto, diseñar las aberturas, parteluces, alturas, área de captación, orientación, tipo de configuración, materiales apropiados, etc. De tal manera que podamos establecer los Requerimientos de Climatización, pero en este caso por cada una de las estaciones ó temporadas del lugar. (Ver Fig. 38a. y 38b.).

1.2.0.-REQUERIMIENTOS DE CLIMATIZACIÓN ESTACIONAL.

Una vez obtenidos los Requerimientos de Climatización, se analizan uno a uno con respecto a los datos climáticos y se determinan estacionalmente las estrategias de diseño a seguir, tanto para el día como para la noche. Así obtendremos los objetivos fundamentales en cada estación del año de acuerdo a sus características específicas. En el caso de la Ciudad de Toluca de Lerdo, como ya se había determinado, tenemos tres temporadas al año:

- Temporada templada. (marzo-abril-mayo-octubre)
- Temporada húmeda. (junio-julio-agosto-septiembre)
- Temporada fría. (enero-febrero-noviembre-diciembre)

1.2.1.-TEMPORADA TEMPLADA.

Se determinó que en la Ciudad de Toluca se tiene una temporada templada durante los meses de marzo, abril, mayo y octubre en donde la temperatura media es del orden de 15 °C y la humedad relativa media es del orden del 55% con una oscilación térmica extremosa entre el día y la noche del orden de 15 °C. Vientos fuertes del SE durante el día y vientos fuertes del N durante la noche en el mes de octubre. En esta época está de soleado a medio nublado, tibio o semifrío durante el día y despejado a medio nublado, frío y con heladas en marzo y octubre durante la noche. Tanto en el día como en la noche es semihúmedo.

Conocer y aplicar los datos obtenidos de los Requerimientos de Climatización nos permitirán desarrollar acciones para mantener la temperatura de confort durante el día y la noche, siendo los objetivos a conseguir:

- 1.-Propiciar la ganancia solar directa por ventanas y tragaluces e indirecta por estructura.
- 2.-Amortiguar en el interior las diferencias térmicas entre el día y la noche.
- 3.-Propiciar el efecto invernadero.
- 4.-Evitar el enfriamiento radiactivo estructural nocturno.
- 5.-Reducir ventilación nocturna.
- 6.-Protección contra viento dominante del N y NE en octubre - diciembre

Todo lo cual nos permitirá tener un almacenamiento estructural de calor, que se disipará hacia el interior por la noche, ya que la ganancia de calor por soleamiento directo sobre materiales capacitivos nos propiciará el almacenamiento de calor necesario para la estabilización térmica interior, que junto con un invernadero adosado a la fachada Sur, creará una temperatura interior más confortable. Es también importante propiciar la orientación E-O del eje más largo de la vivienda, para captar la mayor parte de las horas de sol, tanto para ganancia estructural como para colectores solares.

La superficie de los materiales exteriores deberá tener una textura rugosa, de manera que evite en lo posible el enfriamiento radiactivo estructural nocturno por transmisión superficial hacia el exterior. (Ver Fig. 39.).

1.2.2-TEMPORADA HÚMEDA.

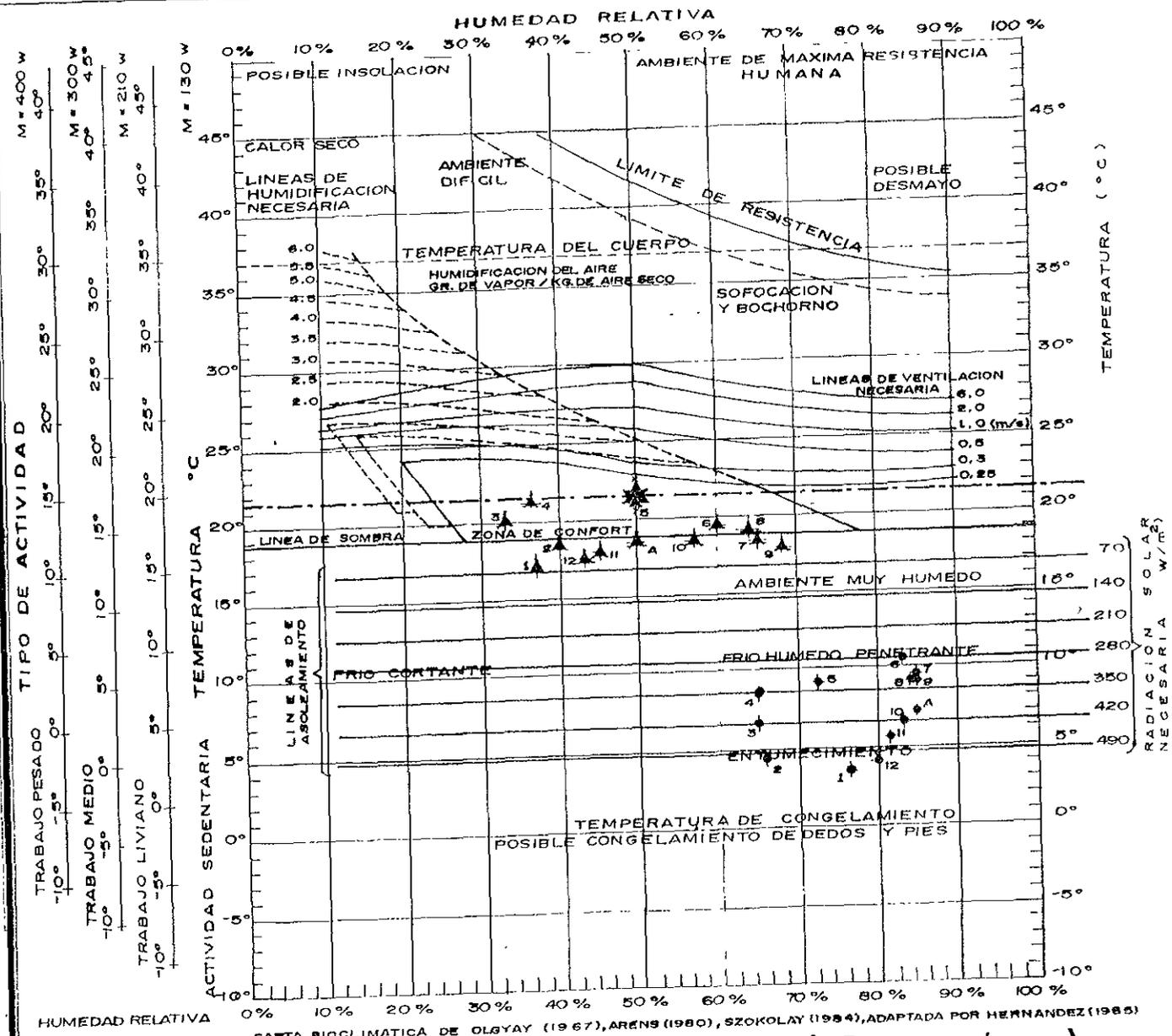
Basándose en el estudio de los datos climáticos se determinó que también en la Ciudad de Toluca hay una temporada húmeda, que abarca los meses de junio, julio, agosto y septiembre. En esta temporada la temperatura media es del orden de 14 °C y la humedad relativa media es del 73%. con una oscilación térmica semi-extremosa entre el día y la noche del orden de 10 °C. También en esta temporada se tienen

vientos fuertes del SE durante el día. El día es medio nublado a nublado lluvioso con tormentas eléctricas aisladas, tibio o semifrío y húmedo. Durante la noche está nublado, tibio o semifrío, húmedo y lluvioso con tormentas eléctricas aisladas. Así, los objetivos fundamentales para ayudar a mantener una temperatura de confort son:

- 1.-Propiciar y regular la ganancia solar directa por ventanas y tragaluces e indirecta por estructura.
- 2.-Amortiguar en el interior las diferencias térmicas entre el día y la noche.
- 3.-Propiciar el efecto invernadero.
- 4.-Evitar el enfriamiento radiactivo estructural nocturno.
- 5.-Evitar ventilación diurna y propiciar ventilación a medio día.
- 6.-Evitar humidificación interior y exterior de la estructura.
- 7.-Captación de aguas pluviales.

Alcanzando estos objetivos tendremos un almacenamiento estructural de calor, el que se disipará durante la noche hacia el interior. Este calor es el captado en forma directa por ventanas y por la estructura o envolvente a través de materiales capacitivos, lo que nos permitirá tener una estabilización térmica interior.

La pendiente de la techumbre debe permitir el adecuado desagüe ó bombeo del agua pluvial, aparte de permitirnos desviar los vientos dominantes. La recolección y almacenamiento de aguas pluviales para reuso es posible y adecuado, ya que el régimen pluvial en la ciudad es alto (promedio de 750 mm. anuales). El uso adecuado de rodapiés y materiales impermeabilizantes no propiciará el enfriamiento evaporativo nocturno debido a la humedad. En cuanto al agua



CARTA BIOCLIMATICA DE OLSBAY (1967), ARÉNS (1980), SZOKOLAY (1984), ADAPTADA POR HERNANDEZ (1985)

BIOCLIMA (Exterior)

Fig. 35

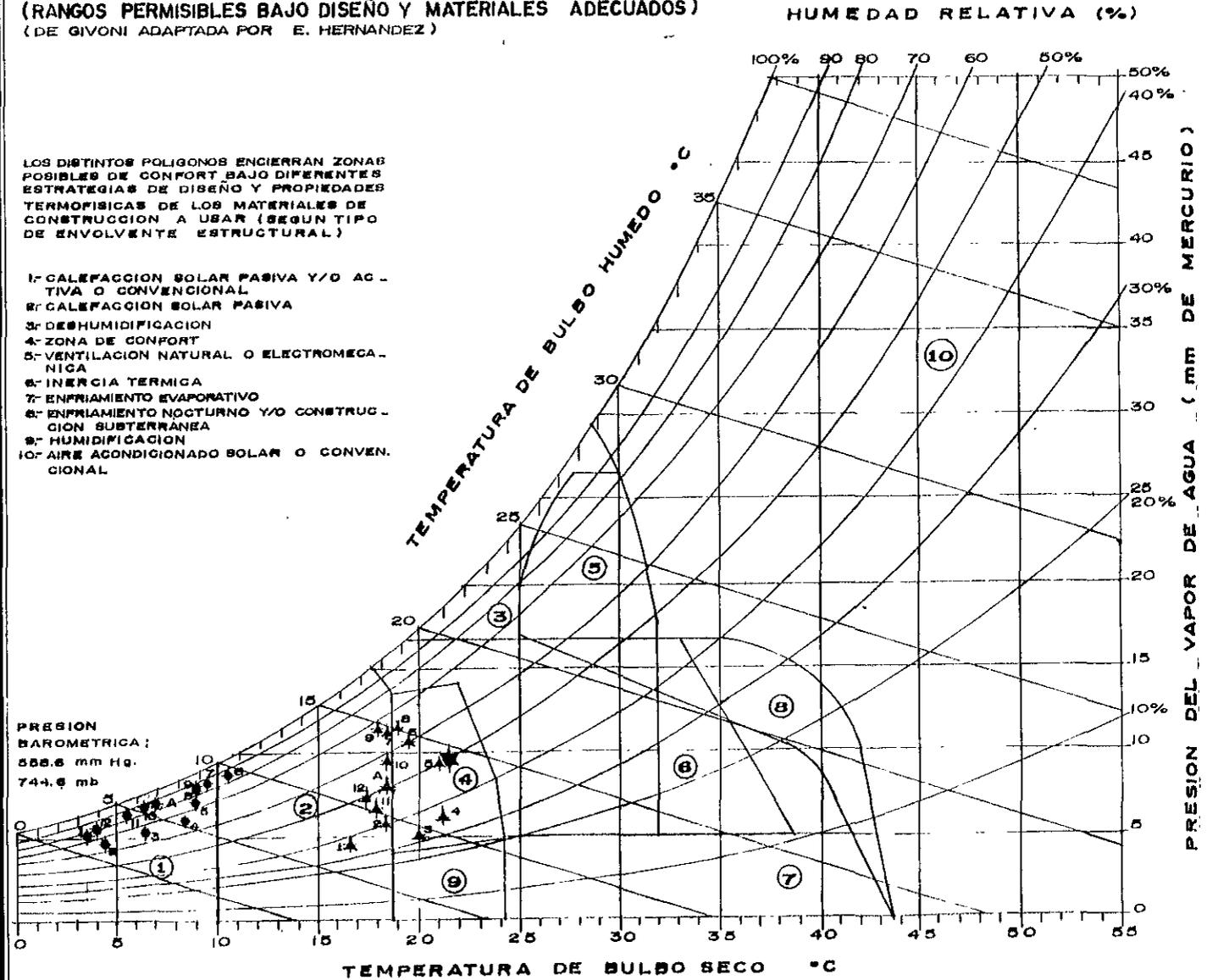


DIAGRAMA DE CONTROL BIOCLIMATICO EN EDIFICACIONES
 (RANGOS PERMISIBLES BAJO DISEÑO Y MATERIALES ADECUADOS)
 (DE GIVONI ADAPTADA POR E. HERNANDEZ)

LOS DISTINTOS POLIGONOS ENCIERRAN ZONAS POSIBLES DE CONFORT BAJO DIFERENTES ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y PROPIEDADES TERMOFISICAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION A USAR (SEGUN TIPO DE ENVOLVENTE ESTRUCTURAL)

- 1- CALEFACCION SOLAR PASIVA Y/O ACTIVA O CONVENCIONAL
- 2- CALEFACCION SOLAR PASIVA
- 3- DEHUMIDIFICACION
- 4- ZONA DE CONFORT
- 5- VENTILACION NATURAL O ELECTROMECANICA
- 6- INERCIA TERMICA
- 7- ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO
- 8- ENFRIAMIENTO NOCTURNO Y/O CONSTRUCCION SUBTERRANEA
- 9- HUMIDIFICACION
- 10- AIRE ACONDICIONADO SOLAR O CONVENCIONAL

PRESION BAROMETRICA:
 568.6 mm Hg.
 744.6 mb



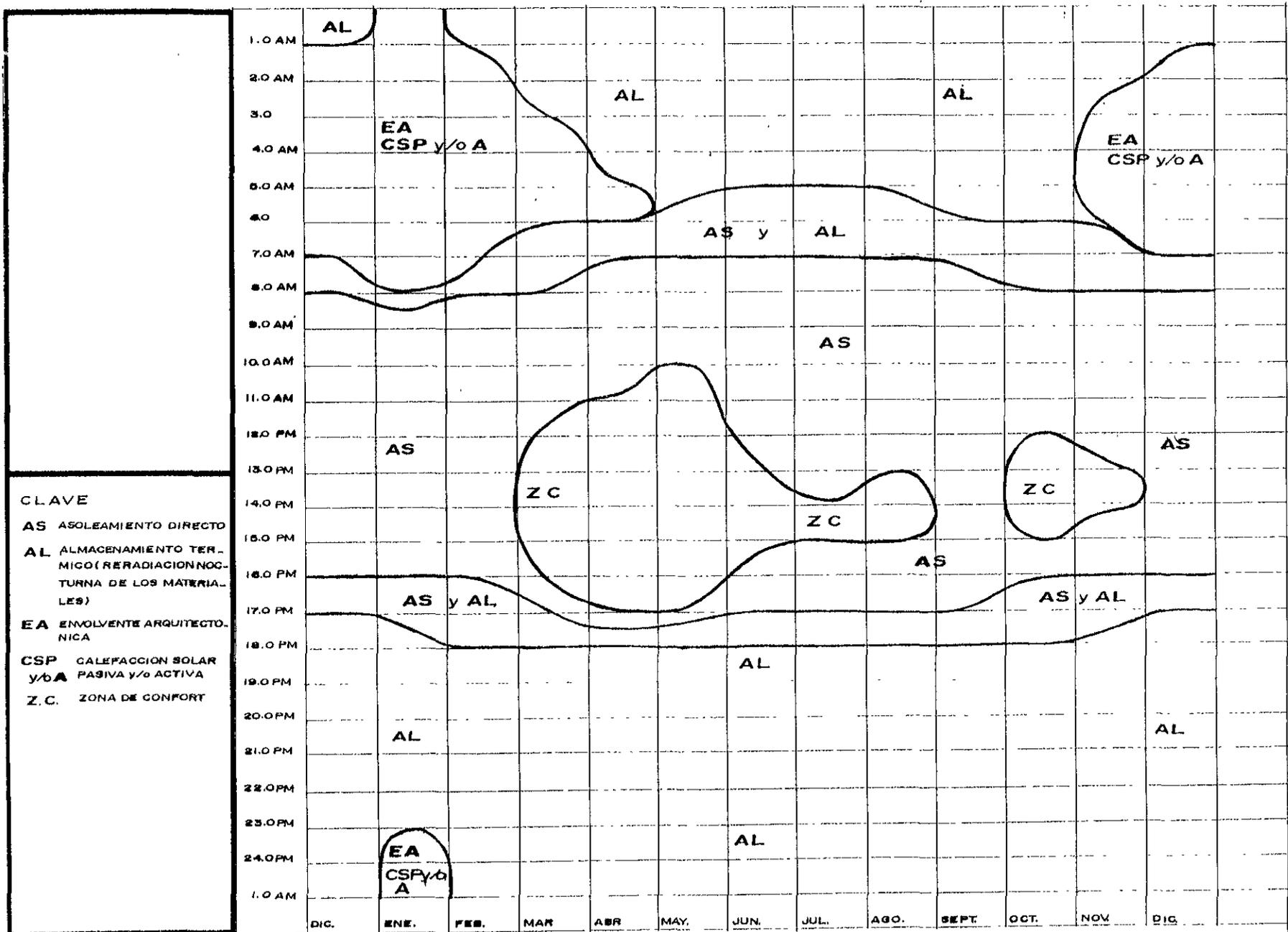
BIOCLIMA (Interior)

Fig. 36

	DIC AL 480w/m ² EA	ENE EA CSPy/bA	FEB AL 480w/m ² EA	MAR AL 430w/m ² AL	ABR AL 360w/m ² AL	MAY AL 290w/m ² AL	JUN AL 270w/m ² AL	JUL AL 270w/m ² AL	AGO AL 280w/m ² AL	SEPT AL 290w/m ² AL	OCT AL 360w/m ² AL	NOV AL 490w/m ² AL	DIC AL 480w/m ² EA	ANUAL 360w/m ²
1.0 AM	EA	CSPy/bA	CSPy/bA	AL	AL	EA	EA	410w/m						
2.0 AM	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	AL	AL	EA	EA	430w/m						
3.0 AM	EA	CSPy/bA	CSPy/bA	AL	AL	EA	EA	430w/m						
4.0 AM	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	430w/m
5.0 AM	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	490w/m
6.0 AM	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	CSPy/bA	410w/m
7.0 AM	EA	EA	EA	AL y AS	AL y AS	AL y AS	AL y AS	410w/m						
8.0 AM	AS y AL	EA	EA	AS y AL	AS y AL	AL y AS	AL y AS	330w/m						
9.0 AM	430w/m	CSPy/bA	430w/m	360w/m	290w/m	270w/m	220w/m	220w/m	270w/m	270w/m	330w/m	410w/m	430w/m	330w/m
10.0 AM	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	
11.0 AM	410w/m	430w/m	360w/m	270w/m	220w/m	150w/m	200w/m	200w/m	220w/m	220w/m	270w/m	330w/m	410w/m	270w/m
12.0 PM	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	
13.0 PM	270w/m	270w/m	270w/m	150w/m	90w/m	65w/m	130w/m	130w/m	150w/m	90w/m	150w/m	200w/m	270w/m	150w/m
14.0 PM	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	
15.0 PM	150w/m	200w/m	150w/m	65w/m	30w/m	Z. C.	90w/m	90w/m	90w/m	90w/m	90w/m	130w/m	150w/m	90w/m
16.0 PM	AS	AS	AS	Z. C.	Z. C.	Z. C.	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	
17.0 PM	130w/m	130w/m	130w/m	Z. C.	Z. C.	Z. C.	65w/m	30w/m	30w/m	65w/m	65w/m	90w/m	130w/m	65w/m
18.0 PM	AS	AS	AS	Z. C.	Z. C.	Z. C.	AS	AS	AS	AS	AS	AS	AS	
19.0 PM	65w/m	90w/m	90w/m	Z. C.	Z. C.	Z. C.	30w/m	30w/m	30w/m	30w/m	Z. C.	30w/m	65w/m	30w/m
20.0 PM	AS	AS	AS	Z. C.	Z. C.	Z. C.	Z. C.							
21.0 PM	65w/m	65w/m	65w/m	Z. C.	Z. C.	Z. C.	Z. C.							
22.0 PM	AS	AS	AS	Z. C.	Z. C.	Z. C.	Z. C.							
23.0 PM	65w/m	65w/m	65w/m	Z. C.	Z. C.	Z. C.	Z. C.							
24.0 PM	65w/m	65w/m	90w/m	Z. C.	Z. C.	Z. C.	30w/m	30w/m	65w/m	65w/m	30w/m	65w/m	65w/m	30w/m
1.0 AM	AL y AS	AL y AS	AL y AS	Z. C.	Z. C.	Z. C.	AS	AS	AS	AS	AS y AL	AS y AL	AL y AS	30w/m
2.0 AM	90w/m	90w/m	90w/m	Z. C.	Z. C.	Z. C.	65w/m	65w/m	90w/m	90w/m	65w/m	90w/m	90w/m	65w/m
3.0 AM	AL	AL	AL y AS	AL y AS	AS y AL	AL y AS	AL y AS	AL						
4.0 AM	150w/m	130w/m	130w/m	30w/m	30w/m	30w/m	90w/m	90w/m	90w/m	130w/m	90w/m	130w/m	150w/m	90w/m
5.0 AM	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	
6.0 AM	220w/m	220w/m	220w/m	130w/m	90w/m	90w/m	130w/m	150w/m	150w/m	150w/m	150w/m	220w/m	220w/m	150w/m
7.0 AM	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	
8.0 AM	290w/m	270w/m	270w/m	200w/m	150w/m	130w/m	150w/m	150w/m	200w/m	200w/m	220w/m	270w/m	290w/m	200w/m
9.0 AM	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	
10.0 AM	330w/m	330w/m	330w/m	220w/m	200w/m	150w/m	200w/m	200w/m	220w/m	220w/m	270w/m	330w/m	330w/m	270w/m
11.0 AM	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	
12.0 PM	410w/m	430w/m	360w/m	290w/m	200w/m	200w/m	220w/m	220w/m	220w/m	270w/m	290w/m	360w/m	410w/m	290w/m
13.0 PM	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	AL	
14.0 PM	430w/m	490w/m	410w/m	330w/m	290w/m	270w/m	220w/m	270w/m	270w/m	270w/m	330w/m	410w/m	430w/m	330w/m
15.0 PM	AL	EA	AL	AL	AL	AL								
16.0 PM	490w/m	CSPy/bA	430w/m	360w/m	330w/m	270w/m	270w/m	270w/m	270w/m	290w/m	360w/m	430w/m	490w/m	360w/m
17.0 PM	AL	EA	AL	AL	AL	AL								
18.0 PM	490w/m	CSPy/bA	490w/m	430w/m	360w/m	290w/m	270w/m	270w/m	290w/m	290w/m	360w/m	490w/m	490w/m	360w/m
PROMEDIO MENSUAL	330w/m	360w/m	290w/m	220w/m	200w/m	150w/m	150w/m	200w/m	200w/m	200w/m	220w/m	290w/m	330w/m	220w/m

CLAVE
 AS ASOLEAMIENTO DIRECTO
 AL ALMACENAMIENTO TÈRMICO (RERADIACION NOCTURNA DE LOS MATERIALES)
 EA ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA
 CSP CALEFACCION SOLAR PASIVA y/o ACTIVA
 Z. C ZONA DE CONFORT

REQUERIMIENTOS DE CLIMATIZACION



REQUERIMIENTOS DE CLIMATIZACION

GRAFICA SOLAR

PROYECCION EN PLANTA DE LAS
TRAYECTORIAS SOLARES

LATITUD 19° N

- EL CIRCULO EXTERIOR INDICA EL HORIZONTE DEL OBSERVADOR QUIEN ESTA SITUADO EN EL CENTRO DE LA GRAFICA

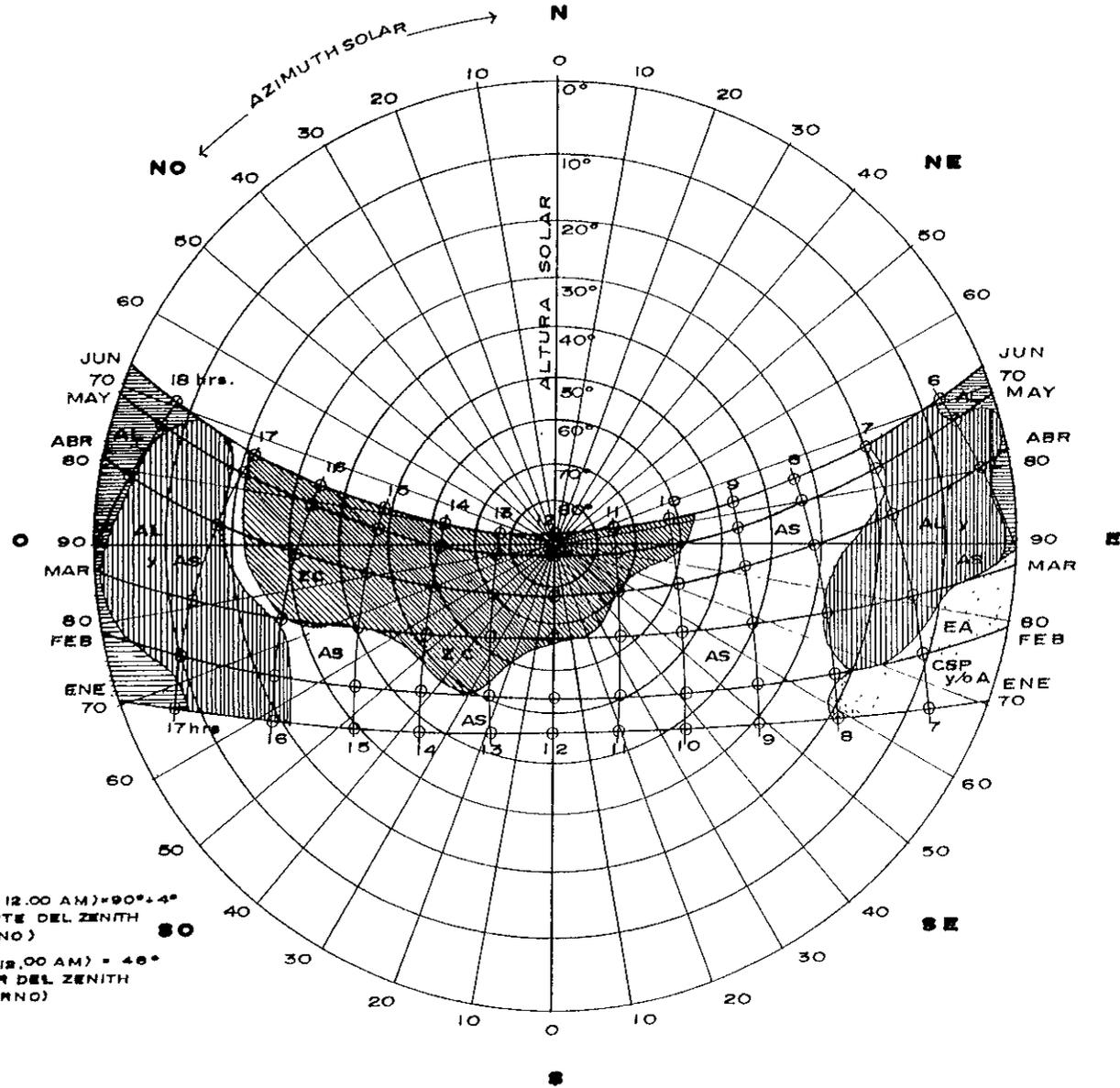
- LOS PUNTOS INDICAN LA POSICION DEL SOL CADA HORA (TIEMPO SOLAR)

- * h : ALTURA SOLAR : LEASE RADIALMENTE DE AFUERA HACIA ADETRAS

- * a : AZIMUTH SOLAR : LEASE PERIMETRALMENTE DE NORTE A SUR O SUR A NORTE SEGUN SECTOR

- h max. (12.00 AM) = $90^\circ - 19^\circ$
AL NORTE DEL ZENITH
(VERANO)

- h min. (12.00 AM) = 49°
AL SUR DEL ZENITH
(INVIERNO)



LATITUD 19° N

GRAFICA SOLAR

PROYECCION EN PLANTA DE LAS
TRAYECTORIAS SOLARES

LATITUD 19° N

- EL CIRCULO EXTERIOR INDICA EL HORIZONTE DEL OBSERVADOR QUIEN ESTA SITUADO EN EL CENTRO DE LA GRAFICA

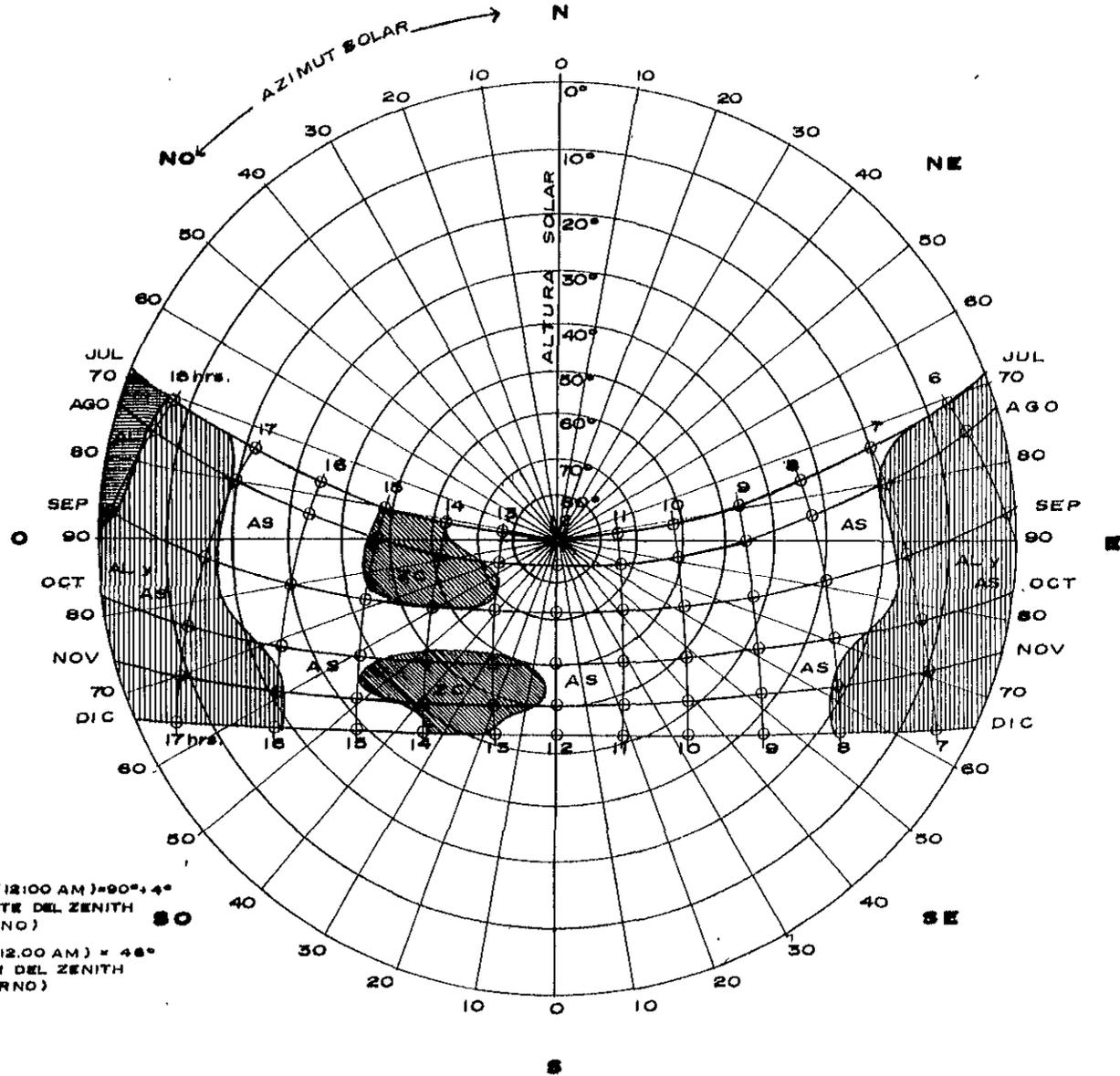
- LOS PUNTOS INDICAN LA POSICION DEL SOL CADA HORA (TIEMPO SOLAR)

- Δ h: ALTURA SOLAR; LEASE RADIALMENTE DE AFUERA HACIA ADENTRO

- Δ a: AZIMUTH SOLAR; LEASE PERIMETRALMENTE DE NORTE A SUR O SUR A NORTE SEGUN SECTOR

- h max. (12:00 AM) = $90^\circ - 19^\circ$
AL NORTE DEL ZENITH (VERANO)

- h min. (12:00 AM) = 48°
AL SUR DEL ZENITH (INVIERNO)



LATITUD 19° N

pluvial, ésta se captará a través de canalones y se llevará a cisternas de almacenamiento para su reuso. (Ver Fig 40.).

1.2.3.- TEMPORADA FRÍA.

Los datos climáticos, como se ha ido analizando, nos dan como resultado la determinación de una temporada fría para la Ciudad de Toluca, que comprende los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre. Dicha temporada, se caracteriza porque la temperatura media es del orden de 10°C, la humedad relativa media es del orden del 60%. En esta temporada, la oscilación térmica es muy alta, es decir muy extremosa (del orden de 20 °C o más entre el día y la noche). En esta temporada, los vientos dominantes son del N, NE, los cuales traen masas de aire polar que ocasionan un descenso de temperatura muy marcado y violento, llegando a alcanzar temperaturas mínimas extremas de -10 °C en los meses de diciembre y enero.

Durante el día es soleado a medio nublado, frío húmedo. Durante la noche se tienen condiciones de despejado a medio nublado, frío húmedo y fuertes vientos dominantes del N, NE y se presentan fuertes heladas. Se tienen así mismo nevadas esporádicas, provocadas por las masas de aire polar, durante el mes de enero. Así, los objetivos fundamentales para controlar y mantener la temperatura de confort son.

- 1.-Propiciar la máxima ganancia solar directa por ventanas y tragaluces e indirecta por la estructura o envolvente arquitectónica.
- 2.-Amortiguar en el interior las diferencias térmicas entre el día y la noche.
- 3.-Propiciar el efecto invernadero.
- 4 -Evitar el enfriamiento radiativo estructural nocturno.

- 5.-Reducir y evitar la ventilación diurna y nocturna.
- 6.-Protección contra vientos dominantes del N, NE.

Si estos objetivos se alcanzan, se podrá disponer de un almacenamiento estructural de calor, el cual se disipará durante la noche hacia el interior del espacio – forma. Este almacenamiento debe ser, en su mayor parte por la estructura del espacio, es decir la envolvente arquitectónica, la cual debe ser capaz de tener ese almacenamiento a través de materiales capacitivos, color, textura, espesor, etc.

Los vanos de ventanas deben poder ser utilizados, durante las horas de mayor soleamiento y condiciones de cielo despejado, para conseguir la mayor captación directa de calor por soleamiento, lo cual nos conduce a un análisis de su ubicación, tamaño y orientación.. (Ver Fig. 41.).

Conociendo lo que son y significan los Sistemas Pasivos de Climatización Ambiental (SPCA) se puede proponer entonces una GUIA para analizar las estrategias de diseño que para un determinado clima se recomienden. A esta GUIA se le denominará:

Condicionantes Bioclimáticas Para Diseño Arquitectónico y Urbano.²⁷

²⁷ Según método propuesto por el Dr. Everardo Hernández Hernández División de Estudios de Posgrado. Fac. de Arq. UNAM.

CAPITULO III.

PROPUESTA.

En esta etapa, es precisamente donde vamos a realizar la parte correspondiente al quehacer arquitectónico propiamente dicho. Es en ella donde vamos a diseñar todos y cada uno de los elementos que componen la envolvente arquitectónica.

El tomar en cuenta todas las condicionantes que afectan al diseño, no necesariamente implica que el resultado sea antiestético, ni que se convierta en algo fuera de lo común, sobre todo si mejoramos, aprovechamos o modificamos los elementos y sistemas constructivos tradicionales del lugar, pero con el conocimiento del funcionamiento térmico de los materiales a utilizar.

A continuación vamos a desarrollar y detallar varias posibles soluciones para cada uno de los puntos que componen las Condicionantes Bioclimáticas Para Diseño Arquitectónico y Urbano.

D.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y URBANO.

Las Condicionantes Bioclimáticas para Diseño nos permitirán establecer, previo estudio de determinación y análisis de los Requerimientos de Climatización Estacional, las estrategias para alcanzar los objetivos fundamentales por temporada, para cada elemento de composición, tanto del diseño arquitectónico como del diseño urbano. Estas son :

1.1.-Condicionantes Bioclimáticas de Diseño Urbano

1.2.-Condicionantes Bioclimáticas de Diseño Arquitectónico de la Vivienda.

Estas condicionantes nos permiten visualizar en conjunto las estrategias a seguir a nivel urbano y en la vivienda, en su conjunto, para alcanzar las mejores condiciones de confort.

1.3 a 1.7. Condicionantes Bioclimáticas para los elementos arquitectónicos de la envolvente arquitectónica: techos, muros exteriores e interiores, pisos interiores y exteriores, etc.

Estas condicionantes nos determinan las estrategias a seguir para estos elementos que son los limitantes del espacio-forma y que son los que permitirán alcanzar el confort interior.

1.8. a 1.13 Dispositivos Exteriores de Control solar: Contraventanas y postigos, cristales, tragaluces, cortinas y persianas, control a nivel urbano, en el lote y la vivienda.

Los dispositivos exteriores son aquellos que nos permiten controlar el paso y captación de la radiación solar para ayudar a alcanzar las condiciones de confort en el interior del espacio-forma.

1.14.- Condicionantes Bioclimáticas de Ventilación. En el conjunto urbano. En la vivienda.

Estas condicionantes nos permiten proponer la mejor orientación para captar, desviar o bloquear los vientos dominantes.

1.15 a 1.19.- Elementos Arquitectónicos de Climatización: Terrazas, jardines e invernaderos, cámaras de aire en plafones y muros. Sistemas pasivos en losas y muros, invernaderos.

Los elementos arquitectónicos de climatización nos permiten aumentar, amortiguar, distribuir ó acelerar el paso del calor a través de la envolvente arquitectónica.

REQUERIMIENTOS DE CLIMATIZACIÓN ESTACIONAL

TEMPORADA TEMPLADA
(MARZO - ABRIL - MAYO - OCTUBRE)

OBJETIVOS FUNDAMENTALES

- 1 PROPICIAR GANANCIA SOLAR DIRECTA POR VENTANAS Y TRAGALUÇES, E INDIRECTA POR ESTRUCTURA.
- 2 AMORTIGUAR EN EL INTERIOR LAS DIFERENCIAS TÉRMICAS ENTRE EL DÍA Y LA NOCHE
- 3 PROPICIAR EL EFECTO INVERNADERO
- 4 EVITAR EL ENFRIAMIENTO RADIATIVO ESTRUCTURAL NOCTURNO
- 5 REDUCIR VENTILACIÓN NOCTURNA
- 6 PROTECCIÓN CONTRA VIENTO DOMINANTE DEL N EN OCTUBRE

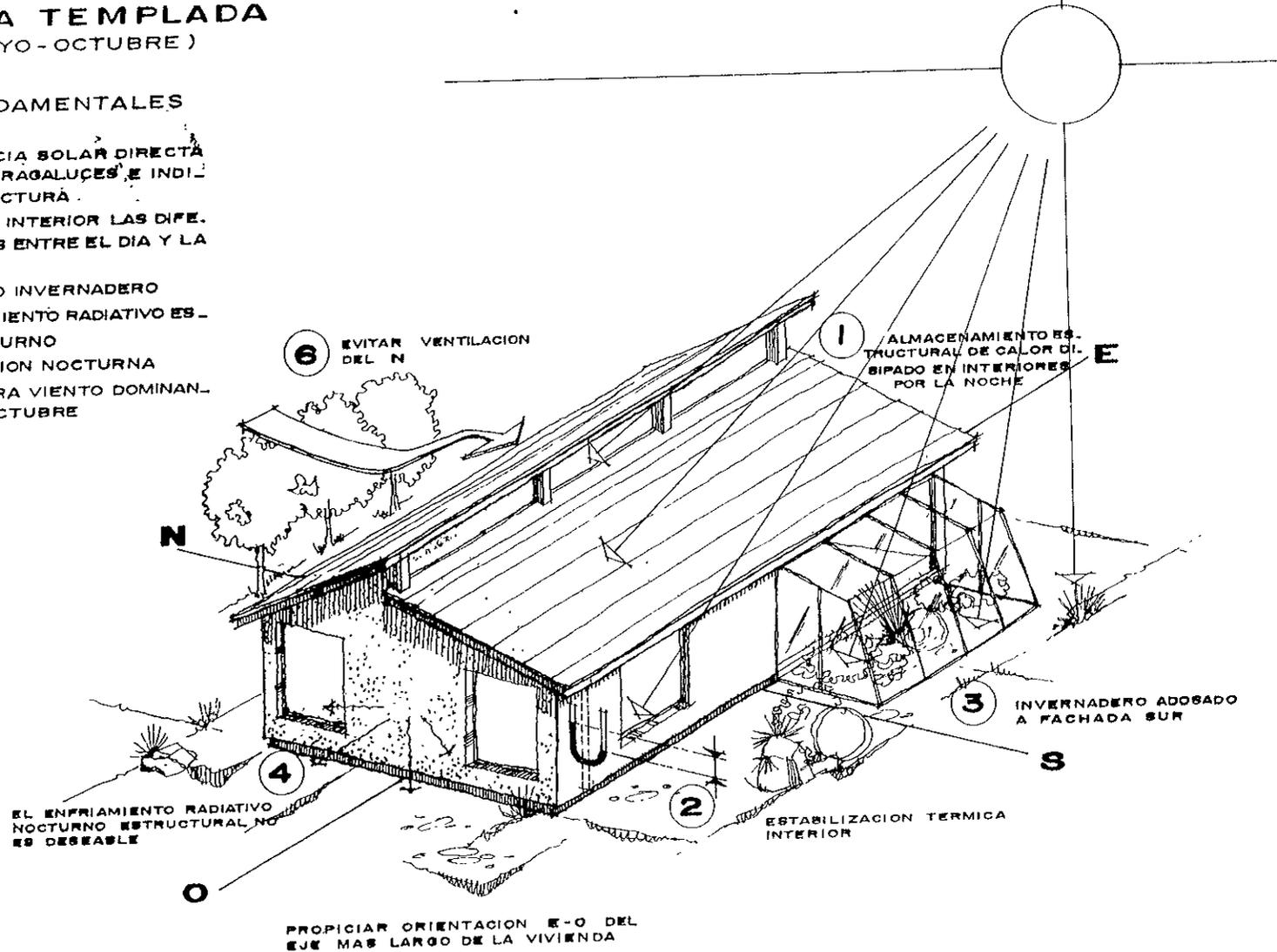


Fig. 39

TEMPORADA HUMEDA
(JUNIO-JULIO-AGOSTO-SEPTIEMBRE)

OBJETIVOS FUNDAMENTALES

- 1 PROPICIAR Y REGULAR GANANCIA SOLAR DIRECTA POR VENTANAS Y TRAGALUCES E INDIRECTA POR ESTRUCTURA
- 2 AMORTIGUAR EN EL INTERIOR LAS DIFERENCIAS TÉRMICAS ENTRE EL DÍA Y LA NOCHE
- 3 PROPICIAR EL EFECTO INVERNADERO
- 4 EVITAR EL ENFRIAMIENTO RADIATIVO ESTRUCTURAL NOCTURNO
- 5 EVITAR VENTILACIÓN DIURNA Y PROPICIAR VENTILACIÓN A MEDIO DÍA
- 6 EVITAR HUMIDIFICACIONES INTERIORES Y EXTERIORES DE LA ESTRUCTURA
- 7 CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

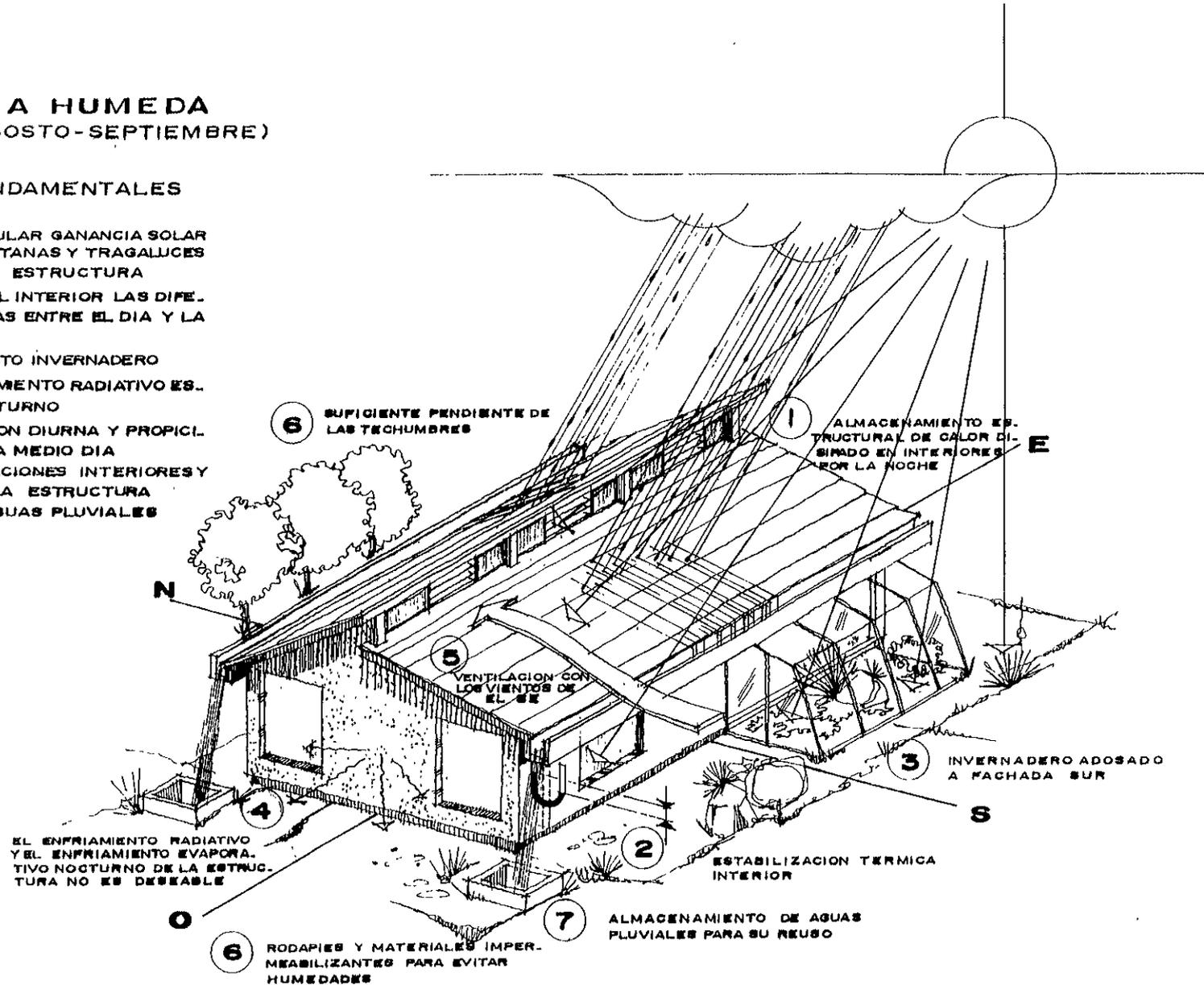


Fig. 40

TEMPORADA FRIA
(ENERO - FEBRERO - NOVIEMBRE - DICIEMBRE)

OBJETIVOS FUNDAMENTALES

- 1 PROPICIAR LA MÁXIMA GANANCIA SOLAR DIRECTA POR VENTANAS Y TRAGALUCES E INDIRECTA POR ESTRUCTURA
- 2 AMORTIGUAR EN EL INTERIOR LAS DIFERENCIAS TÉRMICAS ENTRE EL DÍA Y LA NOCHE
- 3 PROPICIAR EL EFECTO INVERNADERO
- 4 EVITAR EL ENFRIAMIENTO RADIATIVO ESTRUCTURAL NOCTURNO
- 5 REDUCIR Y EVITAR VENTILACIÓN DIURNA Y NOCTURNA
- 6 PROTECCIÓN CONTRA VIENTOS DEL N-NE

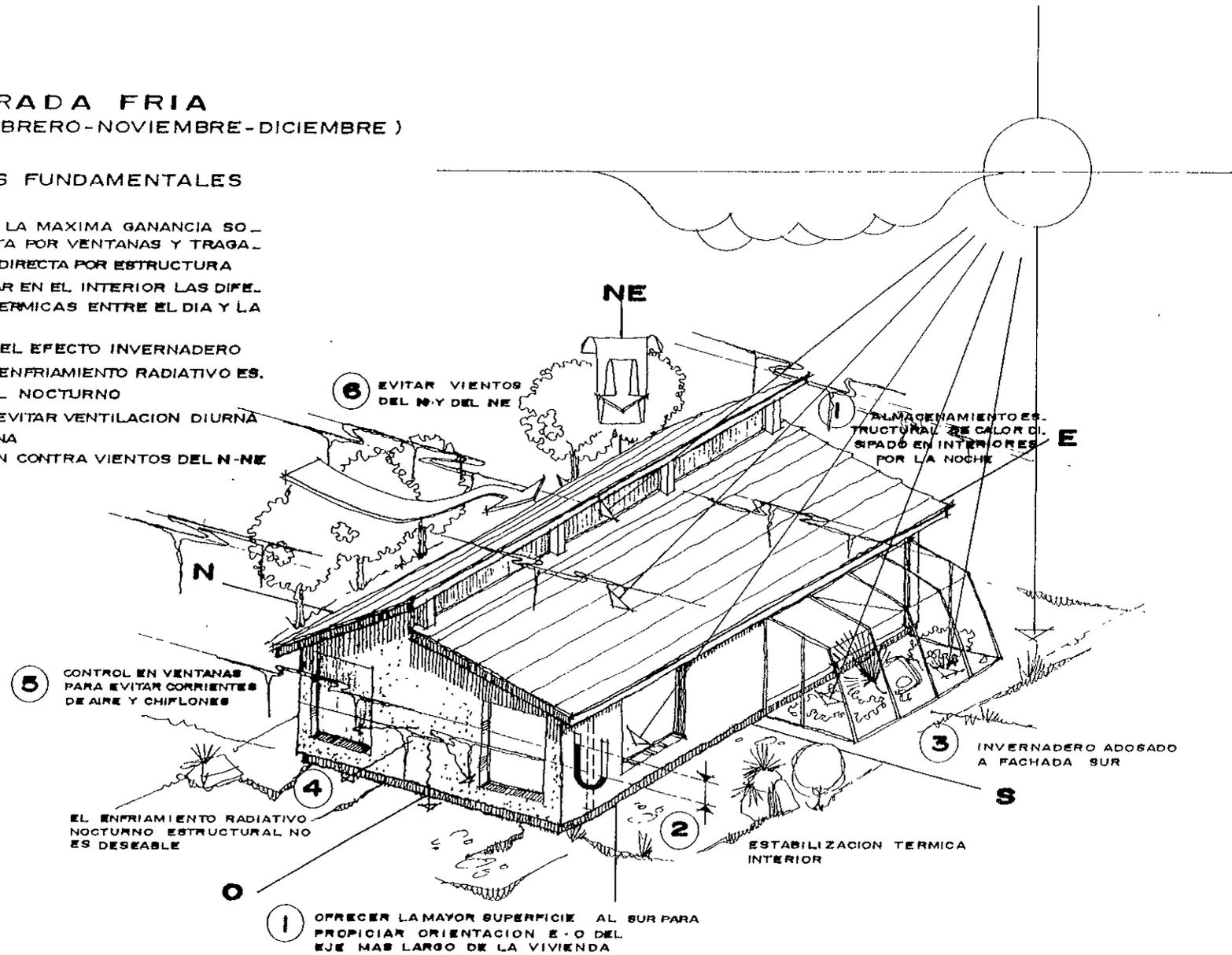


Fig. 41

1.20.-Equipamiento de Climatización Artificial de Apoyo.
Este equipamiento nos permite ayudar a alcanzar las condiciones de confort cuando los SPCA no son suficientes para lograrlo.

1.21.-Condicionantes Bioclimáticas para Ventanas.
Estas condicionantes nos permiten diseñar las estrategias a seguir en el diseño, forma, tamaño y orientación de la ventana.

1.22.-Protecciones complementarias para la vivienda.
Las protecciones complementarias nos ofrecen una serie de alternativas para casos especiales de condicionantes bioclimáticas poco comunes.

1.23.-Orientación más adecuada de los espacios de la vivienda.
Esta orientación es la propuesta final de la localización de los espacios vitales de la vivienda, de acuerdo al estudio realizado de un lugar determinado.

A continuación se analizarán individualmente cada una de ellas, aplicadas en forma específica para la Ciudad de Toluca.

1.1.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS DE DISEÑO URBANO.

En este punto se analizarán y determinarán las estrategias adecuadas para la traza, forma y orientación más favorable de las manzanas en conjunto. Para determinar estas estrategias deberá analizarse:

- a) Orientación ideal de los lotes
- c) Orientación factible o aceptable

Para llegar a una recomendación adecuada será necesario por supuesto, basarse en los requerimientos de climatización

estacional, pero sobre todo en el estudio de la gráfica solar, que nos permitirá determinar el llamado EJE TÉRMICO,²⁸ que junto con el estudio de los vientos dominantes, podrá o no coincidir con el llamado EJE EÓLICO²⁹. Dichos ejes nos determinan la orientación adecuada, así como la densidad de distribución espacial recomendable de las viviendas en conjunto.

También se determinan estrategias de diseño para lograr un Microclima propicio de conjunto.
Para el clima que estamos analizando, las estrategias propuestas son las siguientes. (Ver Fig 42.)

1.2. CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA.

Una vez determinadas las Condicionantes Bioclimáticas de Diseño Urbano, se procede a analizar y determinar las estrategias adecuadas tanto para la vivienda unitaria como para la plurifamiliar, basándose en los Requerimientos de Climatización Estacional, la Gráfica Solar y los Vientos dominantes se podrá determinar.

- a) Orientación más favorables de la vivienda en el lote.
- b) Desarrollo perimetral más recomendable de la planta de la vivienda.
- c) Desarrollo volumétrico más recomendable de la envolvente de la vivienda.
- d) Pisos de colindancias recomendables .

²⁸ Eje térmico es el eje de desarrollo del proyecto que nos permita captar más soleamiento anual en los diferentes locales.

²⁹ Eje eólico es el eje de desarrollo del proyecto que nos permite captar el mayor viento posible en los diferentes locales durante las épocas que así se requiera.

Para el clima analizado las estrategias propuestas son las siguientes: (Ver Fig. 43.)

1.3.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA TECHOS

Al determinarse los puntos anteriores se procede al análisis de cada uno de los componentes de la envolvente arquitectónica. Para poder proponer las estrategias adecuadas para techos se deberán determinar:

- a) Forma más recomendable de la techumbre.
- b) Inclinación más recomendable.
- c) Orientación más recomendable.
- d) Tipo y material térmicamente adecuado.
- e) Altura mínima deseable al techo.

Por lo que las estrategias de diseño propuestas para el clima analizado son las siguientes: (Ver Fig. 44.)

1.4.-CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA MUROS EXTERIORES.

Para determinar las estrategias adecuadas para muros exteriores habrá que considerar:

- a) Orientación del muro.
- b) Tipo y material térmicamente adecuado.
- c) Mejoramiento y análisis del comportamiento térmico de los métodos tradicionales constructivos.
- d) Contacto de los muros exteriores con sistemas constructivos perimetrales capacitivos.
- e) Proposición de sistemas constructivos NO convencionales.

Las propuestas de diseño o estrategias para este clima serían las ilustradas. (Ver Fig. 45.)

1.5.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA MUROS INTERIORES.

Es necesario para poder determinar estas condicionantes estudiar el tipo de muro interior de que se trate y su ubicación dentro del espacio - forma.

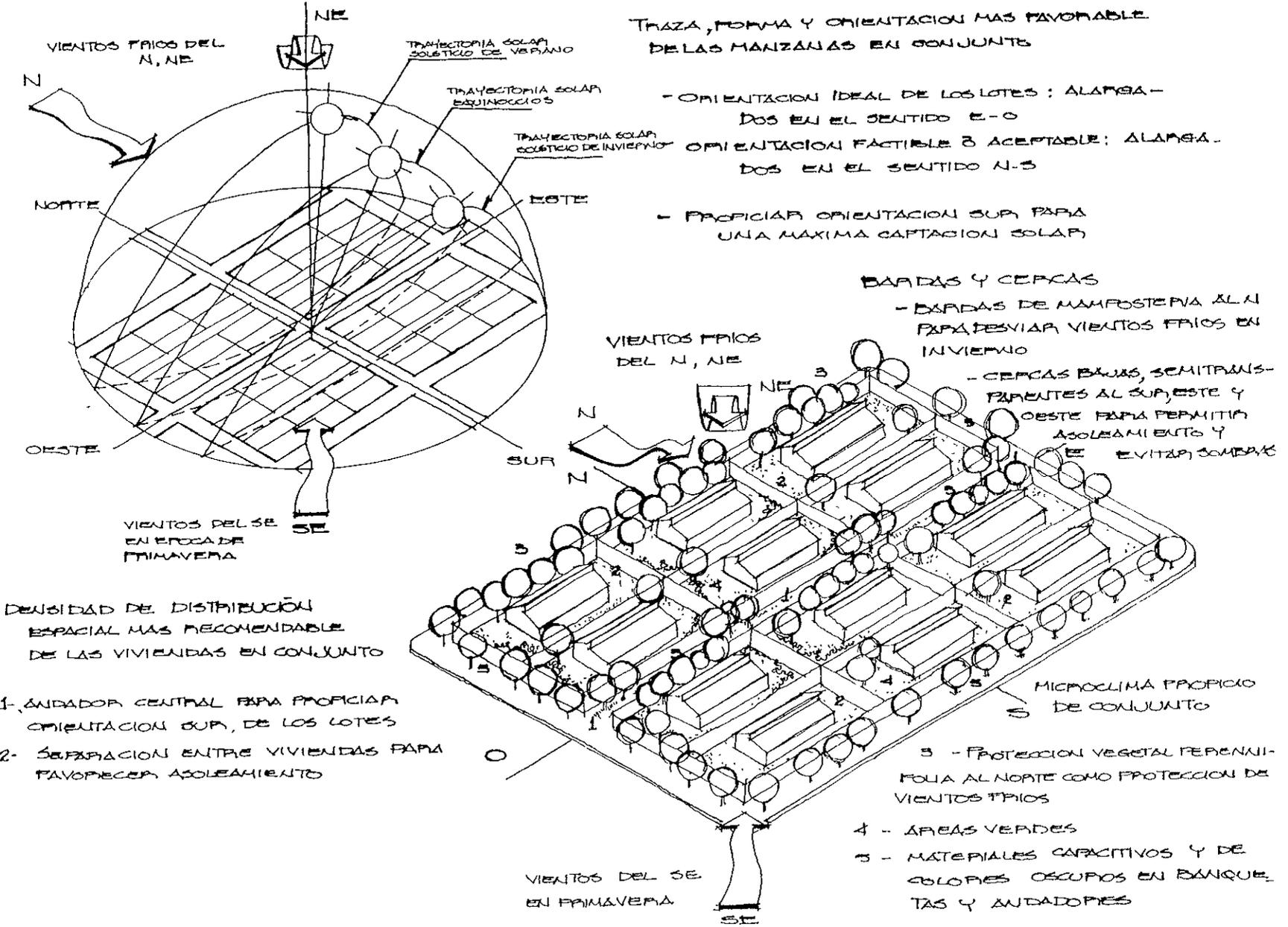
- a) Muros interiores con soleamiento directo a través de ventanas o tragaluces.
- b) Muros interiores divisorios entre espacios donde se desea un aislamiento térmico.
- c) Muros interiores divisorios entre espacios donde se desea una conductancia térmica.

De esta forma se podrán determinar:

- 1.-Espesor del material que forma el muro.
- 2.-Material a utilizar en el muro, ya sea, Capacitivo o Resistivo. Macizos o Semipesados.
- 3.- Textura de las superficies exteriores del muro.
- 4.- Colores a aplicar en las superficies del muro.
- 5.- Creación o aprovechamiento de Cámaras de Aire aislante en la estructura del muro.
- 6.- Proposición de Sistemas Constructivos NO convencionales y mejoramiento de los sistemas tradicionales.

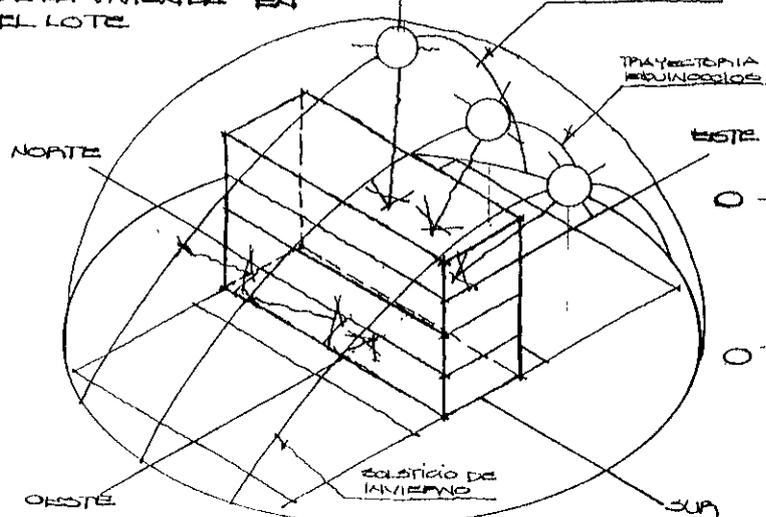
Las propuestas de diseño serían por lo tanto las siguientes: (Ver Fig.46.)

CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS DE DISEÑO URBANO



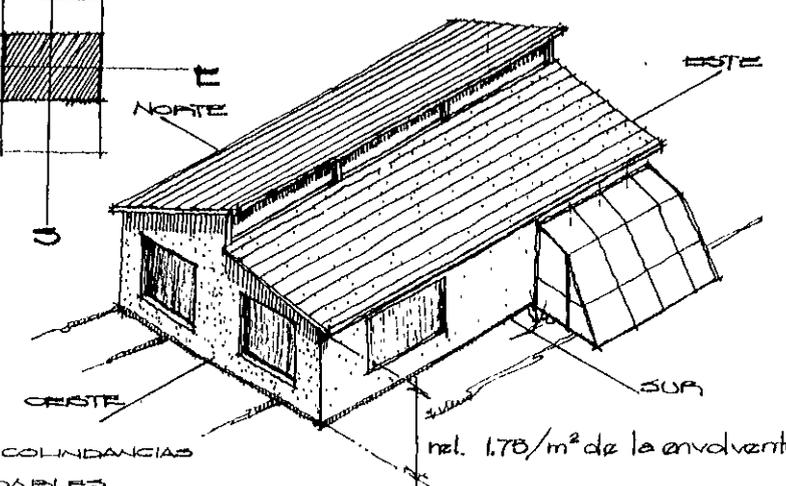
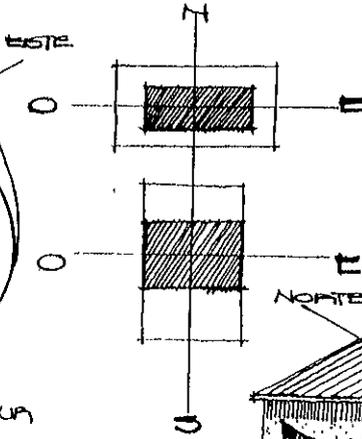
CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA

ORIENTACIÓN MAS FAVORABLE DE LA VIVIENDA EN EL LOTE



DESARROLLO PERIMETRAL MAS RECOMENDABLE DE LA PLANTA DE LA VIVIENDA

- 1 RECTANGULAR PARA LOTES ALARGADOS AL FRENTE
- 2 CUADRADO O RECTANGULAR PARA LOTES ALARGADOS AL FONDO

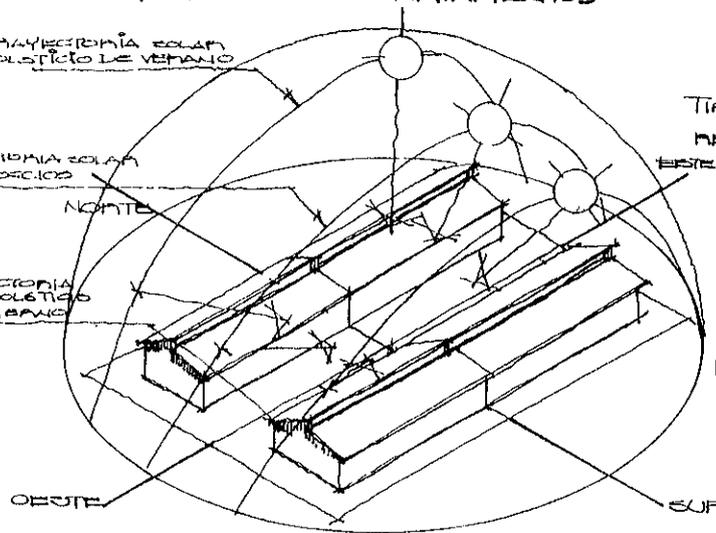


ALARGADA EN EL SENTIDO N-S PARA VIVIENDAS MULTIFAMILIARES, PARA PROPICIAR ASOLEAMIENTO E-O AL MAYOR No. DE DEPARTAMENTOS

TRAYECTORIA SOLAR SOLSTICIO DE VERANO

TRAYECTORIA SOLAR EQUINOCCIOS

TRAYECTORIA SOLAR SOLSTICIO DE INVIERNO

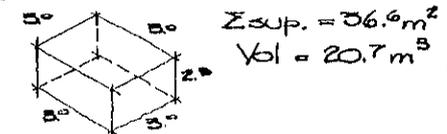


TIPOS DE COLINDANCIAS RECOMENDABLES

ESTE - Se recomienda colindancias adyacentes para evitar pérdidas de calor por transmisión superficial, pero se eliminaria ganancia directa en una fachada

b) ALARGADA EN EL SENTIDO E-O PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES PARA PROPICIAR ASOLEAMIENTO AL S y AL E-O

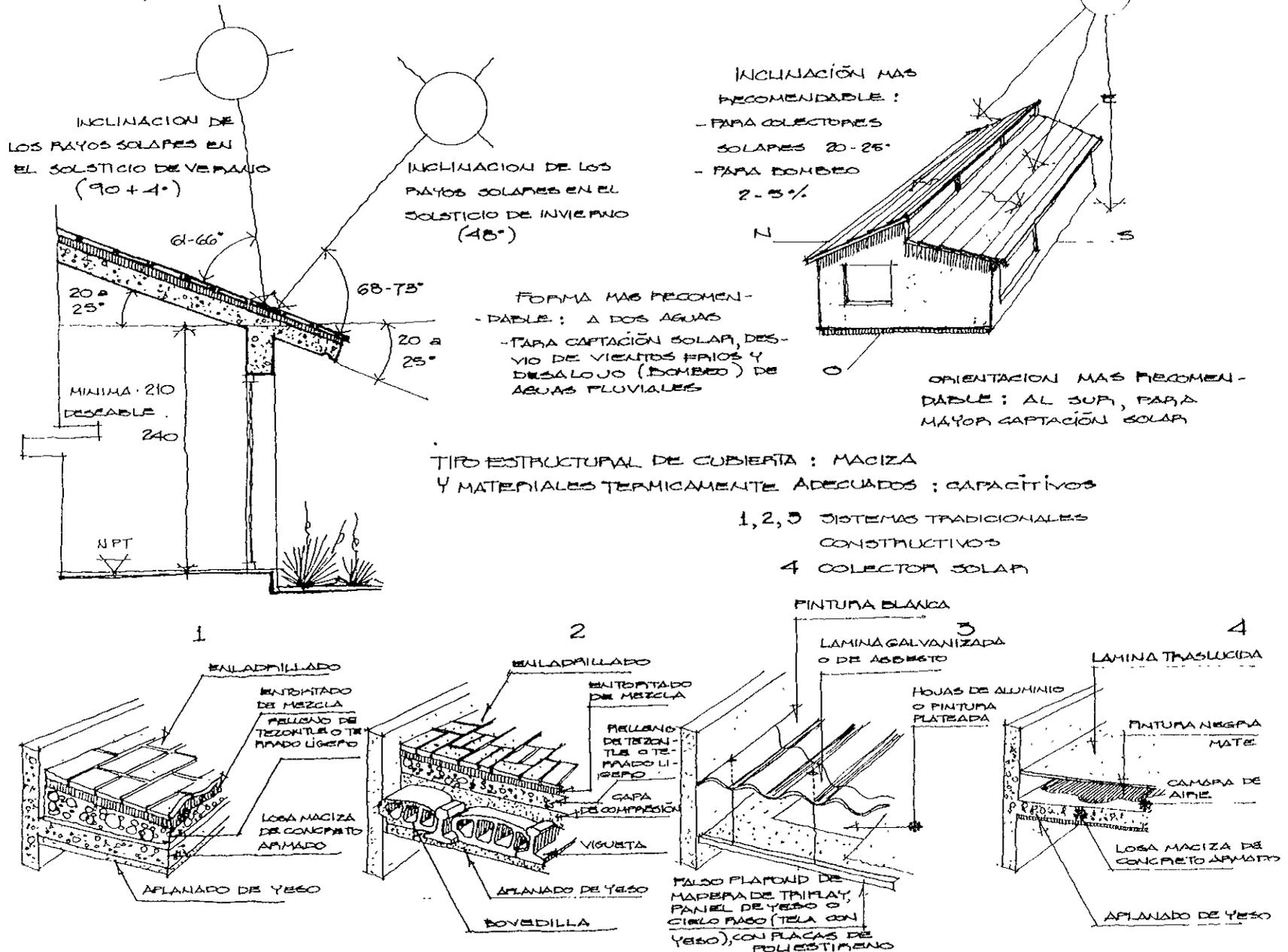
DESARROLLO VOLUMÉTRICO MAS RECOMENDABLE DE LA ENVOLVENTE DE LA VIVIENDA



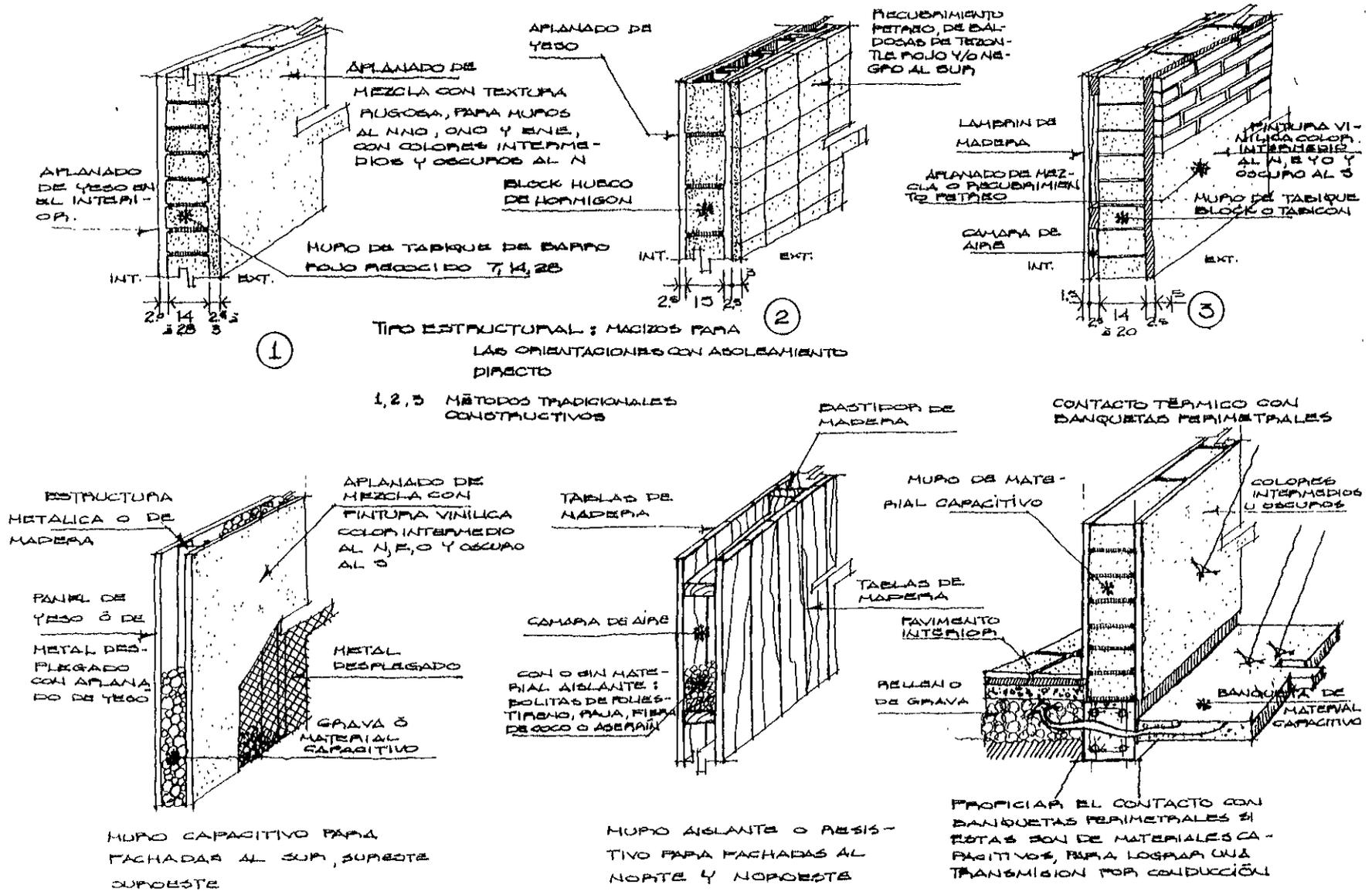
rel. = $\frac{\Sigma \text{sup envolvente}}{\text{vol}}$

rel = $\frac{36.6 \text{ m}^2}{20.7 \text{ m}^3} = 1.76$

CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA TECHOS



CONDICIONANTES BIOCLIMATICAS PARA MUROS EXTERIORES



CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA MUROS INTERIORES

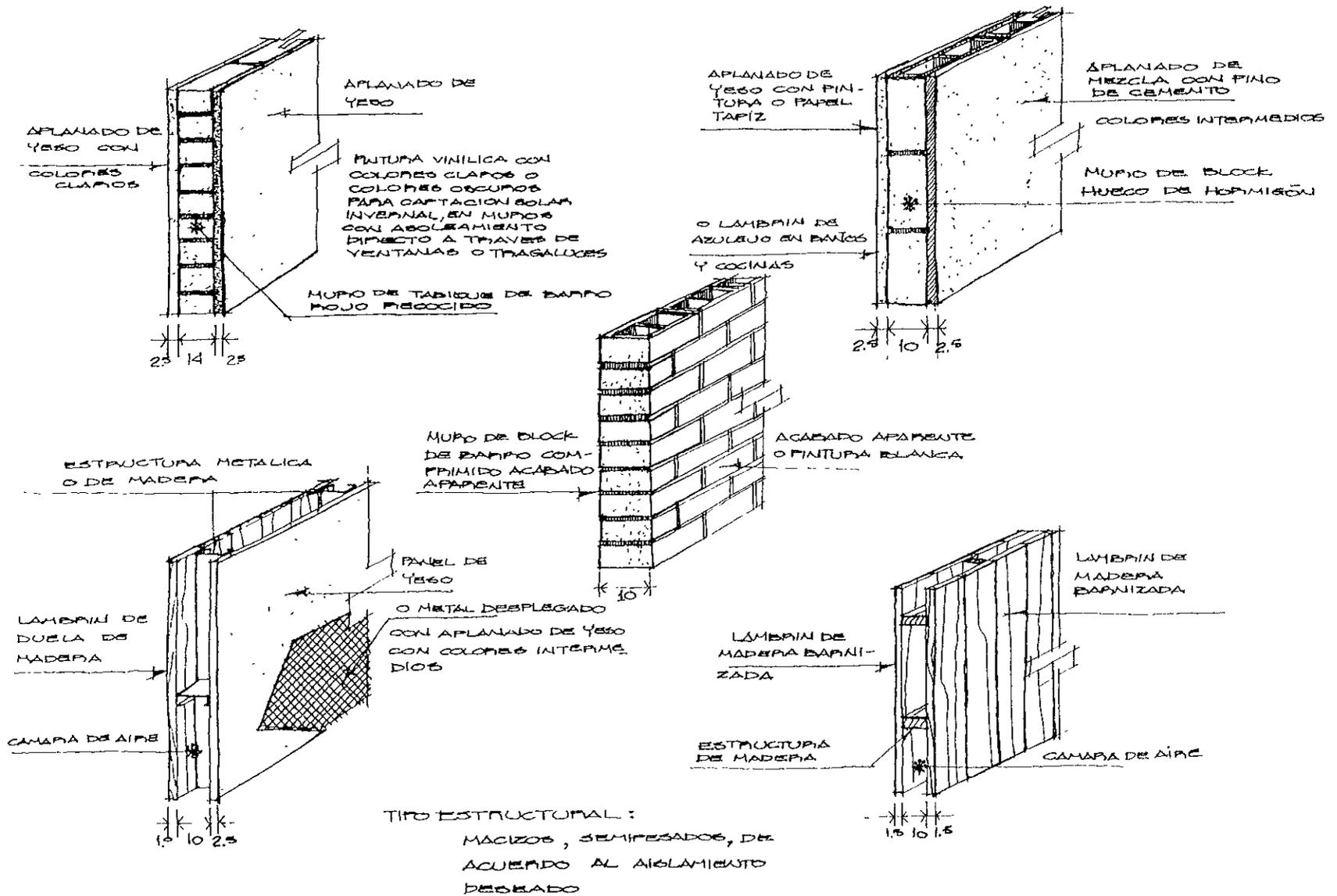


Fig. 46

CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA PISOS EXTERIORES

BANQUETAS Y ANDADORES

TIPO ESTRUCTURAL : MACIZOS, PESADOS

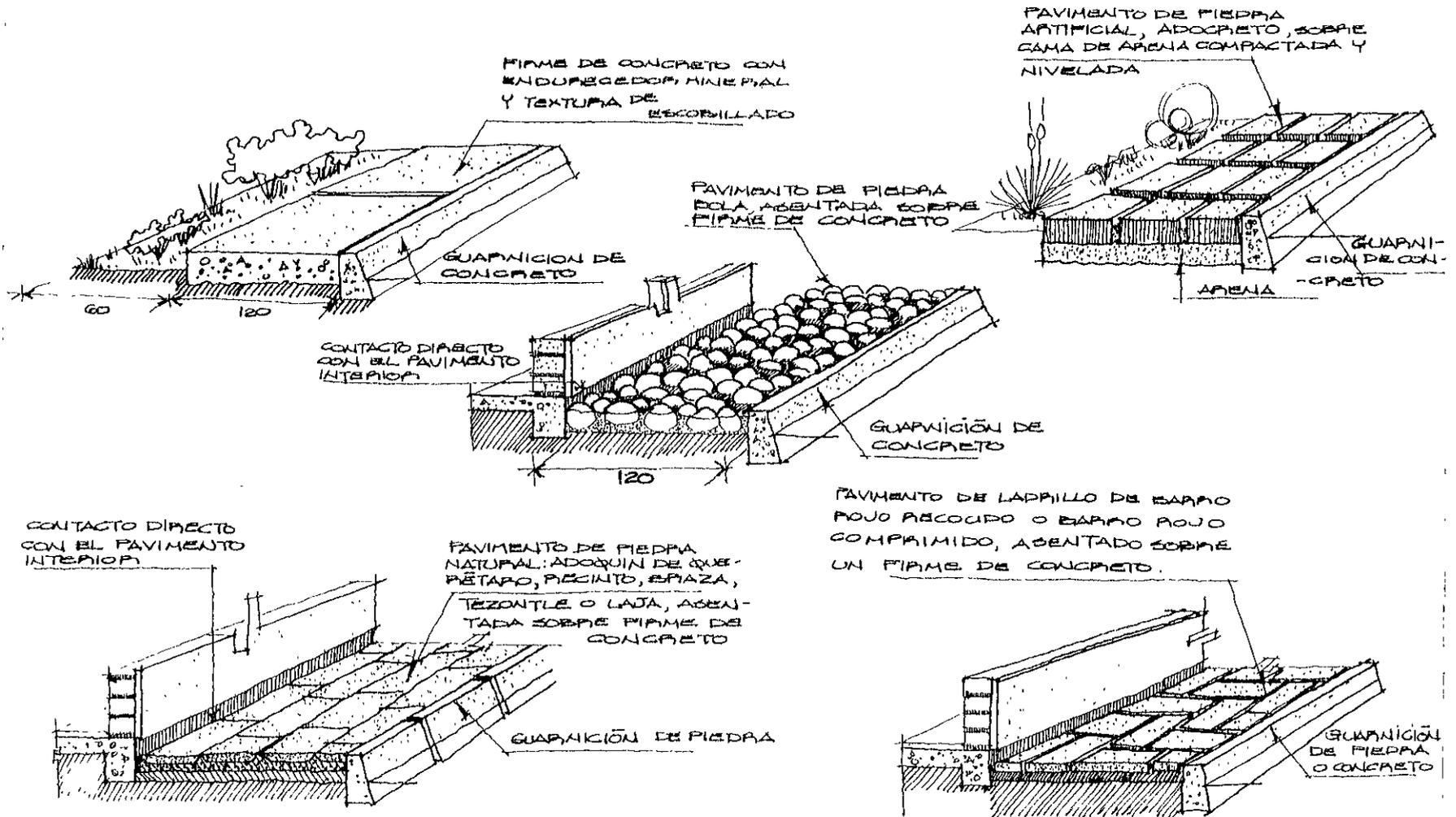


Fig. 47

1.6.-CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA PISOS EXTERIORES.

El diseño adecuado de los pisos exteriores nos permitirán.

- a) Crear áreas de captación de Radiación Solar.
- b) Ayudar a la Ganancia Interna, (por contacto directo con el pavimento interior), de calor captado por el pavimento exterior.
- c) Permitir el bombeo adecuado de las aguas pluviales para evitar humedad y por lo tanto pérdidas de calor por evaporación.
- d) Permitir la filtración de las aguas pluviales al subsuelo.

Para esto, será necesario analizar y determinar:

- 1 - Tipo de material a utilizar: Natural o artificial
- 2. Tipo estructural: Macizos, pesados o capacitivos
- 3 - Sistema constructivo: Tradicional, convencional o NO convencional

Así las propuestas iniciales para el clima que nos ocupa serían las siguientes: (Ver Figs. 47 y 48.)

1.7 - CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA PISOS INTERIORES.

Así como el diseño de los pavimentos exteriores es importante para la adecuación de la vivienda, lo es todavía más el diseño adecuado de los pavimentos interiores. Es indispensable que se estudie el tipo de pavimento a recomendar de acuerdo a:

- a) Orientación del pavimento, es decir, su ubicación dentro del espacio-forma.

Y con respecto a la Gráfica Solar:

- b) Tipo estructural según la orientación: macizos, pesados y semipesados, con propiedades capacitivas, con propiedades aislantes, con propiedades resistivas

- c) Sistema constructivo : Tradicional, convencional ó NO convencional.

De acuerdo entonces a este análisis tendríamos diferentes soluciones para los diferentes sectores:

- 1.- Sector NORTE: Aislante o resistivos. Para impedir que haya pérdida de calor del interior por conducción hacia el subsuelo.

- 2.- Sector SUR : Capacitivos.

- 3.- Sector ESTE - OESTE: Capacitivo. Estas dos orientaciones nos ofrecen mayor captación de radiación solar, por lo que los materiales capacitivos ayudarán a conservarlo para re-radiación nocturna hacia el interior.

Las propuestas para el clima estudiado serían las siguientes: (Ver Fig 49.)

1.8.- DISPOSITIVOS EXTERIORES DE CONTROL SOLAR: Contraventanas y Postigos.

Bajo este nombre se deben estudiar y analizar las propuestas o estrategias que nos permitan optimizar la ganancia de calor por radiación directa por medio de ventanas y evitar o anular la pérdida de calor por conducción a través de las mismas. Así, el primer punto será determinar las estrategias para asegurar un aislamiento térmico a través de contraventanas y postigos, los cuales se recomendarán de acuerdo a la orientación de las ventanas.

- a) Fachada NORTE: Tipo postigo. Ya que el clima del lugar es frío, la pérdida de calor a través de las ventanas con poco o nulo soleamiento no es recomendable, un postigo nos permite

bloquear totalmente la ventana, evitando así la pérdida de calor durante la noche.

b) Fachada SUR: Tipo Persiana.

c) Fachadas ESTE - OESTE : Tipo persiana.

Las orientaciones donde hay soleamiento durante el día puede llegar a ser molesto, una persiana nos permite bloquear la radiación solar directa pero nos permite la captación de luz al interior del espacio-forma.

La función de estos elementos es la de aislar el área de la ventana y evitar el enfriamiento por conducción y transmisión superficial, ya que el cristal es prácticamente transparente al paso del calor, por lo que la pérdida de calor durante la noche deberá evitarse. También se puede proponer el uso de contraventanas que crearían una cámara de aire aislante.

Por lo que las propuestas para este clima específico serían las ilustradas: (Ver Fig. 50.)

1.9.- DISPOSITIVOS EXTERIORES DE CONTROL SOLAR: Cristales.

En este segundo punto se determinarán la selección adecuada de cristales.

El cristal normal de ventana puede transmitir casi toda la radiación solar, la cual incluye luz visible y rayos infrarrojos de onda corta, es decir la radiación comprendida entre 300 y 3,000 nm. (nm = nanometro= 10^{-9} m), por lo que su transmitancia es selectiva. Esta transmitancia puede modificarse al modificar la composición del cristal.

Esta modificación da por resultado el llamado Cristal Endotérmico, el cual reduce la transmisión infrarroja y afecta ligeramente la transmisión de luz. Sin embargo al reducir la

transmitancia, se aumenta la absorbancia del propio cristal y por consiguiente absorbe una fuerte cantidad de calor que reirradiará y transmitirá por convección hacia el interior y hacia el exterior; debido a esto la mejora total no será tan grande como la reducción de transmitancia por sí sola. Por lo que la cantidad de calor admitida se reduce de 83 a 68% en promedio y no representa un ahorro notable en la cantidad de calor ganada por radiación solar directa a través de las ventanas.

A continuación se proporcionan los datos obtenidos del fabricante de cristal: Vidrio Plano, S. A. Es necesario indicar que estos datos variarán según el fabricante. (Ver Fig. 51.)

1.10.- DISPOSITIVOS EXTERIORES DE CONTROL SOLAR: Tragaluces.

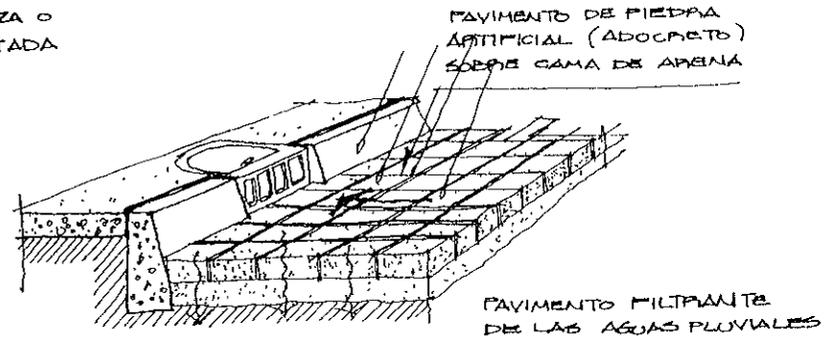
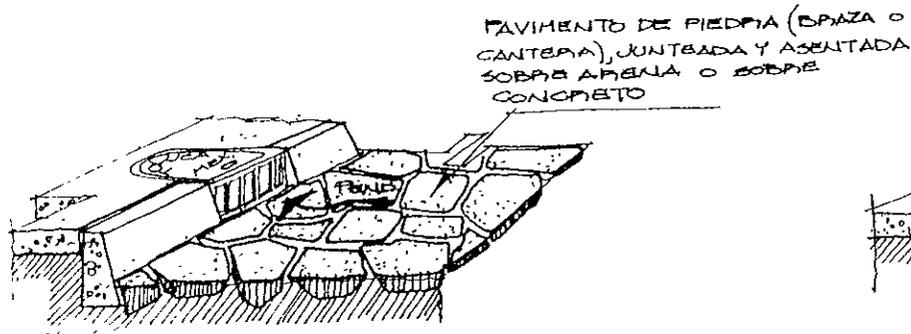
Este tercer punto determinará las estrategias para garantizar una ganancia directa por tragaluces en diferentes tipos de techumbre. Esto nos permitirá captar la radiación solar durante los períodos estacionales que convengan de acuerdo a la situación de los locales interiores, de los muros interiores y del tragaluz.

Para el clima que nos ocupa, la función del tragaluz es la de captar la mayor cantidad de radiación solar a lo largo el día, sobre todo durante la Temporada Fría. Es por esto, que de acuerdo al Eje Térmico de proyecto, los tragaluces deberán ser orientados de preferencia hacia el SUR.

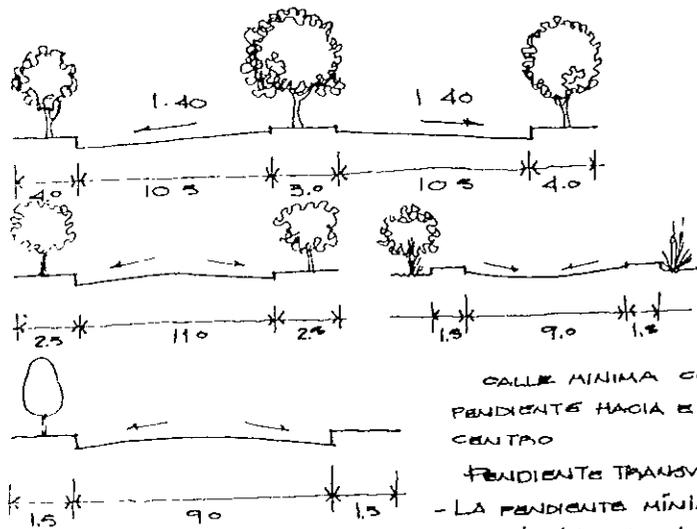
Deberá también evitarse la pérdida de calor que se estableció con anterioridad debido a la transmisión por el cristal: Esto se evita colocando una contra ventana sobre el tragaluz. El

CONDICIONANTES BIOCLIMATICAS PARA PISOS EXTERIORES

VIALIDADES VEHICULARES Y ESTACIONAMIENTOS



PENDIENTE DE DRENAJE (DORMEO) EN VIALIDADES VEHICULARES.



CALLE MINIMA CON PENDIENTE HACIA EL CENTRO

PENDIENTE TRANSVERSAL: LA PENDIENTE MÍNIMA SERÍA DE 1:40 A 1:50 PARA DOS VEZIENTES

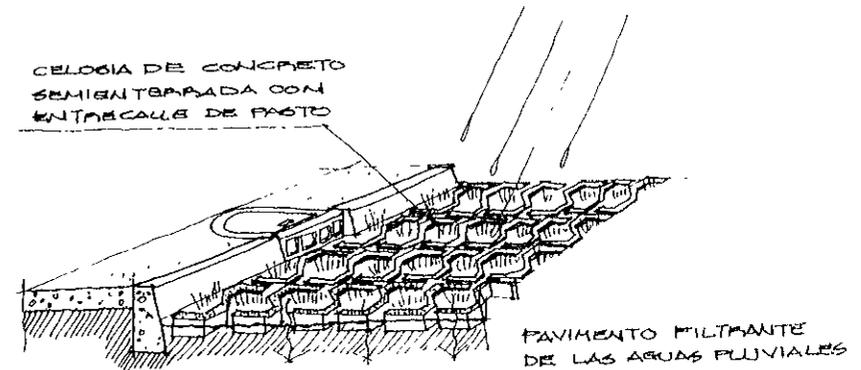
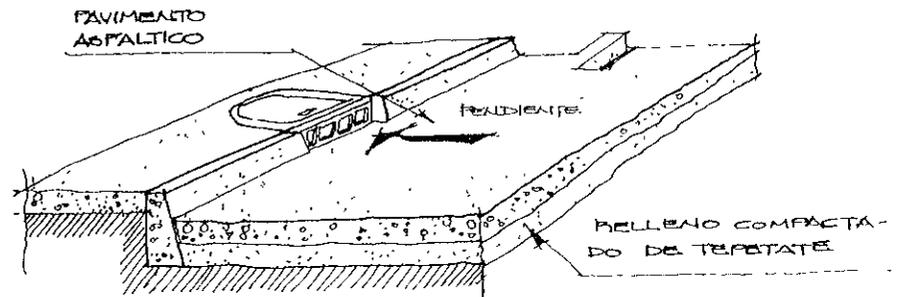


Fig. 46

CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA PISOS INTERIORES

TIPO ESTRUCTURAL : SEGÚN LA ORIENTACIÓN, PUEDE SER MACIZOS, PESADOS Y SEMIPESADOS, CON PROPIEDADES CAPACITIVAS, AISLANTES O RESISTIVAS

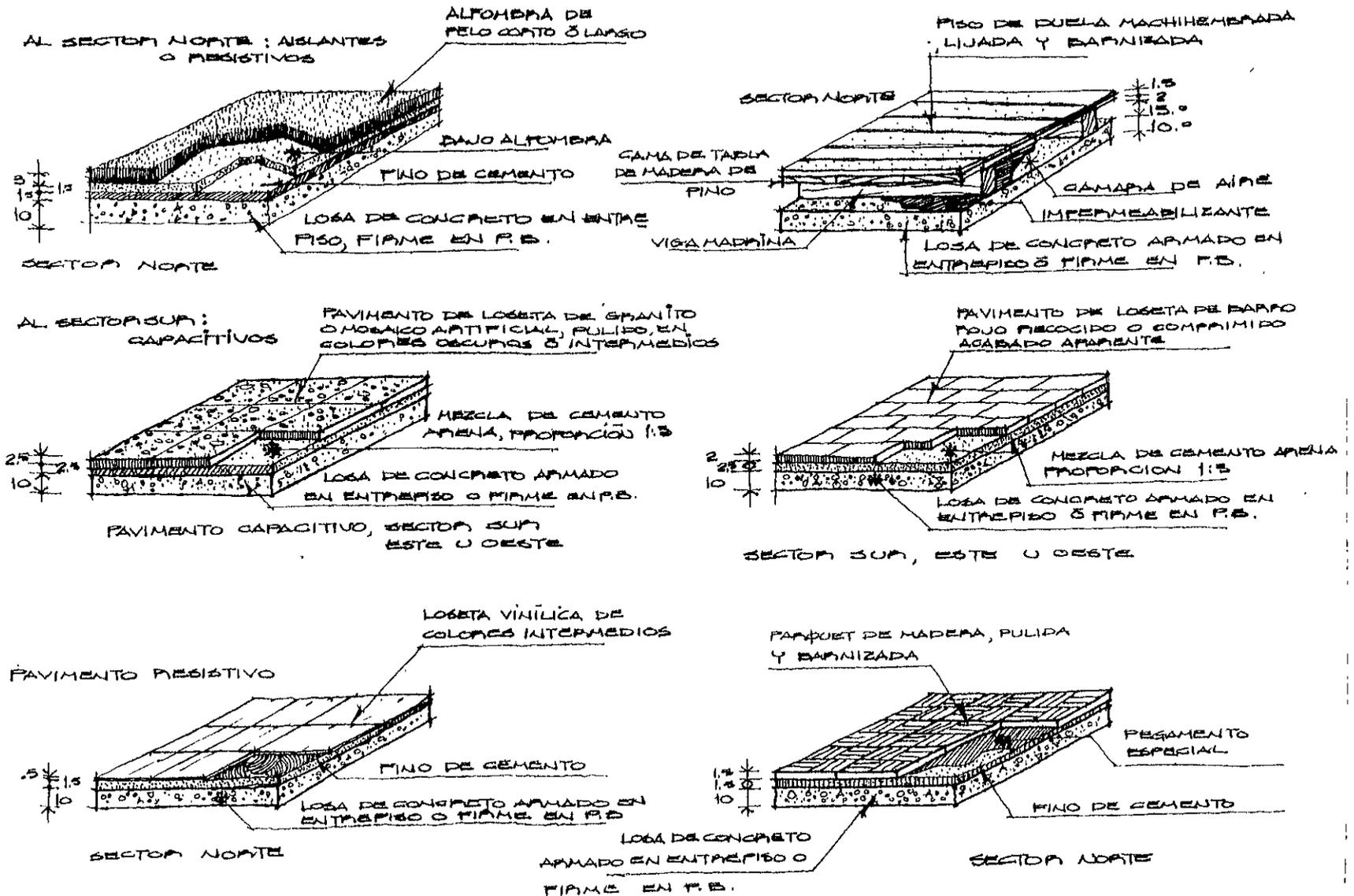


Fig. 49

DISPOSITIVOS EXTERIORES DE CONTROL SOLAR

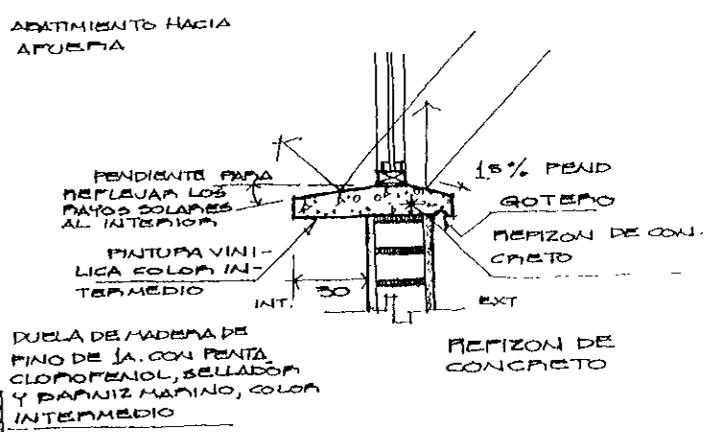
CONTRAVENTANAS Y POSTIGOS

REPIZONES

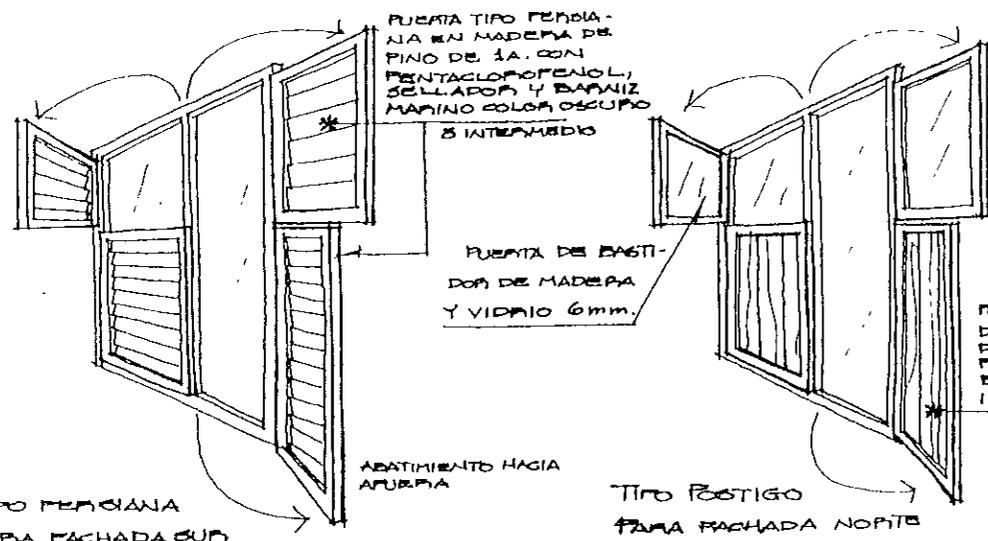


TIPO PERSIANA
PARA PACHADA ESTE-OESTE

TIPO POSTIGO
PARA PACHADA NORTE

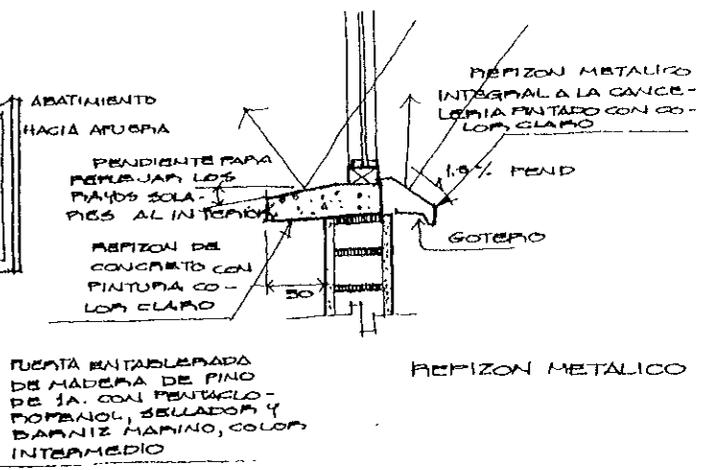


REPIZÓN DE CONCRETO



TIPO PERSIANA
PARA PACHADA SUR

TIPO POSTIGO
PARA PACHADA NORTE

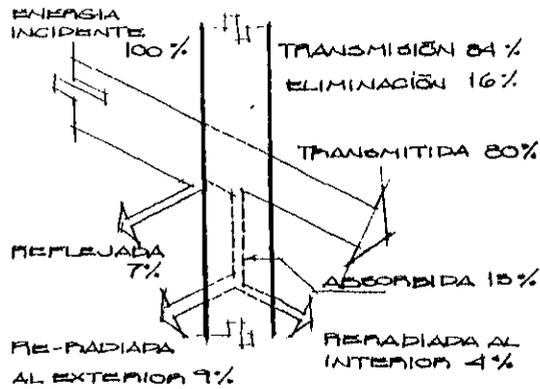


REPIZÓN METÁLICO

Fig. 50

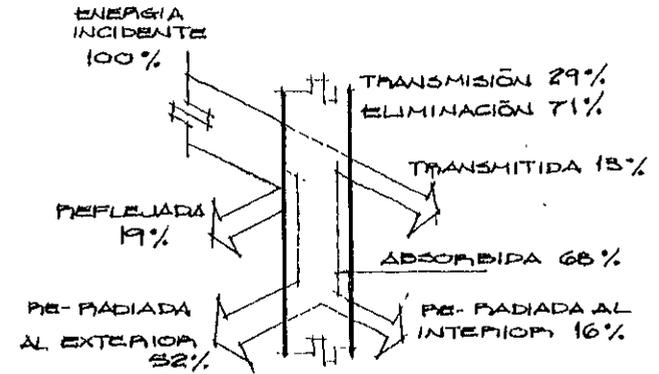
DISPOSITIVOS EXTERIORES DE CONTROL SOLAR

CRISTAL CLARO

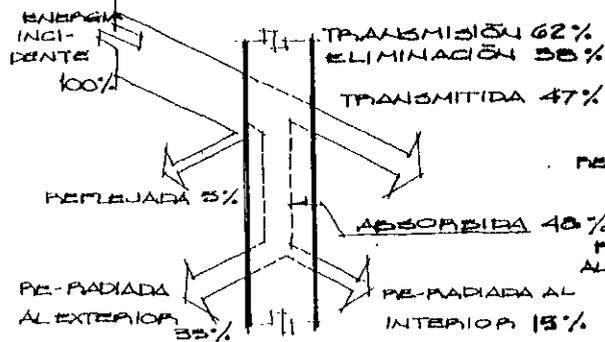


TIPOS DE VIDRIO O CRISTAL PLOTADO

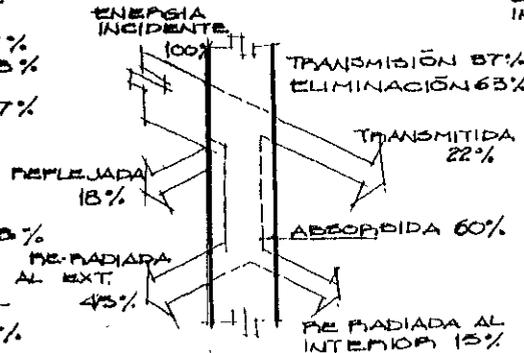
CRISTAL REFLEJANTE GRIS



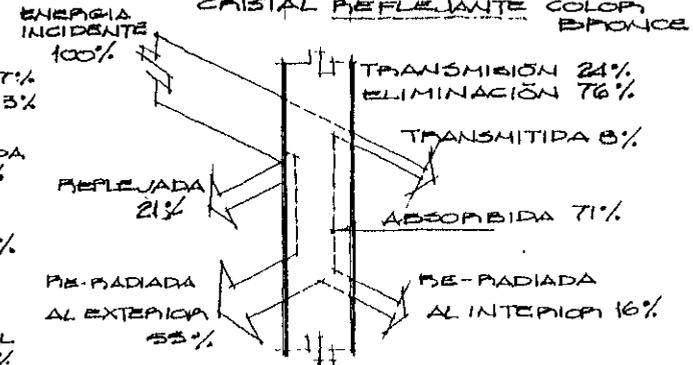
CRISTAL BRONCE INTEGRAL



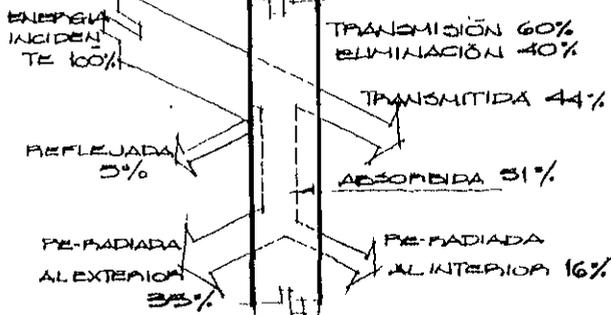
CRISTAL REFLEJANTE AZUL CELESTE



CRISTAL REFLEJANTE COLOP BRONCE



CRISTAL GRIS INTEGRAL



CRISTAL REFLEJANTE PLATEADO

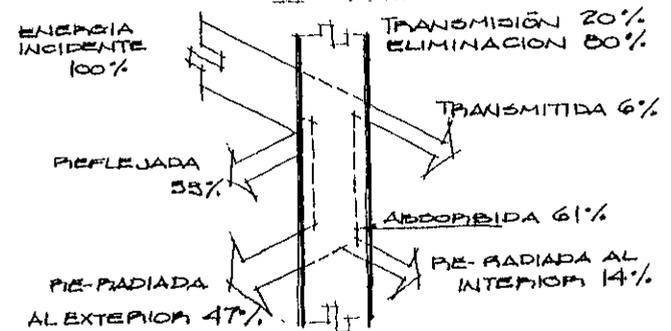


Fig. 51

posible inconveniente de la intensidad de la luz recibida se evita proponiendo el cristal interior de tipo translúcido.

Existen múltiples posibilidades para la solución de los tragaluces. Se ilustran algunas propuestas adecuadas al clima y latitud que nos ocupa (Ver Fig. 52.)

1.11.- DISPOSITIVOS INTERIORES DE CONTROL SOLAR. Cortinas y Persianas.

En este punto se deberán estudiar y analizar las propuestas o estrategias que nos permitan:

- a) El paso de la luz.
- b) Controlar la ganancia térmica por difusión.
- c) Permitir la ventilación y controlar su dirección.
- d) Difundir la luz y reducir el deslumbramiento.
- e) Bloquear el paso de calor hacia el exterior.
- f) Crear una cámara de aire entre la ventana y la cortina.
- g) Controlar la cantidad de rayos solares.

Con lo que podremos finalmente recomendar -para las diferentes orientaciones- los dispositivos adecuados.

1.- Cortinas: Translúcida, Reflectiva.

2 - Persianas: Horizontales, Verticales.

Se ilustran algunas alternativas adecuadas al clima que nos ocupa. (Ver Fig. 53.)

1.12 - CONTROL SOLAR CON VEGETACIÓN. ENTORNO URBANO

Bajo este nombre se deberán estudiar y analizar las propuestas o estrategias que nos permitan optimizar el uso de la vegetación del lugar, para canalizar, desviar o bloquear los vientos dominantes; para permitir el soleamiento durante la

temporada que así se requiera o para bloquear los rayos solares, cuando así se desee.

Debe partirse del hecho que la posición y tipo de vegetación en la manzana afectará a todas las viviendas que ahí se encuentren. Así mismo, la sección de las vías de circulación principales y secundarias, que se propongan, afectará la decisión en el tipo de vegetación a elegir. Para lograr esto habrá que tomar en cuenta:

- a) Vientos dominantes.
- b) Secciones de la vialidad.
- c) Orientación de las aceras y por tanto de la manzana.
- d) Tipo de vegetación : Caducifolio o perennifolio
- e) Forma del follaje.
- f) Altura del follaje.
- g) Diámetro de follaje.
- h) Setos y mantos.

Es importante recomendar la vegetación nativa y la más resistente del lugar estudiado, ya que está perfectamente adaptada al clima.

Las propuestas para el clima analizado se ilustran enseguida: (Ver Fig. 54.)

1.13.- CONTROL SOLAR CON VEGETACIÓN. EN EL LOTE, EN LA VIVIENDA.

Como ya se comentó con anterioridad, el contar con toda la información y datos sobre el tipo de vegetación que sea nativa del lugar estudiado, es un valioso auxiliar para las estrategias de diseño adecuadas.

La vegetación es un elemento moderador del clima, principalmente de la temperatura del aire y la humedad

relativa, así como del control y efecto que produce sobre el viento y la radiación solar.

Será necesario tomar en cuenta la situación de ésta en el lote de la vivienda considerando:

- a) Orientación
- b) Vientos dominantes, tipo y época.
- c) Velocidad del viento
- d) Tipo de vegetación : Caducifolia: Temprana o tardía. Perennifolia.
- e) Forma del follaje.
- f) Altura del follaje.
- g) Diámetro del follaje.
- h) Setos y mantos

La vegetación en el lote nos permitirá bloquear los rayos solares durante las épocas y las orientaciones en que no sea deseable y permitir su paso en la época en que sea deseable, también nos permite controlar los reflejos indeseables de la radiación solar causadas por pavimentos exteriores, permitir tener áreas permeables para el agua pluvial, controlar la humedad, etc.

Ya que puede tratarse de vivienda unifamiliar o de vivienda plurifamiliar, la vegetación no necesariamente podrá estar directamente en contacto con ella, por lo que habrá que proponer vegetación dentro de la misma vivienda, específicamente en los elementos arquitectónicos de contacto con el exterior, es decir las ventanas.

Para el clima que nos ocupa, es importante aprovechar el efecto moderador de la vegetación sobre el clima, aunado al efecto invernadero. Para obtener estos resultados, se proponen las siguientes estrategias: (Ver Fig. 55.)

1.14.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS DE VENTILACIÓN: EN EL LOTE, EN LA VIVIENDA.

El efecto del viento sobre los edificios y dentro de los mismos nos permitirán tener ventilación natural, que consta de tres funciones principales:

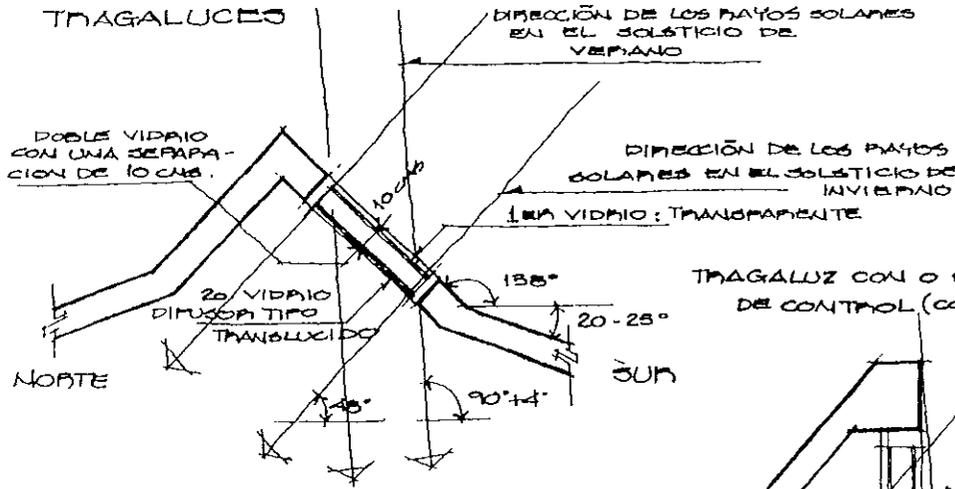
- a) Aprovechamiento de aire puro. Para renovar el aire del interior de acuerdo a los cambios por hora del volumen de la habitación recomendados de acuerdo a su destino.³⁰
- b) Enfriamiento por convección. El cambio del aire interior por aire puro del exterior provoca enfriamiento si el aire exterior está más frío que el interior, ya su vez puede producir un calentamiento si es al revés. Por lo que de acuerdo al clima será necesario determinar qué es lo conveniente.
- c) Enfriamiento fisiológico. El aire cuando pasa por la superficie corporal provoca un enfriamiento del cuerpo a través de la transmisión superficial de la piel y del enfriamiento evaporativo producido por el sudor.

El cambio de aire interior por aire exterior puede producir enfriamiento, como sucede en el clima que se estudia. Además, al ser el viento dominante el más frío y con una velocidad alta, provoca un incremento de la pérdida de calor por transmisión superficial de las fachadas expuestas. Es pues necesario modificar la pauta de los vientos en una escala microclimática. Esto se logrará tomando en cuenta el comportamiento del flujo de aire al chocar con los edificios. El viento al chocar con el edificio da lugar a una masa cuneiforme de aire a barlovento, la que desvía el resto del aire hacia arriba y hacia los lados.

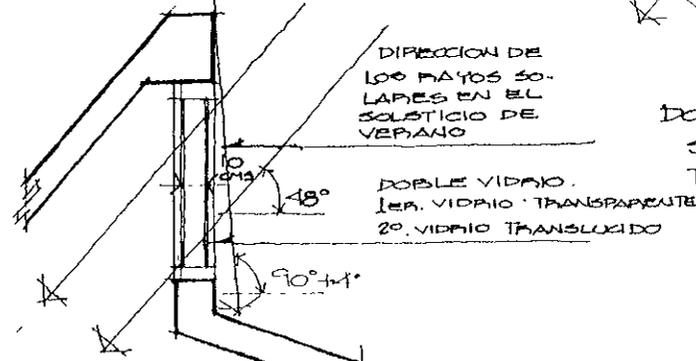
³⁰ Según el Reglamento de Construcciones del D.D.F. Requerimientos mínimos de ventilación.

DISPOSITIVOS EXTERIORES DE CONTROL SOLAR

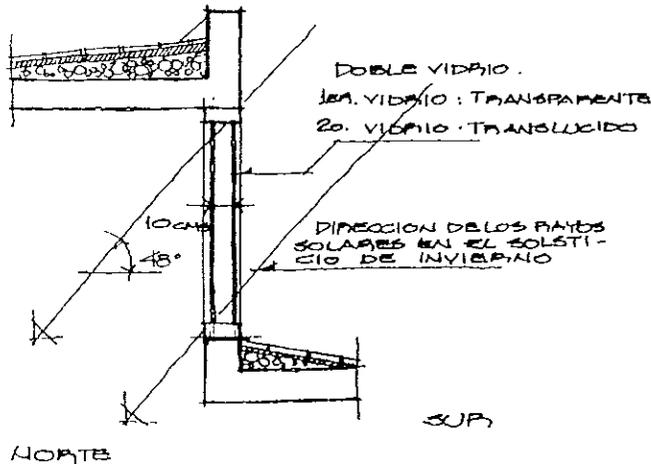
TRAGALUCES



TRAGALUZ CON O SIN DISPOSITIVO DE CONTROL (CORTINAS, ETC.)



TRAGALUZ VERTICAL EN TECHUMBRE INCLINADA CON GANANCIA SOLAR DIRECTA DESDE FINALES DE OCTUBRE A MEDIADOS DE FEBRERO



TRAGALUZ VERTICAL EN TECHUMBRE HORIZONTAL CON GANANCIA DIRECTA DESDE FINALES DE OCTUBRE A MEDIADOS DE FEBRERO

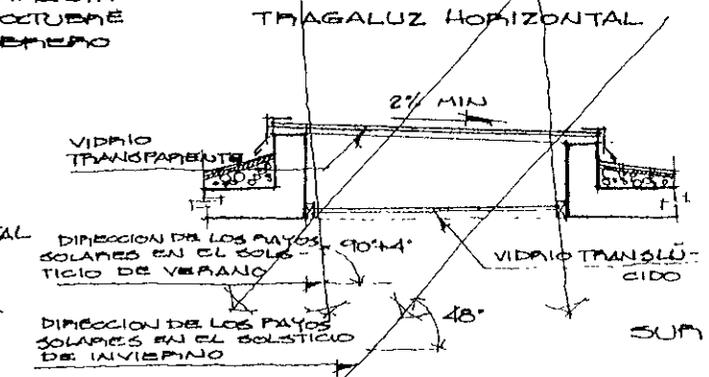


Fig. 52

DISPOSITIVOS INTERIORES DE CONTROL SOLAR

CORTINAS

PERGIANAS

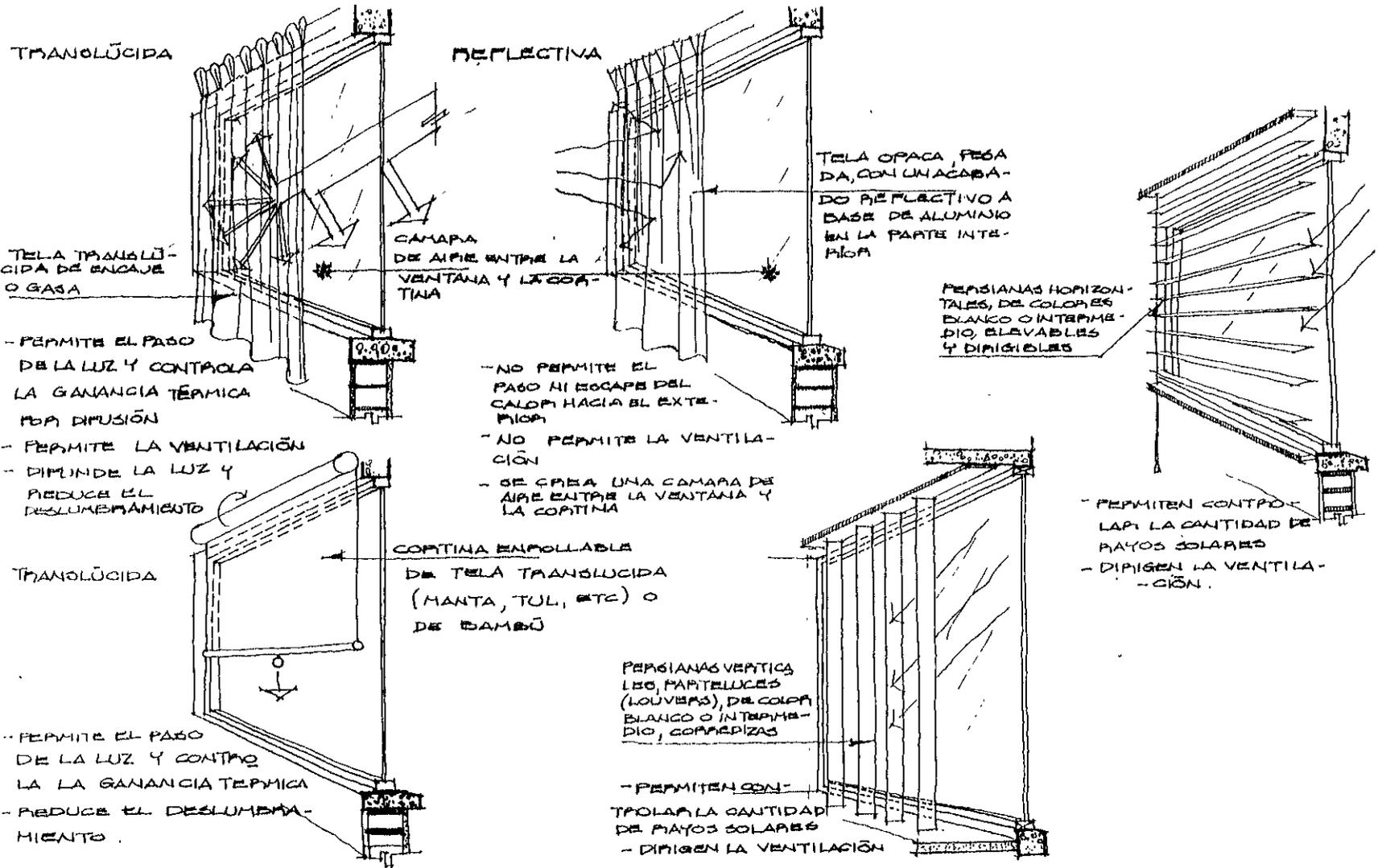


Fig. 53

CONTROL SOLAR CON VEGETACION

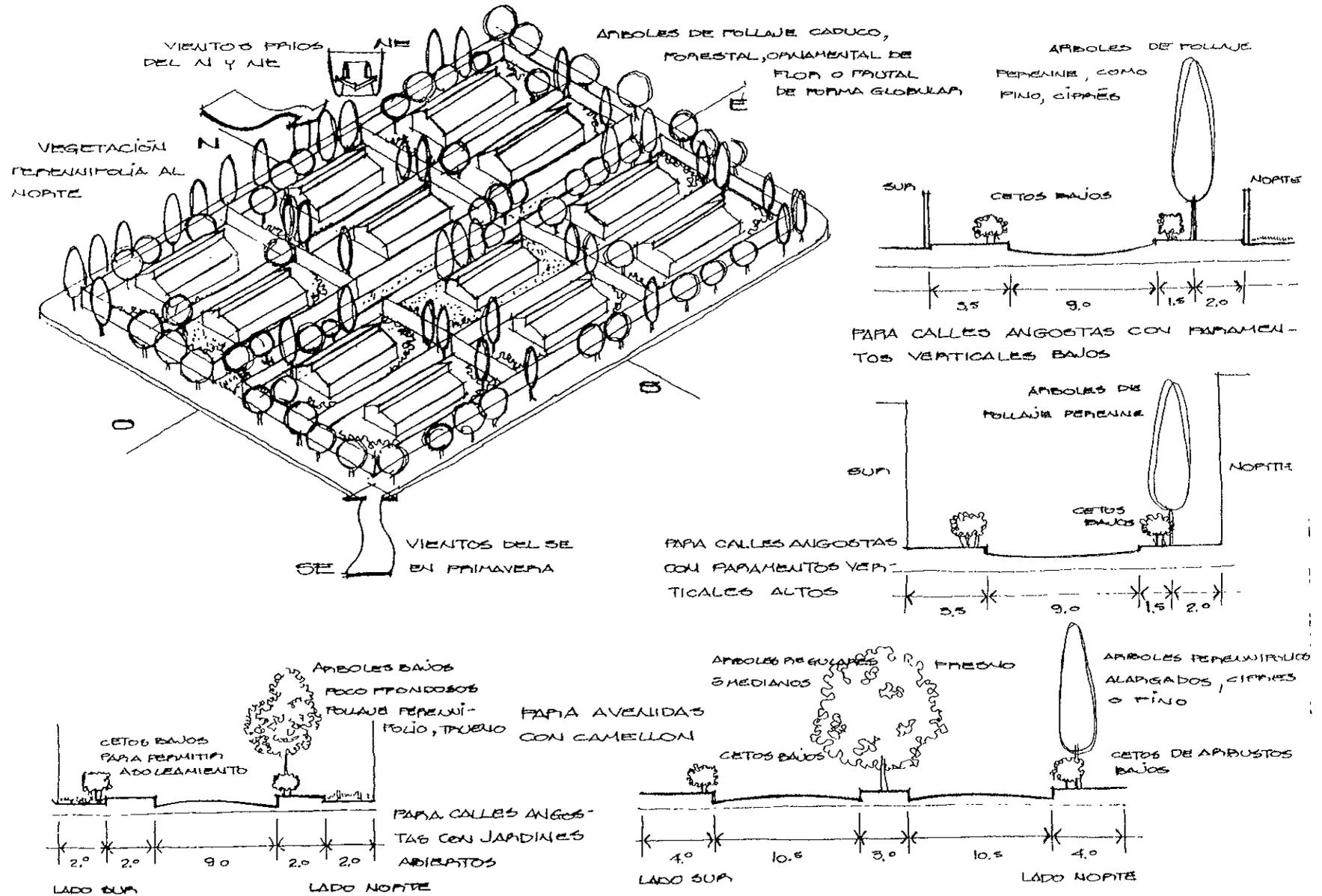


Fig. 54

CONTROL SOLAR CON VEGETACION

- EN EL LOTE DE LA VIVIENDA
- EN LAS VENTANAS

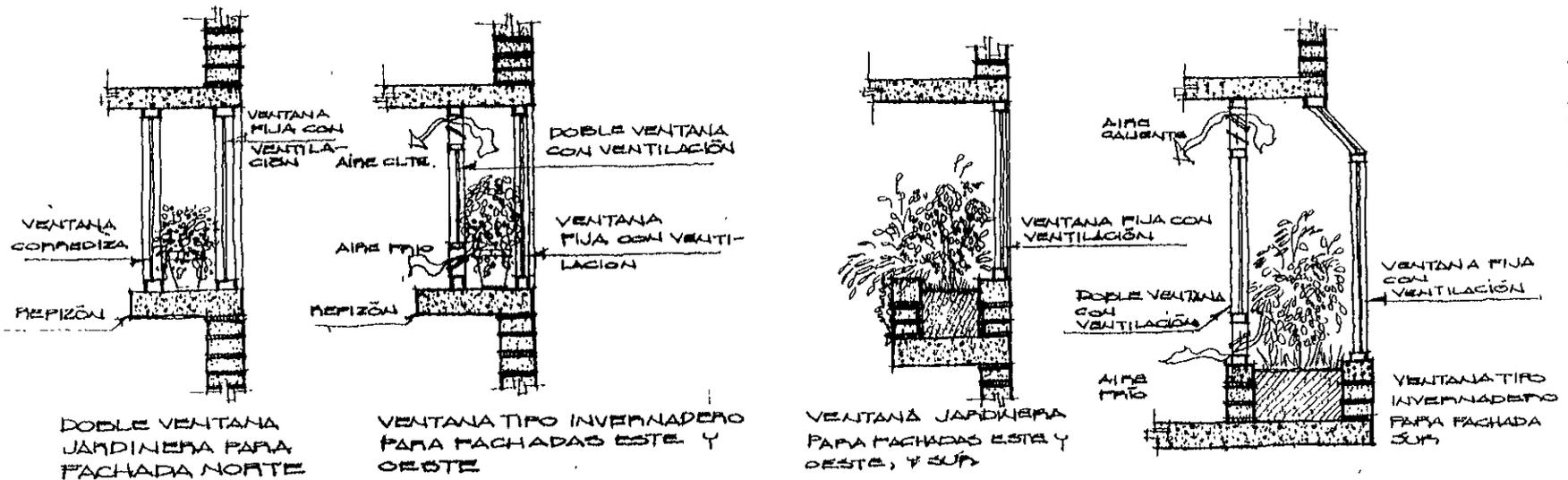
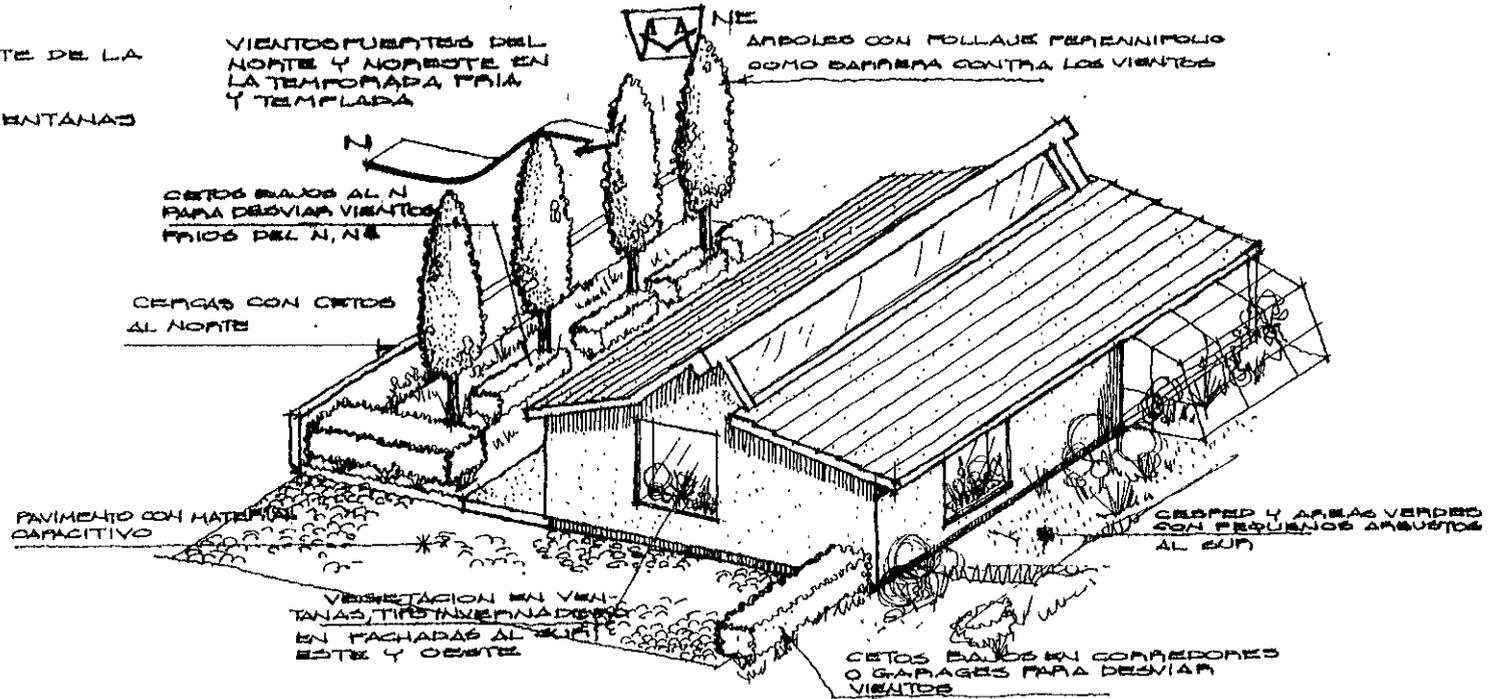


Fig. 55

Esta masa cuneiforme de aire estancado a barlovento crea remolinos que están a presión elevada. En la parte de sotavento se crea otra masa de aire estancado que se encuentra a una presión reducida, la cual también crea un remolino que se mueve ligeramente y que se le denomina "Sombra de Viento".

El viento, al desviarse hacia arriba, crea un flujo laminar ascendente que tiende a conservar la trayectoria recta que tenía antes de ser desviado y tarda cierto tiempo en volver a la superficie del suelo. En el caso que nos ocupa, es importante el arreglo lineal de los edificios o viviendas a fin de aprovechar estas circunstancias.

Se necesita un espacio de 6 veces³¹ la altura del edificio para que el viento vuelva a la superficie. Por consiguiente, los remolinos del lado de barlovento están a presión alta, es decir es la zona de alta presión y los de sotavento están a presión baja (zona de baja presión). Entonces si el edificio tiene una abertura en cada una de las zonas, el aire circulará a través del edificio creándose la llamada Ventilación Cruzada, la cual no es deseable en el tipo de clima que nos ocupa.

Por medio del estudio detallado de las condiciones de viento en la zona podremos proponer las siguientes recomendaciones:

- a) Arreglo de los edificios.
- b) Tipo de vegetación a usar.
- c) Configuración de los techos.
- d) Orientación de los edificios.

En este punto, volvemos a recordar que a menudo no coincide la orientación solar óptima ó Eje Térmico, con la orientación

óptima para la captación del viento ó Eje Eólico, Por lo que habrá que conciliar ambos y llegar a la mejor solución. (Ver Fig. 56.)

1.15.-ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE CLIMATIZACIÓN: TERRAZAS Y PATIOS INTERIORES.

Bajo este rubro se deberán estudiar y analizar las propuestas ó estrategias que nos permitan optimizar o crear elementos y sistemas constructivos de climatización tanto en terrazas como en patios interiores ó de servicio. En dichas soluciones se deberá propiciar:

- a) Ganancia solar directa.
- b) Re-radiación del calor almacenado en los materiales utilizados hacia el interior del espacio-forma.
- c) Aislamiento térmico de la cubierta del patio a fin de evitar pérdida de calor hacia el exterior.
- d) Sistemas constructivos que permitan tener materiales capacitivos conductores de calor hacia el interior.

Las propuestas para el clima analizado se ilustran enseguida: (Ver Fig. 57.)

1.16.- ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE CLIMATIZACIÓN: JARDINES E INVERNADEROS.

Como se ha dicho con anteriormente, la vegetación es parte esencial del entorno físico Sin su estudio queda incompleto el conocimiento del clima, ya que ella influye a su vez sobre el microclima.

El efecto más benéfico de la vegetación es, sin duda, su funcionamiento térmico. Así, por ejemplo, en invierno los

³¹ Según experimentos realizados en el Architectural Association Department of Tropical Studies U.S.A.

árboles perennifolios reducen la pérdida de calor, sirven como barreras rompevientos, y disminuyen la nieve suelta.

En verano los árboles caducifolios o perennifolios proveen una sombra; los mantos de pasto y arbustos absorben radiación, y su proceso de evaporación puede disminuir la temperatura de aire.

Los árboles deciduos (caducifolios) permiten el paso de los rayos solares en invierno y permiten sombra y protección en verano. Las enredaderas ó las rastreras son dispositivos naturales para el control térmico, proveen de enfriamiento evaporativo y sombra. Sirven para muros soleados en climas cálidos.

A fin de que el uso de la vegetación sea eficiente es necesario que los árboles, mantos, arbustos y rastreras sean plantados estratégicamente.

Los árboles dan su mejor sombreado en las fachadas este - sureste y al oeste-suroeste, durante la mañana y la tarde en donde se encuentra a baja altura, y producen sombras largas a medio día. Cuando el sol está muy alto, los rayos solares pueden bloquearse con aleros o faldones, ya que los árboles que se encuentran hacia el lado sur no proyectan casi sombra.

Es por tanto muy importante la selección del tipo de vegetación a utilizar, así como de sus requerimientos, cuidados, forma y tiempo de crecimiento, etc. También, por supuesto la situación dentro del lote de los árboles propuestos para bloquear el viento ó dirigirlo, bloquear el sol ó permitir su paso. Como normas generales, deben considerarse, para su siembra y conservación, lo siguiente:

1.- Reserva - para cada individuo vegetal- del espacio mínimo que ocupará su follaje o copa, ya en pleno desarrollo.

2.- Evitar el efecto de sombreado de unos sobre otros, para evitar su desarrollo inadecuado.

3.- Que pueda lograrse el aspecto estético deseado ó el propósito particular. Como en el caso de barreras rompevientos, setos o cortinas anti-ruidos.

4.- Que los espacios o cajetes para los árboles sean lo suficientemente amplios para permitir que el crecimiento del tronco se realice sin obstáculos y que impida que levante las banquetas o pavimentos, dejando en términos generales 15 cm. libres del diámetro máximo del tronco. También hay que considerar el crecimiento de las raíces, las cuales pueden afectar a la cimentación de la construcción, por lo que como una norma práctica, puede considerarse que el radio máximo de afectación de ellas será igual a 10 veces el diámetro máximo de crecimiento del tronco del árbol.

Las propuestas para el clima que nos ocupa serán las siguientes:

(Ver Fig. 58.)

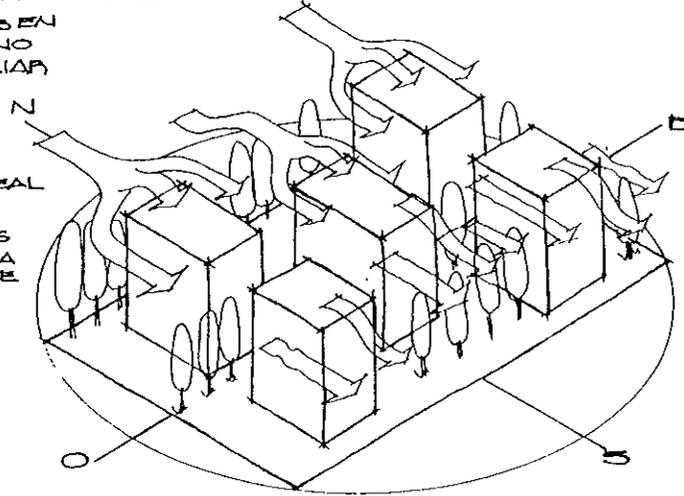
1.17.-ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE CLIMATIZACIÓN: CÁMARAS DE AIRE EN PLAFONES Y MUROS.

Se le llama cámara de aire a todo espacio que quede entre los materiales de construcción, ya sea que esté formando parte del mismo material como de los sistemas constructivos. La cantidad de calor transmitida a través de las cámaras de aire, depende de la naturaleza de las superficies que la forman, del material y del espesor de los materiales, de la forma propia de la cámara; si es vertical u horizontal y sobre todo de la diferencia de temperaturas entre las superficies que la limitan. Los intercambios térmicos a través de ella son una

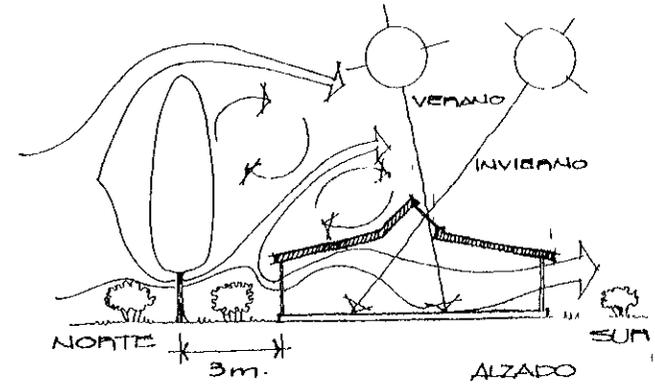
CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS DE VENTILACIÓN

CONTROL DE VIENTOS EN EL CONJUNTO URBANO VIVIENDA MULTIFAMILIAR

- PROTECCIÓN CONTRA EL VIENTO DEL NORTE CON UN ARREGLO LINEAL DE LOS EDIFICIOS
- CORTINAS DE ARBOLES COMO BARRERA CONTRA EL VIENTO DEL NORTE

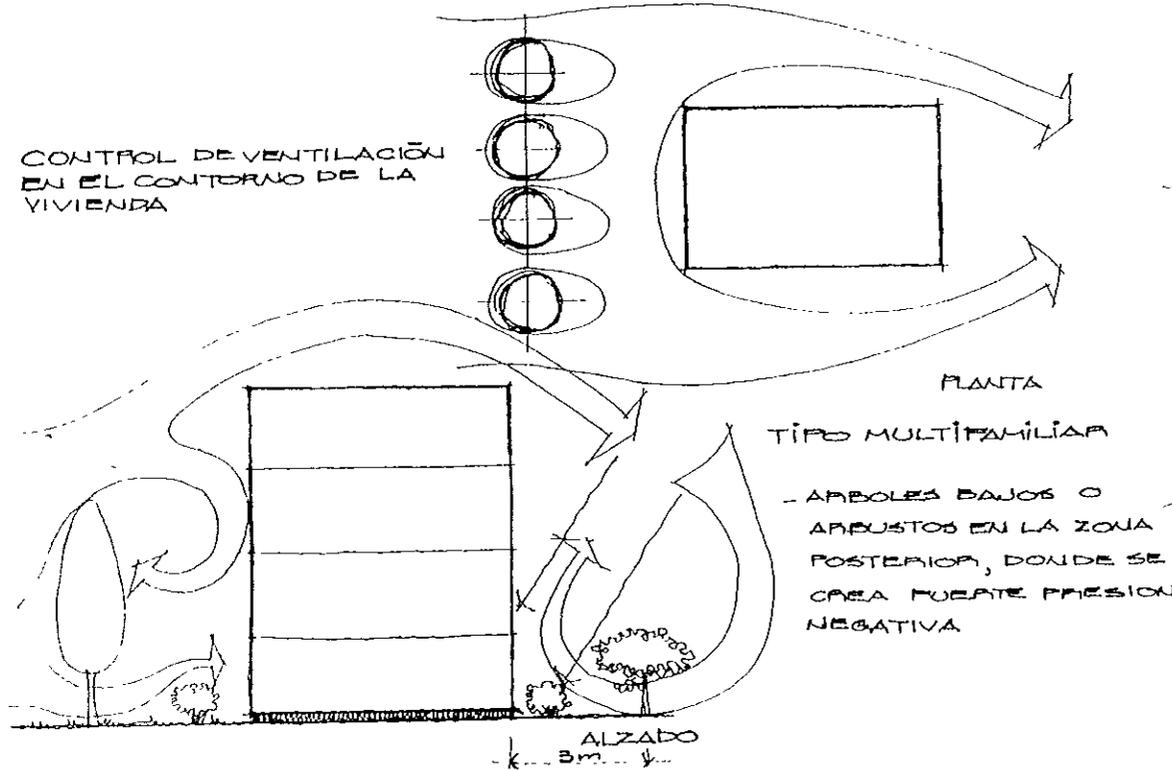


VENTILACIÓN EN EL INTERIOR DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR



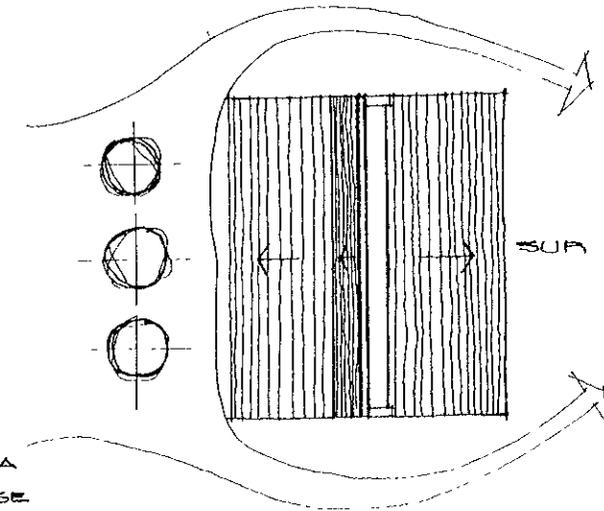
- VENTILACIÓN CRUZADA NO DESEABLE

CONTROL DE VENTILACIÓN EN EL CONTORNO DE LA VIVIENDA



TIPO MULTIFAMILIAR

- ARBOLES BAJOS O ARBUSTOS EN LA ZONA POSTERIOR, DONDE SE CREA FUERTE PRESIÓN NEGATIVA

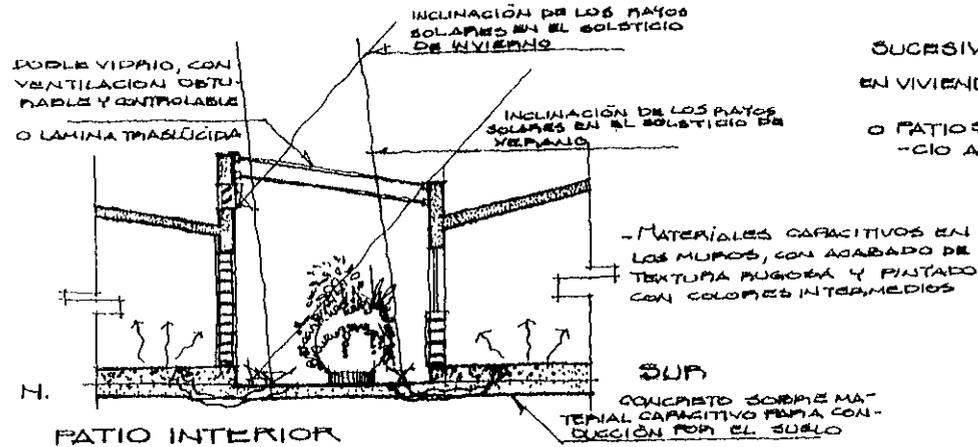


- LA BARRERA DE ARBOLES AYUDAN A DESVIAR LOS VIENTOS
- ARBOLES O ARBUSTOS EN FORMA DE CORTINAS PARA MODIFICAR LA DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO

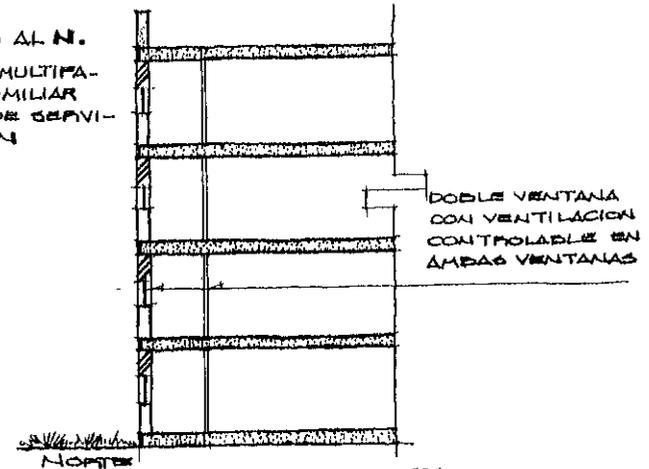
Fig. 56

ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE CLIMATIZACIÓN

TERRAZAS

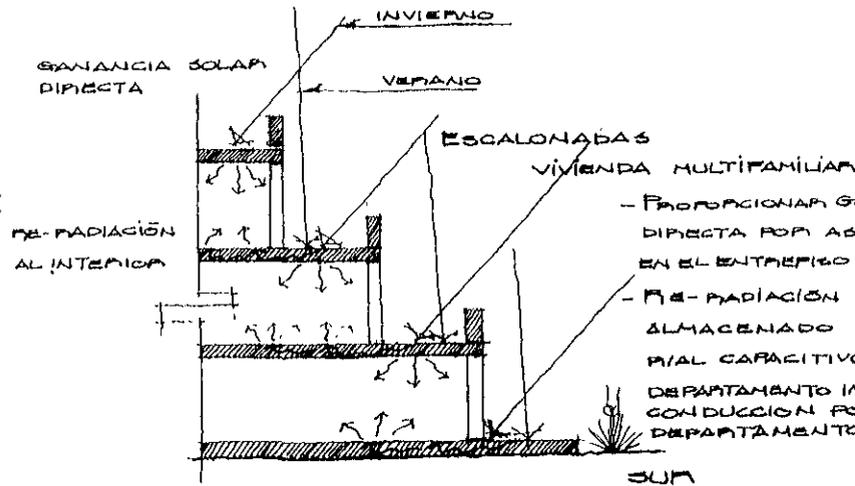


SUCCESSIVE AL N.
EN VIVIENDA MULTIFAMILIAR
O PATIOS DE SERVICIO AL N



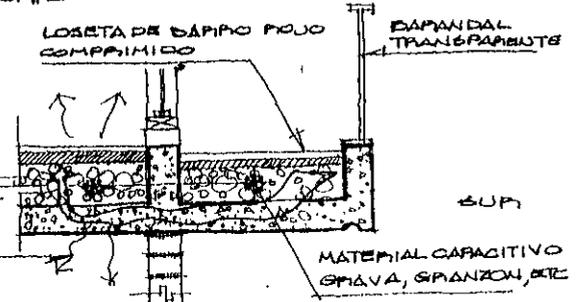
- PATIOS INTERIORES EXISTENTES AL NORTE
- CONVERSIÓN A INVIERNADEROS, CON VENTILACIÓN CONTROLABLE Y OBTURABLE

TERRAZAS



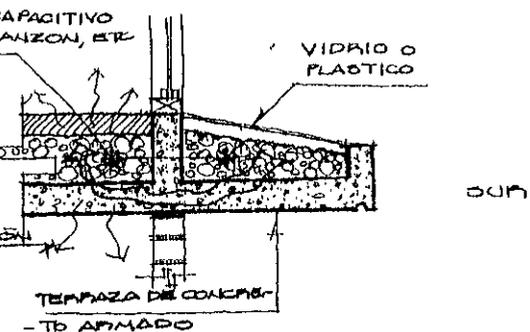
- CON ACABADOS Y MATERIALES PARA CAPTACIÓN, ALMACENAMIENTO Y RE-RADIACIÓN DEL CALOR

RE-RADIACIÓN



MATERIAL CAPACITIVO GRAVA, GRANIZON, ETC

RE-RADIACIÓN



- LOS DEPARTAMENTOS QUEDARÁN DESFAZADOS PARA CAPTACIÓN SOLAR DIRECTA SOBRE TODAS LAS TERRAZAS

Fig. 57

ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE CLIMATIZACIÓN

INVERNADEROS

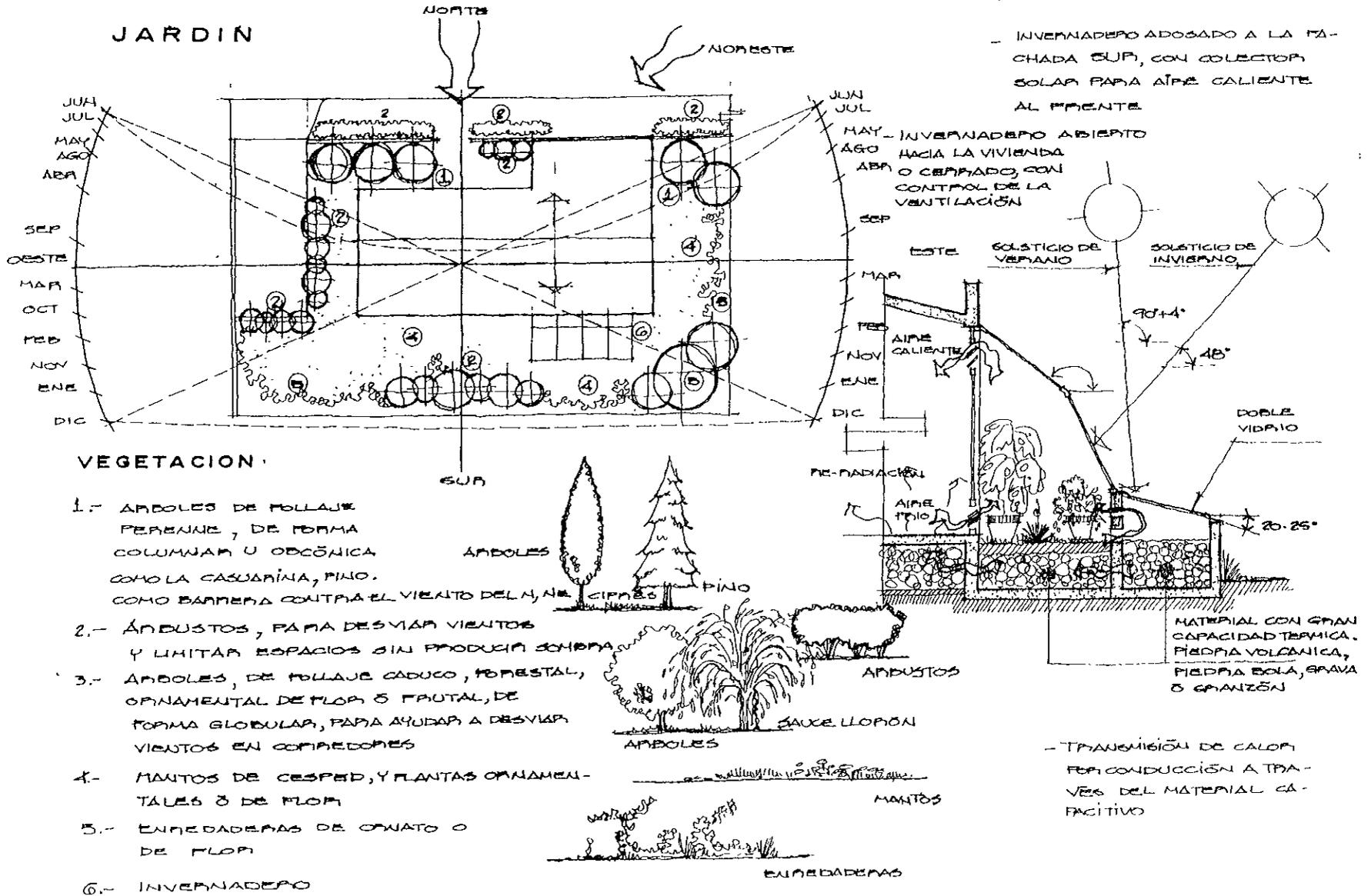


Fig. 5b

ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE CLIMATIZACIÓN

CAMARAS DE AIRE EN:

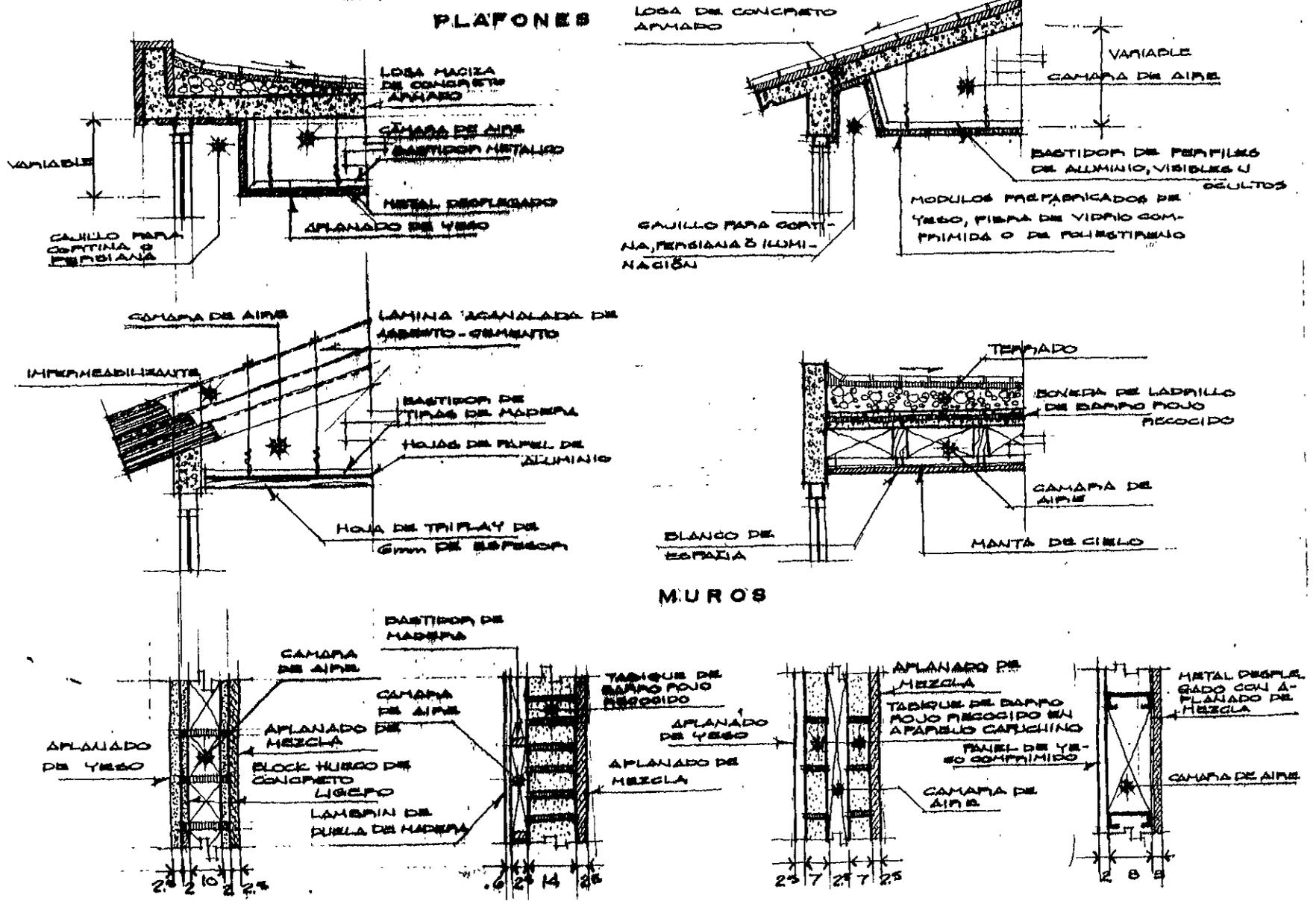


Fig. 59

combinación de los fenómenos de conducción, convección y radiación

Las cámaras de aire producen un amortiguamiento térmico ó aislamiento térmico, ya que el aire es un aislante hasta cierto punto, ya que si la cámara es mayor a 2.5 cms. de espesor, se convierte en una cámara convectiva. El poder aislante de una cámara de aire no es comparable al de los materiales aislantes más comunes, más que para espesores muy pequeños. Por lo que no debe exceder de los 2.5 cms. en cámaras verticales.

El poder aislante de una cámara de aire horizontal aumenta ligeramente, ya que la cámara de aire más eficaz corresponde a unos 5 cms de espesor.

Es pues indispensable el considerar su uso, mejorando ó adoptando los sistemas y materiales constructivos convencionales. Así las propuestas para el clima estudiado serían: (Ver Fig. 59.)

1.18 - ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE CLIMATIZACIÓN. SISTEMAS PASIVOS: LOSAS, MUROS, PISOS.

En el Capítulo I, se definió lo que son los Sistemas Pasivos de Climatización Ambiental. Dentro de la clasificación de dichos sistemas se tiene el correspondiente al Muro de Almacenamiento Térmico y específicamente el Muro Trombe. También se definió el Techo de Almacenamiento Térmico e Intercambio de Calor, así como el Circuito Convectivo. Por tanto se deberán analizar y diseñar estos elementos dentro de los sistemas constructivos:

- a) en muros
- b) en losas

- c) en pisos

Tomando en cuenta:

- 1.- orientación óptima del elemento.
- 2.- espacios que limita.
- 3.- forma del elemento.
- 4.- sistema constructivo: tradicional, convencional ó no convencional.

Las propuestas de solución para el clima frío que nos ocupa serían las siguientes: (Ver Fig. 60.)

1.19.- ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE CLIMATIZACIÓN. SISTEMAS PASIVOS: INVERNADEROS.

El invernadero es un magnífico sistema para captación de la energía y calor de los rayos solares. Está diseñado para proveer el medio ambiente adecuado para el crecimiento de plantas en climas poco favorables para ello. La temperatura debe ser lo suficientemente alta para permitir el crecimiento pero no tan alta que cause un cambio metabólico.

La luz, siendo la energía activadora del crecimiento, debe estar presente en cantidades generalmente muy altas como para ser provista por medio de iluminación artificial o eléctrica. Durante el día, el sol con su radiación directa y el cielo con su componente difusa provee más que suficiente luz dentro del invernadero para el crecimiento, excepto en los días muy nublados, cuando el metabolismo de las plantas puede ser limitado por los niveles relativamente bajos de iluminación. Cuando las plantas convierten o transforman esta energía para

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

su uso, más del 90% se transforma en calor, calentando entonces el aire alrededor de ellas.³²

Por supuesto, el aire sólo absorbe poco calor sin tener aumentos significativos en su temperatura. Entonces, al calentarse se eleva y se acumula en las partes altas.

En muy poco tiempo, el invernadero ha acumulado una capa de aire caliente en lo alto, que llega rápidamente a estar tibio a nivel de las plantas, por lo que necesita ventilación.

Así mismo, en la noche, el material poco aislante de que está construido, permite que el aire se enfríe rápida y excesivamente.

Lo interesante es, desde el punto de vista térmico, que el exceso de la energía que se genera durante el día, sea también suficiente para conseguir que el invernadero tenga calor durante la noche por medio de la captación y almacenamiento del mismo, a través de colocar en su interior materiales masivos y capacitivos como pueden ser piedras de gran densidad. Y en segundo lugar, el invernadero debe estar colocado de tal manera que el eje más largo de desarrollo sea el Este-Oeste, y ser orientado hacia el Sur, para garantizar un asoleamiento más prolongado, inclusive en los días en que se reduce éste por las condiciones del cielo. Para lograr esto se puede recomendar:

- a) Construir el piso del invernadero con material sólido y capacitivo, poniendo un material aislante entre el piso y el suelo.
- b) El muro que limita al invernadero debe ser de un material capacitivo y estar aislado.

³² Wade A. Herbert. Energy Flows in the Greenhouse. Aspen Energy Forum, 1977.

c) Este muro limitante, debe ser pintado con colores claros, que reflejen el calor hacia las plantas.

d) Es necesario tener ventilación para evitar que la temperatura se eleve demasiado y obtener una temperatura moderada.

e) Poner en el interior materiales altamente capacitivos como por ejemplo piedras densas, para almacenar calor.

f) Reducir áreas transparentes donde se requiera controlar las necesidades de luz.

Como el caso que nos ocupa, es un clima frío, este exceso de calor se deberá aprovechar para re-radiarlo al interior. Por lo que la propuesta sería la siguiente: (Ver Fig. 61)

1.20.- EQUIPAMIENTO DE CLIMATIZACIÓN ARTIFICIAL DE APOYO.

Cuando se habla de equipos de apoyo para la climatización de un espacio, nos estamos refiriendo a lo que se llama Sistemas Cuasipasivos de Climatización Ambiental. En algunas ocasiones para aumentar la eficiencia del funcionamiento de un sistema de climatización y que además el costo involucrado se justifique así como su amortización, se puede incorporar algún dispositivo o sistema electromecánico de apoyo convencional. También se puede incorporar algún sistema tradicional de climatización, como la chimenea. Así mismo la iluminación natural debe ser la adecuada, para permitir realizar las tareas visuales necesarias con un nivel de iluminación conveniente³³. Sin embargo puede ser necesario, para habitaciones profundas, (donde la profundidad sea mayor a 3 veces la altura superior de la ventana, por encima

³³ Según el Reglamento de Construcciones del D.D.F. Requerimientos mínimos de iluminación.

ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE CLIMATIZACIÓN

SISTEMAS PASIVOS

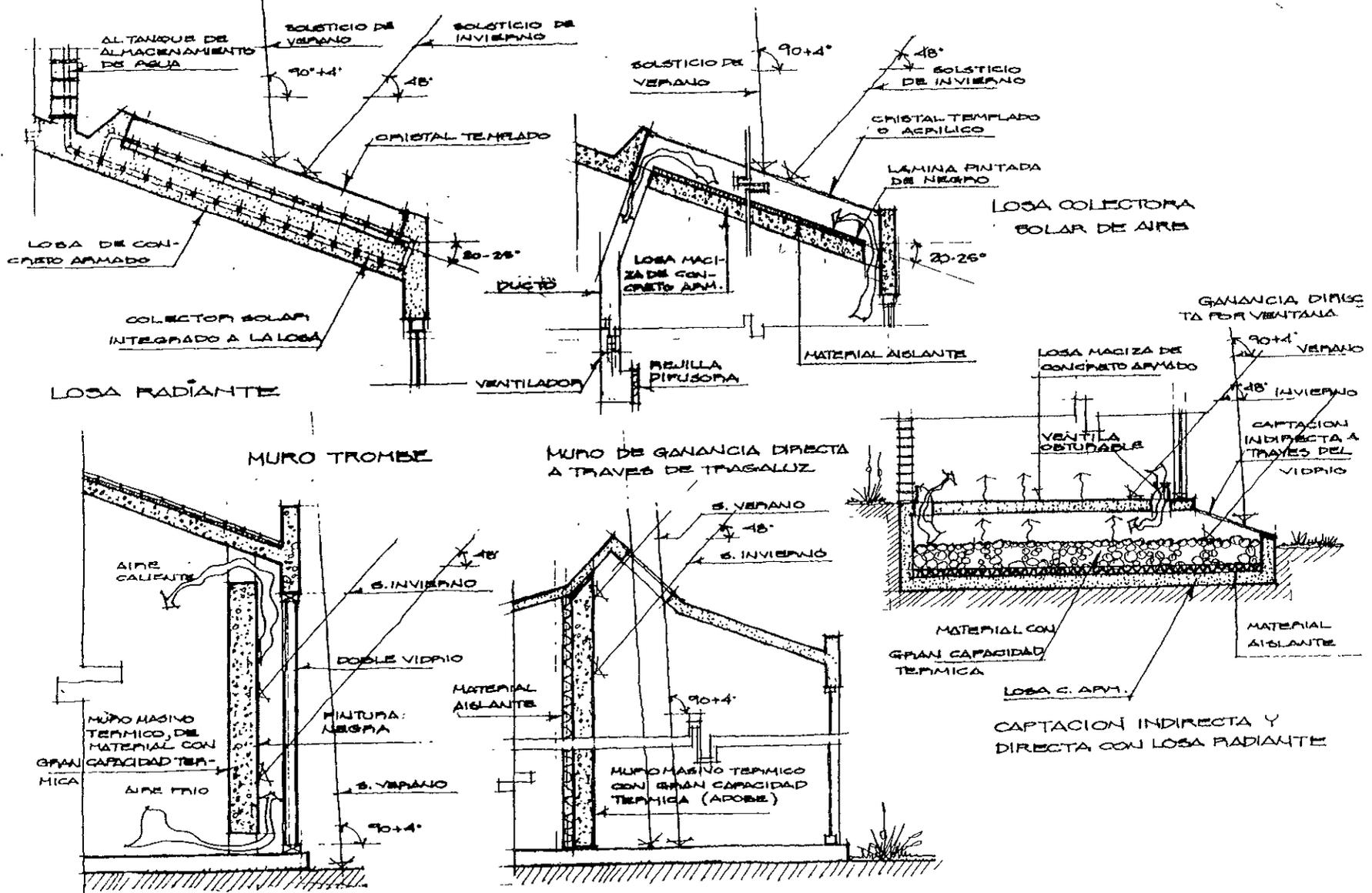
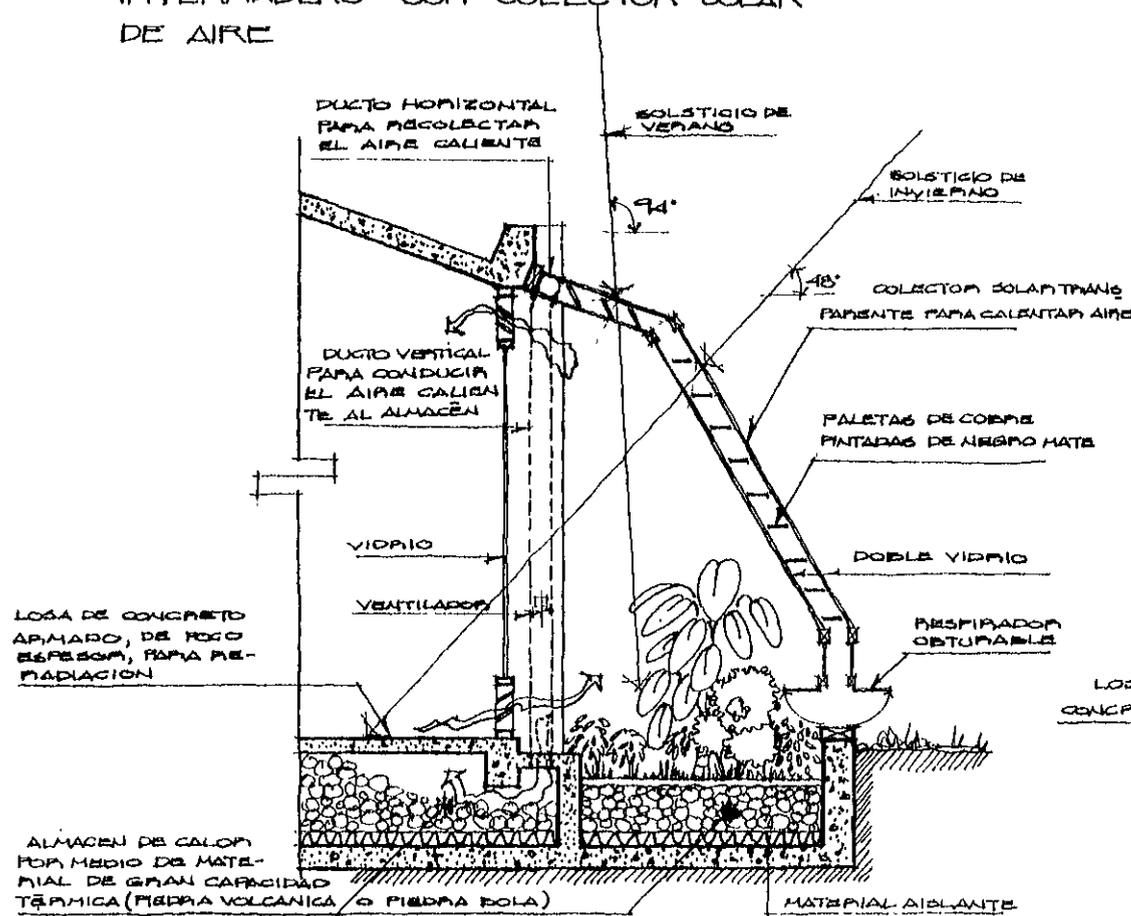


Fig. 60

SISTEMAS PASIVOS

INVERMADERO CON COLECTOR SOLAR DE AIRE



MURO TERMOCOLECTOR Y VENTANA INVERMADERO

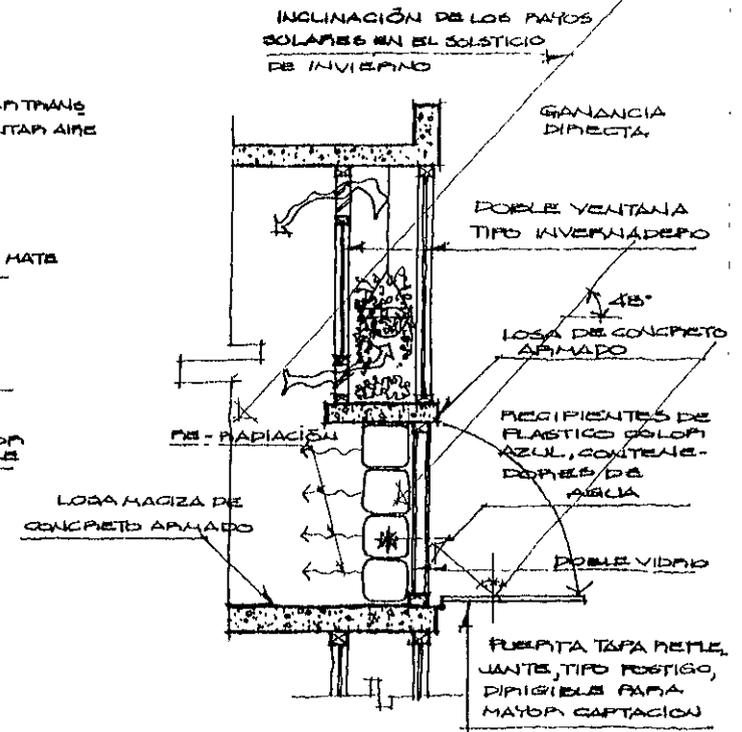


Fig. 61

del plano de trabajo), el contar con Iluminación Suplementaria Artificial Permanente de los Interiores (PSALI por sus siglas en inglés: Permanent Supplementary Artificial Lighting of the Interiors) y por supuesto durante la noche, es necesario proporcionar los niveles de iluminación necesarios.³⁴

A continuación se ilustran algunos de estos sistemas. (Ver Fig. 62.)

1.21.- CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA VENTANAS.

Como ya se especificó con anterioridad, la función de la ventilación es:

- a) aprovisionamiento de aire puro.
- b) enfriamiento por convección.
- c) enfriamiento fisiológico.

Los requisitos del aprovisionamiento de aire puro dependerán de

- a) tipo de actividad de los ocupantes.
- b) número de los ocupantes.
- c) número de cambios por hora de aire, según reglamentaciones.

Pero también, es a través de las ventanas que se tiene una ganancia térmica solar directa. Por lo que debe considerarse:

1.- Tipo de ventana:

- a) de resbalón.
- b) de abatimiento.
- c) corrediza.

- 2.- Forma geométrica.
- 3.- Tamaño del vano de la ventana.
- 4.- Ubicación con respecto al muro y a la habitación.
- 5.- Orientación de la ventana.

Las propuestas para este caso son las siguientes. (Ver Fig.63.)

1.22.- PROTECCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LA VIVIENDA.

Bajo este nombre se deberán analizar todas y cada una de las propuestas de diseño que complementen todas las características peculiares del lugar, ya sea en clima, sistemas constructivos, materiales nativos, características específicas, etc., como son:

- a) Sismos.
- b) Tolvaneras.
- c) Insectos.
- d) Sistemas constructivos.
- e) Sistema estructural.
- f) Altura de edificios.
- g) Forma de edificios, etc

Ya que en cada sitio se presentan diferentes condiciones especiales, es necesario recabar información al respecto para completar el estudio de una localidad.

De tal suerte que no quede ni un punto sin resolver y el estudio sea completo. Por lo que a continuación se presentan algunas propuestas. (Ver Fig. 64 y 65.)

³⁴ La unidad del nivel de iluminación es el LUX.

1.23.- ORIENTACIÓN MÁS ADECUADA DE LOS ESPACIOS DE LA VIVIENDA.

Finalmente, antes de diseñar en sí el espacio-forma deberán determinarse cuales serían las orientaciones más recomendables para los diferentes locales y espacios de nuestro proyecto.

Para esto deberán, por supuesto, considerarse todos y cada uno de los puntos estudiados con anterioridad a fin de poder recomendar dicha orientación.

Las diferentes orientaciones se clasificarán según una escala de la siguientes manera:

OP = óptima
MB = muy buena
B = buena
R = regular
M = mala
MM = muy mala

Se hará un gráfico circular, que cuente con las 16 principales orientaciones y de acuerdo con él, determinando el Eje Térmico y el Eje Eólico, se marcarán las zonas que correspondan a cada clasificación, para posteriormente proponer la localización de los locales y espacios.

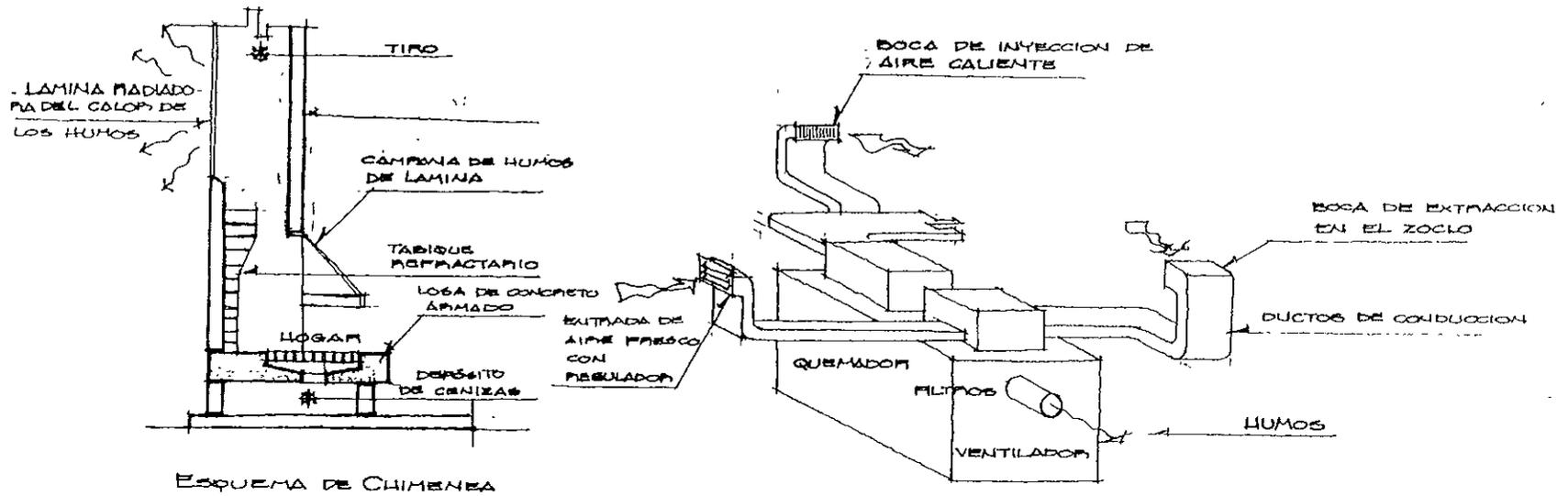
Como se ilustra enseguida para el clima que nos ocupa:
(Ver Fig. 66).

Hasta aquí hemos analizado las posibles recomendaciones y soluciones para el clima estudiado, pero para otros climas diferentes la secuencia es la misma. Basta seguir la guía, apoyándose en el estudio del clima y en los Requerimientos que de ello emanen para poder diseñar adecuadamente.

Finalmente, a través de este estudio, se tienen las herramientas necesarias para poder diseñar adecuadamente un espacio-forma que satisfaga las necesidades totales de los futuros usuarios y sólo queda la habilidad del proyectista para poder realizar un diseño que sea a la vez estético y adecuado.

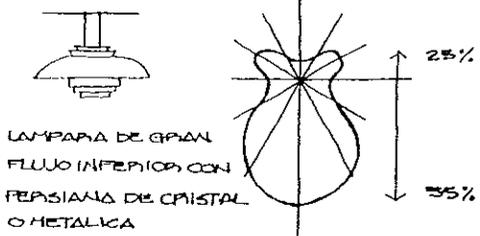
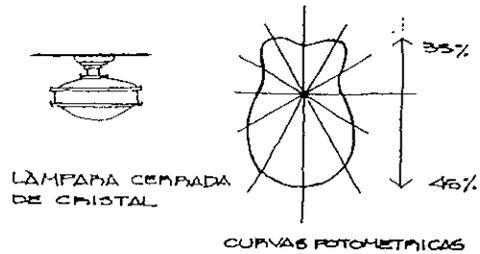
EQUIPAMIENTO DE CLIMATIZACIÓN ARTIFICIAL DE APOYO

CALEFACCION



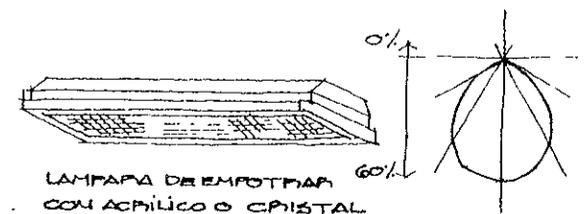
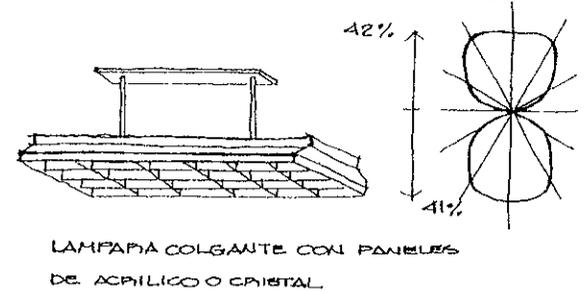
ILUMINACION

LAMPARAS DE INCANDESCENCIA



ESQUEMA DEL SISTEMA DE CALEFACCION POR AIRE CALIENTE CON CIRCULACION FORZADA

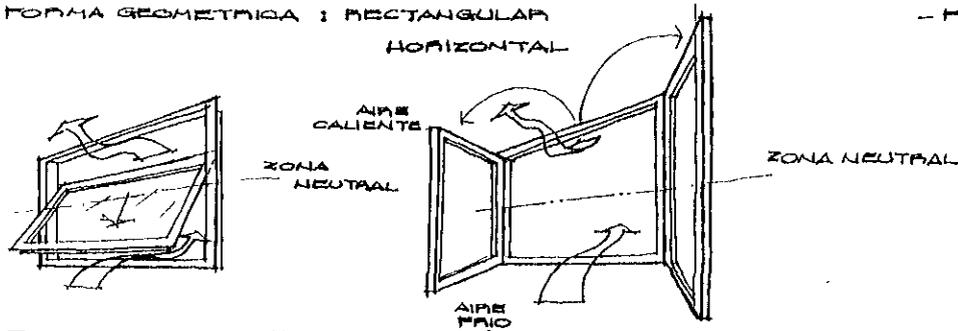
LAMPARAS DE FLUORESCENCIA



CONDICIONANTES BIOCLIMÁTICAS PARA VENTANAS

SECTOR NORTE

- FORMA GEOMÉTRICA : RECTANGULAR HORIZONTAL



- TIPO : DE REEBALÓN

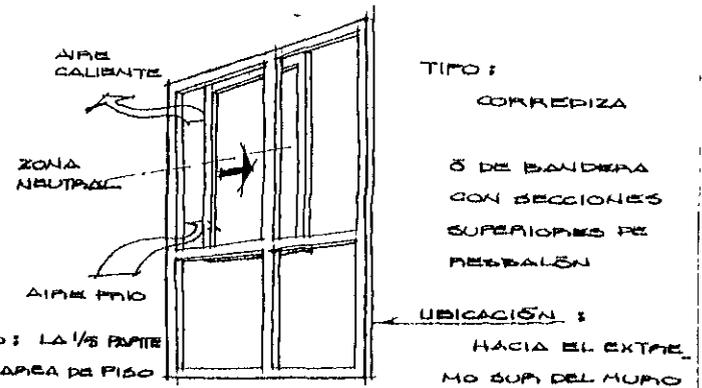
- TAMAÑO :
 - LA 1/5 PARTE DEL ÁREA DEL PISO PARA ILUMINACIÓN
 - LA 1/5 PARTE DEL ÁREA DEL PISO PARA VENTILACIÓN

- TIPO DE ABATIMIENTO O BANDEREA

- UBICACIÓN : AL CENTRO DEL MURO EN LA PARTE SUPERIOR, CON ANTEPECHO DE 90 CM.

SECTOR ESTE

- FORMA GEOMÉTRICA : RECTANGULAR VERTICAL



TIPO :
CORREDIZA

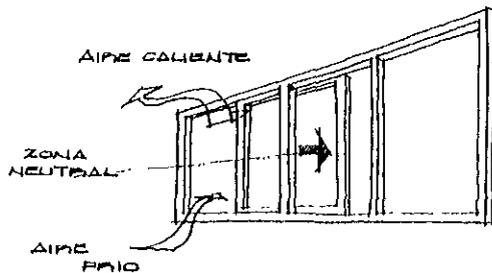
3 DE BANDEREA CON SECCIONES SUPERIORES DE REEBALÓN

UBICACIÓN :
HACIA EL EXTREMO SUP. DEL MURO

- TAMAÑO : LA 1/5 PARTE DEL ÁREA DE PISO PARA ILUMINACIÓN
 LA 1/5 PARTE DEL ÁREA DE PISO PARA VENTILACIÓN

SECTOR OESTE

- FORMA GEOMÉTRICA : RECTANGULAR VERTICAL

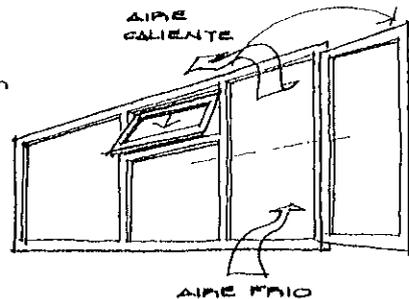


- FORMA GEOMÉTRICA : RECTANGULAR HORIZONTAL

- TAMAÑO :
 - LA 1/5 PARTE DEL ÁREA DE PISO PARA ILUMINACIÓN
 - LA 1/5 PARTE DEL ÁREA DE PISO PARA VENTILACIÓN

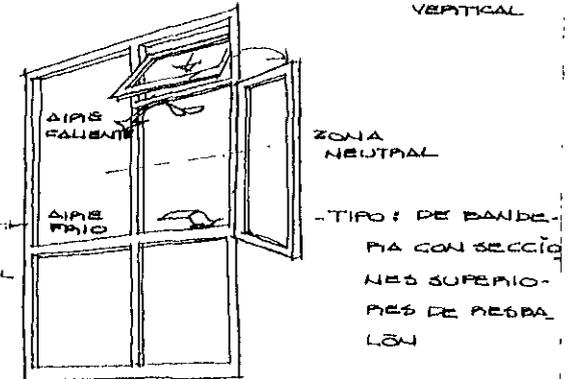
SECTOR SUR

- TIPO : CORREDIZA
 - TIPO : BANDEREA CON SECCIONES DE REEBALÓN EN LA PARTE SUPERIOR



- UBICACIÓN : CENTRADA, CON ANTEPECHO DE 90 CM.

UBICACIÓN :
HACIA EL EXTREMO SUP. DEL MURO

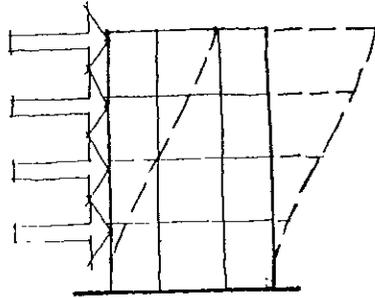


- TIPO : DE BANDEREA CON SECCIONES SUPERIORES DE REEBALÓN

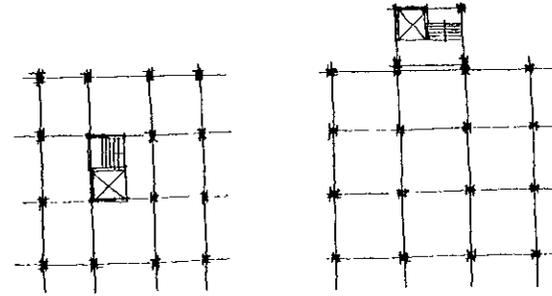
- TAMAÑO :
 - LA 1/5 PARTE DEL ÁREA DE PISO PARA ILUMINACIÓN
 - LA 1/5 PARTE DEL ÁREA DE PISO PARA VENTILACIÓN

PROTECCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LA VIVIENDA

SISMOS

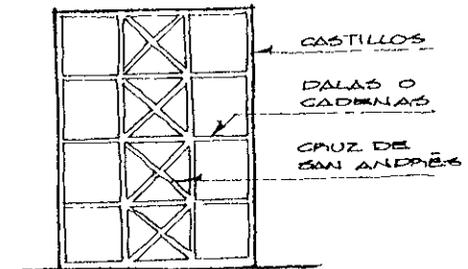
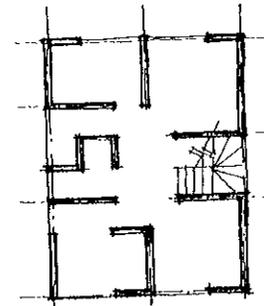
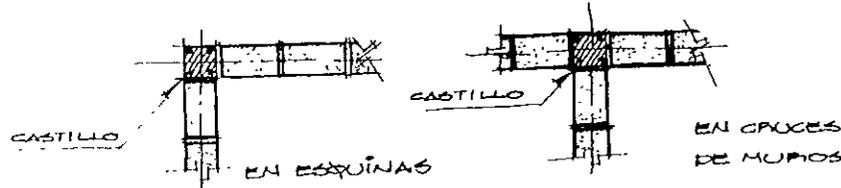


- DE PREFERENCIA EDIFICIOS DE ALTURA NO MAYOR DE 4 NIVELES
- ESTRUCTURAS ELÁSTICAS A BASE DE PORTICOS

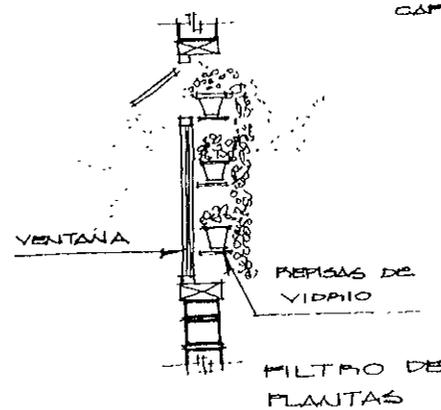
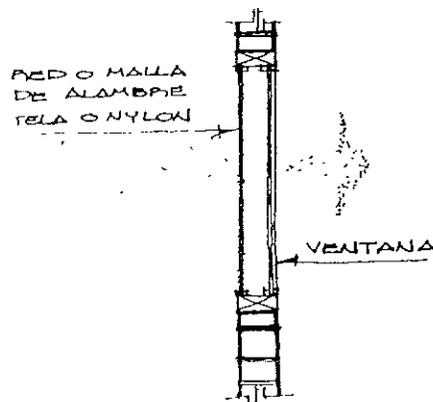


PLANTAS REGULARES CON LOS NÚCLEOS RÍGIDOS AL CENTRO O EN FORMA SEPARADA CON JUNTA CONSTRUCTIVA, CLAVOS COPITOS

- REFUERZOS EN MUROS DE CARGA EN VIVIENDA UNIFAMILIAR O MULTIFAMILIAR



TOLVANERAS



PLANTAS REGULARES A BASE DE MUROS DE CARGA

VENTANA TIPO PERISIANA DE VIDRIO

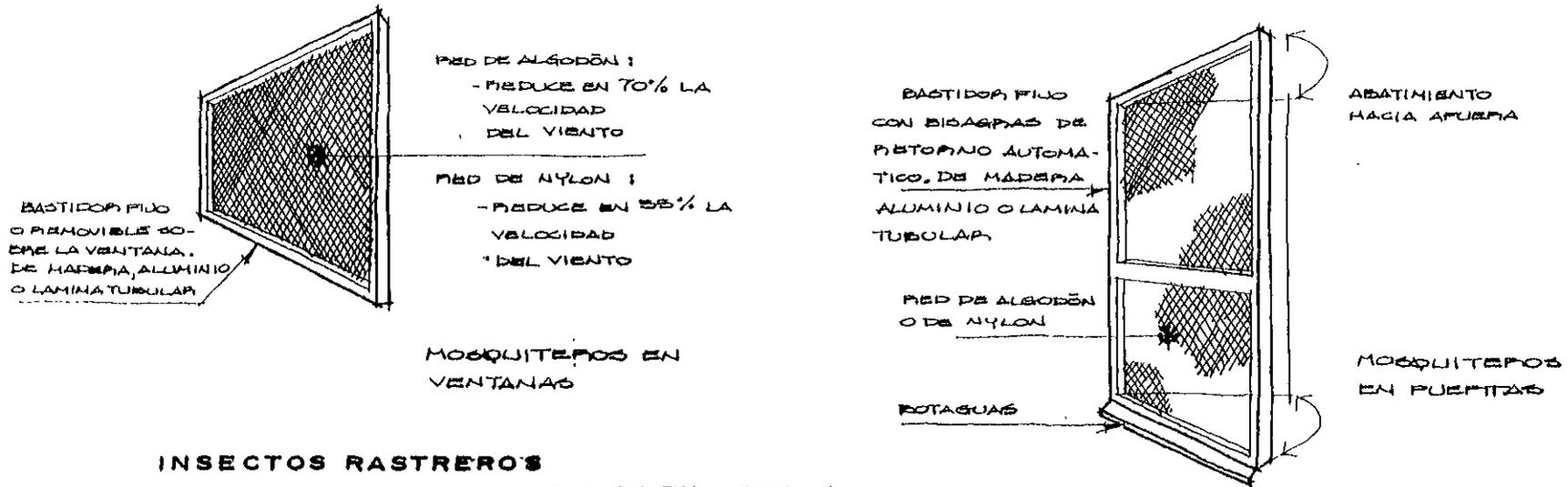


REFUERZOS EN MUROS PARA VIVIENDA MULTIFAMILIAR

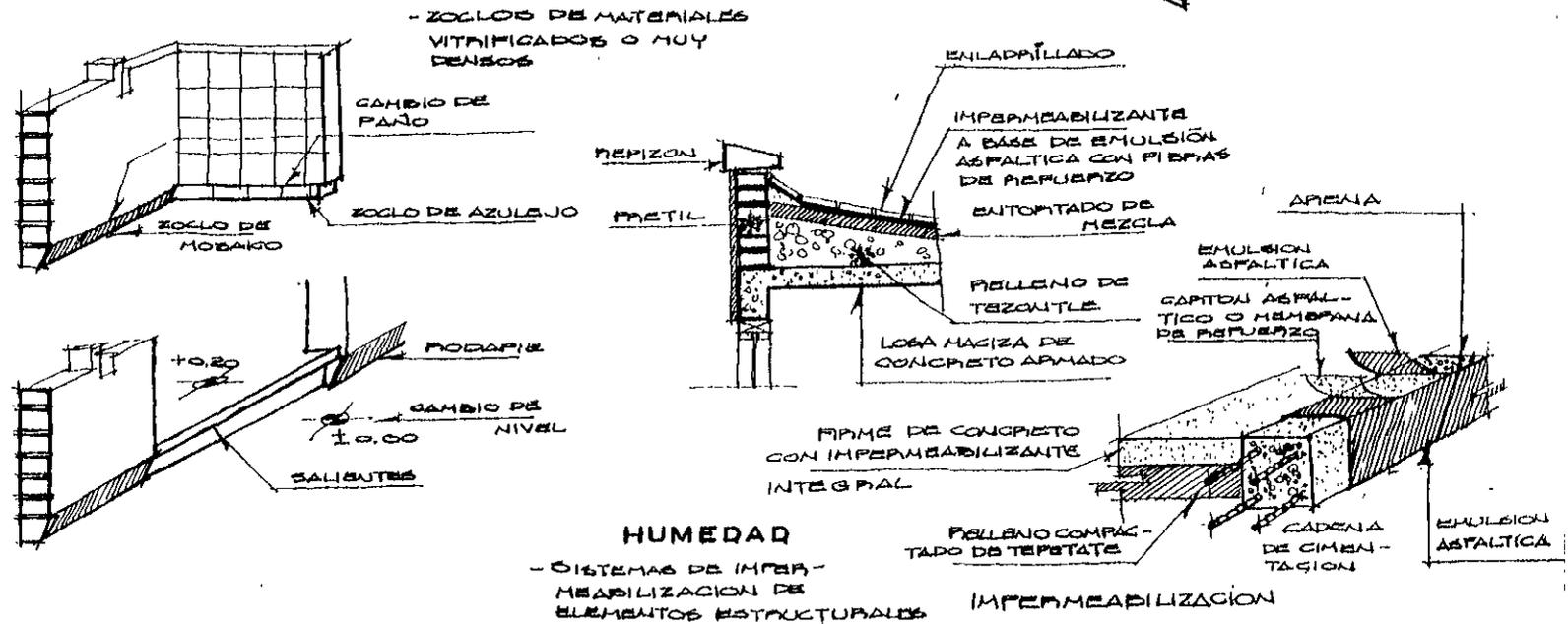
Fig. 64

PROTECCIONES COMPLEMENTARIAS PARA LA VIVIENDA

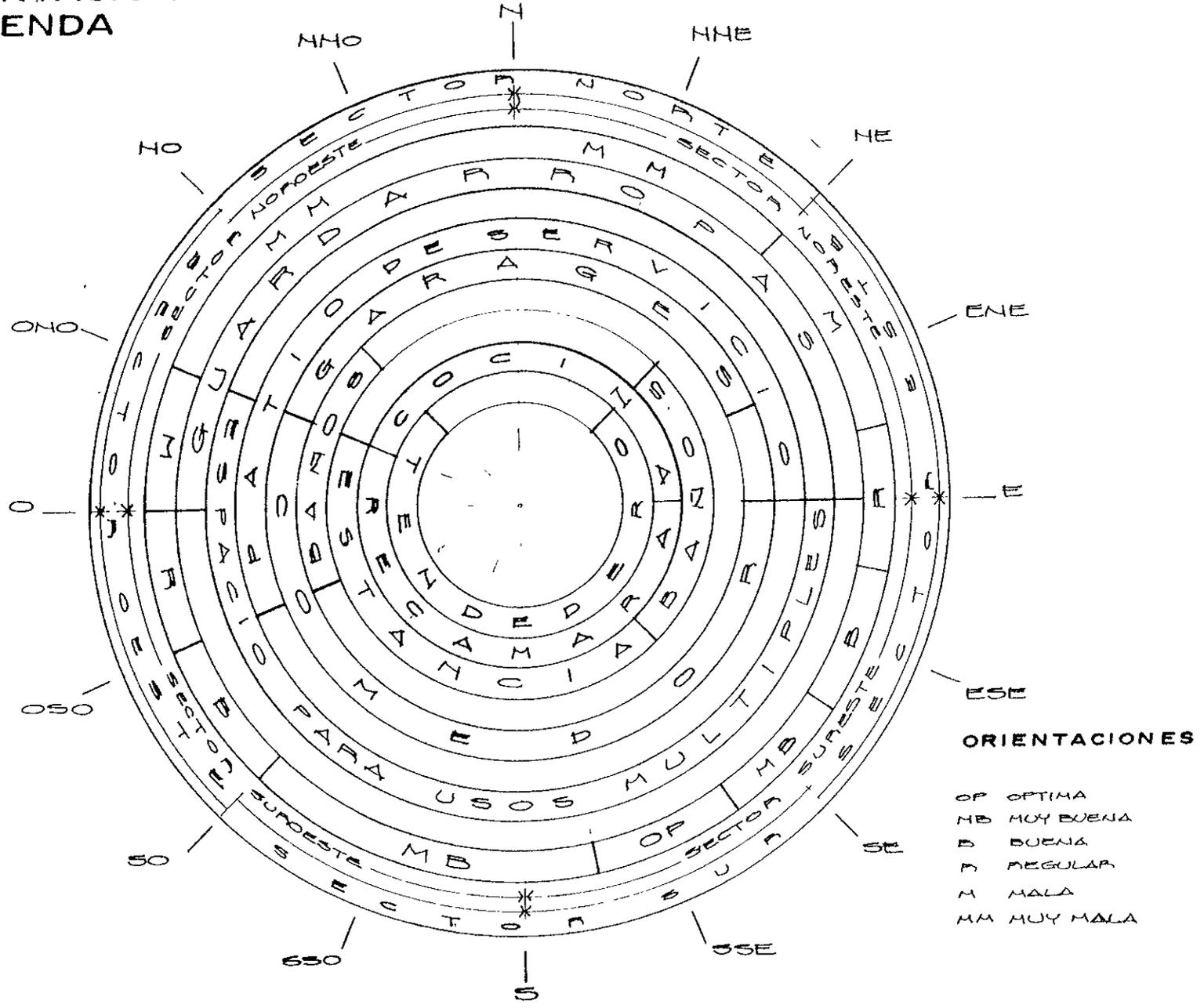
INSECTOS VOLADORES



INSECTOS RASTREROS



ORIENTACION MAS ADECUADA DE LOS ESPACIOS DE LA VIVIENDA



CONCLUSIONES

El caos del contexto urbano no es más que un reflejo fiel de la forma equivocada en que se diseña la arquitectura en la actualidad. Es por esto que han surgido diferentes expresiones arquitectónicas que son totalmente antagónicas entre sí y que nos indican que debe gestarse un cambio radical.

Para poder lograr este cambio es necesario retomar los principios elementales y los valores más relevantes del Hombre en su relación con el medio ambiente.

Entender y por tanto desarrollar adecuadamente la disciplina arquitectónica, implica inicialmente comprender tanto al espacio y las formas arquitectónicas como al contexto natural en que se llevará a cabo la actividad humana.

Ya que cualquier manifestación arquitectónica está intrínsecamente ligada al hombre y a su medio ambiente, no es posible concebir al espacio-forma desligado de cualquiera de estas dimensiones.

El quehacer arquitectónico es el reflejo de una manera de ser, de pensar y de entender la realidad y está determinado por las exigencias específicas de cada proyecto.

Es decir, es la traducción a símbolos espaciales de la concepción que el hombre, tanto usuario como arquitecto tiene de la realidad, la cual involucra al medio ambiente.

Considerando lo expuesto con anterioridad, es imposible pretender crear un espacio-forma sin una estructura interpretativa de las diferentes variables y es precisamente al estudiante de arquitectura al que se le debe establecer un proceso de conocimiento del hombre en todas sus dimensiones

-físicas, biológicas, psicológicas- y de su relación con el medio ambiente, que le permita producir obras de arquitectura en todo el sentido de la expresión.

Así mismo “...si el alumno cuenta con esta comprensión podrá afrontar la problemática y plantear respuestas válidas, con sustento teórico y con calidad expresiva a su lugar y tiempo...”³⁵.

El conocimiento temprano durante el proceso de diseño de las condicionantes climáticas de un lugar determinado, de su interpretación y de su aplicación para la solución bioclimática adecuada de cualquier proyecto ha sido el tema principal de este trabajo.

Dicho conocimiento debe ser transmitido, en forma sencilla, clara y precisa a los que se inician en el difícil arte de proyectar. Puede decirse que debe guiarse casi de la mano al principiante, de tal suerte que al comprender cada uno de los diferentes componentes del clima, pueda analizarlos y llegar a sintetizar las condicionantes bioclimáticas para el diseño arquitectónico adecuado y aplicarlas en su propuesta y solución.

El plantear en forma accesible un método práctico representó el estudio y la síntesis de una serie de conocimientos, de tal suerte que estos conocimientos puedan ser asimilados en forma natural e imperceptible por el lector de este documento, con la idea de que llegue a formar parte de su bagaje intelectual.

³⁵ “Comprensión del espacio arquitectónico mediante las dimensiones del hombre” Terrazas Urbina, Fco.Arq. U.I.C. I.de Posgrado e Investigación p.2

Ya que aún cuando algunos de estos tienen un carácter abstracto, son comprensibles si se establecen referencias que objetivicen su aprehensión y que permitan su manejo y su aplicación.

Esto le permitirá, desde el inicio de un proyecto, considerar todos los requerimientos para llegar a obtener un proyecto adecuado tanto al clima como al usuario.

Al ir desarrollando cada capítulo del documento se plantearon los temas a un nivel que de momento parece elemental pero que sin embargo, resume de forma sencilla los conceptos de física térmica, lumínica y sónica que determinan el comportamiento de los materiales ante el medio físico.

De hecho, esta metodología de comprensión y análisis, es la misma que he planteado y enseñado durante los seis años que en la Licenciatura de Arquitectura de la Facultad se ha impartido la materia de Tecnologías Ambientales I dentro del Plan de Estudios 92.

Es muy interesante comprobar cómo el alumno poco a poco va haciendo suyos los conceptos básicos de esta disciplina, mediante el análisis de un clima específico - que ellos mismos escogen- dentro de la República Mexicana. Y cómo, a través de su estudio, comprensión y análisis, va interpretando las características específicas de ese lugar para determinar y proponer las estrategias de diseño adecuadas a cada proyecto y lugar, en un trabajo final donde sintetiza todos los conocimientos adquiridos, creando un proyecto donde el hombre resida con gusto, creando un espacio-forma que sea como un "vestido" que envuelve al cuerpo, un espacio que existe con él.

El manejo apropiado de los materiales, los sistemas constructivos, la vegetación, el viento, la adecuada orientación de vanos y ventanas así como la localización de los locales podrá permitir al proyectista diseñar un espacio-forma *habitable y comfortable*.

Es por tanto imprescindible que esta materia no desaparezca del Plano Curricular de la carrera de Arquitecto ya que sólo así, desde el nivel básico de información, el alumno será consciente del enorme reto que esto significa dentro de la disciplina arquitectónica y sepa como tal, afrontarla con una verdadera vocación de servicio, creando un espacio-forma en donde el clima sea parte actuante y viva dentro del diseño, donde actúe sutilmente y viva con él.

Finalmente con esto podemos establecer que el objetivo de este trabajo es el de guiar a los alumnos en la comprensión de este importante hecho, proporcionarles una guía práctica de las posibles soluciones a un problema específico, pero sobre todo el servir como una plataforma de despegue que les permita analizar otros estudios de caso y sobre todo motivarlos a iniciar estudios de profundización dentro de la disciplina, mismos que los lleven a realizar trabajos de investigación más profundos sobre el comportamiento térmico de los elementos y sistemas constructivos en nuestro medio, auxiliándose de programas de cómputo, pruebas en laboratorio, mediciones en casos de estudio para poder establecer el comportamiento de ellos ante el impacto del medio natural y su adecuación a una *arquitectura responsable*.

BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- GAY and Fawcett. Instalaciones en los edificios. Edit. Gustavo Gili, 1989.
- 2.- PAYA, Miguel. Aislamiento Térmico y Acústico. Colección CEAC de la Construcción. Barcelona, España
- 3.- PROCEEDINGS of the Aspen Energy Forum 1977. SOLAR ARCHITECTURE. Aspen, Colorado
- 4.- HERBERT, A. Wade. Energy Flows in the Greenhouse. Aspen, Colorado 1977.
- 5.- HERNANDEZ, Hdz. Everardo. Arquitectura Solar y Sistemas Pasivos de Climatización Ambiental. División de Estudios de Posgrado, Fac de Arquitectura, UNAM 1989.
- 6.- KOENIGSBERGER, INGERSOLL, MAYHEW, SZOKOLAY. Viviendas y Edificios en Zonas Cálidas y Tropicales. Edit. Paraninfo. Madrid, España, 1977.
- 7.- OLGYAY, Victor. Design with Climate. Princeton University Press. 1963.
- 8.- MEHL de Weatherbee, Reine. Control Térmico Atmosférico. Tecnologías Ambientales en el Arquitectura. Facultad de Arquitectura UNAM. 1997.
- 9.- INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL. Normas de Proyecto de Ingeniería. Tomo IV. Aire Acondicionado
- 10.- INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL. Normas de Proyecto de Arquitectura. Tomo VII. Normas Bioclimáticas.
- 11.- AGUILAR, J. Peris, y AGUILAR, J. M. Olvera. Diccionario de Energía Solar. Edit. Alambra, S.A., Madrid, España, 1983
- 12.- SUTTON, David B. Y HARMON, N. Paul. Fundamentos de Ecología. Edit. Limusa. México.
- 13.- RAMIREZ B. Esperanza A., FERNANDEZ Calvo Silvestre, otros. Apuntes de la ENEP Aragón. Diseño Bioclimático. UNAM. 1990.
- 14.- VIDRIO PLANO, S.A. Catálogo Técnico de Productos, México. 1999.
- 15.- MARGALEF, R. Ecología. Edit. Planeta, México, 1988.
- 16.- KREBS, Charles J.. Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Edit. Harper and Row. N. York. 2nd. Edition.
- 17.- TUDELA, Fernando. Ecodiseño. Ed. Universidad Autónoma Metropolitana. U. Xochimilco, México, D.F., 1983.
- 18.- VALE, Brenda y Robert. La Casa Autónoma. Diseño y Planificación para la Autosuficiencia. Edit. Gustavo Gili. Barcelona, España. 1982.
- 19.- DEFFIS Caso, Armando. La Casa Ecológica Autosuficiente. Para Climas Cálido y Tropical. Edit. Concepto. 1995.
- 20.- SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS. Arquitectura Popular Mexicana. Edit SAHOP, 1982
- 21.- INSTITUTO NACIONAL DE BELLAS ARTES. Cuadernos de Arquitectura Virreinal y Conservación del Patrimonio Artístico. No. 10. Edit. INBA. 1980.
- 22.- LOPEZ Morales, Francisco Javier. Arquitectura Vernácula en México. Edit. Trillas. México, D.F. 1987.
- 23.- RUIZ Oronoz, NIETO Roaro, y LARIOS Rodríguez. Botánica. UNAM.
- 24.- BERNAL Salinas, Carlos. Distribución de la Vegetación Dentro de las Diversas Zonas Climáticas de la Rep. Mexicana. Apuntes de la ENEP Aragón, UNAM 1990.

- 25.- VAN WINKLE, H.E. Han Attached Solar-Heated Greenhouse.. Ann Arbor Science Publisghers Inc. Mich. 1978.,
- 26.-HARMOR R. William. Heating Requirements for Buuildings. Ann Arbor Science Publishers, Inc. Mich.
- 27.- HAGARD, Keith. Keeping a Cool Head and Warm Feet. Ann Arbor Science Puyblishers Inc. Mich.
- 28.- IZARD, Guyot . Arquitectura Bioclimática. Edit. Guustavo Gili. Barcelona, España.
- 29.- LANZARA, P. Guía de Arboles. Edit. Grijalbo.
- 30.- BAZANT, J. Manual de Criterios de Diseño Urbano. Edit. Trillas. México, D.F.
- 31.- DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ARUITECTURA. El Medio Natural Como Marco para el Desarrollo Urbano. UNAM
- 32.- SEDUE – INFONAVIT. PLEA 84. Toluca, Edo. de México..Edit. Sedue- Infonavit.
- 33.- COMISION CONSTRUCTORA DE ING. SANITARIA DE LA SSA. Cartilla de la Vivienda y Saneamiento. Edit. CCISSA, México,D.F..
- 34.- DAIR, E. La Arquitectura y el Sol. Edit. Gustavo Gili. Barcelona España.
- 35.- MAYER, ERIC. Critères pour une Architecture Bioclimatique dans le Nord du Venezuela.Núcleo Universitario del Litoral. Instituto de Energía.Edit. Universidad Simón Bolívar. Venezuela. 1988.
- 36.- H:E: y J:L: THOMASON, Solar Energy Technology and Air Conditioning Systems. Edmund Scientific Co., Nueva York, 1974.
- 37.- F. DANIELS. Direct Use of the Sun's Energy. Ballantine Books. Nueva York. 1975.(Uso diercto de la Energía Solar). Edit. Blume.Madrid, 1978.
- 38.- Löf. G.O.G. et alter., Design of a solar Heating and Cooling Systems for CSU Solar House II. Colorado State University Press. 1975.
- 39.- T:E:A: Sollar Energy Home Design in Four Climates. Total Envimental Action, Harrisville, 1975.
- 40.- National Solar Heating Information Center, Passive Design Ideas for the Conscious Architect. Superintendent of Documents, Washington, D.C.
- 41.- BROWN, G: Z: Sol, Luz, y Viento. Estrategias para el Diseño Arquitectónico. Edit. Trillas. México. 1994.
- 42.- SZOKOLAY, S. V. Energía Solar y Edificación. Edit .Blume.
- 43.- SENOSIAIN A. J. Bio Arquitectura. En busca de un espacio. Edit. Trillas. México. 1994.
- 44.- BANHAM, Reyner. The Architecture of the Well-Tempered Enviroment. The Architectural Press, London. The U. Of Chicago Press. 1989.
- 45.- SABADY, Pierre Robert. Arquitectura Solar. Ediciones CEAC.Barcelona, España. 1989.
- 46.-CORNOLDI, Adriano, LOZ, Sergio. Habitat y Energía. Edit. G.Gili. México, 1982.
- 47.-CENTRO DE ESPACIO SUBTERRANEO. U. de Minessota. Tierra y Cobijo. Edit. G. Gili. Barcelona, España. 1980.
- 48.- MAISONS CREUSÉES, MAISONS ENTERRÉES. Charneau, Nicole, Trebbi, J. Edit. Alternatives. Paris. 1982.
- 49.- ARQUITECTURA BIOCLIMATICA. IZARD, Jean Louis, Guyot, Alain. Edit. G. Gili. México. 1983.
- 50.- ARQUITECTURA SUBTERRANEA. Lourdes, J:P: Edit. G. Gili. Barcelona. España. 1985.

I GLOSARIO DE TÉRMINOS Y CONCEPTOS BÁSICOS.

1.1. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS BÁSICOS Y TERMINOLOGÍA SOLAR.

A medida que se ha venido desarrollando e integrando al quehacer arquitectónico el concepto solar, se han añadido otros adjetivos y nombres, con lo que se ha intentado formar un lenguaje propio de una especialidad. Este fenómeno ha creado confusión, sobre todo por la dificultad de traducir y adaptar correctamente a nuestro idioma la terminología de la especialidad.

La mayoría de los términos a los cuales haremos referencia, están relacionados con la arquitectura, la ecología, el hábitat humano, el uso de la energía, materiales, procedimientos, sistemas constructivos, etc.

1.1.1 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA.

Es aquella que parte de la premisa de que el hábitat es un elemento que forma parte del ecosistema y es por ello que trata de integrar la casa o envolvente arquitectónica a un entorno climático, utilizando los vientos, el sol, su luz y calor, la humedad propia del lugar, la vegetación, etc., para obtener, en lo posible, las mejores condiciones interiores dentro del rango de confort.

1.1.2 ARQUITECTURA SOLAR O HELIOARQUITECTURA

También llamada Arquitectura Solar Pasiva. Se refiere a las técnicas y sistemas de construcción que se han desarrollado desde la antigüedad, y que toman en consideración el comportamiento de las trayectorias solares para controlar,

captar o protegerse de su radiación. Se ha utilizado a la envolvente arquitectónica como captador solar formándose así la llamada arquitectura solar pasiva.

1.1.3 ARQUITECTURA SOLAR ACTIVA.

Esta adopta o utiliza captadores o almacenadores de calor pasivos combinados con sistemas convencionales de apoyo como son ventiladores, intercambiadores de calor, etc. A esta arquitectura también se le llama arquitectura cuasipasiva.

1.1.4 ARQUITECTURA AUTOSUFICIENTE.

Esta arquitectura está diseñada para funcionar de manera independiente de cualquier tipo de interrelación con el exterior, principalmente de energía, e insumos como el agua, así mismo es capaz de procesar sus propios desechos, sin alterar o modificar el entorno.

1.1.5 ARQUITECTURA VERNÁCULA.

Este concepto se refiere a la arquitectura regionalmente típica, cuyos sistemas constructivos, forma, localización, color, materiales, etc., son tradicionales. Esta arquitectura se hace por autoconstrucción y responde al contexto cultural social y económico de un pueblo, así como, y de manera primordial, del entorno bioclimático.

1.1.6 ECOLOGÍA.

Es la ciencia que estudia las interrelaciones de los organismos vivos y su ambiente, o bien la ciencia que estudia los ecosistemas.

1.1.7 ECOLOGIA HUMANA.

Es el estudio de las relaciones entre los seres humanos y su ambiente y de los cambios energéticos con otras especies vivas, incluyendo otros grupos humanos.

1.1.8 ECOTECNICA.

Se puede definir como el conjunto de procedimiento o estrategias de que se sirve, en este caso la arquitectura para obtener un diseño adecuado.

Los términos derivados de la palabra Ecología son los que más errores de significado tienen, como se puede ver en la indiscriminada aplicación de ellos se todo tipo de usos, desde los pseudo técnicos, hasta los propagandísticos.

Lo que hace que sea cada vez más confusa la terminología de la especialidad y que se desvirtúe su significado.

Como puede observar el lector, las definiciones aquí presentadas tienen otro significado diferente para la mayoría de las personas que no tienen relación con la arquitectura, y en su mayoría este significado es erróneo.

CRÉDITOS DE ILUSTRACIONES Y FIGURAS.

CAPITULO I.

- 1 y 2 Fernández Calvo S. Arq.
Apuntes ENEP Aragón. p. 33.
- 3 y 4 Szokolay, Ingersoll.
Viviendas y Edificios en Zonas Cálidas y Tropicales. p. 24.
- 5 Szokolay, Ingersoll.
Viviendas y Edificios en Zonas Cálidas y Tropicales. p. 22.
- 6 Szokolay, Ingersoll.
Viviendas y Edificios en Zonas Cálidas y Tropicales p 51,52.
- 7 Mehl de Weatherbee, Reine.
Control Térmico-Atmosférico II. P. 9.
- 8 Szokolay, Ingersoll.
Viviendas y Edificios en Zonas Cálidas y Tropicales. p. 25.
- 9 IMSS. Normas de Proyecto de Arquitectura. Tomo VII.
Normas Bioclimáticas. p.5.
- 10 IMSS. Normas de Proyecto de Ingeniería. Tomo IV.
Aire Acondicionado. p. 34.
- 11a y 11b Galindo y Villa, Jesús.
Geografía Física de México.
- 12 Szokolay, Ingersoll.
Viviendas y Edificios en Zonas Cálidas y Tropicales. p.147.
- 13 y 14 Ramírez B. Esperanza A. Arq.
Apuntes de Diseño Bioclimático, ENEP Aragón.p.118
- 15 Ramírez B. E. A. Arq. Apuntes de Diseño Bioclimático.
ENEP Aragón. p.110.
- 16 Ramírez B. E. A. Arq. Apuntes de Diseño Bioclimático.
ENEP Aragón. p. 123.
- 17 y 18 Ramírez B. E. A. Apuntes de Diseño Bioclimático.
ENEP Aragón. p.125.
- 19 CCISSSA. Manual Cartilla de la Vivienda y Sanamiento.
- 20 Olgyay, Victor. Design with Climate. P. 23.
- 21 Ramírez B. E. A. Arq. Apuntes de Diseño Bioclimático.
ENEP Aragón. p. 131.