

VIVIENDA BIOLIMÁTICA EN CLIMA
CÁLIDO SUBHUMEDO

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN DISEÑO



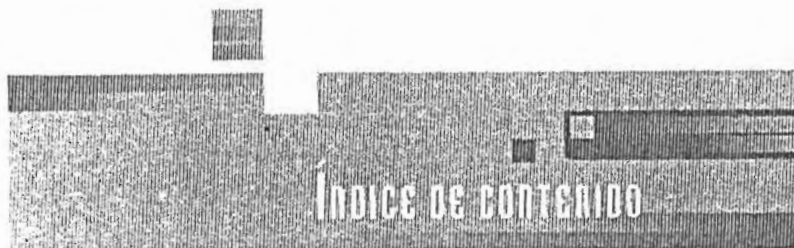
PRESENTA: EDGAR REYES GARCÍA DICIEMBRE 2001

ASESORES:

ARQ. JESUS SANCHEZ LUQUEÑO

ING. MIGUEL OSORIO ARANDA

A MIS PADRES Y HERMANOS



o
o
o
o

INTRODUCCIÓN	8
ORIGEN DEL PROYECTO	10
JUSTIFICACIÓN	11
OBJETIVOS	12
EL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	13

CAPITULO 1

ANTECEDENTES DE LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

1.1.1 LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA	14
1.2.1 EL PROBLEMA DE LA VIVIENDA Y SUS SOLUCIONES HISTÓRICAS	16
1.3.1 LA VIVIENDA EN LA ZONA DE ESTUDIO	21
1.4.1 MEDIO AMBIENTE Y FORMA CONSTRUCTIVA	21
1.5.1 LA ARQUITECTURA ORGÁNICA	24

CAPITULO 2

ELEMENTOS CLIMÁTICOS Y DISPOSITIVOS DE CONFORT TÉRMICO

2.1.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	27
2.1.2 CONCEPTO DE CLIMA	30
2.1.3 CLASIFICACIÓN DEL CLIMA DE ESTUDIO	31
2.2.1 LA RADIACIÓN SOLAR	31
2.2.2 LA RADIACIÓN TERRESTRE	33
2.2.3 LA FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN Y SU GANANCIA DE CALOR	34

U. T. M. 12090

2.3.1	VARIABLES QUE AFECTAN A LA TEMPERATURA	35
2.4.1	PRECIPITACIÓN ATMOSFÉRICA	36
2.5.1	HUMEDAD AMBIENTAL	37
2.6.1	EL VIENTO	37
2.6.2	EL VIENTO Y SUS MANIFESTACIONES	39
2.6.3	ELEMENTOS QUE MODIFICAN LA DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO	40
2.6.4	FLUJO DE AIRE EN EL INTERIOR DE LAS EDIFICACIONES	41
2.6.5	DISPOSITIVOS ESPECIALES DE VENTILACIÓN FORZADA	45
2.7.1	ANÁLISIS GEOLÓGICO	49
2.7.2	POTENCIAL EDAFOLÓGICO	49
2.7.3	APTITUD TERRITORIAL	50
2.8.1	ANÁLISIS PAISAJÍSTICO	50
2.8.2	HIROLOGÍA	51
2.8.3	FLORA Y FAUNA	51
2.8.4	SISMOS Y HURACANES	52

CAPITULO 3

ANÁLISIS SOCIO-CULTURAL

3.1.1	ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE PUERTO ÁNGEL	56
3.2.1	POBLACIÓN TOTAL	56
3.3.1	FOLCLORE Y TRADICIONES	57
3.4.1	VIVIENDA Y SERVICIOS BÁSICOS	58
3.4.2	ÁREAS DE CONCENTRACIÓN DE SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO	59
3.4.3	INFRAESTRUCTURA	60
3.5.1	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	62

CAPITULO 4

EL ESTUDIO BIOLIMÁTICO DEL SITIO

4.1.1	ZONA DE CONFORT	65
4.2.1	DIAGRAMA BIOLIMÁTICO ORIGEN Y USO	66
4.2.2	IMPACTO DE LAS FUERZAS TÉRMICAS EXTERNAS SOBRE LA EDIFICACIÓN	71
4.2.3	ANÁLISIS DEL ASOLEAMIENTO	74
4.3.1	EL CLIMA Y LA TÉCNICA CONSTRUCTIVA	78
4.3.2	EL FERROCEMENTO	79
4.3.2	LOS TELLDOS DE LA HUMEDAD	80
4.3.3	ASLAMIENTO TÉRMICO EN LA VIVIENDA	83
4.4.1	DISEÑO DE LA VENTILACIÓN	87

CAPITULO 5
EL PROYECTO ARQUITECTONICO

5.1.1 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO	104
PROGRAMA DE NECESIDADES	104
ANÁLISIS FUNCIONAL	105
ZONIFICACIÓN POR ÁREAS	105
DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO	106
ANÁLISIS DIMENSIONAL	107
5.2.1 PRIMERAS IDEAS	110
5.3.1 PLANOS	114
PLANTA ARQUITECTÓNICA	115
PLANTA DE CONJUNTO	116
CORTES ARQUITECTONICOS	117
FACHADAS	118
PLANTA DE ACABADOS	119
PLANTA DE CIMENTACIÓN	120
DETALLES	121
PLANTA ESTRUCTURAL	122
5.3.1 REPRESENTACIÓN TRIDIMENSIONAL	128
CONCLUSIONES	130
GLOSARIO	132
BIBLIOGRAFÍA	137

INTRODUCCIÓN

De la definición de arquitectura, entendida como parte de la tarea de humanizar el entorno, de habilitarlo para la actividad humana, se desprende una transformación que ha de analizarse y encajarse dentro de un sistema general de sostenibilidad. Aunque en muchas ocasiones, la edificación se haya desarrollado sin tener como uno de sus conceptos radicales la integración medioambiental, las condiciones del medio natural le influyen básicamente, y depende de la voluntad de la sociedad que la vive, y de quienes la construyen la posibilidad de aprovechar, hacer caso omiso o destruir las capacidades que este medio ambiente nos proporciona.

Los distintos climas, la variedad de materiales que la naturaleza tiene en cada zona, las diversas condiciones geográficas, las distintas culturas del habitar, marcan orientaciones hacia soluciones particulares que habrá que estudiar y desarrollar para cada opción concreta.

Pueden aprovecharse metodologías de análisis y de propuestas de experiencias anteriores o similares que permitan sistematizar unas bases de partida y descubrir factores fundamentales a tener en cuenta, aunque el equilibrio y la jerarquía de decisiones varíe luego para cada situación incorporando datos particulares que pueden ser determinantes en el diseño; deben aprovecharse los avances tecnológicos, pero no sin antes valorarlos dentro de cada contexto y de analizar su adecuación o inadecuación a las condiciones y necesidades reales y las consecuencias de su implantación desde una perspectiva global y lógica, al menos con los conocimientos con que hoy se cuenta.

El uso y aprovechamiento de los elementos climáticos es esencialmente un problema arquitectónico y no solo depende del desarrollo tecnológico y de la economía, también implica un cambio social, de una nueva mentalidad del hombre y su relación con su medio ambiente. En los últimos años a aparecido con frecuencia el término "bioclimático" asociado a ciertos proyectos de arquitectura en los que se presta especial atención al uso y aprovechamiento de energía mediante soluciones arquitectónicas.

U. T. M. 12090

La arquitectura bioclimática consiste en realizar una construcción adaptada a las condiciones microclimáticas del lugar donde se ubica, con el objetivo de crear en su entorno e interior las condiciones de confort adecuadas por medio de la propia arquitectura y sus componentes constructivos, disminuyendo el uso de sistemas mecánicos convencionales y con la máxima reducción del uso de energía.

ORIGEN DEL PROYECTO

A través de las diferentes épocas el hombre ha tenido la necesidad de protegerse de las inclemencias del tiempo, para ello a utilizado los materiales y los recursos a su alcance para proveerse de un lugar donde habitar, desde el uso de las cavernas como lugar de vivienda, pasando por iglúes, chozas de madera, de tierra, bambú, y piedra, que le proporcionaron una vivienda acorde al lugar de su edificación, y la armonía con el entorno. Sin embargo se ha dado una problemática que se remonta a los orígenes de la moderna sociedad industrializada en la edad media, cuando se dan los primeros cambios de actitudes de las sociedades europeos hacia la naturaleza. Con la industrialización en gran escala al iniciar el siglo, se da una etapa de desajustes en la relación Hombre-Naturaleza. Estos cambios se reflejan en la arquitectura dando paso a edificios despreciativos de la tradición constructiva histórica.

El proyecto a realizar surge de la idea de proporcionar una vivienda con los satisfactores básicos para que las personas que en ella habiten puedan vivir con gran confort, así, se tomaron en cuenta para el desarrollo del proyecto, el control climático, la dimensión de los espacios y la forma de la vivienda.

El presente trabajo es una aportación a la forma de construir en la región costa de Oaxaca, analiza los factores climáticos para proponer un sistema capaz de dar satisfactores de confort a los habitantes de la vivienda bioclimática, de alguna manera servirá de apoyo para propiciar el desarrollo urbano equilibrado, orientando y regulando el proceso urbano que se da en la población de Puerto Ángel, al proporcionar un modelo de vivienda acorde a las necesidades de la población, además tiene por objetivo elevar la calidad de vida de sus habitantes, permitiendo el desarrollo de actividades económicas y de recreación con un criterio de vocación ambiental.

JUSTIFICACIÓN

El ser humano ha interactuado con el resto de la naturaleza en busca de sustento y abrigo, esta relación ha traído en las últimas décadas una problemática ambiental. Si bien es cierto que las transformaciones en la naturaleza son innegables y van ligadas al desarrollo mismo, es también necesario reconocer que la modalidad de desarrollo que hasta nuestros días está vigente, nos lleva a pagar un costo muy alto para la población mundial.

La cuestión ambiental encierra una serie de problemas particulares dentro de la arquitectura, los energéticos, confort y protección climática, uso de los recursos materiales disponibles en el medio y otras características de la problemática ambiental.

Los grupos humanos que desarrollan sus actividades en zonas tropicales y húmedas, en general han alcanzado niveles económicos menores que aquellos alcanzados por las sociedades del hemisferio norte, frío y templado. Esto se relaciona en gran parte por el hecho de que en las modalidades actuales de desarrollo no se encuentran tecnologías apropiadas para la interacción equilibrada con estos ecosistemas.

Es aquí donde la arquitectura aprovecha las técnicas de bioclimatización e integración ambiental tradicional y actual como determinantes congruentes con nuestra realidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Aprovechar y optimizar las propiedades climáticas de las zonas cálidas-húmedas en la costa del estado de Oaxaca, mediante la aplicación de sistemas pasivos de climatización e implementarlos en una vivienda capaz de proporcionar variables de confort para sus habitantes.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Establecer criterios y parámetros de diseño arquitectónico ambiental para la zona cálida subhúmeda en estudio.
2. Resaltar la importancia de los factores ambientales y bioclimáticos como determinantes del diseño arquitectónico-tecnológico.
3. Implementar técnicas, métodos y recursos de climatización y construcción, para el desarrollo de una tecnología alternativa apropiada para el área de estudio. El empleo de los sistemas pasivos de enfriamiento, serán utilizados preferentemente por que están ligados mas estrechamente a la forma de la construcción que los sistemas activos.
4. Contribuir a un cambio de actitud en la modalidad de interacción arquitectura-naturaleza; cambios en la mentalidad prevaleciente que lleve a una racionalidad distinta, y que termine en un bienestar para el usuario en armonía y equilibrio con la naturaleza.
5. Proponer este trabajo a través de este documento, como una guía académica de caracter didáctico como introducción al curso de arquitectura ambiental.

EL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La comparación y análisis en el proceso de construir una vivienda nos conduce al método deductivo, que implica la recolección de datos para probar hipótesis sobre el estado actual del tema de estudio y por tanto las limitantes propias del método para efectuarlo, nuestros recursos como investigador están dados por la revisión de proyectos y estudio de trabajos foráneos a manera de revisiones bibliográficas, de igual manera en lo que respecta a la experimentación y trabajo de campo.

Objeto de estudio. Se limitará a la descripción de los factores que conforman la problemática de estudio y concluirá en una propuesta que cumpla con los objetivos planteados para este estudio.

La investigación la hemos dividido en cinco pasos, estudiaremos primeramente las variables dadas por el clima, biología, tecnología, cultura, y finalmente la expresión arquitectónica.

El primer paso hacia el ajuste con el medio es un examen climático de la localidad, pues cada elemento tiene un efecto diferente ofreciendo un problema distinto. Como el hombre proporciona la escala fundamental de la arquitectura y la vivienda se diseña para satisfacer sus necesidades biológicas, el segundo paso sería valorar cada fuerza climática en términos fisiológicos. A su vez, es por todos conocido, que la vivienda producto típicamente humano, en sus condiciones sociales y las sensaciones subjetivas por demás de confort térmico, responden en gran parte a patrones socioculturales que determinan la estructura intrínseca de una comunidad, de aquí que el tercer paso es considerar la variable sociológica (cultural), que nos ayudara a aproximarnos a una solución óptima y apropiada tecnológicamente. Luego vendrá en un primer paso las decisiones técnicas que puedan aplicarse a cada problema del confort y en las ultimas etapas estas soluciones deben combinarse de acuerdo a su importancia, buscando las unidad arquitectónica. La secuencia de este intercambio de variables y por tanto el desarrollo de este tranbajo sigue este orden: Clima-Biología-Cultura-Tecnología-Arquitectura.

1

Capítulo

• ANTECEDENTES DE LA ARQUITECTURA
• BIOCLIMÁTICA



1.1.1 LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Es a partir del siglo XIX, tras la crisis del petróleo en 1973, cuando descubrimos que no sólo nos hemos alejado de la naturaleza con nuestros derroches energéticos, sino que la hemos dañado gravemente contaminándola y arrasándola. A partir de estas conductas surge con fuerza la Ecología que ha influido en nuestra sociedad como una idea que ha cambiado a la economía, la sociología, la filosofía, la política, la arquitectura y todo el saber de nuestro tiempo.

La vivienda bioclimática¹, es un modelo de Arquitectura Sostenible, que se integra formalmente en el paisaje, recoge las aportaciones culturales autóctonas del entorno, y consume básicamente energías renovables. Cumple con el concepto de sostenibilidad, puesto que su funcionamiento sería duradero y respetuoso con el medio ambiente que le rodea.

La arquitectura bioclimática corresponde al concepto del acondicionamiento pasivo², que es el que puede conseguirse, exclusivamente con elementos de la propia construcción en oposición al acondicionamiento activo³, que exige instalaciones electromecánicas y, por tanto, el consumo de energía.

Para lograr resultados efectivos en cuanto a la habitabilidad de los espacios, la arquitectura bioclimática parte del principio de un conocimiento detallado de las características del clima de la localidad y del emplazamiento específico de la obra que inciden directamente en el confort térmico del hombre.

Las características y condiciones del clima dependen de factores tales como la latitud, longitud, relieve, vegetación, superficies de agua, naturaleza del suelo, corrientes marinas y primordialmente el sol.

Ya en la antigüedad clásica Vitrubio toma nota con respecto a la orientación de los edificios, la utilización de los materiales, técnicas adecuadas al medio y trata de institucionalizarlo en sus "Diez libros de arquitectura"⁴.

Los romanos adoptaron las técnicas griegas de arquitectura "bioclimática", desarrollando una tecnología que permitía adaptar los diseños constructivos de las casas a diferentes climas, empleando cerramientos transparentes para ventanas, invernaderos y materiales térmicos, entre otros. Mas

¹ Bioclimatismo, principio de concepción de la arquitectura que apunta a utilizar los elementos favorables del clima con objeto de satisfacer las exigencias del bienestar térmico.

² Sistema bioclimático o pasivo, Sistema que aprovecha los componentes de las construcciones (ventanas, techumbres, acabados, etc.) para suministrar los flujos energéticos que se requieren y alcanzar las condiciones de bienestar térmico humano. Se caracteriza por ser regulable respecto a las fluctuaciones diarios y estacionales del clima. Por ejemplo: la orientación, los dispositivos de control solar, etc.

³ Sistema solarizado o activo. Sistema que se basa en el empleo de dispositivos o artefactos para la captación, almacenamiento y transformación de energía solar.

⁴ Compendio de los diez libros de arquitectura de Vitrubio. De la versión en francés de Claudio Perrault, traducido al castellano por Joseph Castañeda. Madrid, 1761.

tarde el "racionalismo" redescubre la importancia del asoleamiento, fomenta su estudio y crea los medios para su diseño.

Hoy en día se sabe que el sol por si mismo no decide la orientación de la casa, pasa a ser una variable ambiental más, y su jerarquía se establece en relación a cada caso en particular.

La arquitectura que se ha dado en llamar bioclimática, es una arquitectura pura y llana en la que se han tenido en cuenta, a la hora de proyectar, las posibilidades del propio edificio en la adaptación y modificación a las condiciones microclimáticas del lugar, creando un entorno habitable mediante una solución a medida que satisfaga las necesidades funcionales y de confort para las que es construida con el menor consumo de energía posible.

El Parlamento Europeo, en su resolución A3-0054/94, referente a la arquitectura bioclimática dice entre otras cosas:

- 1 Considera que la arquitectura bioclimática constituye un instrumento básico de ahorro energético y un factor esencial para la generación de nuevo empleo.
- 2 Considera indispensables la promoción y el desarrollo de una nueva cultura de la construcción, atenta a la protección del medio ambiente y a los ciclos energéticos del ecosistema que utilice los principios rectores de la arquitectura bioclimática.
- 3 Considera sumamente importante la formación de una nueva generación de proyectistas, arquitectos y constructores preparados, técnica y culturalmente, para aplicar en la práctica profesional estos principios.

Las experiencias nos han enseñado que la receta para una arquitectura sostenible es simple: recuperar los valores de la arquitectura tradicional y aprovechar los avances tecnológicos.

1.2.1 EL PROBLEMA DE LA VIVIENDA Y SUS SOLUCIONES HISTÓRICAS

El clima modela en mayor proporción la forma de una vivienda y por consiguiente los espacios interiores y exteriores, los vanos y las protecciones que requiere. La vivienda debe proteger de la lluvia, el sol, los vientos, las inundaciones, las tolvaneras, fenómenos especiales, los huracanes y sismos.

Los edificios pueden ser considerados en parte, como una defensa del hombre frente a los efectos de variación de la irradiación solar e influencias climatológicas recurrentes sobre la tierra. En este tema, el Confort térmico⁵ es un criterio muy importante a tener en cuenta en el diseño de la vivienda.

La función térmica del edificio tiene como objetivo establecer una zona de equilibrio biológico. En líneas generales tal función esta basada en permitir la entrada de calor y su conservación, cuando el ambiente exterior es frío, o bien, la de impedir su entrada y disipar las ganancias interiores cuando el ambiente exterior es excesivamente caluroso.

Esta función térmica puede observarse fácilmente en los edificios construidos en climas muy rígidos. El iglú construido por los esquimales inuits con bloques de hielo, muestra una respuesta altamente satisfactoria a las condiciones prolongadas de clima rigurosamente frío y donde escasean los materiales de construcción, a través de su forma semiesférica (con lo que su superficie expuesta de manera directa a los vientos es mínima), el buen estancamiento y aislamiento térmico obtenidos con los bloques de hielo, su forma aerodinámico y las pequeñas aberturas al exterior orientadas en dirección opuesta a los vientos dominantes, reduciendo la entrada de las corrientes de aire y ofreciendo la mínima resistencia a la circulación exterior de éste. Figura 1.1.

⁵ El término Confort térmico, puede definirse, en sentido amplio, como una sensación compleja que depende de factores físicos, fisiológicos y psicológicos. Esta sensación corresponde a aquellas condiciones en las cuales el cuerpo humano no debe poner en juego sus mecanismos de lucha contra el frío o el calor.

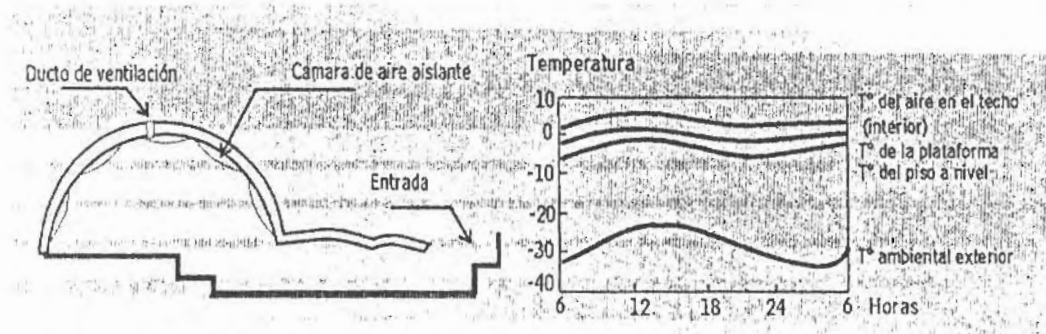


Figura 1.1 Iglú Ártico, vivienda adaptada al clima frío seco.

Muchas construcciones en zonas subárticas poseen paredes compartidas para reducir la superficie expuesta al ambiente exterior. Existen también otras variantes topológicas como la construcción de paredes dobles consiguiendo un buen aislamiento térmico⁶ con un gasto mínimo de materiales.

⁶ Aislamiento térmico, material que presenta una resistencia relativamente alta al paso del calor, se emplea para disminuir el flujo de éste.

En las regiones templadas se da la mayor variedad de tipos de construcciones, ya que en ellas se presentan variaciones climatológicas, que pueden llegar a ser extremas, y el edificio debe permitir el control de tales variaciones. Esto se ha traducido en una considerable diversidad de tipos de construcciones y ha estimulado el desarrollo de sistemas de control que permiten compensar la inestabilidad térmica debido a la forma, a los materiales y la orientación de aberturas del edificio. Figura 1.2.

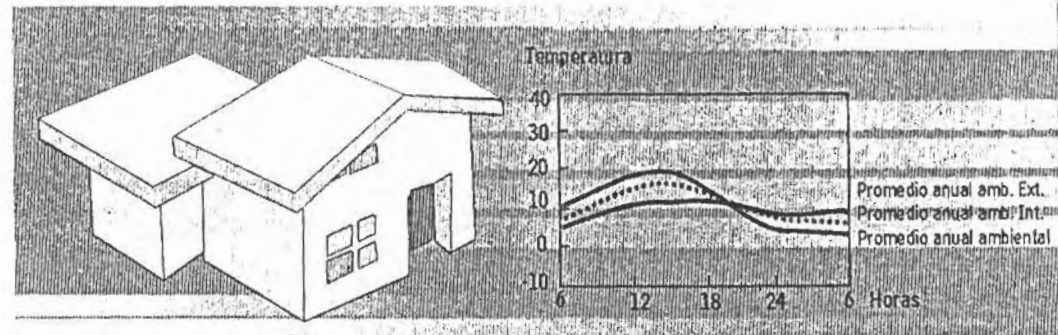


Figura 1.2 Vivienda adaptada al clima templado.

La construcción en regiones calurosas y húmedas tropieza con el problema del control de humedad y su efecto sobre la refrigeración de los ocupantes, el proceso de evaporación⁷. Figura 1.3. Por ello, sus edificios disponen del menor número posible de compartimientos, desaparecen en parte los

⁷ Laura M. Montiel V. *Diseño sistémico bioclimático*. Tesis de maestría en Arquitectura-Tecnología. División de estudios de postgrado, UNAM. 1987.

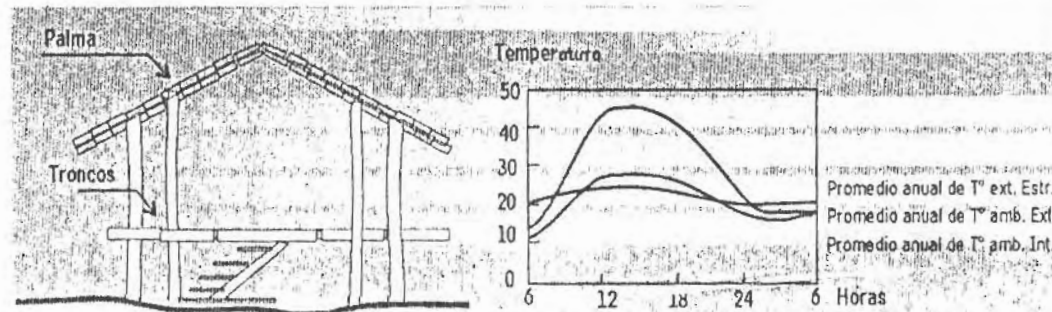


Figura 1.3 Construcción en clima caluroso y húmedo.

cerramientos exteriores y se eleva el suelo para facilitar la ventilación y eludir la humedad del suelo. Los árboles y tejados crean sombra y el aislamiento adecuado para proteger de la lluvia que podría entrar por la falta de paredes, además se utilizan cubiertas que sobresalen del edificio.

Existen elementos arquitectónicos comunes utilizados por diferentes pueblos para dar solución a los problemas del clima de la arquitectura vernácula, su alta eficiencia merece que los analicemos de manera más detallada.

PORTICO Y ATRIO⁸

Los patios interiores y exteriores se han usado durante siglos por diferentes culturas y en varias regiones del mundo, principalmente por razones de privacidad, seguridad y control climático. Los patios y los porticos generalmente son abiertos al cielo y pueden tener coberturas removibles para proveer sombra y protección contra la lluvia. Figura 1.4.

⁸ Arthur Bowen. *Design guidelines on vertical airflow in Building and Urban Areas*. Memorias, PLEA'84. México. 1984.

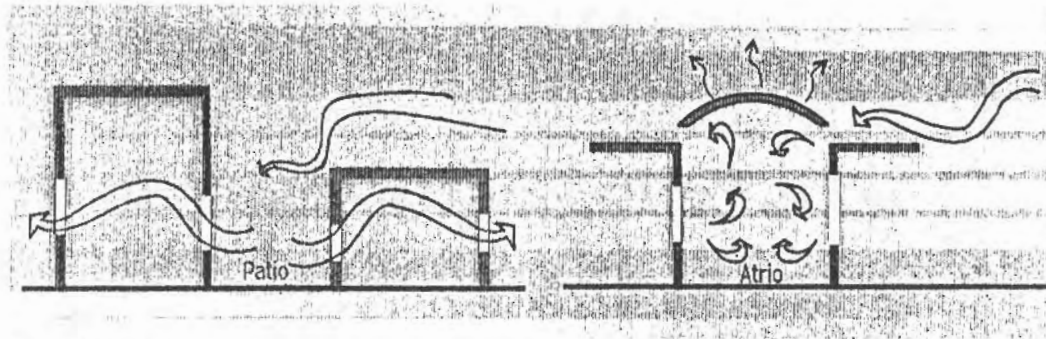


Figura 1.4 Patrón de movimientos de aire en portico y atrio.

El atrio tradicional trabaja durante todo el año en condiciones áridas sobrecalentadas, mientras que en condiciones calido-húmedas su optimización solo ocurre en los periodos sin lluvias.

El concepto contemporáneo de atrio es el de una máquina térmica, principalmente como el elemento de ganancia de calor, aun cuando se utiliza ocasionalmente como un recurso de enfriamiento, se localiza generalmente en el centro del edificio, del portico por el contrario se encuentra en una cara de la fachada donde funciona como un cuerpo que impide la ganancia de calor.

Si bien los atrios permanentemente cerrados se usan para calentamiento de edificios y ganancia y almacenamiento de calor, también puede usarse como un dispositivo para enfriar el centro, normalmente caliente, de un edificio, por sombreado, radiación nocturna, convección y acciones de enfriamiento estratificado.

El atrio de techo ajustable permite una gran flexibilidad en la promoción de calefacción y enfriamiento. Esta flexibilidad es mas útil en climas templados, donde las estaciones extremas pueden ser extremas y calientes.

⁹José R. García, et al. *Viento y Arquitectura, el viento como factor de Diseño Arquitectónico*. México. 1995.

USO DE CÚPULAS Y BÓVEDAS⁹

Los techos curvos son otra fuente de bienestar en climas cálidos. Estos sean cilíndricos o semiesféricos, ofrecen muchas ventajas respecto a los techos planos, además de las evidentes ventajas estructurales que proporcionan las estructuras curvas.

Cuando un tejado plano se sustituye por una cúpula, su superficie aumenta en relación con el área de la base, con lo que se reduce el valor medio de radiación solar que incide sobre aquél. Y se aumenta la disipación de calor que recibe un techo curvo por medio del viento, de forma que el calor que se ha ido almacenando durante el día en los materiales de construcción se disipará más rápidamente por convección¹⁰ entre la gran superficie curva y el flujo de aire que circula a gran velocidad sobre él, además el aire caliente acumulado en la parte superior de un techo curvo se encuentra siempre por encima de la zona habitable. Figura 1.5.

¹⁰Convección, movimiento de un fluido, líquido o gaseoso, a causa de la gravedad y el calentamiento diferencial. El calor se transmite por convección de un lugar a otro debido al movimiento o circulación de un fluido.

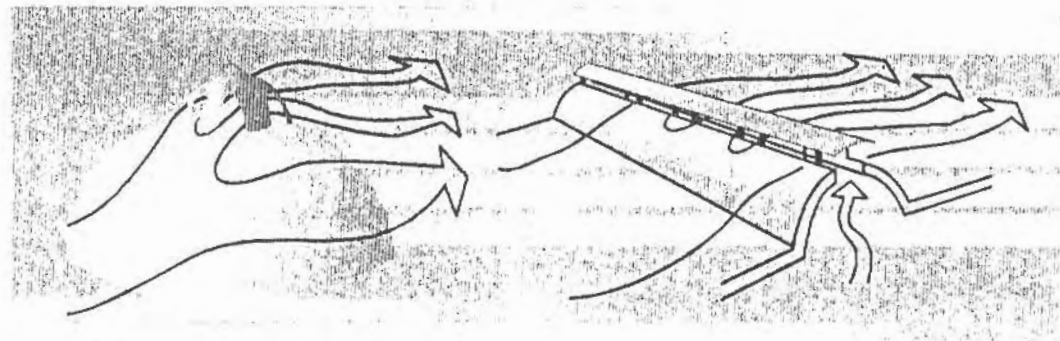


Figura 1.5 Corriente de aire en bóveda semiesférica y cilíndrica.

El techo curvo es más eficiente si posee un respiradero, cuando el aire pasa por un objeto cilíndrico o esférico, aumenta su velocidad en el ápice del objeto, por lo que disminuye ahí su presión. Si en el ápice hay un respiradero, la diferencia de presión induce al aire caliente de la zona baja del techo a salir por el orificio.

Los techos con respiraderos se orientan de manera que presenten la máxima curvatura al viento. En zonas donde hay un viento predominante se construyen techos cilíndricos de modo que el eje del cilindro sea perpendicular a la dirección del viento, en lugares donde el viento sopla en varias direcciones se utilizan techos semiesféricos.

1.3.1 LA VIVIENDA EN LA ZONA DE ESTUDIO

En particular para la zona costera de Oaxaca el modelo de vivienda vernacula es de planta rectangular alargada, orientada hacia los vientos dominantes para ser más fresca y evitar el soleamiento total del muro. Figura 1.6.

Las puertas y ventanas está colocadas encontradas para provocar una ventilación cruzada¹¹. Las ventajas naturales que dan los materiales que se emplean para construir, (corteza de palmeras, carrizos), incrementan las corrientes de aire interiores y con ello provocar frescura.

El techo inclinado con pendientes entre los 50% y 80% es necesario para el rápido escurrimiento de la lluvia y una menor incidencia del la radiación solar sobre los techos y con ello se logra mayor frescura.

Sus techumbres son altas para lograr óptima ventilación, la altura del techo, de más de cinco metros, provoca que el aire caliente se acumule en las partes altas y las partes bajas se mantengan más frescas. Fig.1.7.

1.4.1 MEDIO AMBIENTE Y FORMA CONSTRUCTIVA

Como una analogía con la arquitectura, la vida de las plantas y animales manifiesta una estrecha relación con los problemas térmicos que plantea su medio ambiente específico. La morfología vegetal en varios climas parece sostener una analogía con la formación y diseño de edificios.

¹¹ Ventilación cruzada, flujo de aire a través y dentro de un espacio estimulado por diferencias de presión alrededor de un edificio o por fuerzas térmicas causadas por diferencias de temperatura entre el aire interior y exterior.



Figura 1.7 Viviendas típicas en la población de Puerto Ángel.

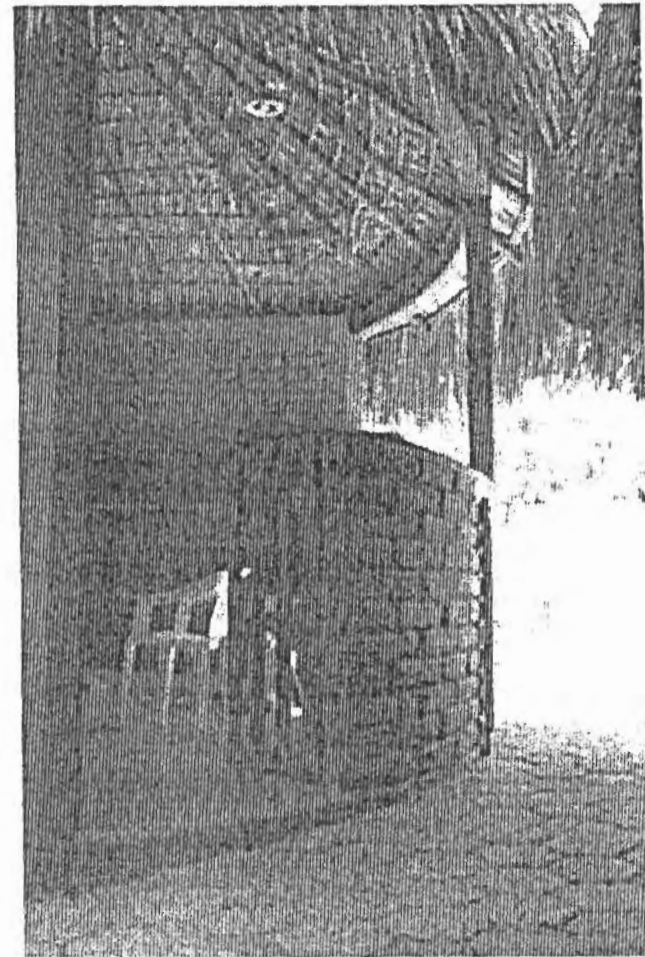
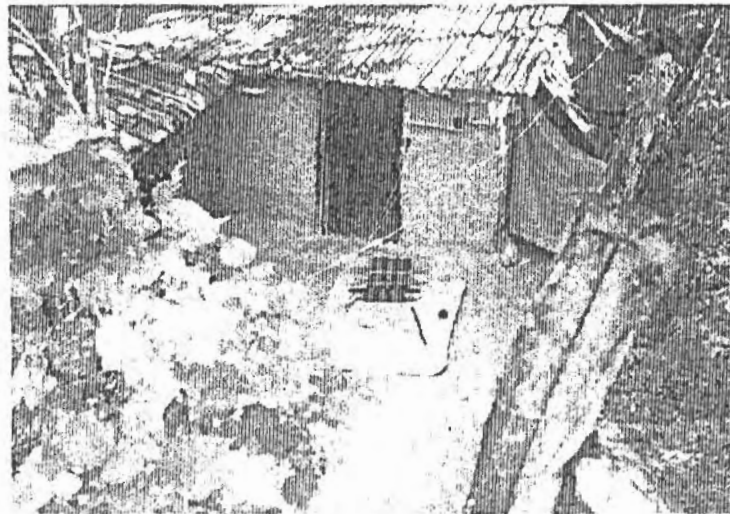


Figura 1.6 Izquierda y arriba. La vivienda tradicional y los materiales de construcción empleados; adobe y palma.

Las interesantes similitudes entre distintas plantas de un mismo clima de acuerdo a las favorables o adversas condiciones del medio, crean respuestas de defensa contra el excesivo frío o el tórrido calor, al abrir o cerrar su superficie. Inversamente las plantas y animales de zonas más favorables mantienen una libre comunicación con su ambiente, donde su desarrollo y crecimiento es rico en formas y tamaños.

En los reinos vegetal, animal y mineral encontramos estructuras que nos ayudan a entender las bases elementales del concepto estructural. La gran meta de la estructura estriba en conseguir el máximo mediante el mínimo. La estructura no consiste en hacer algo más fuerte agregando masa y volumen, sino en utilizar el material de la manera más adecuada, igual que en la naturaleza. Figura 1.8.

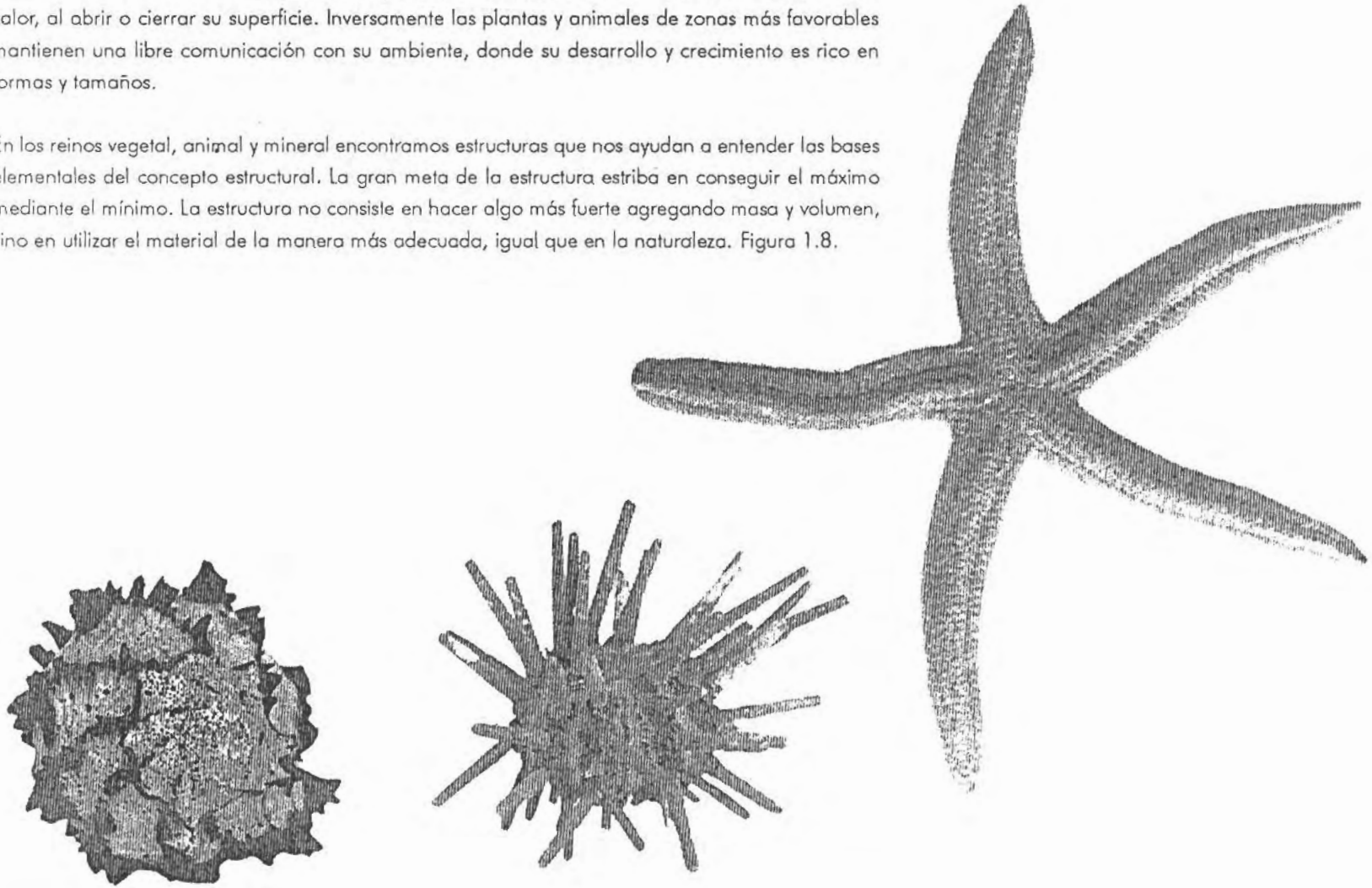


Figura 1.8. Estructuras de la fauna marina local como respuesta a las condiciones del medio climático.

ESTRUCTURAS LIGERAS¹²

En sus primeras construcciones el hombre "copiaba" las estructuras naturales generalmente de un modo externo, aparente, sin embargo, en la actualidad se estudia la estructura portante de estos modelos: se desarrolla así, una arquitectura capaz de cubrir nuevos espacios para el hombre.

Las estructuras laminares o ligeras se caracterizan por su bajo costo de material, poca carga muerta, posibilidad de grandes claros, simplificación de detalles constructivos, montaje sencillo y construcción en breve tiempo. Tabla 1.1.

TABLA 1.1 ESTRUCTURAS LIGERAS

Estructura	Claro	Espesor de la cúpula	Relación espesor/claro
Catedral de San Pedro	40 000 m	3.00 m	1/13
Iglesia de Ntra. Sra. de Dresde	24 000 m	1.25 m	1/19
Planetario de Zeiss en Jena	40 000 m	6.00 m	1/66
Mercado de Basilea	60 000 m	8.50 m	1/70
Huevo de Gallina	4.00 cm	0.40 mm	1/100
Sala de Exposiciones en París	205 000 m	*13.00 cm	1/570

¹² Javier Senosiain A. *Bioarquitectura, en busca de un espacio*. México. 1993.

*13 cms. en la suma de los dos peraltes de 6.5 cm. del cascarón doble.

1.5.1 LA ARQUITECTURA ORGÁNICA

En el siglo XIX, mientras la técnica evolucionaba, la arquitectura se limitaba a imitar estilos anteriores. Deseoso de liberarse de estos estilos, aparece en Europa el Art Nouveau, como una transición entre el Barroco y el Modernismo; comparte con el Barroco su pasión por lo biodinámico. Este permitió la transición hacia el movimiento racionalista, movimiento que tomó como premisa lo sencillo y funcional pero que pronto calló en la estandarización y deshumanización, en lo teórico e innatural, en la arquitectura de cajas. Surgió entonces como corriente alternativa la llamada arquitectura orgánica, más preocupada por el hombre y su medio, así como por las formas naturales, racionales y estéticas.

Antoni Gaudí Cornet, el más orgánico de los pioneros de la propuesta orgánica de la arquitectura contemporánea. La plástica gaudiana tiene un denominador común: la continuidad. Cada cosa tiene un lugar, una función y, como en el cuerpo humano, existe una armonía que matiza sus partes para que participen de la unidad. Figura 1.9.

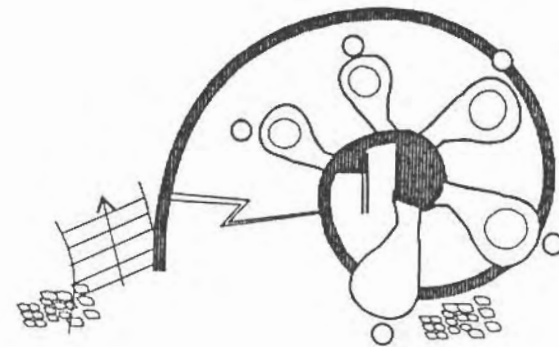
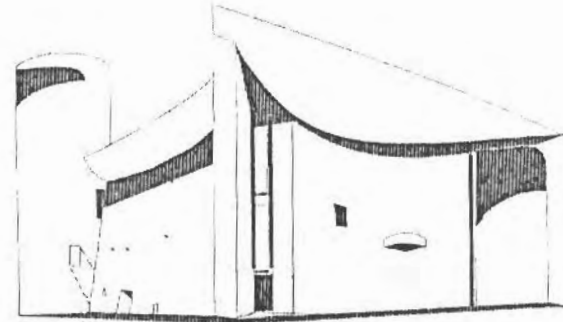
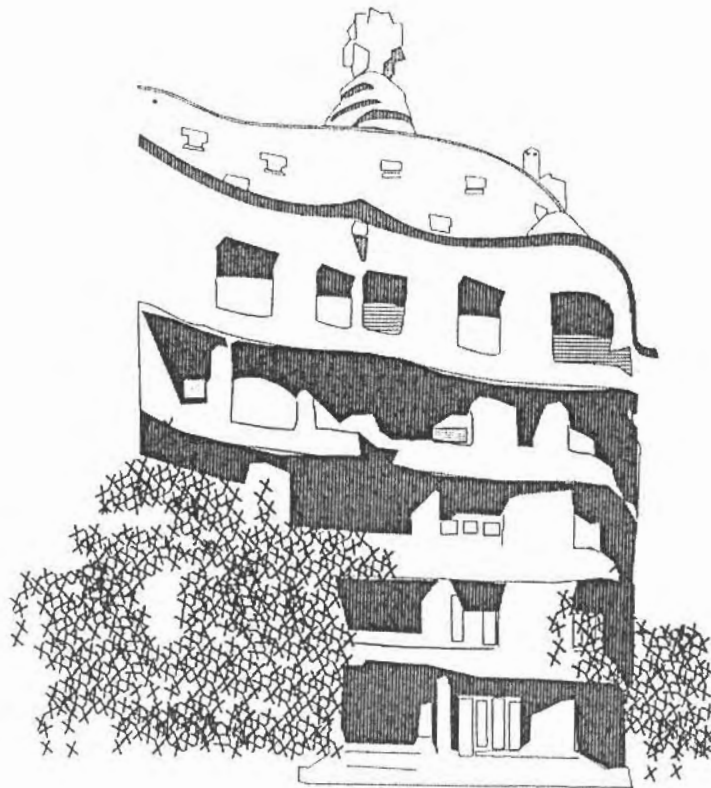


Figura 1.9 Arquitectura Orgánica, arriba, Antoni Gaudí, Casa Mila, 1906-1910; arriba derecha, Le Corbusier, Capilla de Notre Dame du Haut 1956 y abajo derecha, Bruce Goff, Casa Caracol 1951-1956.

2

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS CIENTÍFICOS

• ELEMENTOS CLIMÁTICOS Y DISPOSITIVOS
• DE CONTROL TÉRMICO



2.1.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

EL PAÍS

La república mexicana se encuentra ubicada en el continente americano, sus coordenadas extremas son: latitud la más septentrional señala al paralelo $32^{\circ} 43'$ latitud norte y $14^{\circ} 33'$ latitud norte, longitud $86^{\circ} 46'$ de longitud oeste y $118^{\circ} 20'$ que señala a la isla Guadalupe. Esto ubica al país en dos grandes zonas térmicas: la templada, que se localiza al norte y la tórrida intertropical, que se ubica al sur de la nación, estas zonas se hallan divididas por el trópico de cáncer que situado en la latitud $23^{\circ} 27'$ norte atraviesa el país en dirección de este a oeste¹.

EL ESTADO DE OAXACA

El estado de Oaxaca se localiza en la porción sureste de la república mexicana, entre los $15^{\circ} 39'$ y $18^{\circ} 42'$ de latitud norte, y los $93^{\circ} 52'$ y $98^{\circ} 32'$ de longitud oeste. No obstante encontrarse comprendido dentro de la zona tropical, en el estado de Oaxaca se observan varios climas, estos son: caliente seco en la parte oeste y costa, clima caliente húmedo en el Istmo, clima templado en el centro del estado y el clima frío característicos de la sierras de Oaxaca. La temperatura media predominante en el estado, a excepción de la costa, es de 18° C. La superficie territorial de la entidad es de 95 mil 364 kilómetros cuadrados; lo que representa el 4.8% del total nacional. La entidad posee una superficie náutica de 11 mil 351 kilómetros cuadrados y está ubicado a mil 558 metros sobre el nivel medio del mar. Figura 2.1.

LA ZONA DE ESTUDIO, PUERTO ÁNGEL

Puerto Ángel se localiza en el estado de Oaxaca, Municipio de San Pedro Pochutla, en la Región Costa². Figura 2.2. Las coordenadas geográficas del centro de población son $96^{\circ} 29' 21''$ longitud oeste y $15^{\circ} 40' 8''$ latitud norte, presenta variaciones de altitud de 0 a 100 msnm., con un promedio de 50 m. Figura 2.3.

El siguiente estudio se aplica para todo el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de la costa oaxaqueña, sin embargo hemos definido un área particular que comprende una línea imaginaria que tiene como origen un punto en la costa localizado a 640 m al este de la Playa Zipolite; de este sitio la línea continúa trazando segmentos rectos de diversas longitudes, formando una envolvente del área urbana de Puerto Ángel, hasta finalizar en la punta costera localizada al extremo oriente de la playa La Mina se considera una superficie de aproximadamente 875 ha. Figura 2.4.

¹ A. Sánchez. Síntesis Geográfica de México. México, D.F. 1992.

² INEGI. Oaxaca, Resultados Definitivos, Datos por Localidad (Integración Territorial), XI Censo General de Población y Vivienda, 2000. INEGI. Carta Topográfica, 1:50 000.

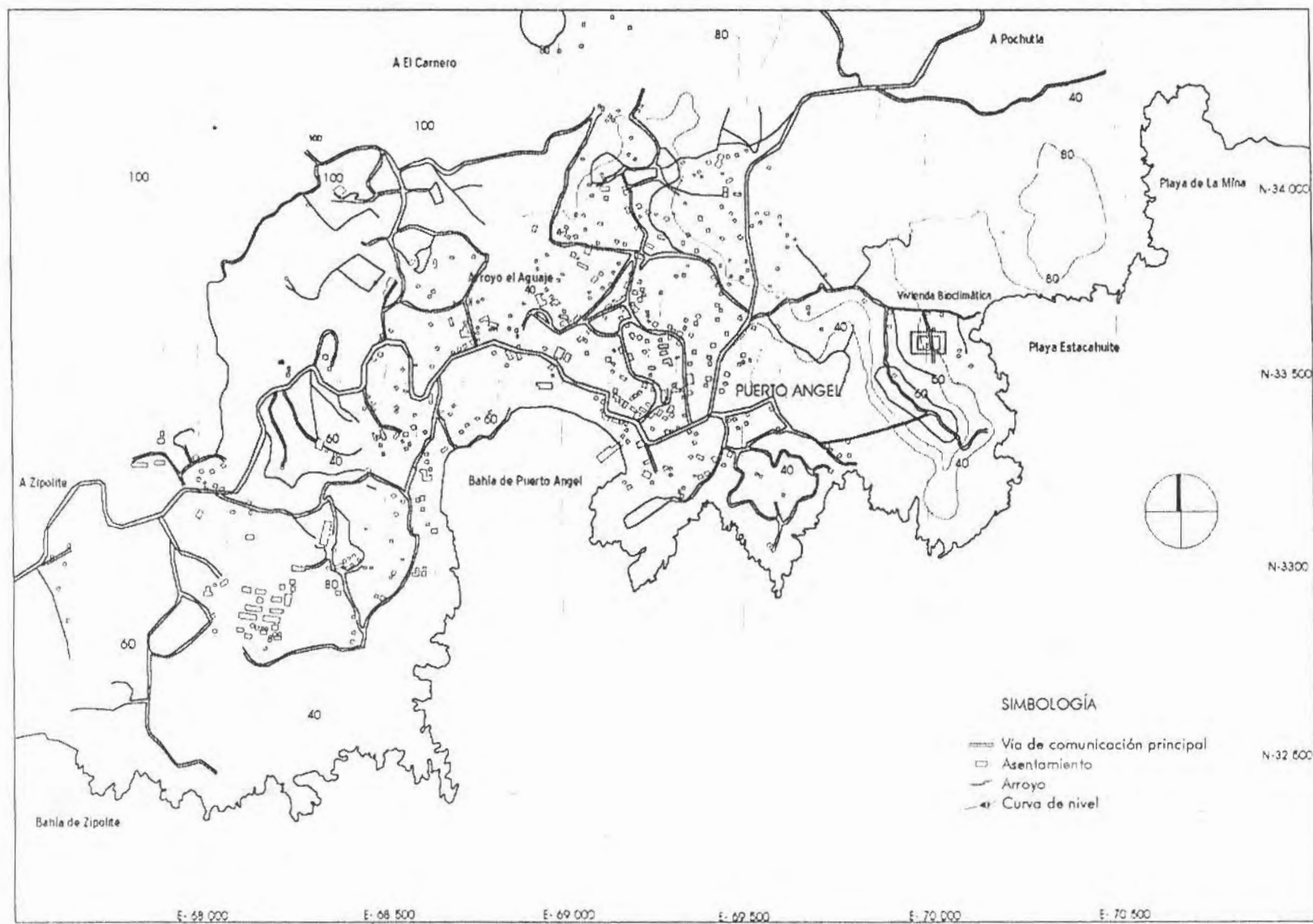


Figura 2.3 Área de estudio y la ubicación del emplazamiento de la vivienda bioclimática rumbo a playa Estacahuite.

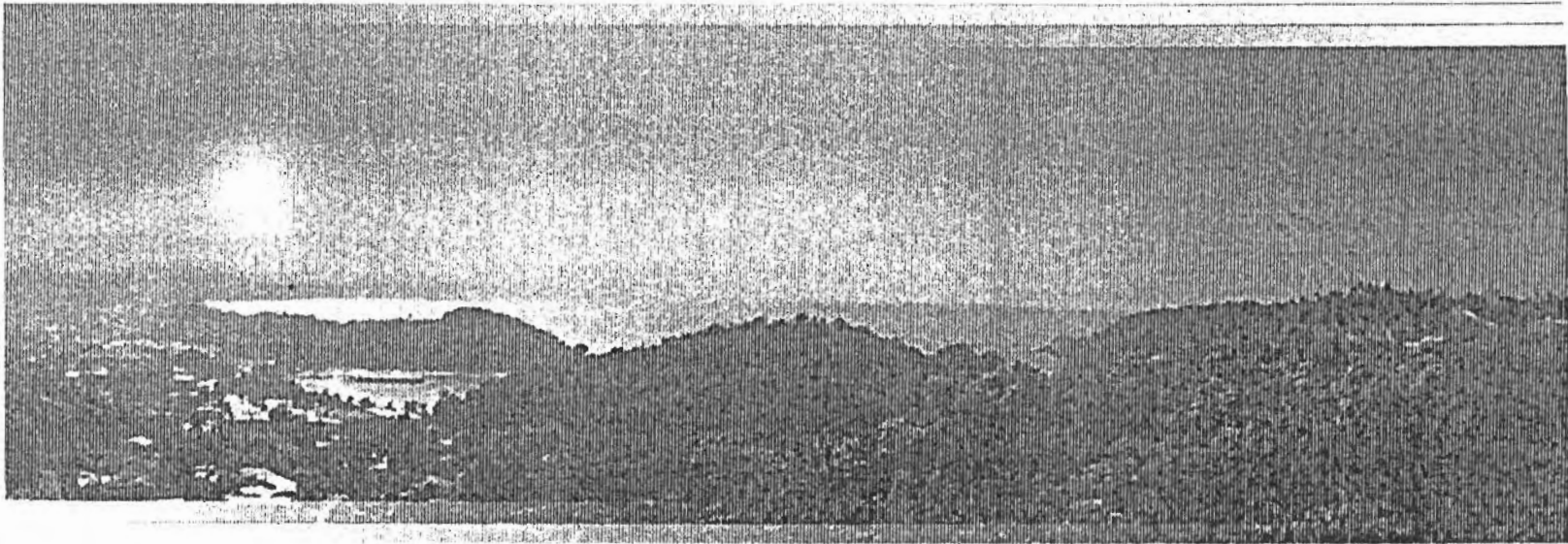


Figura 2.4. Vista Noreste-Sureste de la Bahía de Puerto Ángel.

2.1.2 CONCEPTO DE CLIMA

Para comprender y posteriormente utilizar los elementos climáticos, es necesario primero definir que es el clima y cuales son las variables espaciales y temporales que lo afectan.

Definimos al clima como la suma total de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera, en un punto de la superficie terrestre.

La escala geográfica permite la clasificación de climas y microclimas, consideramos al microclima como la definición particular del clima en un lugar muy concreto, que permite la determinación detallada y ampliada de parámetros ambientales característicos de esa zona.

De los mecanismos internos que rigen el clima mencionaremos, la radiación solar y terrestre, la temperatura del aire, humedad relativa, precipitación atmosférica, y los vientos, (un estudio más detallado de estos mecanismos y de las estrategias a seguir para su implementación en este estudio

se analizan en los puntos siguientes), y los factores que los afectan como: la altitud, latitud y la continentalidad que dan lugar a los diversos climas.

2.1.3 CLASIFICACIÓN DEL CLIMA DE ESTUDIO

Existen numerosos sistemas propuestos para relacionar los límites climáticos con el crecimiento de las plantas o con grupos de vegetación, estos conceptos se basan en dos criterios principales, el grado de aridez y la temperatura del lugar.

Para nuestro estudio utilizaremos la clasificación climática realizada por Köppen-García, que toma en cuenta las precipitaciones y temperaturas que caracteriza cada región por la vegetación natural resultante.

El clima que se presenta en el municipio de Pochutla está clasificado como Cálido Subhúmedo³ y presenta los siguientes subtipos:

³ INEGI. Carta de Climas, Esc. 1:1 000 000.

Cálido subhúmedo con lluvias en verano A(w2), de mayor humedad, representa el 15.89% de la superficie municipal.

Cálido subhúmedo con lluvias en verano A(w1), de humedad media, representa el 10.52% de la superficie municipal.

Finalmente el Cálido subhúmedo con lluvias en verano A(w0), de menor humedad, representa el 73.59% de la superficie municipal, incluye en este distrito entre otros, a San Pedro Pochutla y la localidad de Puerto Ángel. Figura 2.5

2.2.1 LA RADIACIÓN SOLAR

La estructura solar es muy compleja, la mayor parte de la energía luminosa y calorífica que se recibe del Sol proviene de su capa superficial. La longitud de onda que nos llega desde el sol en forma de luz, es en gran parte en forma de onda corta, es ésta la que denominamos "energía solar", susceptible de ser utilizada; el resto de la radiación esta compuesta por rayos gamma, x, beta, ultravioletas y demás, que son filtrados por la capa de ozono de la atmósfera.



Figura 2.5 Clasificación de los subclimas en el área municipal y su porcentaje territorial.

La radiación solar recorre 150 millones de Km., incidiendo con una intensidad constante de $I=1353 \text{ W/m}^2$, llamada constante solar de la radiación extraterrestre. La radiación solar que llega a la superficie de la tierra no suele superar los 1000 W/m^2 , debido a la absorción y reflexión de la atmósfera, y a la inclinación de los rayos solares. Figura 2.6.

Los tipos de radiación existentes son:

Radiación directa, aquella que no experimenta cambios en su dirección la que es posible captar en los días despejados, (sin obstáculo alguno).

Radiación difusa, no tiene una dirección única o preferente, debido a la reflexión o a la dispersión por la atmósfera, nubes o alguna superficie.

Radiación global está constituida por la suma de la componente vertical de la radiación directa y la radiación difusa.

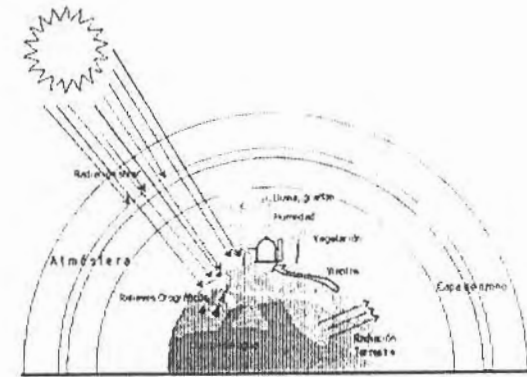


Figura 2.6 La radiación solar y sus efectos sobre la superficie terrestre.

2.2.2 LA RADIACIÓN TERRESTRE

Existen elementos básicos que propician variaciones en la recepción de la radiación solar, uno de estos es el comportamiento térmico no uniforme de la materia -sólido, líquido, gaseosa- que la componen, y el otro, se refiere al hecho de que la tierra tiene una órbita elíptica alrededor del sol, así será en mayor o menor grado la radiación solar recibida por una superficie dada de la corteza terrestre; ocasionando cambios térmicos o estacionales a lo largo del año en la distribución latitudinal de los continentes.

El porcentaje de energía reflejada recibe el nombre de albedo, el cual varía según la naturaleza física de la superficie del cuerpo reflejante. El albedo oscila entre un mínimo para las superficies oscuras y en un máximo para las blancas.

Algunas características de los materiales de construcción superficiales o de acabado, con respecto a la emisividad y reflectividad térmica⁴. Tabla 2.3.

⁴ Victor Olgyay. *Arquitectura y clima. Manual del diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona. 1998.

TABLA 2.3 REACCIÓN DE LOS MATERIALES A LA RADIACIÓN SOLAR Y TÉRMICA⁵

Superficie	Reflexión % Rad. Solar	Rad. Térmica	Emisividad %Rad. Térmica
Lona blanca o tela brillante	94	-	-
Plata brillante	93	98	2
Aluminio brillante	85	92	8
Cal	80	-	-
Cobre brillante	75	85	15
Plancha de cromo	72	80	20
Pintura blanca de plomo	71	11	89
Mármol blanco	54	5	95
Pintura verde clara	50	5	5
Pintura de aluminio	45	45	55
Piedra caliza	43	5	95
Madera clara	40	5	95
Asbesto cemento de 1 año	29	5	95
Ladrillo de arcilla rojo	23-30	6	94
Pintura gris	25	5	95
Hierro galvanizado oxidado	10	72	28
Adobe estabilizado	10	-	-
Negro mate	3	5	95

2.2.3 LA FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN Y SU GANANCIA DE CALOR

⁵ Ganancia de calor, la cantidad total de calor que penetra a un espacio, puede ser radiación incidente o de fuentes internas, como ocupantes, luces y equipo.

Los muros y los techos de una construcción son elementos que ganan o pierden calor⁵, influye el tipo de material, su espesor y su orientación, la forma convexa de un techo o muro recibe menos absorción de calor por radiación cuando la incidencia de los rayos solares sean perpendiculares al área de incidencia.

Al calcular el máximo valor de incidencia solar para un plano horizontal existe un ángulo de 90° entre el plano y el rayo incidente, y 0° entre la horizontal y el plano:

$$I = 800 \text{ kcal/m}^2\text{h} (\text{sen } 90^\circ)^{1/3} \cos 0^\circ = 800 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

La incidencia solar disminuye a razón de un 4% por cada 10° de inclinación del plano sobre el que incide el rayo solar y puede llegar a ser hasta un 50% menor en superficies esféricas. Figura 2.7.

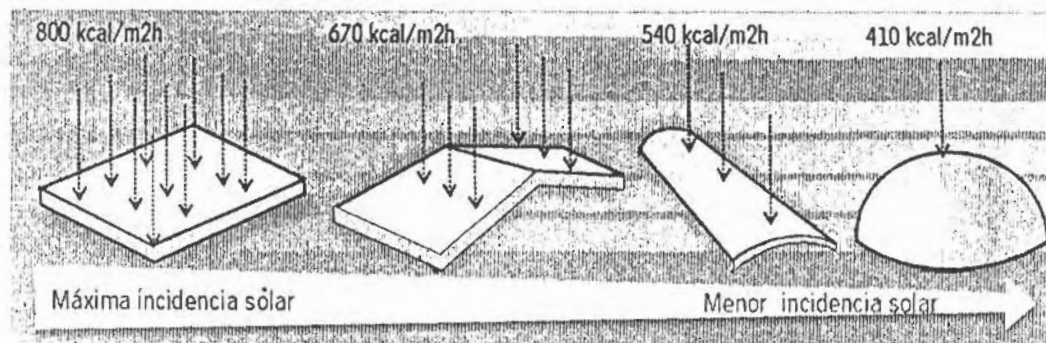


Figura 2.7 La radiación solar en su manifestación perpendicular, aumentando o disminuyendo la ganancia de calor de la vivienda según la forma.

2.3.1 VARIABLES QUE AFECTAN A LA TEMPERATURA

La temperatura es una propiedad física de los cuerpos, consistente en la capacidad de mantener energía térmica apropiada por él, esta energía térmica es capaz de ser registrada y percibida. Entre las variables que la afectan se encuentran:

La temperatura ambiente, se define como el resultado de la ganancia calorífica obtenida por la atmósfera a través de la acción radiante del sol sobre la superficie terrestre, la temperatura del aire y su radiación, a su vez está en estrecha variación con tres elementos, estos son: latitud, altitud y los distintos comportamientos térmicos de tierra y mares.

La latitud, es la posición geográfica de un punto cualquiera sobre la superficie de la tierra, determinada por su distancia, perpendicular, desde la línea ecuatorial. De la latitud depende que un área reciba mayor o menor cantidad de energía procedente del sol, según la época del año. La latitud determina la insolación terrestre. La zona intertropical es la que recibe los rayos solares perpendicularmente, por tanto es la zona con mayor insolación⁶.

La altitud, es la condición de relativa desubicación de un punto cualquiera, verticalmente con respecto a el nivel medio del mar.

⁶ Insolación, la cantidad total de radiación solar directa, difusa y reflejada que llega a una superficie. La insolación se mide generalmente en BTU, (British Thermal Unit), y representa el calor que se requiere para elevar la temperatura de una libra de agua de 59 a 60 grados F.

La temperatura del aire esta dada, por la capacidad de retención de vapor de agua por la atmósfera, una menor capacidad de retención de vapor nos da una menor capacidad de retención de energía calorífica. Por otra parte al comportarse la atmósfera como un gigantesco invernadero que es transparente a las radiaciones de onda corta procedentes del espacio exterior, pero se comporta como un cuerpo opaco para la radiación del tipo de onda larga, resultado del calentamiento de la superficie terrestre, esta radiación es absorbida por las capas inferiores de la atmósfera, de ahí que la atmósfera se caliente de abajo hacia arriba.

Otro fenómeno que afecta la temperatura del aire es el denominado continentalidad el cual afecta los distintos mecanismos de movimiento oceánico y eólico, debido a las distorsiones producidas por la distribución de corrientes y océanos y a sus efectos en el clima, comúnmente se conocen como vientos dominantes y corrientes marinas.

Estos dos elementos ligados vienen a servir como un sistema de equilibrio entre las distintas zonas térmicas del planeta, evitando la enorme diferencia de temperaturas y presión atmosférica debido a la discontinuidad existente en la distribución de la radiación solar sobre el planeta.

2.4.1 PRECIPITACIÓN ATMOSFÉRICA

Se llama científicamente precipitación atmosférica, sin embargo la conocemos como lluvia, nieve o granizo. Esto ocurre cuando el aire no es capaz de contener más vapor de agua, es decir alcanza su punto de saturación. En tales condiciones si disminuye la temperatura y/o aumenta la presión atmosférica, la capacidad de contener vapor de tal masa de aire desciende, de forma que se origina un excedente que pasa de la fase gaseosa a la fase líquida o directamente a la fase sólida.

Al igual que la temperatura, la latitud, la altitud y la continentalidad, determinan poderosamente la distribución de la precipitación total anual en la tierra. De forma general se puede decir que el litoral recibe mayor cantidad de precipitación que el interior de los continentes, aunque existen diferencias entre unas costas y otras.

Las zonas tropicales húmedas reciben lluvias que oscilan entre los 500 y los 1800 mm de precipitación total anual, disminuyendo en medida que se avanza en latitud, ya que debido al vaivén de la convergencia intertropical, parte del año están bajo su influjo y parte bajo la influencia de los

anticiclones tropicales. En las zonas tropicales secas las precipitaciones descienden progresivamente hasta ser inferiores a 250 mm anuales en los desiertos subtropicales.

Los valores obtenidos en la localidad confirman esta información, teniendo en promedio 1000 mm de precipitación anual para el clima cálido subhúmedo de la zona de Puerto Ángel.

2.5.1 HUMEDAD AMBIENTAL

El aire atmosférico no aparece nunca desprovisto de agua de vapor, sin embargo el grado de humedad si varía, de valores muy bajos en polos y desiertos, hasta valores altos en las zonas tropicales, hasta la saturación, es decir, la cantidad máxima que puede contener el aire de agua sin condensarse.

El mayor problema del clima tropical no es el calor sino la humedad, las edificaciones, en un medio intertropical como el nuestro, requieren un diseño con elementos específicos que faciliten y promuevan la ventilación para liberar el calor acumulado en las estructuras; así como obstaculización de la penetración directa del sol, pero aprovechando a la vez, la luz natural para espacios internos.

Existen muchos métodos de medir la humedad ambiental, una de estas mediciones es la humedad absoluta⁷. Pero esta medida resulta poco útil ya que el mismo grado de humedad absoluta se puede dar en un aire muy húmedo, si la temperatura es lo suficientemente baja, o muy seca o si la temperatura es elevada. Se recurre entonces al concepto de humedad relativa, su valor se obtiene mediante el cociente entre la cantidad de vapor de agua que contiene cierto volumen de aire y la cantidad máxima que podría contener hasta alcanzar la saturación, en ambos casos a la misma temperatura.

La humedad relativa es, además un buen indicador biológico; la más favorable para la vida humana oscila entre un 40 y un 75%⁸.

2.6.1 EL VIENTO

El viento es un tipo de energía solar, la acción del sol y el movimiento de rotación de la tierra dan lugar al viento. El viento es aire en movimiento que se genera por las diferencias de presión y de

⁷ Humedad absoluta, peso del vapor de agua por unidad de volumen.

⁸ Victor Olgyay. *Op. Cit.*

temperatura atmosférica, causadas por el calentamiento desigual de la superficie de la tierra ya que mientras el sol calienta una cara de la tierra la otra cara se enfría. Este calentamiento desigual de la atmósfera genera movimientos de aire.

EFFECTO CORIOLIS

Los patrones de circulación de aire se ven afectados por la rotación de la tierra (oeste a este). Esto se debe al efecto coriolis, el cual causa una deflexión al flujo de aire. La dirección de cualquier objeto o fluido moviéndose horizontalmente en el hemisferio norte tiende a ser deflectado a la derecha de su patrón de movimiento, mientras en el hemisferio sur la deflexión será a la izquierda; este efecto está ausente en el ecuador y aumenta en los polos⁹. Figura 2.7.

⁹ Arthur Strahler, Modern Physical Geography. Nueva York. 1978.

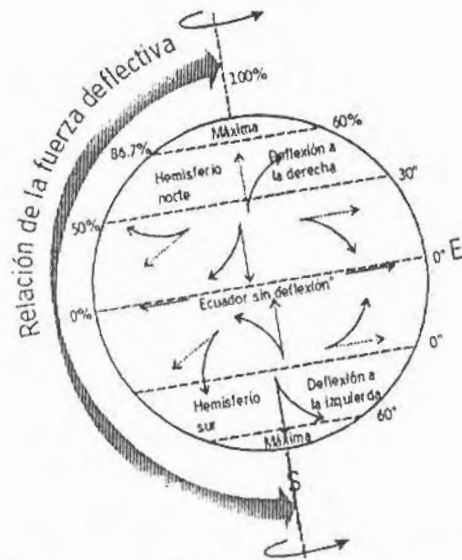


Figura 2.7 El Efecto Coriolis y los patrones de flujo de aire en su manifestación inicial (línea punteada) y posterior (línea punteada).

En muchas ocasiones se producen vientos locales que se superponen a estos vientos de origen dinámico y suelen tener un nacimiento casi exclusivamente térmico; un movimiento de carácter convectivo, que hace ascender el aire cálido y descender al frío. Esto origina una brisa térmica. Las brisas son vientos de origen térmico, este fenómeno es bien conocido en las zonas costeras en donde el mar con mayor capacidad calorífica que la tierra, se comporta durante el día como una zona fría que provocara una brisa fresca y húmeda que se dirigirá hacia la costa a remplazar al aire recalentado por el sol, tierra adentro y durante la noche la tierra se enfría más rápido y entonces de manera contraria la brisa se forma en la tierra, fresca y seca que corre en dirección al mar. Este fenómeno se produce en las laderas de las montañas, el valle actúa como el mar y las cimas como la tierra. Figura 2.8.

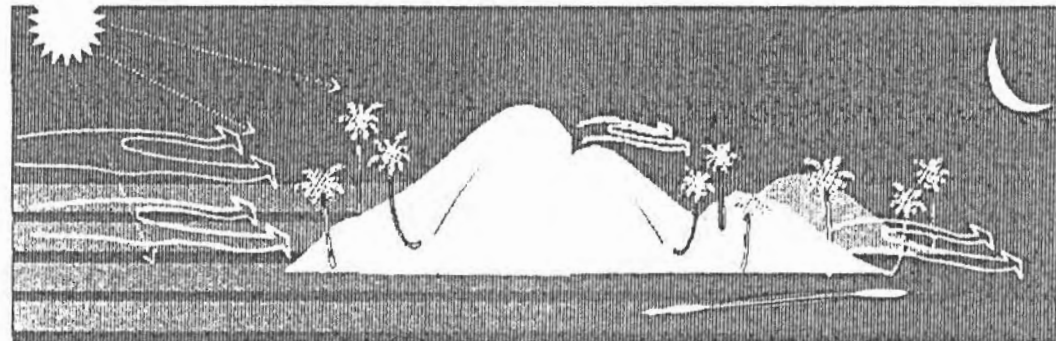


Figura 2.8 Movimientos de flujos de aire, brisa diurna y brisa nocturna cerca de los cuerpos de agua.

2.6.2 EL VIENTO Y SUS MANIFESTACIONES

El viento es un factor climático que no se puede ignorar, sus manifestaciones en la arquitectura son numerosas, citaremos particularmente:

- 1 Efectos mecánicos sobre la construcción
- 2 Efectos mecánicos sobre la vegetación
- 3 Vibración de objetos y ruptura de elementos frágiles sujetos a su acción
- 4 Transportación de polvo y otras partículas contaminantes
- 5 Molestia en la circulación peatonal

Sus manifestaciones en el ser humano son de dos tipos: acción mecánica y acción térmica, estas últimas las estudiaremos más adelante.

La manifestación mecánica de la velocidad del viento en el ser humano se da cuando la temperatura y humedad del aire sobrepasan el límite de bienestar, el aumento de la velocidad del aire puede llevar al ambiente hacia la zona de confort, pero por encima de ciertos valores según los individuos, aparecen los malestares típicos de las "corrientes de aire". La siguiente tabla trata de establecer las evaluaciones subjetivas del efecto de la velocidad del aire al nivel de la cabeza, sobre el ser humano¹⁰. Tabla 2.4.

TABLA 2.4 EVALUACIONES DEL EFECTO DE LA VELOCIDAD DEL AIRE.

Velocidad del aire m/min	Evaluación subjetiva
4.5	Quejas sobre falta de ventilación aunque las condiciones de la atmósfera estén en la zona de confort.
4.5 a 7.5	Favorable
7.5 a 15	Condiciones satisfactorias dentro del intervalo de la zona del bienestar. Intervalo de bienestar en verano: $T_e = 23$ a 24° C.
15 a 30	Sensación de movimiento suave de aire. Confortable cuando la temperatura del aire que se mueve está a la temperatura del aire de la habitación o a temperatura ligeramente superior. Intervalo de bienestar en verano: $T_e = 23$ a 24° C.
30 a 60	Sensación continua de movimiento de aire; en general agradable. Intervalo de bienestar en verano: $T_e = 24$ a 25° C.
60 a 210	Sensación creciente de malestar por corrientes de aire. Dificultad para realizar actividades.

¹⁰ Alberto Pianeta D. *Aproximación de una arquitectura ecotecnológica: criterios de diseño bioclimáticos para viviendas en la región tropical húmeda de Colombia*. Tesis de maestría en Arquitectura, División de estudios de Postgrado, UNAM. 1987.

2.6.3 ELEMENTOS QUE MODIFICAN LA DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO

El movimiento de grandes masas de aire debido a diferencias de presión no puede cambiarse pero las velocidades de los vientos a nivel del suelo pueden modificarse un poco. La resistencia a la fricción de la vegetación y las obstrucciones ocasionadas por árboles, pueden crear variaciones en el flujo de aire, las cuales se pueden utilizar benéficamente, agregando a sus valores estéticos, su propiedad de reducir la velocidad de los vientos, lo que produce cambios en la humedad del aire como en su estructura.

CORTA VIENTOS

Un corta vientos dirige las corrientes de aire hacia arriba y mientras que esta vuelve a descender, se crea una calma relativa cerca del suelo. La parte más protegida en esta situación se encuentra inmediata al corta vientos, en el lado protegido y disminuye a medida que la distancia desde el corta vientos aumenta hasta alcanzar en determinado punto (dependiendo del tipo de cortaviento), la misma velocidad que el aire traía antes de encontrar al elemento protector. Figura 2.9.

EFFECTOS DEL PAISAJE ADYACENTES A LAS EDIFICACIONES

Las montañas representan máximo grado de rugosidad superficial y por lo tanto representan el máximo grado de fricción al flujo de aire superficial. Las montañas y sus valles originan un importante cambio en la dirección y velocidad de los vientos, ya que la velocidad de la corriente de aire se canaliza por la topografía a través de las depresiones principales. Una fuerte actividad convectiva en áreas montañosas afecta a los vientos generales. La corriente de aire que cruza una loma recibe influencia de la pendiente de esta loma y de la velocidad y dirección del viento. En colinas redondas de poca pendiente, la turbulencia mecánica del viento es mínima y en vientos débiles o moderados puede no existir.

Los alrededores inmediatos a los edificios bajos afectan el flujo de aire y la velocidad del viento, lo que permite mayor flexibilidad en cuanto a la orientación para ese tipo de edificios, ya que la utilización de plantas, vegetación, zonas verdes y paredes de cerramientos, permiten la creación de áreas de alta y baja presión cerca de las viviendas y con referencias a sus aperturas. Debe tenerse especial cuidado para que los arreglos no limiten las brisas enfriadoras del periodo caliente, sino que más bien dirijan y aceleren los movimientos de aire en el edificio¹¹.

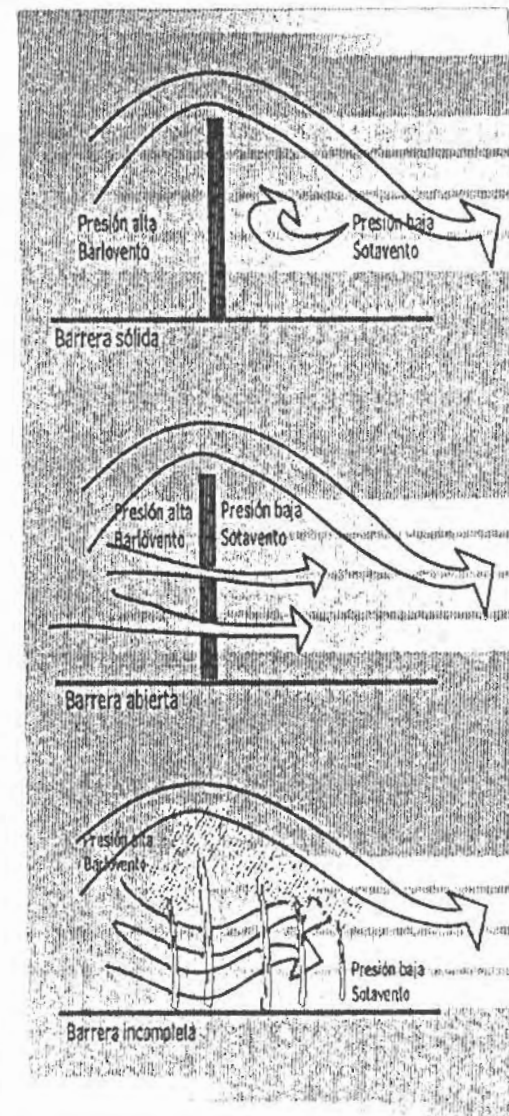


Figura 2.9 Zonas de alta y baja presión producidas por diferentes cortavientos.

¹¹ Alberto Planeta D. op cit.

La vegetación tiene efectos similares pero a menor escala. Estos efectos locales mecánicos son: la velocidad, la dirección y la turbulencia.

Por el contrario grandes patrones de remolinos son típicos en el lado del sotavento de los riscos o bordes de cañones; incluso un viento de pendiente ascendente puede observarse en la superficie del lado del sotavento. Figura 2.10.

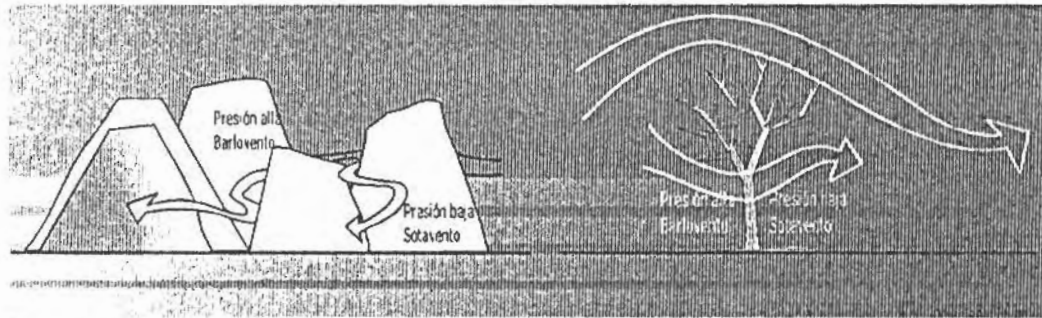


Figura 2.10 Zonas de alta y baja presión típicas en montañas y vegetación.

Después de pasar a través de depresiones montañosas, el viento muestra dos tipos de remolinos, moviéndose en el lado del sotavento; uno toma la forma de remolino horizontal y rueda hacia abajo de la pendiente de sotavento, aunque el remolino principal puede ser estacionario; el otro usualmente es un remolino vertical estacionario en una de las áreas de resguardo o en ambos lados de la depresión. Algunos de estos remolinos también pueden moverse viento abajo.

Los vientos locales que se canalizan en cañones montañosos, son casi siempre turbulentos, ya que el aire, moviéndose dentro del cañón, está en contacto con una máxima rugosidad. Los lugares comunes de estos remolinos son los recodos y desembocaduras.

2.6.4 FLUJO DE AIRE EN EL INTERIOR DE LAS EDIFICACIONES

La distribución del aire alrededor de la edificación depende de su geometría y es independiente de la velocidad del viento. En la ilustración ponemos un corte del flujo del viento y en la cual los signos mas (+) y menos (-) indican áreas de alta y baja presión. Figura 2.11.

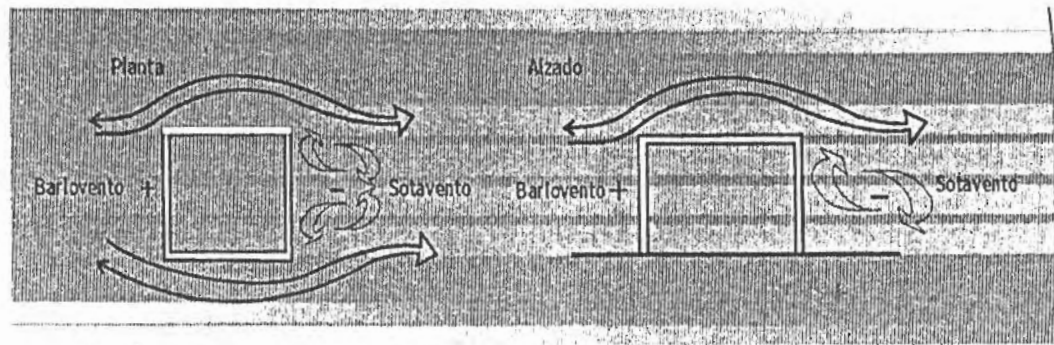


Figura 2.11 Áreas de alta y baja presión alrededor de un volumen.

Las fuerzas que producen ventilación natural dentro de los edificios, pueden ser: primero, movimientos de aire originados por diferencias de presión y segundo, cambios de aire causados por diferencias de temperaturas. Estos pueden actuar independientemente o combinados, según las condiciones atmosféricas y el diseño del edificio.

Con estas observaciones aislaremos los factores que afectan el flujo interior del aire:

ORIENTACIÓN

Se genera de la máxima presión a barlovento de un edificio cuando la fachada esta en ángulo recto con la dirección del viento, de tal manera que parece evidente que se consiga la mayor velocidad de aire al interior, precisamente en este caso. Un viento que incida a 45° reduciría la presión en un 50%.

En consecuencia debe averiguarse el sentido de los vientos predominantes a partir de un mapa de frecuencias de vientos, sacado del diagrama de vientos reinantes y debe orientarse el edificio de tal forma que las aberturas hagan frente a la dirección del viento.

Sin embargo, B. Givoni encontró que si la dirección del viento incide a 45° aumentaría la velocidad media del aire interior y daría una mejor distribución de sus movimientos. Las velocidades relativas (100% la del aire libre), se han mantenido a una altura de 1,2 m por encima del suelo. Esto parece contradecir el sentido común, pero se puede explicar con el siguiente fenómeno.

Teniendo dos edificaciones de planta cuadrada, en la primera incidiendo un flujo de aire la 90°, y en la segunda a 45°. En el segundo caso se crea una mayor velocidad a lo largo de la fachada de barlovento; por consiguiente, la sombra de viento será mucho más ancha, la presión negativa (efecto de succión), aumentará y resultará un flujo de aire interior acrecentado. En sus experimentos no vario el orificio de salida: lo fijo en lo máximo posible, de forma que el efecto de las fuerzas de succión fuese nulo. Es justificable suponer que con aberturas de salida más pequeñas, este efecto se reduciría o acaso se invertiría. Figura 2.11.

Las diferencias de presión en los lados pueden contribuir al flujo interior de aire, y su efecto es más notorio si se colocan las aberturas de entrada de aire en el costado de alta presión y las de salida en el de baja presión. La rata¹¹ de cambios de aire depende de las diferencias de presión y de la efectividad de las aberturas.

El aire tiende a entrar al edificio por las zonas de alta presión y salir por las zonas de baja presión. Es obvio entonces que en las estructuras en que no haya perforación de salida, no habrá flujo interior. También es evidente que unas aberturas muy grandes colocadas frente a frente y en zonas de baja y alta presión proveerán el máximo de cambios de aire interior. Sin embargo, para obtener el enfriamiento necesario para el confort en la época de sobrecalentamiento, es más importante obtener suficiente velocidad de aire que proveer muchos cambios. Si se usa una apertura pequeña de entrada, se presenta el "efecto Venturi", este efecto lo estudiaremos más adelante, que asegura un máximo de velocidad del aire dentro de la estructura, comparativamente con el exterior.

COLOCACIÓN DE ABERTURAS DE ENTRADA Y DE SALIDA

Una relación relativamente grande entre los tamaños de entrada y salida del aire, asegura una mayor velocidad de éste y por lo tanto el mayor efecto de enfriamiento. La localización del orificio de salida no afecta al flujo de entrada, ya que las velocidades se disminuyen sólo si se pierde energía en cambios dirección.

Por otra parte, si la posición de salida se mantiene constante, pero la de entrada se coloca a la altura del cielo raso, a media altura y a nivel del piso, la dirección del flujo se dirige hacia arriba hacia la media altura o hacia el piso respectivamente. Como se espera que la corriente de aire sea efectiva y beneficia a sus ocupantes, el flujo de aire se debe orientar hacia el "nivel de vida". La colocación de la entrada gobierna el sistema de flujo dentro de la estructura y éste puede variarse según la posición y según el tipo o disposición del orificio de acceso al aire.

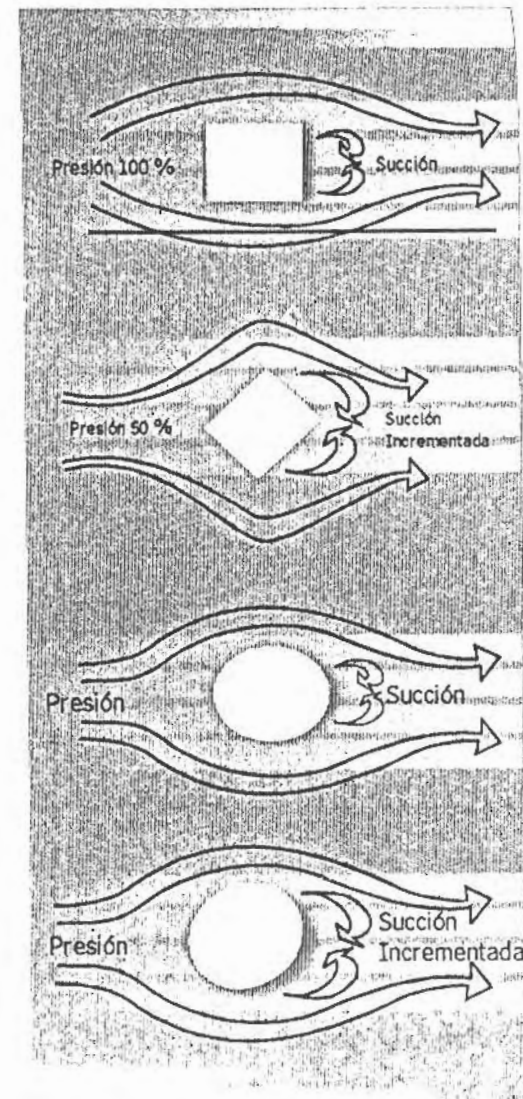


Figura 2.12 El ángulo del edificio respecto a la corriente de aire crea una mayor o menor succión de la ventilación interna.

¹¹ Rata, Índice de aumento de calor en la superficie exterior de un material.

El caso contrario, con una apertura de entrada grande y una de salida pequeña, no es suficiente, ya que las altas velocidades se presentan por detrás y por fuera del edificio.

Efecto de inercia: La dirección del viento entra a la habitación con la misma dirección del viento libre debido a la inercia de sus moléculas, finalmente el flujo del aire se desvía hacia cualquiera de las zonas de baja presión.

DIVISIONES INTERIORES

El flujo interno depende de las aperturas y es en su mayoría independiente de otras características geométricas de la habitación. El flujo lineal asegura el movimiento de aire más rápido; cualquier cambio en la dirección disminuye ese efecto y los cambios abruptos de dirección causados por muebles y equipos reducen visiblemente la velocidad del aire. Por lo tanto, la ubicación de las divisiones interiores deben respetar el flujo interno¹³. Figura 2.13.

¹³ Alberto Pianeta D. *op cit.*

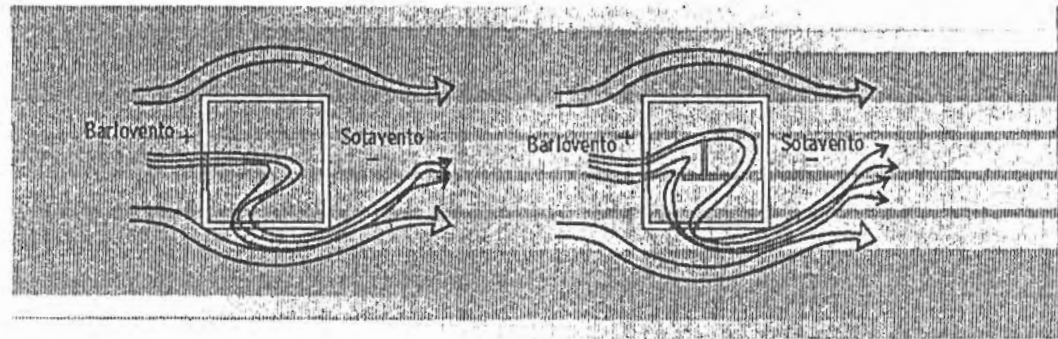


Figura 2.13 Efecto de inercia y el comportamiento de la corriente de aire en un edificio con divisiones internas.

La corriente del flujo está delimitada por remolinos turbulentos que causan un movimiento giratorio del aire en relativa calma que rodea al flujo y por lo tanto si un tabique se coloca por fuera de la corriente, el perfil del flujo no cambia. Sin embargo, si el mismo tabique se coloca en la corriente el flujo se interrumpe y disminuye su velocidad causando una deficiencia de ventilación en los dos espacios. Cuando la estructura se divide en tres habitaciones se presentan condiciones similares. Los tabiques que sean inevitables en la división interna, pueden asegurar cierto flujo de aire si se utilizan mamparas abiertas por el suelo o por el techo.

EFFECTOS DIRECCIONALES DE DISPOSITIVOS EN LAS ABERTURAS DE ENTRADA

Algunos elementos colocados en el exterior del edificio y cerca de la entrada de aire, pueden influir considerablemente el flujo interno. La magnitud relativa del aumento de presión al frente de las áreas sólidas de las fachadas (que a su vez depende del tamaño y posición de las aberturas) gobernará, en efecto, el sentido de la corriente de aire interior y ésta será independiente de la posición de la abertura de salida.

Un voladizo que a la altura del cielo raso intercepta la masa de aire que se escapa por encima, mejora los efectos de ventilación. Otros voladizos sólidos, similares, colocados directamente sobre la ventana, hacen que el flujo de aire fluya al cielo raso al eliminar presiones exteriores desde encima. Este efecto no es ventajoso porque el aire tiende a sobrepasar la zona de habitabilidad por arriba. Sin embargo el mismo voladizo modificado por una ranura iguala las presiones y tiende a hacer el flujo hasta un nivel más útil¹⁴.

Los diferentes tipos de ventanas cambian y modifican el flujo, cada una tiene su efecto especial direccional. Las ventanas abatibles pueden desviar la corriente de aire hacia arriba. Solo las abatibles de giro reversible, dobles o sencillas, canalizarán aire hacia abajo, donde esta la zona habitable. Las celosías y persianas presentan la ventaja que aún las hojas inclinadas 20° sobre la horizontal, canalizan todavía el aire hacia la zona habitable. Figura 2.14.

Las telas metálicas y redes para moscas y mosquitos, presentan el inconveniente de reducir sustancialmente la corriente de aire. Una red de algodón puede dar una reducción del 70% en la velocidad del aire. Resulta mejor una suave red de nylon, que tiene un factor de reducción de solo un 35%. La reducción crece cuando aumenta la velocidad del viento y también con el ángulo de incidencia¹⁵.

2.6.5 DISPOSITIVOS ESPECIALES DE VENTILACIÓN FORZADA

SISTEMAS PASIVOS

Como se ha mencionado el Sistema Pasivo o Sistema Bioclimático es aquel que aprovecha los componentes de las construcciones (ventanas, techumbres, acabados, etc.) para suministrar los flujos energéticos que se requieren y alcanzar las condiciones de bienestar térmico humano. Se caracterizan por ser regulables respecto a las fluctuaciones diarias y estacionales del clima. Los sistemas pasivos utilizados en el enfriamiento se pueden clasificar de la siguiente manera:

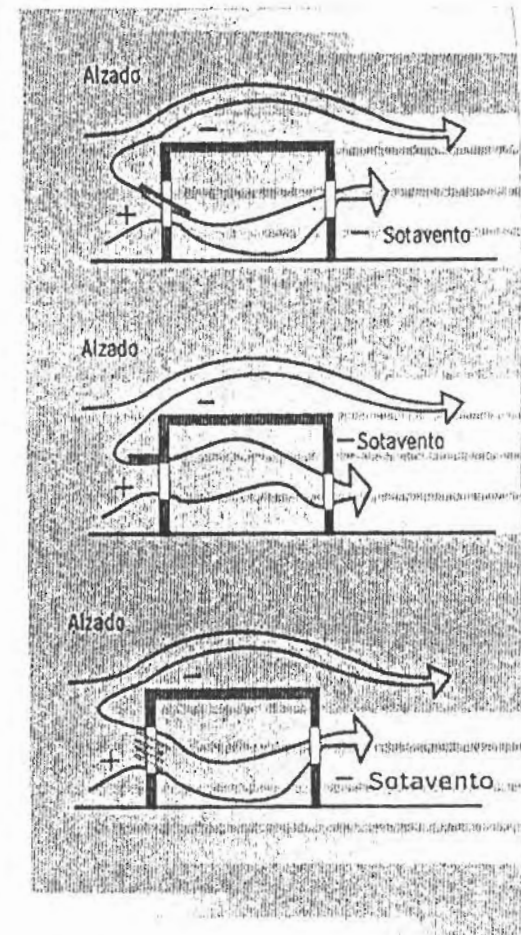


Figura 2.14 Efecto de los elementos arquitectónicos en la dirección del viento.

¹⁴ Victor Olgyay. *op. cit.*

¹⁵ Koenigsberger, et. al. *Manual of tropical housing and building, Part One: Climate desing.* Londres. 1973.

1 Ventilación por diferencial térmico. Las diferencias de temperaturas entre el interior de una habitación y el exterior, hacen que el aire caliente tienda a subir debido a diferencia de peso. Mientras más alta sea la diferencia de temperatura, mayor la diferencia de alturas entre la entrada y la salida de aire y mayor su tamaño más vigoroso será el Efecto de Chimenea que se obtenga. Figura 2.15.

2 Ventilación por diferencias de presión. Este efecto se produce cuando existe una corriente de aire que provoca una succión en el orificio de salida por la diferencia de presión que existe entre el aire exterior y el interior, también conocido como Efecto Venturi. Figura 2.15.

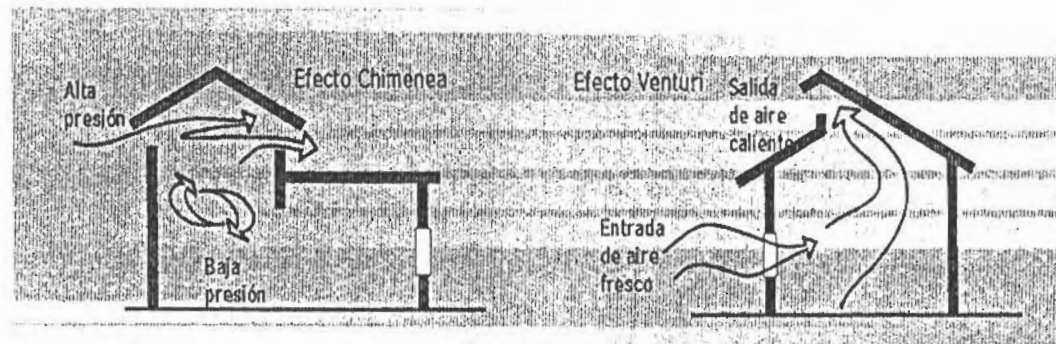


Figura 2.15 Efecto chimenea causado por diferencias de presión y Efecto Venturi causado por diferencias de temperatura.

La aireación interior no tiene que estar solamente condicionada a los campos de presión y temperatura del viento. Para modificar dicho campo y mejorar las condiciones de aireación se pueden aprovechar algunos fenómenos físicos del aire y mejorarlos con algunas intervenciones de diseño como las que a continuación mencionamos:

1 Radiación nocturna. Durante la noche, la atmósfera absorbe el calor acumulado en el edificio durante el día permitiendo que éste se enfríe, independientemente de la temperatura exterior aunque es obvio que la pérdida por convección es mayor cuando hay una menor temperatura ambiente. Figura 2.16.

2 Edificaciones subterráneas. A una profundidad de 2.5 m la temperatura de la tierra se mantiene muy constante y se aproxima a la temperatura promedio del lugar. El control térmico para

la vivienda depende de la profundidad, la cantidad de tierra que cubre el edificio, el tamaño del edificio y el control de la ventilación. Se considera que una construcción es semienterrada cuando el 50% de su superficie exterior esta cubierta por tierra. Una casa semienterrada puede estar o no construida bajo el nivel del suelo y su techo puede estar o no cubierto de tierra. Figura 2.17.

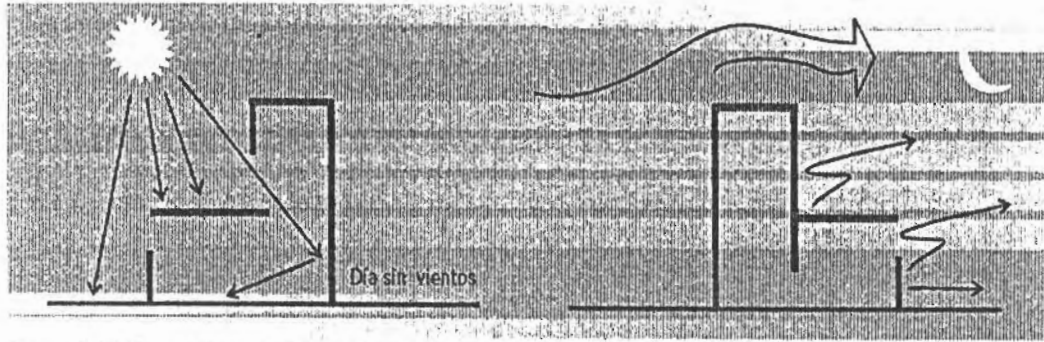


Figura 2.16 Ganancia y radiación térmica del edificio.

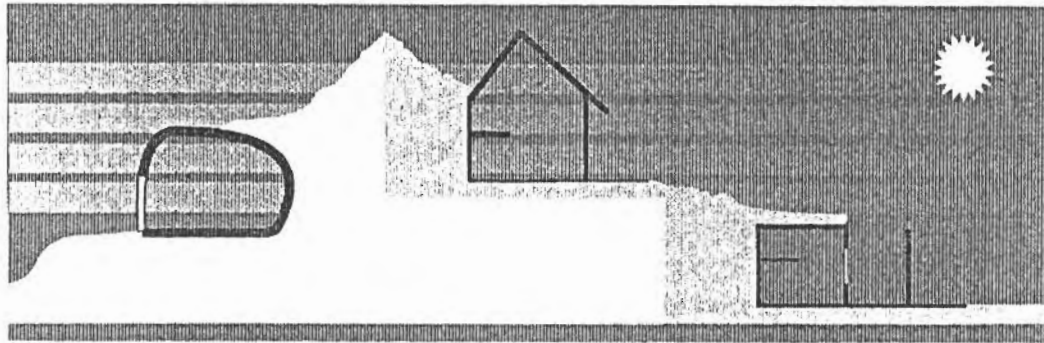


Figura 2.17 Tipos más comunes de casas semienterradas.

2 Enfriamiento por evaporación. Al pasar una corriente de aire caliente sobre o a través de agua, evapora el agua y se enfría el aire. El agua evaporada se conserva en el aire aumentando así su humedad. Para evitar los altos niveles de humedad, se ha sugerido un sistema en donde el aire saturado de humedad no es inyectado a las zonas habitables sino que se puede hacer circular el aire a través de paja mojada, redes de tamiz pequeño o adobes, lo que recojera la humedad del medio.

Otro sistema consiste en colocar una gran abertura de entrada correctamente orientada que capte el aire fresco en movimiento por encima del tejado en áreas densamente pobladas. Las paredes frías interiores del ducto lo densifican y lo hacen bajar por gravedad. Este aire ya enfriado, pasa a través de recipientes de cerámica porosa, llenas de agua o de parrillas de carbón húmedas por el agua que resumen recipientes superiores y en algunos casos por superficies de agua, subterráneas, de depósitos del líquido; que saturan al aire de humedad. El aire así enfriado contribuye a que su movimiento descendente conforme un tiro natural inverso¹⁶. En los climas templado y cálido húmedo, donde se controle el movimiento de aire y el asoleamiento, se pueden obtener beneficios mediante el uso de las técnicas anteriores. Figura 2.18.

¹⁶ José R. García , *et al.* op cit.

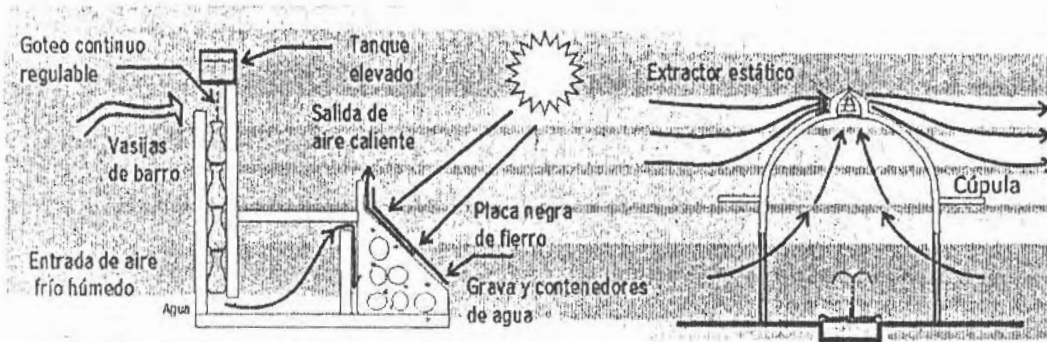


Figura 2.18 Control térmico de enfriamiento por evaporación.

3 Extractores estáticos. Estos dispositivos permiten el aprovechamiento de la energía eólica para forzar un tiraje, aún cuando la dirección del flujo que se pretende generar no coincida con la del viento dominante. Tal es el caso de los extractores estáticos en los que el paso del viento produce un Efecto Venturi, y favorece el tiraje de chimenea. El aumento local de la velocidad del viento genera una de presión estática que equivale a una succión en el extremo del ducto. Para grandes volúmenes de aire existen dispositivos de aireación industrial en los que el viento hace girar una caperuza formada por aletas.

4. Captadores de viento. La utilización de este dispositivo tradicional en la arquitectura iraní, paquistaní y de otros países se conoce como "deflector de vientos", "torre de viento", etc., son estructuras cuya misión es interceptar flujos de vientos a mayor altura que la del espacio habitable e introducirlos por canalización y tiro inverso a la edificación. La altura de estos dispositivos les permite beneficiarse de abastecimiento de aire controlado, eliminación de arena y polvo por filtrado, enfriamiento evaporativo, humidificación¹⁷. Figura 2.19.

¹⁷ Hassan Fathy. *Gourna: a tale of two villages*. University of Chicago. 1973.

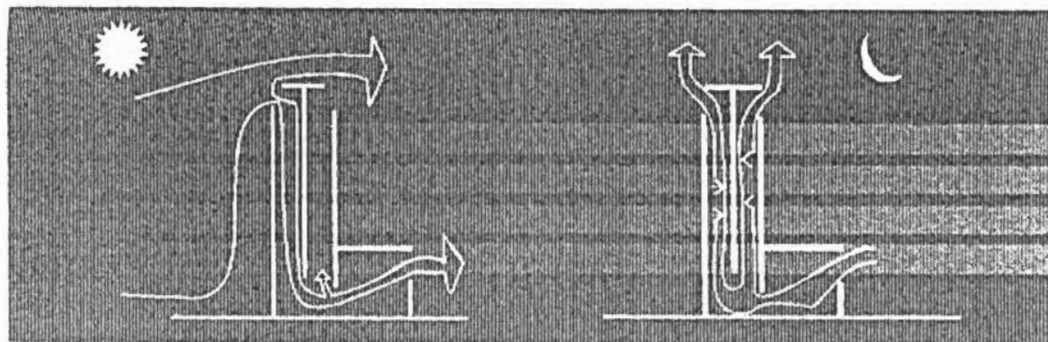


Figura 2.19 Desempeño típico de una Torre de viento.

La combinación de éstos y otros dispositivos y efectos permiten una gran gama de variaciones al servicio de nuestra imaginación.

2.7.1 ANÁLISIS GEOLÓGICO

Puerto Ángel se localiza en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, subprovincia de las Costas del Sur¹⁸; esta región, al igual que el resto del estado de Oaxaca, se caracteriza porque las formas de su relieve muestran una intensa actividad tectónica y sísmica lo que ha conformado un relieve de formas irregulares y abruptas. El subsuelo de Puerto Ángel está constituido por rocas metamórficas clasificadas como gneis y algunos esquistos. La localidad está asentada sobre una serie de lomeríos que en su gran mayoría terminan en acantilados. Se presentan pequeñas llanuras litorales que forman las playas del área. Las unidades litológicas que conforman el sustrato del área de estudio están clasificadas como material consolidado con posibilidades bajas, lo que significa que no tiene características para conformar un acuífero.

¹⁸ Plan de centro de población municipal de Puerto Ángel- Zipolite. 1993.

2.7.2 POTENCIAL EDAFOLÓGICO

Los suelos que se presentan en el área son de dos tipos, el Regosol y el Litosol. Son suelos que se han formado a partir de ímperismos de la roca sobre la que se asientan. El Regosol se localiza únicamente en el pequeño valle del Arroyo Zipolite. Presenta condiciones limitadas para el desarrollo

agrícola, sin embargo algunos cultivos como la copra y cítricos pueden desarrollarse adecuadamente. No representa limitaciones para el desarrollo urbano.

El Litosol se localiza en el resto del área, es un suelo poco profundo, con bastante pedregosidad y con un alto potencial de erosión cuando no cuenta con cobertura vegetal. No presenta limitantes para el desarrollo urbano, aunque su uso más adecuado es el de desarrollo de la vida silvestre.

2.7.3 APTITUD TERRITORIAL

Las características del relieve en la localidad presentan fuertes pendientes que varían del 0% al 35%, y se distribuyen de la siguiente manera:

Las pendientes comprendidas en el rango de 0-2% se define como adecuada para construcciones en tramos cortos (hasta 100 m.), pero no recomendable para tramos largos. Hay problemas en cuanto al tendido de redes subterráneas de drenaje, las comprendidas entre el 2-5% son consideradas optima y no presentan problemas de drenaje natural ni al tendido de drenaje subterráneo, vialidad, redes de servicio, construcción y obra civil. Las pendientes del 0 – 5%, se localizan en la playa de Puerto Ángel entre la carretera Pochutla-Mazunte y el mar.

Pendientes 15 – 35%. Se ubican en los lomeríos en donde se asienta la mayor parte del área urbana. Es importante resaltar que no se presentan pendientes entre el 6 y el 14%, pues no existen zonas de transición entre los rangos antes descritos; en tal sentido, la disponibilidad de suelo en condiciones de topografía adecuada para el desarrolla urbano consideradas entre el 5 y el 10% prácticamente son inexistentes el área de crecimiento se considerada en zonas con pendientes por encima del 15%. Aunque las pendientes entre 15-30% son consideradas de uso moderado, su uso presenta dificultades en la planeación y diseño de redes de servicio, vialidad y construcción.

2.8.1 ANÁLISIS PAISAJÍSTICO

Los elementos naturales que definen la belleza paisajística del centro de población de Puerto Ángel lo constituyen la serranía que circunda a la bahía principal, y que incluye a la bahía de Zipolite.

Otro elemento importante del paisaje es el relieve de la costa que presenta grandes acantilados entre 20 y 40m. de altura, se encuentran alrededor de la bahía de Puerto Ángel.

Como punto focal de mayor atractivo la panorámica hacia el mar es uno de los más atractivos, el cual puede ser observado al acceder a Puerto Ángel en primer plano antes de ver a la localidad. Mirando la costa desde el mar, la bahía de Puerto Ángel está delimitada por tres macizos rocosos que enmarcan al puerto con una gran claridad.

2.8.2 HIDROLOGÍA

El área de estudio se encuentra en la región hidrológica denominada Costa de Oaxaca, en la cuenca del Río Copalita-Puerto Ángel, subcuenca del río Tonameca¹⁹. El río Tonameca tiene importancia en la localidad debido a que es el que suministra de agua potable a Puerto Ángel. Este río se origina en las partes altas del norte en el límite de la cuenca, sigue una trayectoria perpendicular a la costa, es perenne y lleva poco gasto en la época de estiaje pero descarga en volúmenes importantes en la época de lluvias. Otros escurrimientos intermitentes importantes son el arroyo El Aguaje y el arroyo Zipolite, estos escurrimientos se originaron debido a las características geomorfológicas de la región.

El Aguaje funciona como recolector de los drenajes a cielo abierto y demás escurrimientos de la población, lo que ha originado un acelerado deterioro del cauce y la contaminación de la bahía en donde descarga.

¹⁹ Plan de centro de población municipal de Puerto Ángel-Zipolite

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Existen algunas acumulaciones de agua subterránea las que fueron aprovechadas para abastecimiento del centro de población, sin embargo, por un alto nivel de salinidad la calidad del agua es mala, por lo que paulatinamente el uso de estos aprovechamientos ha ido disminuyendo.

2.8.3 FLORA Y FAUNA

Las condiciones climáticas tropicales húmedas y la topografía, caracterizada por una serie de lomeríos que han formado pequeñas cañadas, han originado el desarrollo de una vegetación clasificado como

selva baja caducifolia, compuesta principalmente por árboles de baja altura (10-12 m), que incluye especies de gran belleza como son la Parota, Hunacaxtle y el Ocotillo. Hay que hacer notar el daño que causó el Huracán Paulina (1998) a la zona, árboles de gran talla, fueron arrancados, palmeras, tamarindos, huanacaxtles y otros, con este fenómeno la población vegetal sufrió un grave daño. La falta de precaución durante la tumba roza y quema para conseguir tierras de cultivo, ocasiona que los incendios no controlados sean frecuentes en la zona, agregándose a esto la falta de infraestructura para el encauce, tratamiento y reutilización y de las aguas residuales de la población sean canalizadas hacia los escurrimientos que existen en el área. Figura 1.20.

La fauna silvestre está compuesta por aves (marinas y continentales), reptiles y pequeños mamíferos que habitan en las áreas naturales que se conservan en los alrededores. Se presentan especies migratorias como la gaviota y el perico que anidan para su reproducción en estas áreas.

Habría que mencionar que fuera del área de estudio, existe una importante playa (San Agustínillo) de desove de tortuga que actualmente está sujeta a proyectos de conservación por lo que un desarrollo urbano de Puerto Ángel acorde con las condiciones ambientales de la región permitiría disminuir el riesgo de extinción que tiene esta especie.

2.8.4 SISMOS Y HURACANES

Debido a su ubicación geográfica los riesgos principales a los que se enfrenta la población asentada en la costa oaxaqueña son de carácter natural. Estos eventos climáticos y geológicos que afectan la solución arquitectónica, se refieren a los sismos y huracanes que se presentan de manera cíclica.

La posibilidad de que se presente un sismo de gran magnitud afecta a aquellas viviendas que no cuenten con un diseño y materiales adecuados para resistir un fenómeno de estas características, el riesgo se incrementa por la posibilidad de que el epicentro se produzca frente a estas costas, lo que originaría fuertes marejadas con consecuencias graves para la localidad.

No se conocen con exactitud los daños causados por los Tsunamis (olas causadas por maremotos), sólo se tiene conocimiento de una publicación del International Tsunamis Information Center en donde se asienta información referida a 5 Tsunamis que afectaron las costas de Oaxaca, de ellos uno afectó Puerto Ángel en junio de 1928.



Figura 2.20 Debido a las condiciones geográficas y climáticas existe en la zona una gran diversidad de flora.

La frecuente ocurrencia de sismos ha clasificado a la región como de alta sismicidad, este riesgo se ha incrementado al presentarse en esta área una acumulación de energía conocida como Gap de Tehuantepec, esto significa que en el corto plazo se espera un sismo de gran magnitud.

El segundo fenómeno natural que pone en riesgo a la población es la presencia de Huracanes y Tormentas Tropicales. Por estar ubicado en el litoral del Océano Pacífico, Puerto Ángel se encuentra bajo la influencia de la zona generadora de estos meteoros localizada en el Golfo de Tehuantepec; 14 de los Huracanes generados en esta zona se han internado en el estado o han pasado a una distancia menor a los 50 km. La probabilidad de que un huracán, tormenta tropical o depresión tropical toquen tierra en esta área es de 22 meses, siendo el huracán Paulina en 1998 el que más daños ha causado en los años recientes.

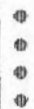
Los efectos que provocan sobre la zona son inundaciones producto de las precipitaciones máximas, fuertes vientos que pueden alcanzar velocidades hasta de 200 Km/hr, así como mareas y olas de tempestad, tal como ocurrió con los Huracanes Hexter, en septiembre de 1973, Orlen en 1974 y Paulina²⁰.

Las características de las construcciones existentes influyen en el alto grado de vulnerabilidad con respecto a los efectos de un huracán, así las viviendas con techos de palma, teja, madera y lámina son vulnerables a los vientos, mientras que las que poseen muros de adobe, barro o madera lo son a las inundaciones.

²⁰ Centro meteorológico nacional.

3

Capítulo



ANÁLISIS SOCIO-CULTURAL



Dividiremos esa parte del estudio en variables en exógenas y endógenas. Consideramos como exógena a aquellas que solo incidieran indirectamente en la respuesta bioclimática de los espacios habitacionales, pero que delimitan el universo cultural de nuestro proyecto; estas son, por ejemplo: antecedentes históricos, población, folclore y tradiciones míticas.

Por otro lado tenemos a las variables endógenas, que se generan directamente a partir de las exógenas, en la búsqueda de una respuesta empírica hacia el confort ambiental, tecnológica y socialmente acorde al conjunto recíproco de necesidades y recursos ambientales, que a su vez vienen a organizar la estructura económica regional y que originan parámetros de soluciones congruentes al entorno socio-ambiental. Entre las variables endógenas consideramos en primer término a la vivienda y luego su relación con la tecnología constructiva y productiva, el transporte, comunicaciones e infraestructura.

3.1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE PUERTO ÁNGEL

En razón de sus aptitudes naturales para funcionar como puerto de altura y por su ubicación en la región cafetalera más próspera del siglo pasado, Puerto Ángel se consideró como el primer puerto de la costa del estado de Oaxaca en el siglo XIX. Durante la primera década del siglo XIX Puerto Ángel pierde su lugar preponderante como puerto, ya que con la terminación de la vía férrea interoceánica hacia 1907, el puerto de Salina Cruz adquirió una mayor importancia.

Para 1965 la vocación pesquera de Puerto Ángel ya se había consolidado, llegando a ser la principal actividad de los pobladores. La intensa explotación de la tortuga que se efectuaba en esa fecha provocó su casi extinción, obligando a declarar su veda en los años ochenta, con lo que Puerto Ángel perdió una buena parte de su actividad económica quedando como un pueblo pesquero en pequeña escala.

A partir de los años setenta, con la apertura de vías terrestres en la zona, Puerto Ángel empezó a reestructurar su economía consolidándose como un atractivo destino del turismo nacional e internacional.

3.2.1 POBLACIÓN TOTAL

El municipio de San Pedro Pochutla tiene una población de 328 895 habitantes, que representa el 0.95% del total estatal. Desde el punto de vista demográfico, el municipio se caracteriza por su

polarización, ya que el 43% de los pobladores se concentra en dos localidades, a saber, en la cabecera municipal y en Puerto Ángel-Zipolite, mientras que el restante 57% de los habitantes tiene un patrón de asentamiento altamente disperso, distribuyéndose en 164 pequeñas localidades.

La población de Puerto Ángel, es de 2 805 habitantes para 1993, lo que representa un 9.5% de la población total del municipio de San Pedro Pochutla y la ubica como la segunda localidad de importancia en el municipio, lo que confirma la alta concentración poblacional en la cabecera municipal. Esta relación se ha mantenido prácticamente inalterada desde 1970, correspondiendo a la evolución demográfica propia de localidades no urbanas¹.

En términos absolutos Puerto Ángel tiene una débil presencia demográfica a nivel regional y estatal, con participaciones menores al uno por ciento, siendo su proporción relativa de un 0.6%.

CRECIMIENTO POBLACIONAL

La población de Puerto Ángel ha presentado un crecimiento continuo desde 1950, aunque su comportamiento demográfico es el propio de localidades pequeñas y de expansión lenta, que registran por ello tasas de crecimiento con variaciones fuertes pero con pequeños incrementos de la población absoluta². Tabla 3.1.

TABLA 3.1 ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL

Año	Población	Incremento
1993	2805	
1998	3432	627
2004	4343	911
2010	5495	1152

¹Inegi. Oaxaca, resultados definitivos; Tabulados básicos, Tomo I. Censo de población y vivienda 1995.

² Estimación con base al número de viviendas obtenidas por foto aérea de 1993, al que se aplicó un índice de 5.8 ocupantes por vivienda y relacionado a proyecciones con base a la desviación de crecimiento. Fuente: Gobierno del estado de Oaxaca 1993.

3.3.1 FOLCLORE Y TRADICIONES

El municipio de Pochutla es reconocido a nivel estatal por el carácter amable de sus habitantes, destacan los sones de la costa en eventos estatales por la picardía de sus letras que son reflejo de la vida común de los pobladores de este municipio. La festividad religiosa más importante en el puerto celebrada a El Ángel, es motivo de fiesta familiar.

En el corredor turístico que incluye a Puerto Escondido, Puerto Ángel y Hutulco hace que exista una gran influencia por parte de los turistas que visitan estos lugares originando una subcultura con valores y conceptos que han sido adaptados al lugar. Se llevan acabo con gran aceptación eventos populares, bailes, torneos de pesca, y deportes acuaticos entre otros.

La participación de los habitantes en los problemas comunitarios es grande, se han organizado en comites vecinales los que se encargan de hacer mejoras a la comunidad.

3.4.1 VIVIENDA Y SERVICIOS BÁSICOS

La vivienda en el centro de población de Puerto Ángel presenta una tipología diversa, atendiendo al uso y características constructivas de las edificaciones y la densidad de edificación; Se pueden distinguir patrones habitacionales relativamente homogéneos que corresponden al proceso de expansión del área urbana.

En el área urbana de Puerto Ángel existen tres áreas que presentan un mayor grado de consolidación, estas son: la primera y la principal se ubica al noreste de la Playa del Puerto, entre la avenida Principal y la avenida Benito Juárez; la segunda, que se ha desarrollado como una extensión de la anterior, se localiza hacia el poniente del arroyo del Aguaje; y la tercera, se localiza hacia el oriente de la playa del Panteón. Estas áreas consolidadas presentan características de vivienda de nivel medio en donde los materiales de construcción son industrializados (varilla, concreto y blocs huecos) y semindustrializados (tabique y tabicón), los techos son en su mayoría de concreto armado.

Se observan pocas viviendas en transición de materiales tradicionales y/o provisionales a permanentes. La mayoría de las viviendas de estas zonas se encuentran en un proceso de ampliación y mejoramiento de fachadas e interiores.

El tipo de vivienda que predomina es el de la vivienda particular, esta ha sido adaptada para ser arrendada temporalmente basicamente a los turistas en epoca de vacaciones, estudiantes y marinos. Tabla 3.2 y Tabla 3.3.

Estas zonas presentan una mezcla de vivienda con comercio y servicios de alojamiento. Cuentan además con red de agua potable, energía eléctrica y red de drenaje (fuera de uso por deficiencias).

³INEGI, Oaxaca, Resultados Definitivos. Datos por localidad (integración Territorial). XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. a/ Estas cifras incluyen 1 300 viviendas pertenecientes a este municipio sin información de ocupantes.

TABLA 3.2 VIVIENDAS HABITADAS, VIVIENDAS PARTICULARES Y OCUPANTES SEGÚN PRINCIPALES LOCALIDADES

Localidad	Viviendas habitadas Total	Viviendas Habitadas Particulares	Ocupantes en viviendas Particulares	Promedio de ocupantes por vivienda particular
Estado	589 296 a/	588 715	3 002 250	5.1
Municipio	4 675	4 659	25 112	5.4
San Pedro Pochutla	1 619	1 610	8 163	5.1
Puerto Ángel	371	369	1 928	5.2

TABLA 3.3 VIVIENDAS HABITADAS Y OCUPANTES SEGÚN TIPO DE VIVIENDA ⁴

Tipo	Viviendas Habitadas Estado	Viviendas Habitadas Municipio	Ocupantes Estado	Ocupantes Municipio
Total	589 295	4 675	3 019 560	25 701
Vivienda particular	588 715	4 659	3 002 250	25 112
Casa sola	549 424	4 301	2 832 146	23 476
Departamento en edificio, casa en vecindad o cuarto de azotea	29 340	225	122 593	958
Vivienda móvil	345	7	1 655	35
Refugio	284	5	1 221	22
No especificado	9 322 a/	121	44 735 al	621
Vivienda colectiva	580	16	17 310	589

⁴Oaxaca, Resultados Definitivos. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. INEGI. a/ Se incluyen 1 300 viviendas sin información de ocupantes, y una estimación de éstos con base en un promedio de tres ocupantes por vivienda.

3.4.2 ÁREAS DE CONCENTRACIÓN DE SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO

La estructura urbana de este centro de población se soporta sobre la base de dos zonas claramente diferenciadas entre sí en donde se concentran las principales actividades económicas y de servicios.

La primera zona corre a lo largo de la playa del Puerto Ángel y su delimitación se inicia a partir de las instalaciones de la delegación municipal sobre la avenida principal y termina en el sector naval, a la altura de la desembocadura del arroyo del Aguaje conformando un corredor urbano que en la actualidad presenta un proceso de expansión sobre la vialidad José Vasconcelos que se desprende perpendicularmente de la avenida Principal.

Esta tendencia de crecimiento está asociada a la importancia de la zona central de Puerto Ángel en la vida económica y social de la comunidad consolidándose como centro de un crecimiento concéntrico que, sin atender a las limitaciones que impone el relieve de los terrenos, muestra una dinámica de expansión acelerada.

BARRERAS NATURALES Y ARTIFICIALES

La misma topografía de la localidad de Puerto Ángel constituye una determinante para su crecimiento urbano; sobre todo en cuanto a la densificación del área urbana; existen además barreras naturales que limitan la estructuración adecuada del centro de población; las principales barreras existentes son los cursos de los arroyos, como el Aguaje, que corren a lo largo de el centro de población perpendiculares al mar y cruzados por la carretera a Mazunte.

Los cursos de agua aunque intermitentes e incluso algunos como el Aguaje, prácticamente secos, condicionan una articulación adecuada entre las dos localidades que conforman el centro de población así como entre las diferentes zonas al interior de cada una de las localidades.

3.4.3 INFRAESTRUCTURA

SERVICIOS URBANOS

En Puerto Ángel los servicios urbanos son realizados, en primer término por el Ayuntamiento de Pochutla que realiza el servicio de recolección de basura un día por semana con un vehículo, la cual es tirada a cielo abierto en el tiradero perteneciente al centro de población, ubicado en las afueras de Puerto Ángel, al noreste de la bahía principal.

La vigilancia es parcialmente cubierta por elementos del Sector Naval, los cuales únicamente realizan la función de vigilancia de las instalaciones de su sector. Por otra parte, existe vigilancia por parte de la policía estatal.

EQUIPAMIENTO

Puerto Ángel cuenta con equipamiento principalmente de cobertura rural y básica, atendiendo los subsistemas de educación salud, comercio, deporte, comunicaciones, servicios urbanos y administración pública, también se localiza equipamiento con cobertura estatal e intermedia como es la Universidad del Mar y una tienda institucional perteneciente a la Secretaría de Marina.

AGUA POTABLE

El abastecimiento de agua potable de Puerto Ángel-Zipolite se realiza por medio de dos fuentes, los pozos Tonameca I y Tonameca II. Dichos pozos están ubicados en la margen izquierda del Río Tonameca a 12 km de distancia de la localidad.

La red de distribución tiene una cobertura aproximada del 80%, quedando sin el servicio las partes altas del poniente de la bahía principal, y el norte de Puerto Ángel.

El problema de la localidad, en lo que se refiere al agua potable, radica en su distribución no en su captación, ya que la red no tiene cobertura suficiente y se encuentra con un alto grado de deterioro. Además no existe un control sobre tomas domiciliarias y hay ausencia de medidores para cobros.

DRENAJE Y ALCANTARILLADO

En Puerto Ángel únicamente existe un colector localizado en la Av. Benito Juárez y José Vasconcelos, cuenta con aproximadamente 2 Km, descargando a fosas sépticas colectivas en la cercanía de la bahía, para posteriormente, descargar su contenido directamente al mar sin previo tratamiento. Dicha red se encuentra totalmente azolvada observándose también fracturas en algunos tramos de la tubería.

La mayor parte de la población descarga las aguas residuales en fosas sépticas y en menor grado a las calles o cauces naturales, que a su vez son vertidas al río del Aguaje, el cual desemboca en la bahía principal, en los límites de las instalaciones navales provocando la contaminación de sus aguas.

ALUMBRADO PÚBLICO

La red de alumbrado público de la zona de estudio está restringida al casco urbano más consolidado de Puerto Ángel, que incluye el centro de la población y el área que rodea a playa panteón.

COMUNICACIONES

El centro de población carece mayoritariamente del servicio telefónico, este servicio se realiza por medio de casetas telefónicas, cuenta con una agencia de correos y en últimas fechas han aparecido servicios de Internet.

VIALIDAD

La vialidad interurbana de Puerto Ángel-Zipolite está representada por 2 vías regionales, la carretera Federal No. 200 que comunica al centro de población con Pochutla y la Cd. de Oaxaca y la

Carretera Costera del Pacífico, enlaza hacia el oriente, con la Cd. de Salina Cruz y hacia el poniente con Puerto Escondido, Pinotepa Nacional y Acapulco.

La vialidad Intraurbana principal del centro de población está definida por la carretera que proviene de Pochutla a Mazunte, la cual estructura tanto a la localidad de Puerto Ángel como a la de Zipolite, esta vía se encuentra pavimentada y únicamente cuenta con un carril por sentido y una sección vial reducida.

TRANSPORTE URBANO

El transporte urbano del centro de población se realiza principalmente por taxis con base en Puerto Ángel y otros en Zipolite, los cuales hacen recorridos entre Puerto Ángel y Zipolite actuando como colectivos con conexión a Pochutla, además efectúan el servicio de forma particular.

Por su parte, los microbuses que realizan el servicio tienen una frecuencia intermitente, se cuenta además con el sistema de transporte en camionetas acondicionadas para este fin siendo el transporte más económico y versátil para el traslado de productos de las poblaciones ubicadas entre Pochutla y Mazunte.

3.5.1 Actividades económicas

En la actualidad, el desarrollo económico de Puerto Ángel se sustenta primordialmente en la explotación de sus recursos pesqueros y en el turismo siendo ambas actividades las principales fuentes de empleo e ingresos para los pobladores de la localidad. Otras actividades, complementarias y de menor peso económico, son el comercio a detalle, algunos talleres y la agricultura.

AGRICULTURA Y PESCA

La agricultura y la pesca constituyen el sector primario de producción y en 1990 ocupaban en su conjunto al 40% de, la población trabajadora.

La pesca sigue siendo una de las actividades más importantes en este centro de población concentrándose en la localidad de Puerto Ángel. Los productos principales son el barrilete y el atún, los cuales son comercializados a una escala regional e incluso estatal (Pochutla, Puerto Escondido, Acapulco, Huatulco, Cd. de Oaxaca y ocasionalmente a Juchitán), y en la propia localidad. Productos como el ostión, la langosta y el pulpo son de consumo principalmente local, y de abastecimiento para los establecimientos turísticos, tanto de Zipolite como del propio Puerto Ángel.

Finalmente, esta actividad resulta complementaria con el turismo, en el sentido de que abastece de productos frescos del mar a los restaurantes locales.

La actividad agrícola representa el 5% de la actividad económica y se caracteriza por ser de subsistencia y se desarrolla hacia los cerros más cercanos al centro de población, los productos principales son el maíz, y el ajonjolí. Una parte importante de la población practica la fruticultura de traspatio.

TURISMO

El sector más importante en la actualidad, desde el punto de vista de la generación de empleos, es el terciario que ocupa el 49% de la población trabajadora, éste se compone por las actividades turísticas, el comercio en pequeño y los servicios de tipo educativo y administrativo.

Puerto Ángel es un lugar de gran belleza natural que se han especializado en recibir a turistas jóvenes, nacionales y extranjeros, ofreciendo servicios turísticos informales y de bajo costo.

El desarrollo de Puerto Ángel como centro turístico de playa ha sido el más característico de los desarrollos espontáneos que se originaron hacia la década de los setenta en esta zona de la costa.

A partir de la corriente continua de visitantes, a largo plazo se favoreció el surgimiento de un corredor turístico que, en la actualidad, incluye a Huatulco, Puerto Escondido, las lagunas de Chacahua y la de Maniátepec, y Puerto Ángel-Zipolite. Al parecer, Puerto Ángel-Zipolite fue uno de los primeros centros receptores de esa gran afluencia de visitantes, predominantemente extranjeros en sus orígenes, adquiriendo fama internacional a partir de la experiencia turística de tolerancia y libertad que aquí surgió y que se ha mantenido prácticamente inalterada desde su descubrimiento y consolidación como centro turístico.

TENENCIA DE LA TIERRA

A pesar de la importancia económica que a lo largo de la historia ha tenido Puerto Ángel, la localidad nunca fue dotada de un Fondo Legal, por lo que la totalidad del centro de población se encuentra ubicado dentro de terrenos de propiedad comunal.

En razón de lo anterior, el único tipo de propiedad establecido legalmente en la localidad, es la franja de la Zona Federal Marítima Terrestre.

4

Capítulo



EL ESTUDIO BIOCLIMÁTICO DEL SITIO



4.1.1 ZONA DE CONFORT

La vivienda bioclimática es más sensible al medio ambiente, ya que usa el sol como fuente de energía, el viento para producir una ventilación que refresque el interior, la tierra como su aislante y la vegetación y la topografía como su sombra y protección, con esto es menor la necesidad de fuentes auxiliares de control ambiental.

Hay factores como la orientación, la relación superficie-volumen, la ubicación, orientación y dimensiones de los huecos, el tipo, espesor y distribución de los materiales que constituyen los cerramientos, la masa térmica¹, la concepción misma del edificio como un sistema captador, acumulador y distribuidor de energía, que son sustanciales a la arquitectura y determinantes en el caso de un proyecto bioclimático.

Las variables climáticas y sus valores de confort para el ser humano han sido tratadas por varios autores, resolviendo algunos de los problemas más agudos del bioclimatismo por su subjetividad, estas variables se refieren a conocer las condiciones de ambiente favorable y a generar estos ambientes a partir de opciones arquitectónicas.

Se han establecido las llamadas "zonas de confort", que difieren ligeramente de unos investigadores a otros. La zona de confort representa intervalos de variación de temperatura, humedad y valores de irradiación de las paredes en las que la mitad de los ocupantes se encuentran satisfechos en las condiciones del ambiente ensayado.

La zona de confort se refiere a las condiciones de ocupación y del ambiente siguientes:

- 1 Aire prácticamente inmóvil o movimiento ligero.
- 2 Ocupantes en reposo o realizando trabajos suaves con indumentarias normales.
- 3 Superficies de los locales prácticamente a la temperatura interior.

La "Zona de confort", se delimitó incluyendo las temperaturas efectivas en las que el 50% de los asistentes se encontraban satisfechos con las condiciones ambientales. En general para ocupantes en reposo o con poco movimiento el intervalo de temperaturas de confort se sitúa entre 21°C

¹ Masa de almacenamiento térmico, son los elementos constructivos de alta densidad como mampostería o agua en contenedores diseñados para absorber el calor solar durante el día y liberarlo más tarde cuando sea necesario.

y 26°C y la humedad relativa entre 25 y 70%. Como se ve la tolerancia es mayor a la humedad que a la temperatura. Esto indica que la temperatura ha de ser controlada con mayor precisión.

Al analizar los valores climáticos que afectan directamente el confort humano: temperatura del aire, humedad, movimiento del aire, radiación y fenómenos especiales, además de los factores que afectan estos mecanismos internos del clima, como ya hemos visto: la altitud, latitud y la continentalidad, tipo de suelo, orografía, cuerpos freáticos, vegetación, sismos y huracanes, estaremos haciendo propiamente el estudio bioclimático aplicable a la zona de estudio. Tabla 3.1. Figura 3.1.

La importancia de estos factores es obvia, cada uno influye de algún modo en los procesos de intercambio de calor entre el cuerpo humano y su ambiente; de la misma forma como cada uno afecta la solución arquitectónica.

4.2.1 DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO ORIGEN Y USO

Los hermanos Víctor y Aladar Olgay, han sido cronológicamente los primeros en profundizar sobre la noción de confort térmico y en intentar establecer relaciones con los ambientes interiores de los edificios.

En la representación general, los autores califican en primer lugar los ambientes con relación a la "zona de confort" (sofocante, penetrante, demasiado seco), y dan los límites de tolerancia para ciertas actividades, las temperaturas equivalentes y las resistencias requeridas por la ropa (en unidades CLO; 1 CLO=18° C.h.m²/Kcal).

En otra representación, más operacional para el arquitecto, los hermanos Olgay, dan en torno a la "zona de confort" las condiciones que hay que satisfacer para devolver al ambiente a las condiciones de la zona de confort: esto, pues, da velocidades de aire, potencias de radiación, gramos de vapor de agua por kilo de aire e incluso temperaturas medias de radiación de las paredes, y por último, un límite a partir del cual se hace deseable la ocultación solar.

Este método proporciona el principio que permite confrontar ambientes requeridos con elementos climáticos exteriores experimentados y que da las correcciones que hay que aportar a estos últimos para hacer el espacio interior confortable, este diagrama de doble entrada se llama "Diagrama Bioclimático".

TABLA 4.1 VARIABLES CLIMATICAS PARA PUERTO ÁNGEL, 1998*.

Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperaturas (°C)													
Máxima Extrema	34.20	33.00	33.00	32.00	33.30	34.00	34.40	35.40	34.30	36.00	35.00	33.60	34.01
Máxima	31.30	30.70	31.20	30.50	31.22	32.25	31.72	32.75	30.33	33.26	32.94	31.25	31.61
Media	27.30	27.20	28.30	27.80	28.28	29.68	27.69	29.43	27.70	29.32	28.75	27.21	28.22
Mínima	22.20	20.67	21.45	20.54	20.97	20.68	20.77	20.92	20.77	20.72	20.52	20.59	23.55
Mínima Extrema	18.80	19.60	21.00	22.20	20.40	23.60	23.00	23.20	22.80	22.00	21.60	21.20	21.61
Oscilación	9.20	10.63	7.72	6.52	7.29	6.89	7.32	7.93	6.19	9.04	9.42	8.66	7.70
Humedad Relativa (%)													
H. R. Máxima	92.00	90.80	91.45	89.83	92.12	92.68	95.12	90.95	94.10	94.87	91.60	92.03	92.29
H. R. Media	78.00	79.00	77.00	77.66	77.51	77.80	84.48	78.60	83.33	80.07	78.06	80.29	79.31
H. R. Mínima	66.00	69.50	68.48	68.50	67.54	70.13	76.09	69.40	75.70	70.45	67.56	72.64	70.16
Evaporación	4.47	6.29	3.27	5.79	5.69	4.80	3.93	4.09	2.96	3.37	3.99	4.70	39.32
Precipitación (ml.)													
Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	135.7	399.8	168.9	131.1	79.30	52.90	0.0	967.7
Máxima en 24 hrs.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.20	129.1	56.80	42.70	40.10	25.20	0.0	129.1
Mínima en 24 hrs.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.40	0.80	0.20	0.20	0.10	0.50	0.0	0.10
Insolación hrs.													
Insolación	278.7	277.7	305.4	273.4	207.3	178.8	212.23	235.6	148.4	209.8	264.4	306.5	2898.2
Fenómenos Especiales (días)													
Lluvia apreciable	0	0	0	0	0	11	15	11	17	8	5	0	67
Lluvia inapreciable	0	0	0	0	1	1	5	4	0	1	1	0	13
Días despejados	22	22	25	26	24	2	1	4	2	9	18	29	184
Medio nublados	4	5	4	1	2	4	19	19	4	9	6	0	77
Días nublados	3	1	2	3	5	24	11	7	24	13	6	2	101
Días con rocío	1	2	1	7	6	1	18	9	15	21	4	0	85
Días con temp. elect	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	5
Días con calima	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Días con niebla	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	4
Días con humo	0	0	0	1	14	0	0	0	0	1	0	0	16
Días con truenos	0	0	0	0	1	6	8	16	3	1	2	0	37
Días con relámpagos	0	0	0	0	0	6	8	12	1	2	1	0	30
Días con halo	0	0	0	0	0	3	1	1	1	0	0	0	6
Viento													
Viento dominante	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	N	N	SSW
Velocidad m/s	4.12	4.49	4.58	4.40	4.89	4.28	3.05	3.61	3.75	3.10	2.17	1.74	4.02
Viento secundario	SSE	SSE	SSE	SSE	S	SSE	WNW	SSE	SSE	SSE	SSW	SSW	SSE
Velocidad m/s	2.65	2.42	2.86	3.15	2.96	3.67	2.23	2.88	3.40	2.75	3.26	3.71	2.97

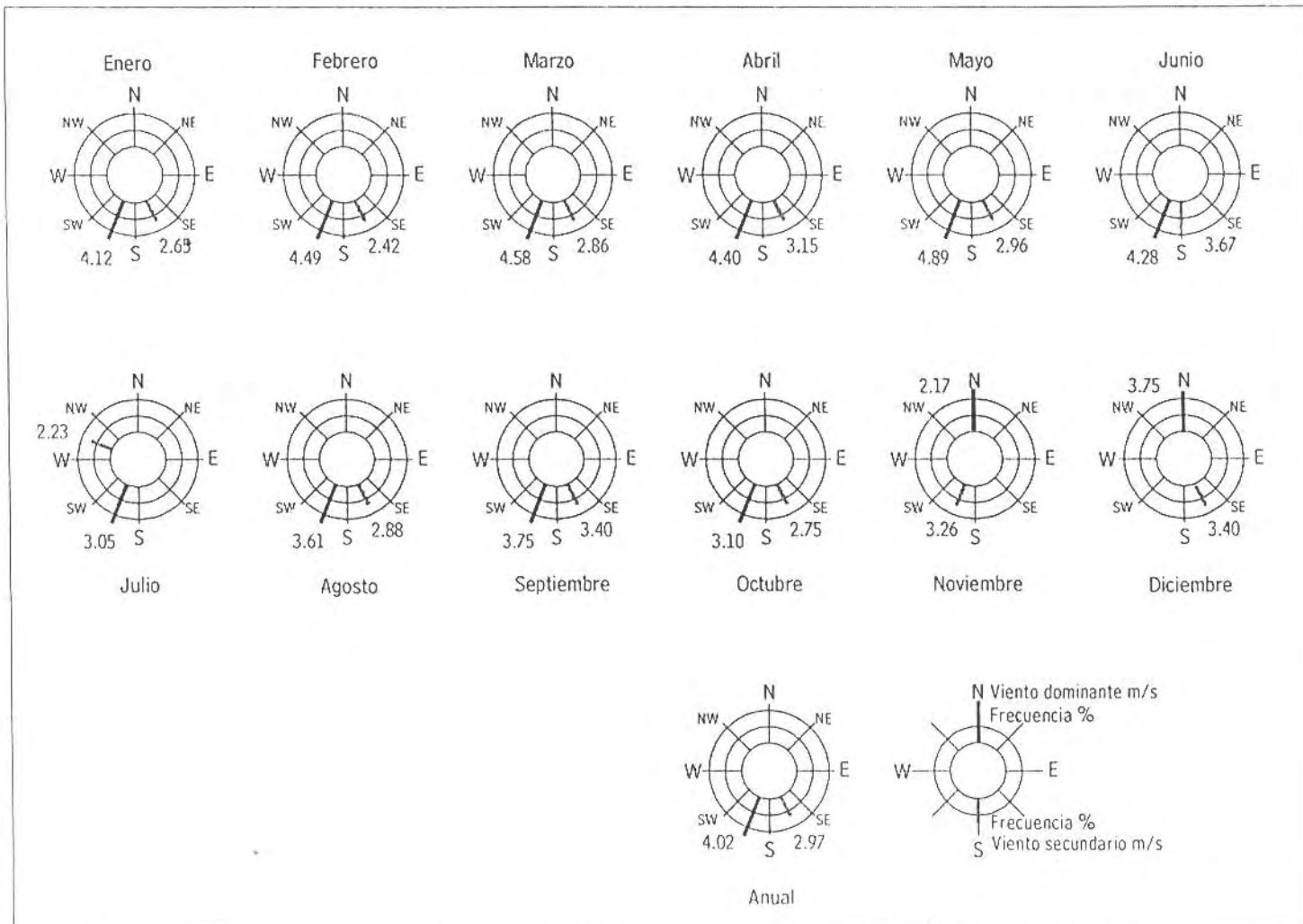


Figura 4.1 Representación mensual y anual de la dirección y veocidad de vientos dominantes y secundarios.

* Fuente: Estación metereológica Puerto Ángel.
 Datos recavados y procesados por el autor.

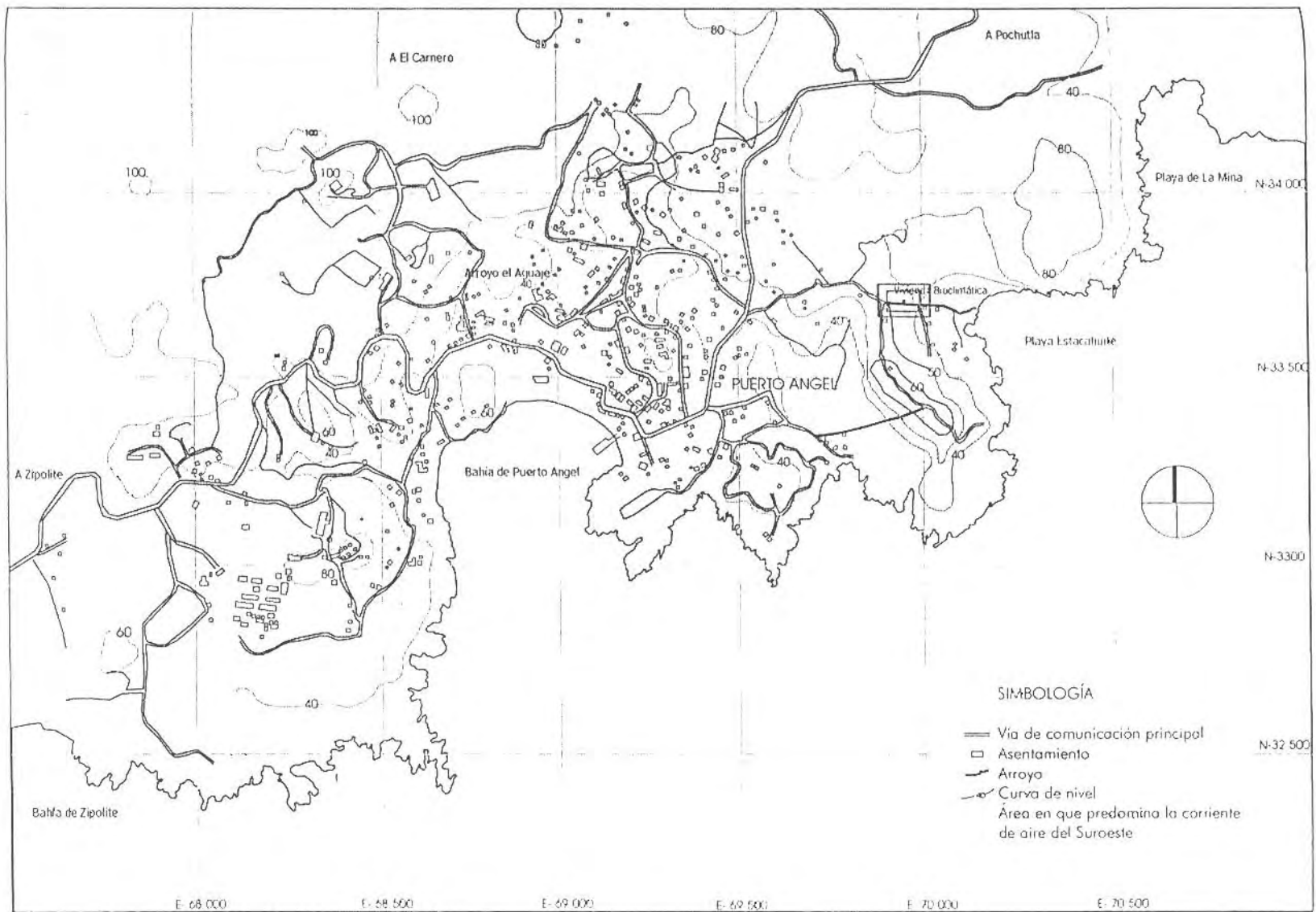


Figura 4.2 Representación de la dirección de viento dominante y áreas orográficas en donde predomina la corriente del Suroeste.



Figura 4.3 Microlocalización del emplazamiento de la vivienda Bioclimática.

La Carta Bioclimática² muestra la relación de las cuatro variables más importantes que determinan el confort humano, temperatura, humedad relativa, viento y asoleamiento. Por medio de la temperatura y humedad relativa, podemos determinar si las condiciones resultantes son confortables, (dentro de la zona de confort), muy caliente (arriba de la zona de confort) o demasiado frías (debajo de la zona de confort).

² Victor Olgyay. *op.cit.*

Aparecen en líneas inclinadas, las temperaturas efectivas, las curvas de la parte superior e inferior de la figura representan la probabilidad de bienestar de los ocupantes en verano e invierno, respectivamente.

Al unir los puntos generados por el promedio de temperatura mínima en un mes y la humedad relativa máxima, y un segundo punto dado por la temperatura máxima y humedad relativa mínima, crea una línea recta que representa el cambio de temperatura y humedad relativa en cada día. Las zonas invadidas por las líneas que se han trazado indican las estrategias de diseño para el clima cálido subhúmedo. Figura 4.4.

4.2.2 IMPACTO DE LAS FUERZAS TÉRMICAS EXTERNAS SOBRE LA EDIFICACIÓN

ANÁLISIS DE LA VENTILACIÓN

Al analizar la carta bioclimática, vemos que la principal estrategia de diseño para este clima es la ventilación, que en Puerto Ángel se necesita en casi la totalidad del año. De este porcentaje, alrededor de un 80% puede ser controlado por medios pasivos y el porcentaje restante será necesario ventilar y enfriar con medios convencionales.

Durante los meses de diciembre a febrero se requiere un poco de calentamiento en las primeras horas de la mañana aunque la temperatura media de la mañana nunca es inferior a los 20° C. Esta necesidad de calentamiento es mínima alrededor de un 2% del tiempo. Mientras que el estado de confort propiamente dicho no se llega a dar de manera natural durante todo el año. La humedad y las elevadas temperaturas hacen que no exista día con las condiciones adecuadas para el confort térmico humano. La deshumidificación del aire ambiente es necesaria durante los doce meses.

Las condiciones climáticas de Puerto Ángel plantean al clima cálido subhúmedo como uno de los más difíciles de manejar en el diseño bioclimático. Sin embargo mediante el diseño y la aplicación de las estrategias adecuadas, un 80% del tiempo anual será satisfactorio en términos de confort térmico, al utilizar principalmente una ventilación adecuada.

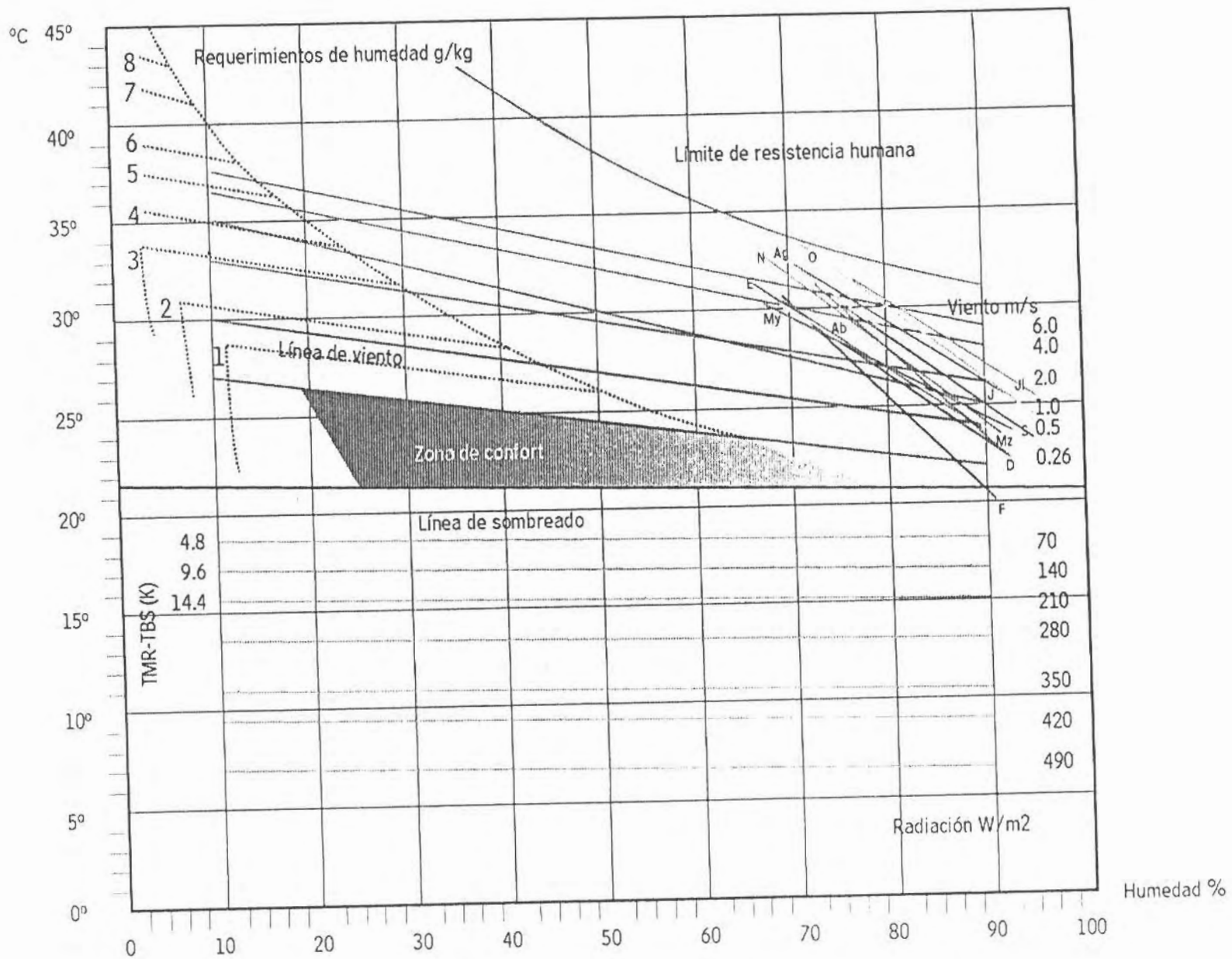


Figura 4.4 Carta Bioclimática desarrollada por el autor para Puerto Ángel.

Todos los locales dentro de la vivienda requieren de una ventilación que permita la renovación total del aire cuando menos de 2 a 4 veces por hora. En la cocina, por ser un local que requiere de una mayor ventilación, se recomienda una renovación de 15 veces por hora. Esta ventilación se puede lograr por medios mecánicos o naturales.

MANEJO OPTIMO DEL VIENTO

En movimientos horizontales y verticales o ambos es necesario para diseñar elegir un sistema de ventilación adecuado, para realizar antes evaluaciones bioclimáticas del lugar que se analiza ya que las estrategias de diseño que deben seguirse para un clima cálido-húmedo son muy distintas a las de un clima cálido-seco o uno frío o templado.

En nuestro caso, y una vez analizado la carta bioclimática como hemos mencionado la ventilación es la principal estrategia de diseño, la construcción debe ser abierta y "transparente" al viento y el área de abertura debe ocupar prácticamente la totalidad del muro a través de celosías, persianas o enrejados, sin embargo hay que considerar a los eventos naturales que se presentan periódicamente, sismos y huracanes.

A pesar de todas estas variables y condicionantes específicas de diseño, describiremos el sistema de ventilación ideal para la vivienda con un flujo interior deseable del aire.

1 Debe buscarse sobre todo, la ventilación cruzada.

2 La orientación más adecuada es a 45° con respecto al viento, cuando la ventilación se da en muros opuestos, y a 90° cuando se da en muros adyacentes³.

3 La forma de la abertura debe localizarse asimétricamente y en la parte inferior del muro, con el fin de inducir el flujo de aire sobre la zona habitable.

4 La abertura de salida debe localizarse en la parte superior del muro, con el fin de facilitar la extracción del aire caliente y viciado acumulado en la parte superior de la habitación y la formación del efecto chimenea en días sin viento. Cuando se requiere mucha ventilación, conviene poner dos aberturas que eliminen el aire caliente de entrada y los de salida, una en la parte superior de aire y viciado y otra en la parte inferior que garantice un flujo constante sobre los habitantes, dándonos el confort necesario.

³Harris J. Sobin. *Window desing for passive ventilative cooling: an experimental study*. College of architecture, University of Arizona, Tucson Arizona Londres. 1963-1966.

5 Entre mayor es el área de las aberturas, tanto de entrada como de salida, mayor es la ventilación.

6 Con el fin de incrementar la velocidad promedio interior del aire, conviene que la abertura de salida sea de menor tamaño que la de entrada.

7 Tanto la fuerza como la dirección se pueden modificar con el uso de árboles y setos o construcciones cercanas, con una altura h , es necesario tener $2h$ entre la barrera y la fachada para lograr un mayor efecto del viento sobre esta fachada. En la medida en la que la fachada del edificio sea más alta, mayor la velocidad del viento que incida sobre ella.

4.2.3 ANÁLISIS DEL ASOLEAMIENTO

El efecto de la radiación solar en las latitudes bajas es mucho más pronunciado en la medida que la radiación en invierno y en verano se eleva en una proporción 1:4. Además, las superficies este y oeste, reciben cerca de 21 veces más radiación en verano que en invierno. Esta proporción no es en realidad alta, pero es notable que en verano esas fachadas reciban de dos a tres veces más radiación que en las superficies verticales sur. Sobre las superficies oeste el impacto de las altas temperaturas, es producto de las altas temperaturas del aire en combinación con la radiación solar por la tarde. En todas las latitudes las superficies verticales norte reciben sólo una pequeña suma de radiación, manifestándose el máximo en verano.

Pero particularmente las fachadas norte recibe en verano aproximadamente el doble de impacto de la fachada sur. La suma de la radiación recibida por la superficie horizontal de la cubierta o el pavimento, en verano, excede al de todas las otras caras. El impacto calórico en el techo demanda especial atención, dado que la suma total de radiación en los muros de la casa pueden aproximarse dramáticamente a la radiación recibida solo por la cubierta.

La relativa importancia de las tensiones térmicas regionales puede ser clarificada como muestra de el papel determinante que juega en la forma de la estructura. En general y esto lo podemos apreciar en las construcciones vernáculas de culturas que han llegado a similares morfológicas edificatorias tras largas generaciones de «prueba y error» las bajas temperaturas tienden a presionar edificaciones

de formas compactas (V. Similar con las morfológicas zoológica y vegetal), y las altas temperaturas e índices de radiación tienden a presionar para el desarrollo de formas alargadas, especialmente en el eje este-oeste.

TRAZO DE LA MONTEA SOLAR

La montea solar es la representación geométrica de todos los rayos solares durante el año en un lugar determinado, desde el amanecer hasta el atardecer. Su importancia se origina precisamente de la necesidad de cuantificar el calor que llega a las fachadas, según su orientación, para aprovechar al máximo la energía solar o defenderse de ella en caso de que sea excesiva. Figura 4.5.

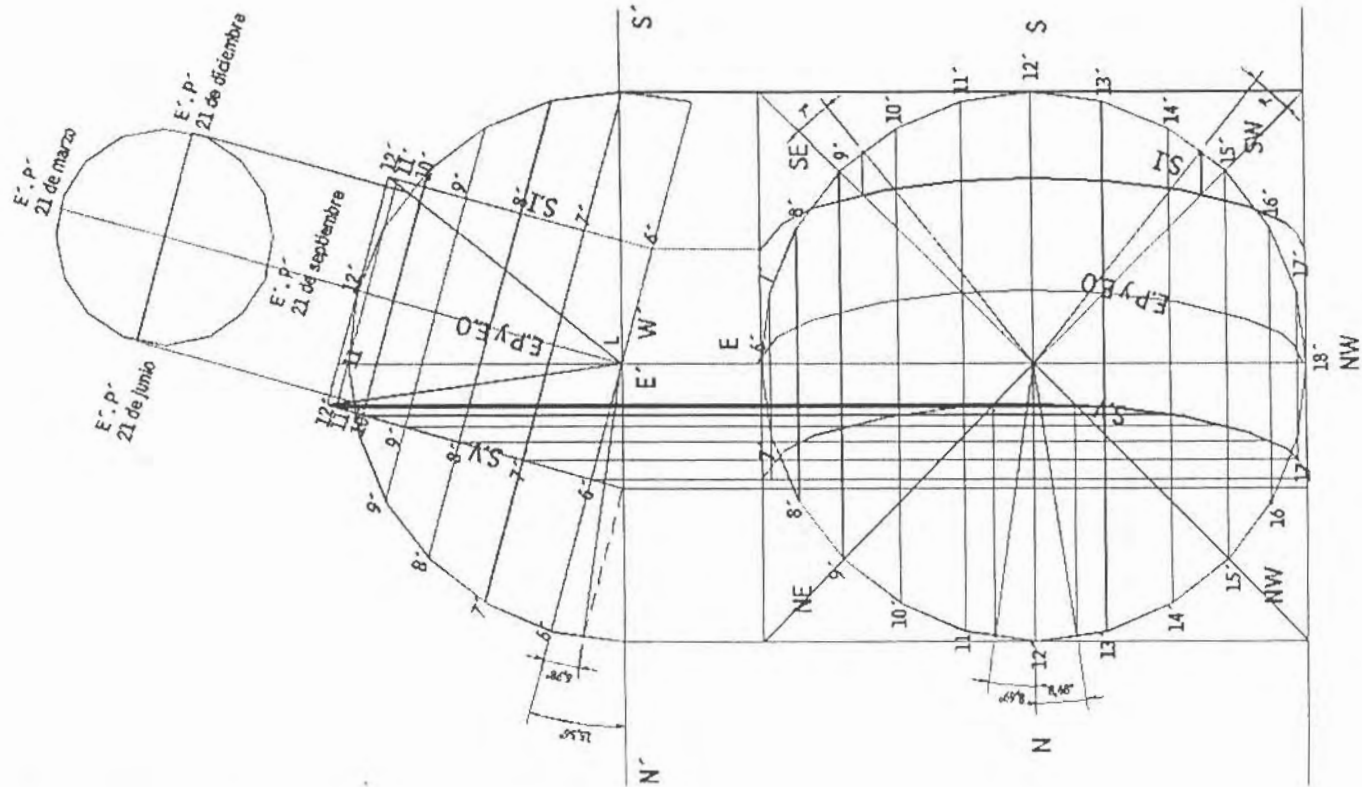


Figura 4.5 Montea solar desarrollada por el autor para Puerto Ángel.

ÁREA DE ASOLEAMIENTO

Al desarrollar la monea solar se puede contemplar de manera directa la cantidad de asoleamiento en porcentajes durante todo el año en cada fachada. Para calcular el valor anual de la cantidad de horas-sol es necesario separar en un primer término del desarrollo cilíndrico lo que es de noche y lo que es de día, posteriormente multiplicaremos los días del año por el número de horas promedio que tienen los días. Esto equivale al área de los trapecios de las figuras, cada línea horizontal representa un día y cada línea vertical una hora. De este modo es fácil cuantificar por que cualquier línea horizontal es un día y según las rectas o número de rectas verticales que atravesase, dará las horas de asoleamiento del día correspondiente. Siempre teniendo en cuenta que este análisis no incluye los días nublados solamente las horas netas de sol, desde el amanecer hasta la puesta del sol.

Área de asoleamiento total es igual al 100% (área amarilla), a partir de este porcentaje se calculan los valores correspondientes a cada fachada, indicados dentro del área total. Figura 4.6.

La conservación de un ambiente confortable dentro de la habitación depende de una buena orientación y una correcta ubicación de las ventanas de manera que se permita el asoleamiento y se proteja de una excesiva insolación. El resultado de este análisis lo mencionamos a continuación:

ORIENTACIÓN NORTE

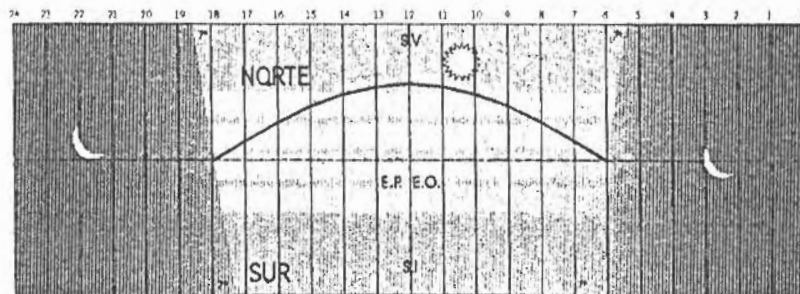
En esta orientación los rayos solares inciden en algunos días cerca del solsticio de verano. En invierno no inciden directamente sobre la fachada. Los muros orientados hacia el N reciben menor radiación durante todo el año.

ORIENTACIÓN SUR

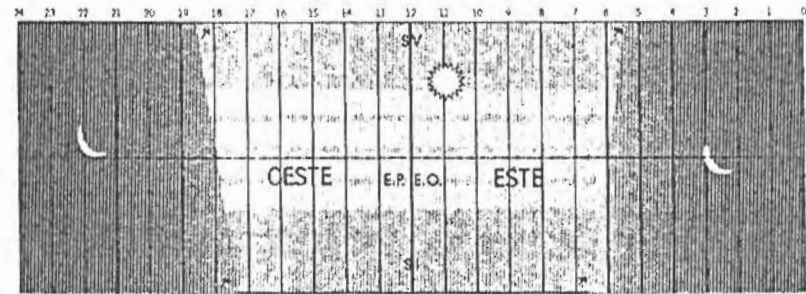
Los rayos solares inciden desde avanzada la mañana hasta el final de la tarde. En la orientación sur hay una máxima incidencia de los rayos solares durante el día. En las zonas cálidas o en verano se puede controlar fácilmente con un diseño adecuado de volados o faldones. En el invierno, la baja inclinación del sol proporciona una profunda incidencia de los rayos en las habitaciones orientadas al sur.

ORIENTACIÓN ESTE

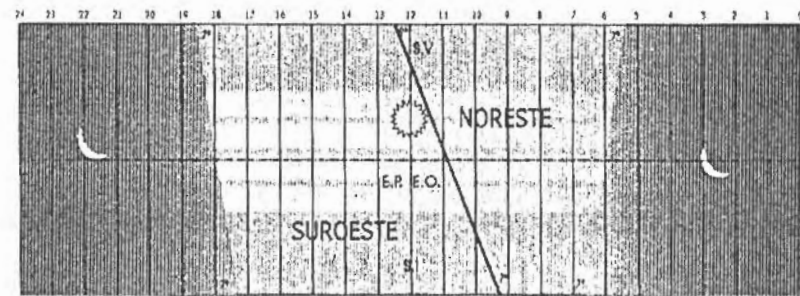
Los rayos solares inciden solamente en las primeras horas de la mañana. En el verano cuando el sol sale por el este, los rayos incidirán en las primeras horas de la mañana. El sol estará muy bajo en el cielo y en general no será muy intenso. En el invierno, el sol se levanta más hacia el sureste, y por esto, el tiempo de incidencia es menor.



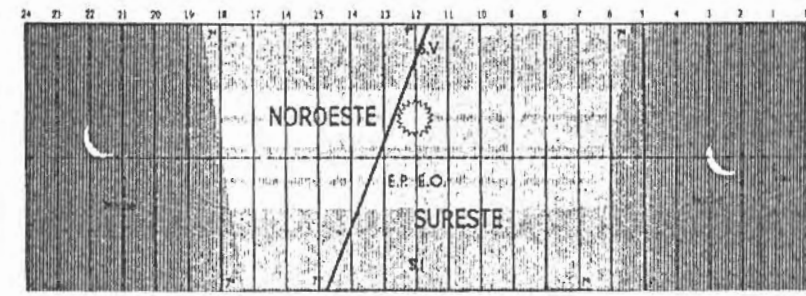
Área de asoleamiento en fachada Norte=35.3%. Área de asoleamiento en fachada Sur=64.7%



Área de asoleamiento en fachada Este = 50.0%. Área de asoleamiento en fachada Oeste = 50.0%



Área de asoleamiento en fachada Suroeste = 59.9%. Área de asoleamiento en fachada Noroeste = 40.1%



Área de asoleamiento en fachada Noroeste = 40.1%. Área de asoleamiento en fachada Sureste = 59.9%

Figura 4.6 Porcentajes de Horas- sol anual por fachada.

ORIENTACIÓN OESTE

Los rayos solares incidirán desde pasado el mediodía hasta la puesta del sol. Durante los meses del verano el sol del oeste será muy intenso y se pondrá entre el oeste y el noroeste. En el invierno se pone generalmente en el suroeste.

ORIENTACIÓN NORESTE

Los rayos solares inciden solamente en las primeras horas de la mañana. Al igual que la fachada norte la orientación noreste recibe menor radiación en todo el año.

ORIENTACIÓN SUROESTE

Los rayos solares incidirán desde antes del medio día hasta la puesta del sol; estará a una altura razonable en el cielo y los rayos solares serán más intensos que por la mañana. Los muros orientados hacia el SW reciben menor radiación durante todo el año.

ORIENTACIÓN SURESTE

Los rayos solares inciden desde las primeras horas de la mañana hasta el medio día. A media mañana el sol estará suficientemente alto en el cielo como para que haya una intensidad moderada de los rayos solares. En algunas zonas durante el invierno el sol se pondrá en el sureste.

4.3.1 EL CLIMA Y LA TÉCNICA CONSTRUCTIVA

Al analizar las variables climáticas hemos visto que existen dos fenómenos particulares que azotan a la población de Puerto Ángel periódicamente, estos son: los sismos y los huracanes, causando en mayor o menor medida daños a la población y a su patrimonio. Estos fenómenos afectan a las viviendas que no cuentan con un diseño y materiales de construcción adecuados.

Los sismos afectan a las viviendas que están hechas a base de estructuras rígidas, que imposibilitan absorber el impacto de los movimientos de manera elástica. Los huracanes con sus fuertes vientos afectan los techos de materiales ligeros, madera, palma y teja. Las inundaciones que provocan las altas precipitaciones hacen vulnerables las viviendas de adobe, barro y madera.

Como consecuencia de el huracán Paulina en 1998, el concreto armado ha sido utilizado para reforzar las viviendas que así lo requerían o son el elemento de construcción para las nuevas viviendas. La tendencia general en el uso del concreto armado consiste en el desarrollo de un

trabajo activo y profundo para mejorar sus indicadores técnico-económicos, así como la aplicación de nuevos elementos estructurales que se distingan por su menor peso propio, menor gasto de materiales, mayor porcentaje de fabricación industrial y una mayor seguridad y durabilidad.

La solución de todas estas tareas está en perfecta correspondencia con la introducción a la práctica constructiva, de estructuras de paredes delgadas construidas con ferrocemento.

4.3.2 EL FERROCEMENTO

Ferrocemento es un término usado para definir un tipo particular de concreto armado, formado por mortero de arena y cemento hidráulico, reforzado con una armadura altamente dividida y distribuida en la masa de mortero, que posee una alta resistencia, compacidad y elasticidad que permite disminuir de manera sustancial las dimensiones de las secciones transversales de los elementos hasta de 10-15 mm. Como resultado de ello el peso propio de las estructuras y el volumen de los materiales pueden reducirse hasta en un 50% y el de la armadura hasta en un 35%, en comparación con las estructuras habituales de concreto⁴.

⁴ Hugo Wainshtok. *Ferrocemento diseño y construcción*. La Habana. 1992.

La historia del ferrocemento inicia en 1848 cuando el francés Jean Luis Lambot (1814-1885) construyó pequeños botes, recipientes para agua y otros objetos. Posteriormente la idea de Lambot es retomada por el arquitecto italiano Pier Luigi Nervi (1881-1960), realizando sus propias experiencias, principalmente en la construcción naval y la construcción civil, con gran éxito. Sin embargo tras el entusiasmo de la obra de Nervi por científicos e ingenieros, gradualmente el interés se limitó solo a algunas firmas, organismos y entusiastas ingenieros.

La explicación para esta situación se explica en primer lugar por el gran empuje y confianza de los ingenieros por el trabajo del concreto armada tradicional, donde la base de su seguridad estaba dada en función de sus grandes secciones de los elementos estructurales.

El uso extendido del ferrocemento en países en desarrollo como Bangladesh, China, Cuba, Indonesia, Malasia, Pakistán, Filipinas, Tailandia o Vietnam demuestran su éxito. En el ámbito rural se utiliza para la construcción de viviendas, silos y ductos de regadíos, depósitos de agua, fosas sépticas, módulos de servicios, recipientes sanitarios para evitar la contaminación del agua, barcas para el transporte y la pesca, contenedores de biogás y digestores⁵.

⁵ International Ferrocement Information Center (IFIC).

Como armaduras se pueden emplear fibras de diversos tipos, tales como: vidrio, metálicas, y orgánicas, entre otras y las que le han dado el nombre de ferrocemento, las telas de mallas de alambre de acero o combinando estas con alambrones y varillas.

El ferrocemento consiste en un sistema constructivo a base de membranas de acero, lo que le confiere una gran resistencia a la flexión. Esta compuesto por una malla electrosoldada de 6x6 cm de cuadro y 5/16 de diámetro del alambre, se forma una segunda membrana con tela galvanizada hexagonal de 1\2" de aberturas ó de 1\4" con alambre calibre número 20 y 22, con un límite elástico de 500 kg\cm². Esta membrana metálica se cubre con una capa de mortero, para una utilización normal se recomienda compuesto con una proporción 1: 3 cemento-arena, la relación agua-cemento puede fluctuar entre 1:4 y 1:6, con la que se crea una capa de 3 a 4 cm de espesor.

El espesor del la masa creada provoca una carga muerta menor en un 50% con relación al concreto armado. Por tanto la estructura de cimentación será menor al soportar menos peso, logrando una reducción en costos. Figura 4.7 a 4.12.

Analizaremos las ventajas térmicas, y mecánicas de este sistema constructivo que puede ser parte de la solución para reducir los efectos de las variables climaticas y de los fenómenos recurrentes ya mencionados (sismos y huracanes).

4.3.2 LOS EFECTOS DE LA HUMEDAD

La propiedad que tiene un material poroso capilar de absorber el vapor de agua a partir del aire húmedo se llama "Higroscopicidad", el proceso de absorción es reversible. La madera, los materiales de aislamiento térmico para las paredes y otros materiales porosos, poseen una superficie interna desarrollada de poros y por eso su alta capacidad de absorción, por el contrario el ferrocemento al ser un material no poroso presenta una mínima capacidad de absorción.

A medida que aumenta la presión de vapor (es decir, con el aumento de la humedad relativa del aire, siendo constante la temperatura), se eleva la humedad de absorción del material.

LA PERMEABILIDAD

La permeabilidad de los morteros y hormigones refleja la capacidad del material para obstaculizar la penetración de líquidos y gases en su interior. La baja permeabilidad depende fundamentalmente de la



Figura 4.7. Secuencia del armado de la estructura, y su recubrimiento .

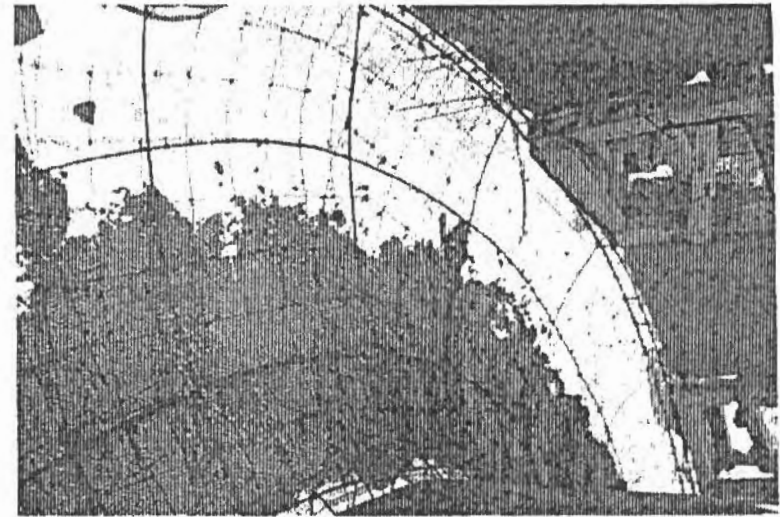


Figura 4.8. Recubrimiento de la cúpula, primeramente el lecho inferior y posteriormente la parte superior, y esta ultima, de la base de la cúpula a la parte más alta.



Figura 4.9. y 4.10. Instalación del poliducto para el servicio eléctrico y aplanado en muro hasta alcanzar 7cm de espesor.

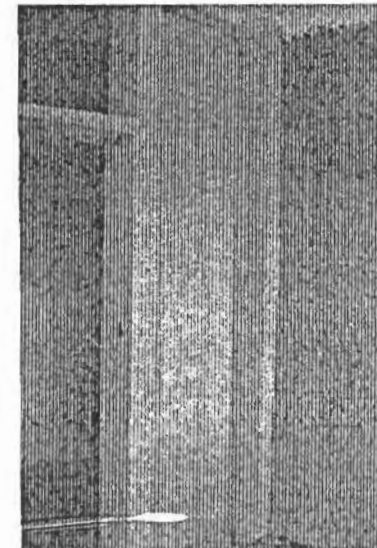
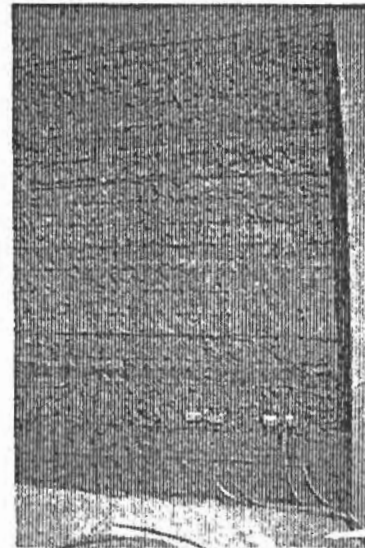


Figura 4.11 y 4.12. Detalle de muro con instalaciones y muro de ferrocemento terminado.

porosidad de la pasta endurecida de cemento, ya que la porosidad de los granos agregados naturales es extremadamente baja y pudiera inferirse que a mayor cantidad de pasta empleada en el mortero este sería más permeable. Sin embargo, se debe tener en cuenta que con el empleo de un bajo factor agua/cemento, la capacidad capilar de la pasta del cemento endurecida es bastante reducida y le confiere al mortero la cualidad de impermeable, una virtud citada con frecuencia.

La permeabilidad de la pasta de cemento disminuye a medida que se produce la hidratación, según Neville, se observa también que la disminución del coeficiente de permeabilidad es tanto mayor cuanto menor fue la relación agua/cemento de la pasta.

Una baja permeabilidad a líquidos y gases es una de las más importantes propiedades del mortero y se consigue generalmente con una baja relación agua/cemento, un consumo más elevado de cemento, una granulometría adecuada del árido empleado, buena ejecución y buen curado*. Tabla 4.2.

TABLA 4.2 POROSIDAD Y PERMEABILIDAD DE DIVERSOS MATERIALES

Material	Masa volumétrica kgm ³	Porosidad %	Permeabilidad al vapor	Permeabilidad al gas
Ladrillo o arcilla	1800	31	1	1
Hormigón ligero	1800	31	0.8	0.9
Caliza	2000	23	0.7	1.2
Hormigón de grava	2200	15	0.25	0.1

LA CONTRACCIÓN Y EL HINCHAMIENTO

La contracción es la reducción de las dimensiones del material al secarlo. Se provoca por la disminución del espesor de las capas de agua que rodean las partículas del material y por la acción de las fuerzas capilares que tratan de acercar las partículas del material.

El hinchamiento sucede al impregnar el material con agua, que al entrar en el espacio de las partículas o fibras que componen al material, las ensanchan, engrosando las capas hidratadas alrededor de estas partículas, haciendo desaparecer los meniscos interiores y junto con ellos las fuerzas capilares.

La contracción y el hinchamiento de un material, va acompañada de las deformaciones alternativas de la contracción y el hinchamiento. La repetición cíclica de este fenómeno provoca la aparición de grietas que aceleran la destrucción del material. Tabla 4.3.

⁶ Tomado de Gorchakov, 1980.

TABLA. 4.3. CONTRACCIÓN DE DIVERSOS MATERIALES⁶.

Material	Contracción, mm/m
Madera (de través a las fibras)	30-100
Hormigón celular	1-3
Mortero para construcción	0.5-1
Ladrillo de arcilla	0.03-0.1
Hormigón pesado	0.3-0.7
Granito	0.02-0.06

DURABILIDAD Y CORROSIÓN

Uno de los problemas más inquietantes en el clima cálido-subhúmedo como el que nos ocupa es el de la corrosión de los materiales por la elevada humedad. Sin embargo, el ferrocemento fue concebido precisamente para reemplazar a la madera donde estaba expuesta al agua o la humedad ⁶. Tabla 3.4.

⁶ Hugo Wainshtok. *op.cit.*

TABLA.4.4 DURABILIDAD Y CORROSIÓN

Fase	Estado Tecnológico	Ancho de fisura en mm.	Exposición al agua de mar, días
Elástica	Impermeable	0.01-.020	240
Elasto-plástica	Anticorrosivo	0.021-0.050	60
Plástica	Anticorrosivo	0.051-0.1	-
	Corrosivo	Mas de 0.101	-

4.3.3 AISLAMIENTO TÉRMICO EN LA VENTANA

CONTROL DE PENETRACIÓN DEL CALOR

La superficie exterior de los materiales afectada por el impacto calorífico, debe considerarse si deseamos controlar la penetración del calor. El intercambio de calor se puede aumentar si se distribuye la radiación sobre una superficie mayor, ya sea por medio de superficies curvas (bóvedas o cúpulas) o de superficies onduladas o corrugadas (hiladas de ladrillo alternadas), las que al mismo tiempo aumentan la rata de transmisión por convección. Tabla 4.5.

La tabla 3.6 muestran que la posición del aislamiento con respecto a la masa de elevada capacidad térmica, tiene un efecto muy significativo sobre el tiempo de retardo y el factor de reducción ⁷. Al

⁷ Tomado de Koenigsberger, *et. al.* 1977.

TABLA. 4.5 CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE DIVERSOS MATERIALES.

	Densidad kg/m ³	Conductividad w/m°C
Ebonita dilatada	64	0.029
Manta de lana de vidrio	24	0.042
Hormigón con escoria	1280	0.338
Cemento arcilloso expandido	1200	0.460
Ferrocemento	2300	1.44
Acero	7800	58
Aluminio	2700	220

tomar como ejemplo el desempeño de 0.04 m, de lana de vidrio en una placa de hormigón de 0.10 m, podemos inferir el comportamiento de una capa de tierra estabilizada.

La razón de esto es evidente, si se observa el mecanismo del proceso en el clima cálido húmedo:

1 El aislamiento en la parte exterior reduce el flujo calorífico dentro de la masa entrará menos calor en la masa en un tiempo dado, o llevará mucho más tiempo "llenar" la capacidad de almacenaje térmico de la masa.

2 El aislamiento en la parte interior no afectará el proceso de "llenado" y, aunque reducirá la emisión de calor al espacio interior, no cambiará la periodicidad.

TABLA 4.6 TIEMPO DE RETARDO Y FACTOR DE REDUCCIÓN DE UNA CAPA DE LANA DE VIDRIO COMO AISLANTE

	Tiempo de retardo	Factor de reducción
Bajo de la capa	3	0.450
Encima de la capa	11.5	0.046

En los climas cálidos, el objeto no consiste en almacenar durante el día todo el calor posible que entre por la superficie exterior, sino también en disipar durante la noche todo (o gran parte) este calor almacenado, de forma que por la mañana la estructura contenga el menor calor posible para que toda (o la mayor parte) de su capacidad térmica "vacía" dispuesta para absorber la próxima onda de calor.

⁸ Estabilizar una tierra es mejorar su resistencia mecánica, reduciendo su contracción o absorción de agua o incrementar su resistencia al agua.

Para lograr un aislamiento térmico superior al que nos proporciona por si mismo el ferrocemento se propone aplicar a los muros expuestos a la incidencia solar no deseada una capa de tierra estabilizada⁸ con cemento. La tierra se emplea como material de construcción principalmente por razones económicas, ya que con ello el costo de la obra es muy reducido, esto se presenta principalmente en medios poco desarrollados como la zona de Puerto Ángel.

Esto provocara que el aislamiento en la parte exterior reduzca el flujo calorífico dentro de la masa, entrara menos calor en la masa en un tiempo dado, o llevara mucho más tiempo "llenar" la capacidad de almacenaje térmico de la masa.

Si el aislamiento fuera colocado en la parte interior no afectaría al proceso de llenado y aunque reduciría la emisión del calor al espacio interior, no cambiaría la periodicidad.

Y es que en los climas cálidos, el objeto es tratar de absorber el menor calor posible y disipar por la noche el porcentaje mas alto de este, de forma que por la mañana la estructura tenga el menor calor posible y este vacía su capacidad térmica y dispuesta para absorber la próxima onda de calor.

El aislamiento aplicado no solo restringe la entrada, sino también la disposición del calor. Si el aislamiento es exterior, el calor solo puede disiparse hacia el interior. Para eliminarlo se necesitara una buena ventilación de la superficie interna.

La contracción de la tierra propiciada por el secado es uno de los puntos más importantes a la hora de aplicar el aplanado. Puede provocar agrietamiento o deformación excesiva de piezas que sequen con demasiada rapidez, pudiendo agrietar los morteros con que se hacen los aplanados o se pueden despegar de los muros que los sostienen.

La ratura del aplanado puede ser provocada por esfuerzos excesivos debido a carga y cambios de humedad y volumen de tierra con que se fabricaron. Las causas de la desintegración pueden ser el humedecimiento o la erosión, de sus superficies por lluvia o abrasión.

Otro resultado de la estabilización con cemento (de 10 a 15 %) puede tener como finalidad mejorar la hidraulicidad de la tierra y su resistencia al goteo, reducir la contracción y solamente en el caso de tierras poco plasticas o compactadas con poca humedad, aumentar su resistencia a compresión.

Los morteros tienen la característica de secarse poco tiempo después de fabricarlos y por tanto se contraen en la obra. La contracción de este primer secado es muy importante; es la causa principal del agrietamiento y desprendimiento de muchos aplanados; por eso en el control de morteros hay dos pruebas fundamentales; la resistencia a la compresión y la retención de agua.

La resistencia a la compresión es una propiedad mecánica cuya trascendencia es evidente puesto que mide, en cierta forma, la cohesión del material, de la cual dependen su capacidad de carga, así como su resistencia a golpes y abrasión y la cual se relaciona incluso con su resistencia a la intemperie.

El secado produce una contracción que reduce la adherencia con la superficie de estos materiales. Las contracciones de los morteros fabricados con tierra poco plástica se reducen si esta se estabiliza con cemento. Para reducir la estabilidad de la tierra se puede resolver con arena o cal.

La mejor solución para producir un buen acabado superficial empleando este material debe ser parecida a cubrir el piso con una capa de mortero arena-cemento, es decir con una capa de tierra no plástica (que no contenga contracción al secado), estabilizada con un porcentaje de cemento entre un 10 y 15% como hemos mencionado anteriormente, una menor proporción resulta en una mezcla pobre y una mayor proporción produce contracciones inconvenientes, el resultado de la mezcla adecuada produce un aplanado duro e impermeable⁹.

Como resultado de esta investigación y basándonos en la experiencia acumulada por diversos autores, se pueden señalar a manera de conclusión en este tema las siguientes propiedades y ventajas del ferrocemento junto a una capa de tierra estabilizada:

1 La conductividad térmica del ferrocemento es $k=1.44 \text{ w/m}^\circ\text{C}$, aplicando una capa de tierra estabilizada con cemento en un porcentaje de 10 a 15%, mejoramos su resistencia térmica $R=0.39 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/w}$.

2 Es completamente moldeable, pudiéndose crear las formas de diseño estructurales y arquitectónicas necesarias para reducir el impacto térmico.

3 El bajo costo de los materiales utilizados en su elaboración, la utilización de mano de obra de la región, empleo de un mínimo de equipos en su ejecución y obra. Reducción en un 50% en el peso de los elementos por la disminución de las secciones, así como el poco tiempo que se necesita para su construcción.

⁹ Miguel Madinaveitia *et al.* Estabilización de tierra para construcción de viviendas. Instituto de Ingeniería, UNAM.

4 Buena resistencia ante los agentes mecánicos y a la abrasión. Su gran flexibilidad le permite resistir el impacto sin destruirse. Es homogéneo a las cargas, lo que nos supone una ventaja contra sismos y huracanes.

5 Buena resistencia al agrietamiento, debido a la gran distribución que presenta el esfuerzo, existe una disminución considerable del ancho de grieta, lo que contribuye a que aumente su impermeabilidad, así como la resistencia a la corrosión.

6 Facilidad de construcción y reparación, lo que llamamos reparación, son roturas localizadas que se resanan con mortero, este al fraguar regenera las características propias del elemento. No necesita prácticamente mantenimiento, la capacidad que presenta para resistir los agentes externos hace que el mantenimiento se limite a la reparación de roturas localizadas y pintura periódica.

7 Buen aislamiento acústico; su masa le permite absorber los sonidos, mejor que otros materiales.

4.4.1 Diseño de la ventilación

LATITUD: 15° 39' N

LONGITUD: 96° 30' W

ALTITUD: 43 msnm

BIOCLIMA CÁLIDO SUBHUMEDO

	Bajo calentamiento(ENE.)	Sobre calentamiento(JUN.)
TEMPERATURA MÁXIMA	31.30	32.25
TEMPERATURA MEDIA	27.30	29.68
TEMPERATURA MÍNIMA	22.10	25.36
HUMEDAD	78%	77.8%

	Bajo calentamiento(ENE.)	Sobre calentamiento(JUN.)
VIENTO DOMINANTE		
DIRECCIÓN	SSW	SSW
VELOCIDAD	4.12	4.28
VIENTO SECUNDARIO		
DIRECCIÓN	SSE	SSE
VELOCIDAD	2.65	3.67

TEMPERATURA MEDIA ANUAL: 28.22°C

OSCILACIÓN DE TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES: 7.70

HUMEDAD RELATIVA MEDIA ANUAL: 79.31%

PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL: 967.7 mm

ÉPOCA DE MÁXIMA PRECIPITACIÓN: junio a octubre

ÉPOCA DE MÍNIMA PRECIPITACIÓN: noviembre a mayo

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN PARA 5 PERSONAS

Sabemos que una persona produce 0.015 m³/h de CO² y deseamos por comodidad que la concentración de este gas no sobrepase el 0.1%, ¿Cuál será la cantidad de aire requerido cuando la ventilación se realiza introduciendo aire con una concentración de 0.035% de CO²?

La fórmula para calcular en forma aproximada la intensidad de ventilación que se requiere:

$$V = g / (c_i - c_e)$$

donde:

V= tasa de ventilación m³/h

g= tasa de emisión de gas contaminante

c_i-c_e= concentración del gas (en %) en la mezcla interior que se introduce para ventilar ¹⁰

$$V = [(0.015 \text{ m}^3/\text{h}) / (0.001 - 0.00035)] \times 5 = 115 \text{ m}^3/\text{h}$$

¿Cuántas renovaciones ¹¹ se necesitan tener en la vivienda para garantizar esta continuidad de aire vital?

¹⁰ La composición química del aire indica un 0.035% de dióxido de carbono, sin embargo esta proporción depende de las circunstancias meteorológicas, la fotosíntesis y otras sustancias asociadas a procesos químicos característicos de las zonas urbanas como lo es la combustión de gasolinas.

¹¹ Renovación, parámetro para expresar la cantidad de aire que se extrae o se introduce a un edificio o habitación, en términos del número de volúmenes del edificio o de la habitación, en una hora.

Volumen aproximado de la vivienda:

$$\text{Planta baja} + \text{planta alta: } 9\text{m} \times 7\text{m} \times 2.6\text{m} + 4\text{m} \times 7\text{m} \times 2.6\text{m} = 146 \text{ m}^3 + 72.28 \text{ m}^3$$

$$\text{Renovaciones} = V/\text{volumen de la vivienda} = 115 \text{ m}^3/\text{h}/218.28\text{m}^3 = 0.52 \text{ cambios/hora}$$

Determinación de la ganancias caloríficas del día 21 de junio a las 15 hrs., para la latitud $15^\circ 39'$ N, correspondiente a la localidad de Puerto Ángel.

Calcularemos primeramente la declinación (d), altura solar (A) y azimut (Z), que constituyen los datos básicos para cualquier estudio de asoleamiento.

Se hace evidente que a nivel del mar los valores más altos se obtienen de la radiación directa incidente en días despejados (época de seca). Dadas las condiciones climáticas en el mes de junio (ver tabla 4.1), una temperatura que supera los 30°C , sin precipitación en los primeros días de mes, y un valor en la declinación solar máximo, tomaremos como día de análisis el 21 de junio.

CÁLCULO DE LA DECLINACIÓN SOLAR

La declinación es el ángulo que forma el rayo solar con el plano del ecuador en cada época del año, determinando las estaciones climáticas. Es el índice de alejamiento que experimenta el sol hacia el Norte o Sur del Ecuador y depende del día del año.

Los valores de las declinaciones solares para los días más significativos se expresan en la Tabla 4.2.

El procedimiento de cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

$$d = 23.45 \text{ sen}[360 ((284+n)/365)]$$

donde:

n = número ordinal del día del año para el que se quiere determinar la declinación.

Para el 21 de junio a las 15 hrs.

$$d = 23.45 \text{ sen } [360((284 + 172)/365)] = 23^\circ 27'$$

TABLA 4.2 DECLINACIONES EN SOLSTICIOS Y EQUINOCCIOS.

Fecha	Declinación	Fecha correspondiente	Declinación
Jun 21	23° 27´	Jun 21	23° 27´
11	23° 05´	1	23° 08´
1	22° 02´	11	22° 09´
Mayo 21	20° 09´	Julio 21	20° 31´
11	17° 50´	1	18° 05´
1	15° 01´	11	15° 21´
Abril 21	11° 48´	Agosto 21	12° 12´
11	8° 15´	1	8° 22´
1	4° 28´	11	4° 39´
Marzo 21	0° 10´	Septiembre 21	0° 47´
11	-3° 47´	1	-3° 06´
1	-7° 39´	11	-6° 57´
Febrero 21	-10° 37´	Octubre 21	-10° 38´
11	-14° 05´	1	-14° 22´
1	-17° 09´	11	-17° 22´
Enero 21	-19° 57´	Noviembre 21	-19° 53´
11	-21° 51´	1	-21° 47´
1	-23° 02´	11	-22° 59´
Diciembre 21	-23° 27´	Diciembre 21	-23° 27´

CÁLCULO DE LA ALTURA SOLAR

Es el ángulo diedro formado por el rayo solar (dirigido al observador o centro de la bóveda celeste) y el plano del horizonte.

$$\text{Sen } A = \cos(l) \cos(d) \cos(w) + \text{sen}(l) \text{sen}(d)$$

donde:

l = latitud del punto de estudio

d = declinación solar

w = ángulo horario igual a cero al mediodía solar y adquiere un valor de 15° de longitud por cada hora, es positivo en las mañanas y negativo en las tardes.

$$\text{Sen } A = \cos(15^\circ 39') \cos(23^\circ 27') \cos(-45^\circ) + \text{sen}(15^\circ 39') \text{sen}(23^\circ 27')$$

$$\text{Sen } A = \cos(15.65^\circ) \cos(23.45^\circ) \cos(-45^\circ) + \text{sen}(15.65^\circ) \text{sen}(23.45^\circ)$$

$$A = \text{Sen}^{-1}[0.624 + 0.107] = 47^{\circ} 03'$$

ACIMUT SOLAR

Es el ángulo formado por la proyección del rayo solar en el plano del horizonte con respecto a los ejes geográficos de orientación (desviación al este u oeste del sur).

$$\text{Sen } Z = \cos d (\text{sen } w) / \cos A$$

donde:

d= declinación solar

w= ángulo horario

A= altura solar

$$\text{Sen } Z = \cos (23^{\circ} 27') (\text{sen } -45^{\circ}) / \cos 47^{\circ} 03'$$

$$\text{Sen } Z = \cos (23.45^{\circ}) (\text{sen } -45^{\circ}) / \cos 47.05^{\circ}$$

$$Z = \text{sen}^{-1}[-0.952] = -72.18^{\circ} + 180^{\circ} = 107^{\circ} 48' \text{ medidos a partir del eje sur}$$

Esto significa que el sol se encuentra en el Noroeste y a un ángulo de $73^{\circ} 52'$ sobre la horizontal.

Figura 4.3.

Haciendo uso de las expresiones siguientes podemos calcularse la longitud del día, es decir, el máximo número de horas de asoleamiento diario para un día específico (21 de junio), el día con el mayor número de horas sol.

$$T_d = 2/15 \cos^{-1} [(-\tan l) (\tan d)]$$

$$T_d = 2/15 \cos^{-1} [(-\tan 15.65^{\circ}) (\tan 23.45^{\circ})] = 12.93 \text{ hrs-sol}$$

RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE

La inclinación de los rayos solares se relacionan con la concentración de calor. Se obtendra como máximo 800 kcal en una hora y como mínimo 0 kcal, esto en relación a la inclinación de los rayos solares sobre la superficie a la que inciden. Figura 4.4.

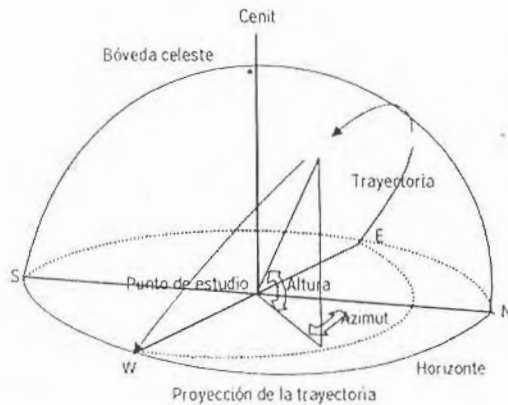


Figura 4.3 Representación de la declinación, altura solar y acimut.

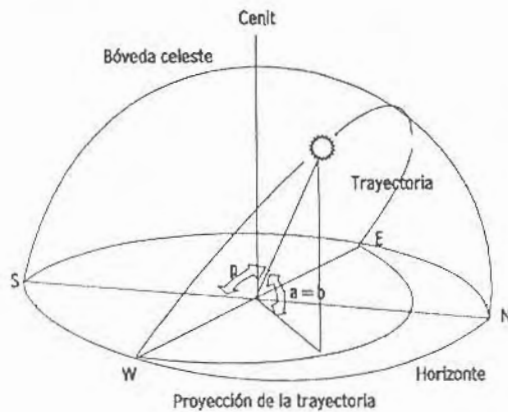


Figura 4.4 Radiación solar incidente en planos verticales.

$$I_h = 800 \text{kcal/h} (\text{sen } \alpha)^{1/3} (\text{cos } b) (\text{sen } \rho) = \text{kcal/m}^2\text{h}$$

donde:

α = ángulo que forma el rayo solar respecto al plano que incide

b = ángulo que forma el rayo incidente y el plano perpendicular que genera el plano incidente

ρ = ángulo que forma el rayo incidente y el plano incidente

Calculamos los ángulos de incidencia para las fachadas que se ven más afectadas a las 15 hrs del 21 de junio.

Ángulo de Incidencia en fachada Norte

$$\rho = 77^\circ 58'$$

Ángulo de Incidencia en fachada Oeste

$$\rho = 49^\circ 33'$$

Los valores de radiación solar para los planos horizontales y verticales a las 15 hrs del día 21 de junio son:

Radiación solar incidente para un plano con una pendiente de 10° , que representa la losa curva:

$$I_n = 800 \text{kcal/m}^2\text{h} (\text{sen } 47.05^\circ)^{1/3} (\text{cos } 10^\circ) = 710 \text{kcal/m}^2\text{h}$$

Radiación solar incidente para planos verticales, fachada Norte

$$I_s = 800 \text{kcal/m}^2\text{h} (\text{sen } 47.05^\circ)^{1/3} (\text{cos } 47.05^\circ) (\text{sen } 77.96^\circ) = 480.43 \text{kcal/m}^2\text{h}$$

Radiación solar incidente para planos verticales, fachada Oeste

$$I_w = 800 \text{kcal/m}^2\text{h} (\text{sen } 47.05^\circ)^{1/3} (\text{cos } 47.05^\circ) (\text{sen } 49.55^\circ) = 373.81 \text{kcal/m}^2\text{h}$$

RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE POR COEFICIENTE DE ABSORCIÓN

El color con el que se pinta la superficie de la construcción hace variar la cantidad de calor que recibe la superficie en la que inciden los rayos solares, el coeficiente de absorción de estos colores reduce hasta en un 50% o menos el valor de la incidencia solar. Tabla 4.4.

Para nuestros cálculos tomaremos como coeficientes de absorción (Ca) los que se refieren a las superficies claras y reflejantes, al aplicar este valor a la radiación incidente por fachadas, tenemos:

TABLA 4.4 VALORES DEL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN EN RELACIÓN AL COLOR

	Coefficiente de absorción	Color
Superficies oscuras	0.9	Negro, morado, café
Superficies medianas	0.7	Rojo, amarillo, naranja
Superficies claras	0.5	Verde, azul, rosa, crema, marfil
Superficies blancas	0.2	Blanco, gris claro, aluminio, plateado
Superficies reflejantes	0.1	Cuanto más brillo haya será mejor; los colores blancos funcionan de manera más adecuada.

$$I = 800 \text{ kcal/h } (\text{sen } A)^{1/3} (\text{cos } A) (\text{sen } P) (C_a) = \text{kcal/m}^2\text{h}$$

Radiación solar incidente para planos horizontales

$$I_h = 710 \text{ kcal/m}^2\text{h} \times 0.1 = 71 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

Radiación solar incidente para planos verticales, fachada Norte

$$I_N = 480.43 \text{ kcal/m}^2\text{h} \times 0.5 = 240.21 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

Radiación solar incidente para planos verticales, Fachada Oeste

$$I_w = 373.81 \text{ kcal/m}^2\text{h} \times 0.5 = 186.90 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

Si comparamos los valores de la radiación solar incidente para el día 21 de Octubre cuando se presenta otro aumento de temperatura, (ver tabla 4.1), tenemos:

$$d = 23.45 \text{ sen } [360((284+294)/365)] = -11^\circ 45'$$

Altura solar y acimut para las 13 hrs

$$\text{Sen } A = \cos (l) \cos (d) \cos (w) + \text{sen } (l) \text{sen } (d)$$

$$\text{sen } A = \cos(15.65^\circ) \cos(-11.75^\circ) \cos(-15^\circ) + \text{sen } (15.65^\circ) \text{sen } (-11.75^\circ)$$

$$\text{sen } A = [0.9106 + (-0.0549)]$$

$$A = \text{sen}^{-1}[0.8556] = 58.82^\circ$$

$$\text{Sen } Z = \cos d (\text{sen } w) / \cos A$$

$$\text{Sen } Z = \cos (-11.75^\circ) (\text{sen } -15^\circ) / \cos 58.83^\circ$$

$$Z = \text{sen}^{-1} [-0.4894] = -29.30^\circ - 180 = 209.30^\circ \text{ a partir del eje norte}$$

En este caso el sol se encuentra en el Sw a 209.30° respecto del norte y con una altura de $58^\circ 49'$. Ahora calculamos los ángulos de incidencia para las fachadas que reciben mayor incidencia solar.

Ángulo de Incidencia en fachada Oeste

$$p = 75.31^\circ$$

Ángulo de Incidencia en fachada Sureste

$$p = 81.96^\circ$$

Radiación solar incidente para un plano horizontal

$$I_h = 800 \text{ kcal/m}^2 \text{ h} (\text{sen } 58.83^\circ)^{1/3} (\cos 10^\circ) = 747 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$$

Radiación solar incidente fachada Oeste

$$I_w = 800 \text{ kcal/m}^2 \text{ h} (\text{sen } 58.83^\circ)^{1/3} (\cos 58.83^\circ) (\text{sen } 75.31^\circ) = 380.24 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$$

Radiación solar incidente fachada Sureste

$$I_{se} = 800 \text{ kcal/m}^2 \text{ h} (\text{sen } 58.83^\circ)^{1/3} (\cos 58.83^\circ) (\text{sen } 81.95^\circ) = 389.22 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}$$

Al comparar la radiación solar para el día 21 de junio y el día 21 de octubre en planos inclinados y planos verticales se puede ver que la principal ganancia la reciben los planos horizontales, hasta un 50% más que un plano vertical expuesto al sol a la misma hora, para reducir la radiación solar es factible proponer techumbres curvas que reducen la radiación solar como ya hemos analizado en los capítulos anteriores.

DISIPACIÓN DE CALOR EXCEDENTE POR MEDIO DE LA VENTILACIÓN

La temperatura interior de una casa habitación puede elevarse debido a:

1 Ganancias solares que se dan por la estructura de la vivienda y sus aberturas. Las que analizaremos más detalladamente.

2 Radiación de sistemas de iluminación y equipos electromecánicos.

3 Ganancias caloríficas que originan equipos de combustión (estufas, calentadores de gas, hornos, etc.).

4 Ganancias causadas por el metabolismo basal y muscular de las personas. Tabla 4.5.

TABLA 4.5 CALOR PRODUCIDO POR PERSONAS CON DISTINTOS GRADOS DE ACTIVIDADES.

Actividad	Dispersión metabólica (w)
INACTIVIDAD	70 min.
Dormir	
Sentado Inactivo	115-120
TRABAJO LIGERO	
Sentado, con brazos y piernas en movimiento, ejemplo trabajo de oficina.	130-160
De pie, trabajo ligero en banco de trabajo.	160-190
De pie, algún paseo o caminata.	190-290
Andando levantamiento o empujes moderados.	290-410
TRABAJO PESADO	
Levantamiento y excavaciones intermitentes.	440 - 580
Trabajo duro sostenido, estibación manual, picapedrero, etc.	580 - 700
Trabajo pesado máximo de 30 min. de duración.	1100 máx.

¹² Transmitancia, capacidad de un material para transmitir energía radiante. Se da por el flujo de radiación incidente sobre el mismo.

TRANSMISIÓN CALORÍFICA DE LOS MATERIALES

La característica más importante para el control térmico de los materiales es su comportamiento desde el punto de vista de la transmisión¹². La variación diaria de la carga calorífica origina su correspondiente oscilación en el interior de la estructura, con dos características:

1 El ciclo interno se amortigua, es decir las variaciones serán menores seguida de un decrecimiento de la amplitud de onda.

2 El ciclo interno se encuentra desfasado del ciclo externo.

El primer efecto depende del valor aislante del material, caracterizado como valor "U" (coeficiente de conductibilidad). A menor valor de U, mejor efecto aislante. Esta interferencia en el paso del calor se conoce como "aislamiento resistente", ya que permite reducir el flujo del calor. Tabla 4.6.

TABLA 4.6 CÁLCULO DE COEFICIENTES GLOBALES DE TRANSMISIÓN "U".

Elemento	Espesor (e), m	Coefficiente de conductibilidad (k), w/m°C	Resistencia (R), e/k, (m ² °C/w)	Coefficiente U (1/R _t) (w/m ²)
Muro de ferrocemento estabilizado				
Resistencia a la convección externa RCE			0.076	
Estucado (Tierra estabilizada)	0.02	0.139	0.143	
Hormigón denso (Ferrocemento)	0.07	1.44	0.048	
Resistencia a la convección interna RCI			0.123	
			0.39	2.56
Muro de adobe estabilizado				
RCE			0.076	
Estucado (Tierra estabilizada)	0.02	0.139	0.143	
Adobe	0.50	0.78	0.641	
RCI			0.123	
			0.983	1.01
Muro de ferrocemento doble				
RCE			0.076	
Tierra estabilizada	0.02	0.139	0.143	
Hormigón denso (Ferrocemento)	0.07	1.44	0.048	
Cámara de aire	0.10	0.024	4.1	
Hormigón denso (Ferrocemento)	0.07	1.44	0.048	
RCI			0.123	
			4.53	0.22
Techo de ferrocemento con capa aislante de tierra				
RCE			0.076	
Estucado	0.02	0.139	0.143	
Tierra no plástica	0.15	0.78	0.192	
Hormigón denso (Ferrocemento)	0.07	1.44	0.048	
RCI			0.123	
			0.582	1.71

El segundo efecto depende de la capacidad acumulativa calorífica del material, caracterizada por el calor volumétrico específico ($\rho \times c$, densidad por calor específico). A mayor capacidad acumulativa, menor variación de temperatura propagada a través del material. El retardo producido por esta transmisión se conoce como inercia térmica; y proporciona la posibilidad de almacenar las cargas térmicas que se producen en los momentos punta de calor y liberarlas en los momentos de baja temperatura. Este efecto reduce simultáneamente la amplitud del impacto y se denomina generalmente "capacidad aislante".

COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN SUPERFICIAL

Es el efecto que produce el viento en una superficie bajo la radiación solar; interviene en la fórmula para determinar la temperatura sol-aire¹³.

$$f_e = 3(V) + 10$$

donde:

V= velocidad de viento

$$f_e = 3(4.28) + 10 = 22.84$$

Sabemos los valores de U para muros y losa, entonces tenemos:

$$U_{\text{muro MfEST}} = 2.56$$

$$U_{\text{muro MaEST}} = 1.01$$

$$U_{\text{muro MfDOB}} = 0.22$$

$$U_{\text{losa Lf}} = 1.71$$

$$U_{\text{puertas}} = 3.00$$

$$U_{\text{vidrios}} = 5.00$$

Radiación en muros	sup. m ²	C. sol
$C_{\text{sol}} = \frac{U_{\text{MfEST}}}{f_e} \times I = (2.56/22.84) \times 240.21 \text{ Kcal/m}^2\text{h}$	25.0	673 Kcal/h

Todo esto si consideramos colindancias descubiertas, sin embargo podemos cubrir la fachada norte con vegetación o suponer que existe colindancia y por lo tanto se reduce el área de incidencia solar a 20 m², o menos dependiendo de los vegetacion y/o altura de la colindancia.

¹³ La conductancia superficial (f), es función de la cálido superficial y de la velocidad del aire que pasa por la superficie.

$$C_{sol} = U_{Mfest}/f_e \times I_N = (2.56/22.84) \times 240.21 \text{ Kcal/m}^2\text{h} \quad 20 \quad 538 \text{ Kcal/h}$$

Área total de la fachada Oeste 70 m², sin embargo, considerando vegetación o colindancia, suponemos reducir unos 8 m², descontamos el área de ventanas, 12 m² y la parte del muro doble 7.5 m².

$$C_{sol} = U_{Mfest}/f_e \times I_w = (2.56/22.84) \times 186.90 \text{ kcal/m}^2\text{h} \quad 42.5 \quad 890 \text{ Kcal/h}$$

$$C_{sol} = U_{Mdob}/f_e \times I_w = (0.22/22.84) \times 186.90 \text{ kcal/m}^2\text{h} \quad 7.5 \quad 14 \text{ Kcal/h}$$

Radiación en losa sup. m² C. sol

$$C_{sol} = U_{lf}/f_e \times I_h = (1.71/22.84) \times 71 \text{ kcal/m}^2\text{h} \quad 50 \quad 265 \text{ kcal/h}$$

Radiación total 1707 kcal/h

CONDUCCIÓN

Para una superficie expuesta a la radiación solar, con una temperatura de entrada 32° y deseamos mantener la temperatura interior por debajo de los 28°, con U (te-ti).

donde:

U= coeficiente de transmisión de calor

te= temperatura de entrada

ti= temperatura interna

	sup. m ²	C. sol
muros M _{fest} = 2.56 x 4= 10.24	62.5	640 kcal/h
muro M _{dob} = 0.22 x 4= 0.88	7.5	6.6 kcal/h
losa L _f = 1.71 x 4= 6.84	50	342 kcal/h
puertas= 3.00 x 4= 12.00	3	36 kcal/h
ventana= 5.00 x 4= 20.00	9	180 kcal/h

Conducción total 1024.6 kcal/h

¹⁴El watio tiene las mismas características dimensionales físicas que el Kcal/h, para convertir a watios se utiliza el siguiente factor de conversión: 1 Kcal/h = 1.163 w.

El valor de la suma total por radiación y conducción en watts¹⁴ = 1985 w + 1400 w = 3385 w

Si la ganancia solar transferida a la vivienda a través de muros, losa, puertas y ventanas es de 3385 watts. Considerando la temperatura máxima del mes de junio de 31.76°C y las ganancias caloríficas internas de 115 watts por persona y consideramos 250 watts aportados por equipos electrodomésticos (televisor), calcularemos los cambios de aire por hora necesarios para mantener la temperatura interior por debajo de los 32.3°C.

Total de ganancias caloríficas = por estructura + por ocupantes + por aparatos

Total de ganancias caloríficas = 3385 w + 575 w + 250 w = 4210 w

La capacidad calorífica del aire se puede expresar con razonable precisión por medio de la siguiente ecuación. B.H. Evans

$$W_v = 0.33 N V (t_i - t_e)$$

donde :

W_v = Capacidad calorífica del aire (perdida de calor) watts

N = Número de cambios de aire/hora

V = Volumen del local (m^3)

t_i = Temperatura interior (de salida en °C)

t_e = Temperatura exterior (de entrada en °C)

Entonces, el número de cambios de aire/hora necesarios para disipar una cierta cantidad de calor excesivo es:

$$N = W_v / [(0.33)(V)(t_i - t_e)]$$

$$N = 4210 \text{ w} / [(0.33)(385 \text{ m}^3)(32.3^\circ - 31.76^\circ) = 61.36 \text{ cambios}$$

$$61.36 \text{ cambios} \times 385 \text{ m}^3/\text{h} = 23\,625 \text{ m}^3/\text{h} = 6.56 \text{ m}^3/\text{s}$$

CANTIDAD DE AIRE QUE PASA A TRAVÉS DE UNA VENTANA

Una vez que sabemos la cantidad de aire que se requiere para la disipación de calor se procede al dimensionamiento de las aberturas de entrada y de salida de aire.

En una habitación con ventilación cruzada, la cantidad de aire que pasa por una abertura depende directamente de:

- 1 El área de abertura.
- 2 La velocidad del viento.
- 3 La dirección del viento respecto al plano de la ventana.
- 4 La relación que existe entre el área de abertura de entrada y el área de abertura de la salida.

¿Cuál será el área mínima que deben tener las aberturas para garantizar la disipación calorífica de 4210 w , con una ventilación de $6.56 \text{ m}^3/\text{s}$, si la velocidad del viento es de 4.28 m/s con dirección SSW?

$$A = Q/rV \text{ sen } \xi$$

donde:

Q = Cantidad de aire necesaria m^3/s

V = Velocidad del viento m/s

A = Área de abertura de entrada m^2

ξ = Ángulo que forma la dirección del viento y el plano de la ventana

r = $0.5971108 \times fr$ (factor de relación). Tabla 3.7.

Tabla 3.7 FACTOR DE RELACIÓN ENTRE ÁREA DE ENTRADA Y ÁREA DE SALIDA.

Área de salida/Área de entrada		Fr factor de relación	
5:1	5		1.38
4:1	4		1.37
3:1	3		1.33
2:1	2		1.26
1:1	1		1.0
3:4	0.75		0.84
1:2	0.50		0.62
1:4	0.25		0.34

¹⁵Harris J. Sobin. *Window Desing for Passive Ventilative Cooling: an experimental study*. College of Architecture, University of Arizona. Londres 1963-1966.

Sobin¹⁵ determina que la diferencia de tamaños entre la abertura de entrada y de salida no es un factor determinante en la velocidad interior del aire, establece que la relación óptima es:

$$\text{Área de salida/ área de entrada} = 1.25$$

El diseño de aberturas de entrada y de salida ideal es:

1 Una abertura de entrada pequeña localizada en la parte inferior del muro.

2 Abertura de salida localizada en la parte superior del muro.

Entonces tenemos:

$$r = 0.5971108 \times 1.25 = 0.75$$

$$A = [(6.56 \text{ m}^3/\text{h}) / (0.75)(4.28) \text{ sen } 45^\circ] = 3.0 \text{ m}^2$$

En el caso de que no exista viento pero existiera una diferencia térmica entre el aire exterior y el aire interior de 0.5°C y una diferencia de altura de (H) entre las aperturas de entrada y de salida de 1.5 m. Con un área de 3.0 m^2 respectivamente, calcularemos la velocidad del aire que se creará debido al efecto chimenea.

$$\text{Con } V = r A [H (t_e - t_i)]^{1/2}$$

donde:

V= cantidad de aire (m^3/s)

$r = 0.121 \times fr$ (factor de relación entre el área de entrada y la de salida), según B.H. Evans¹⁶

A= área de abertura de entrada (m^2)

H= altura entre la entrada y la salida (m)

t_e = temperatura de entrada ($^\circ\text{C}$)

t_i = temperatura de salida ($^\circ\text{C}$)

$$r = 0.121 \times 1.25 = 0.151$$

$$V = 0.151 A [H (t_e - t_i)]^{1/2}$$

$$V = 0.151 (3) [(1.5)(0.5)]^{1/2} = 0.392 \text{ m/s}$$

Y la cantidad de aire que entrará debido a este flujo

¹⁶ B. H. Evans, *op. cit.*

$$Q = r V A \text{ sen } \xi$$

$$Q = 0.75 (0.392) (3) (\text{sen } 90^\circ) = 0.882 \text{ m}^3/\text{s} = 3\,175 \text{ m}^3/\text{h}$$

A manera de resumen mencionaremos que mediante la ayuda de este análisis y de la gráfica bioclimática, la ventilación en este clima se orienta hacia la disipación de las ganancias excesivas de calor en el interior del espacio. El requerimiento de renovación de aire es de tan solo $115 \text{ m}^3/\text{h}$, en comparación de los $28\,913 \text{ m}^3/\text{h}$, necesarios para lograr el confort térmico de los usuarios en el mes de junio.

Ya que la ventilación es la principal estrategia de diseño en este clima, la estructura juega un papel muy importante, el uso de formas curvas, hemos visto nos permiten en este clima, reducir la incidencia solar, aunado a una capa aislante en este caso tierra estabilizada y la aplicación de colores claros y brillantes que reducen la ganancia termica considerablemente.

Al hacer la propuesta de ventilación de la vivienda hay que considerar que en esta zona del pacífico se registran, sismos, tormentas y huracanes periodicamente, estos eventos tienen consecuencias menores en las viviendas rígidas y de materiales a base de concreto como ya hemos mencionado, por lo que es importante hacer consideraciones de seguridad contra estos eventos al diseñar.

5

Capítulo

EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO



5.1.1 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

La secuencia de los pasos que nos llevan al anteproyecto y al proyecto arquitectónico final se originan del inventario de necesidades físicas y psicológicas, al tomar en cuenta las condiciones culturales y contextuales de nuestra zona de estudio. La investigación, de proyectos y tecnologías aplicables. El tercer paso es el funcionamiento, resumiéndose como un organigrama en donde se indica la liga que existe entre las zonas y los espacios que forman el todo arquitectónico. Finalmente la síntesis de todos estos pasos define a nuestro proyecto.

PROGRAMA DE NECESIDADES

Inventario de necesidades tanto físicas como psicológicas tomando en cuenta las condiciones culturales y contextuales. Tabla 5.1.

Tabla 5.1 LAS ACTIVIDADES Y EL ESPACIO PARA DESARROLLARLAS

Actividades	Características	Local	Tipo de área
Convivir, estar, descansar, ver Tv., escuchar música	Accesibilidad y vista al exterior, confort térmico, aislamiento acústico, relación con el jardín, ventilación	Estancia	Zona social
Comer, estar	Privacidad, confort térmico, iluminación, relación con el jardín	Comedor	Zona social
Descansar, estar, dormir, vestirse	Privacidad, confort térmico, iluminación, relación con el jardín	Recamara	Zona privada
Aseo, evacuación	Privacidad, accesibilidad, iluminación, ventilación, aislamiento acústico	Baño con vestidor	Zona privada
Almacenamiento (varios)	Protección, accesibilidad con los patios y el exterior	Cuarto de tiliches	Zona de servicios privados
Almacenar y preparar alimentos	Accesibilidad, ventilación, iluminación, relación con los locales sociales.	Cocina	Zona de servicios privados
Lavar, planchar	Privacidad, ventilación, iluminación, relación con los locales familiares y patios	Cuarto de lavado	Zona de servicios privados
Tender, circular	Privacidad, ventilación, iluminación	Patio de servicio, escaleras de servicio	Zona de servicios privados
Estacionamiento	Accesibilidad, relación con los locales sociales	Garaje	Zona de servicios generales
Estar, descansar, jugar	Accesibilidad, relación con los locales sociales	Jardín, atrio	Zona de servicios generales
Circulación	Iluminación, ventilación	Escaleras, andadores, vestíbulos	Zona de servicios generales

INVESTIGACIÓN DE PROYECTOS SIMILARES

A lo largo de este estudio hemos venido estudiando las soluciones históricas para el problema de la ventilación principalmente en las áreas cálidas. Hemos revisado además los proyectos en otras zonas climáticas y hemos retomado de ellos las soluciones más adecuadas a nuestro proyecto.

ANÁLISIS FUNCIONAL

Zonificación por áreas. Existen tres zonas fundamentales en una casa habitación, estas son: zona social, la zona privada y la zona de servicio. La relación entre estas áreas nos da un diagrama de funcionamiento por zonas y por espacios. Figura 5.1. Tabla 5.2.

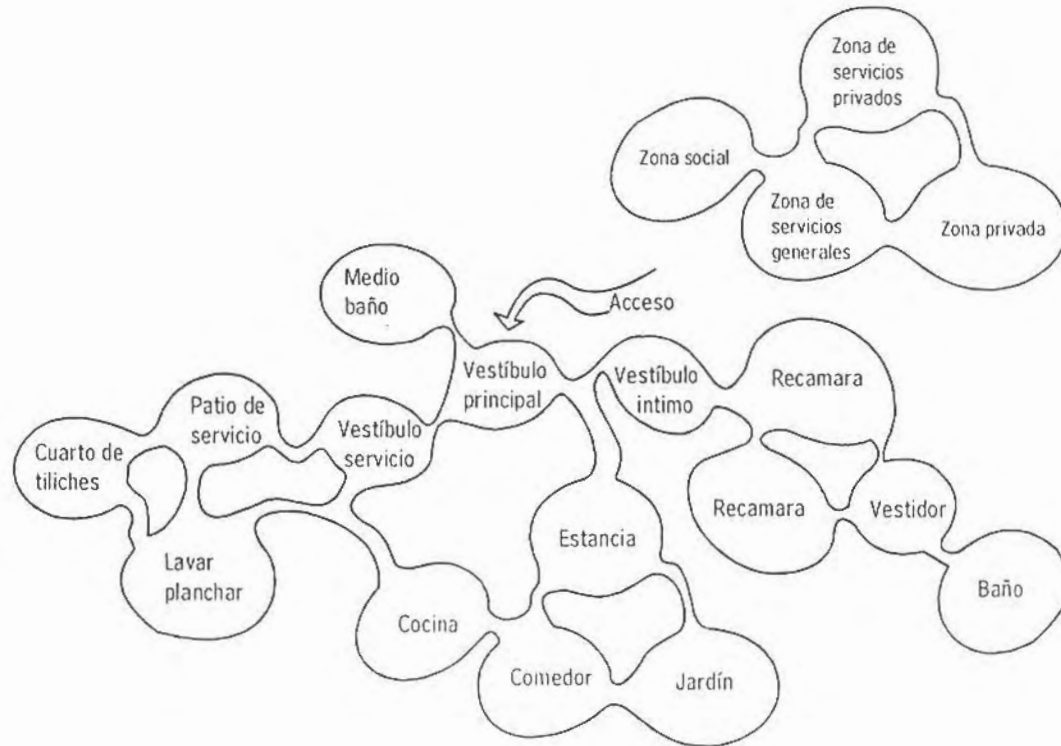
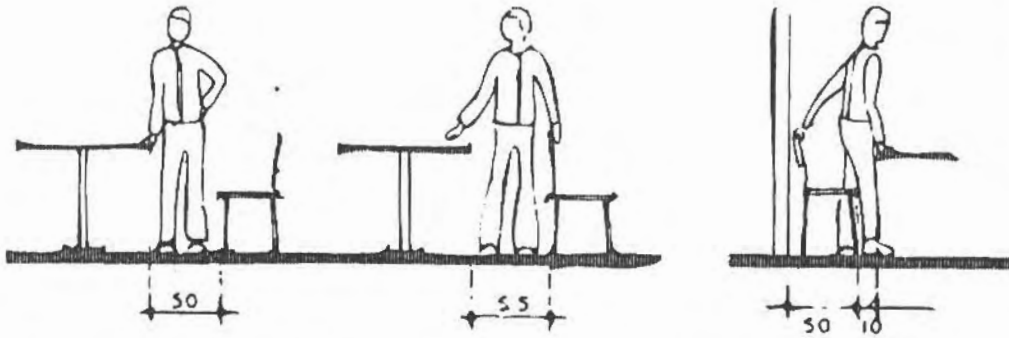


TABLA 5.2 INTERACCIÓN DE ESPACIOS

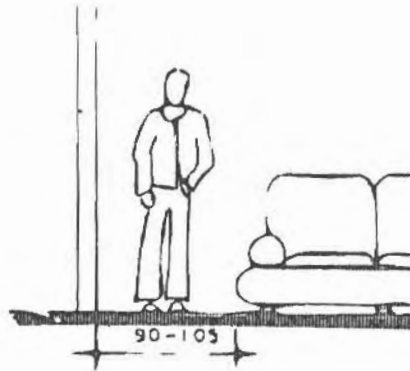
	Vestíbulo principal	Estancia	Medio baño	Comedor	Cocina	Jardín	Vestíbulo Intimo	Recamara	Vestidor	Baño privado	Vestíbulo de servicio	Patio de servicio	Lavar y planchar
Estancia	A												
Medio baño	M	M											
Comedor	M	A	M										
Cocina	N	M	M	A									
Jardín	N	M	M	M	M								
Vestíbulo Intimo	M	M	N	M	N	M							
Recamara	N	N	N	N	N	M	A						
Vestidor	N	N	N	N	N	N	N	A					
Baño privado	N	N	N	N	N	N	M	A	A				
Vestíbulo de servicio	M	N	N	N	A	N	N	N	N	N			
Patio de servicio	N	N	N	N	M	A	N	N	N	N	A		
Lavar y planchar	N	N	N	N	M	M	N	N	N	N	A	A	
Cuarto de tiliches	N	N	N	N	M	N	N	N	N	N	M	A	M

Relación: Alta=A, Media=M, Nula=N

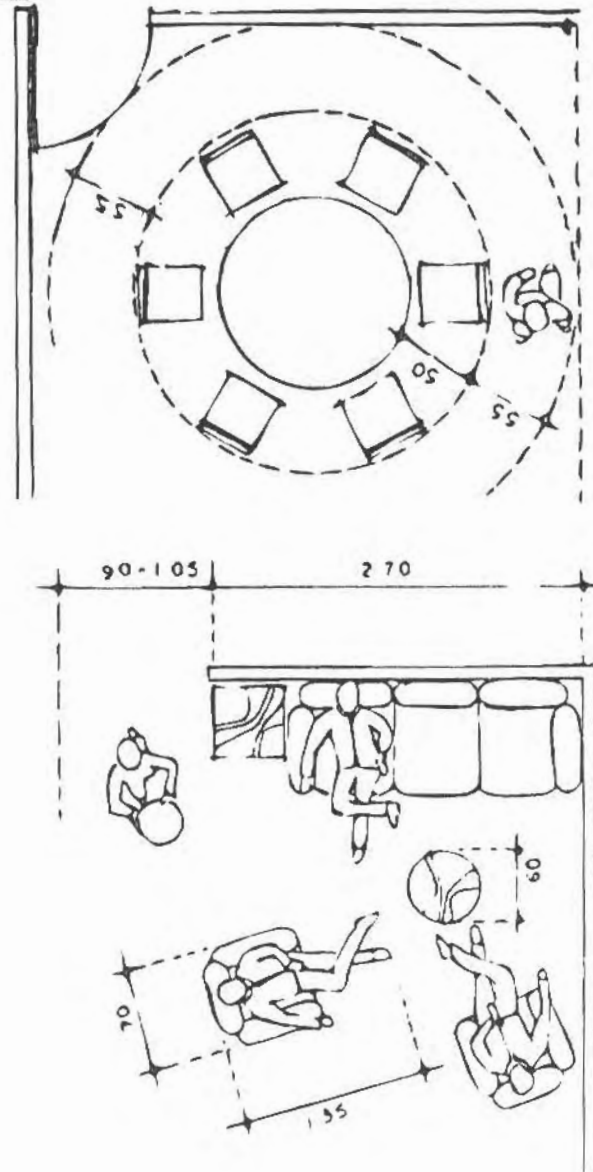
ANÁLISIS DIMENSIONAL¹



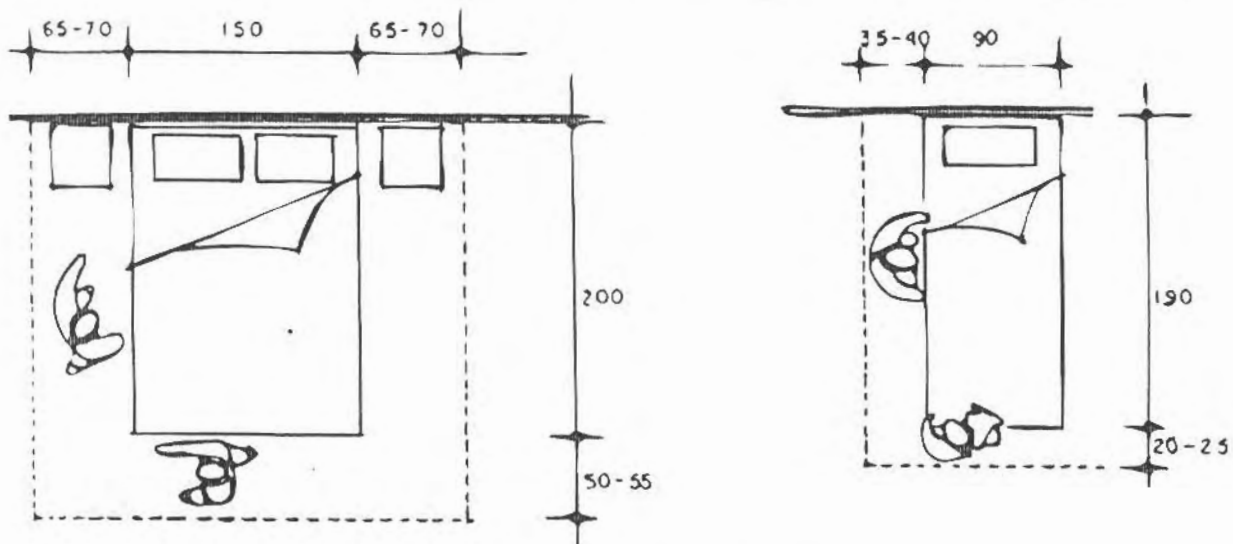
Dimensiones mínimas y área de circulación alrededor de una mesa (Comedor).



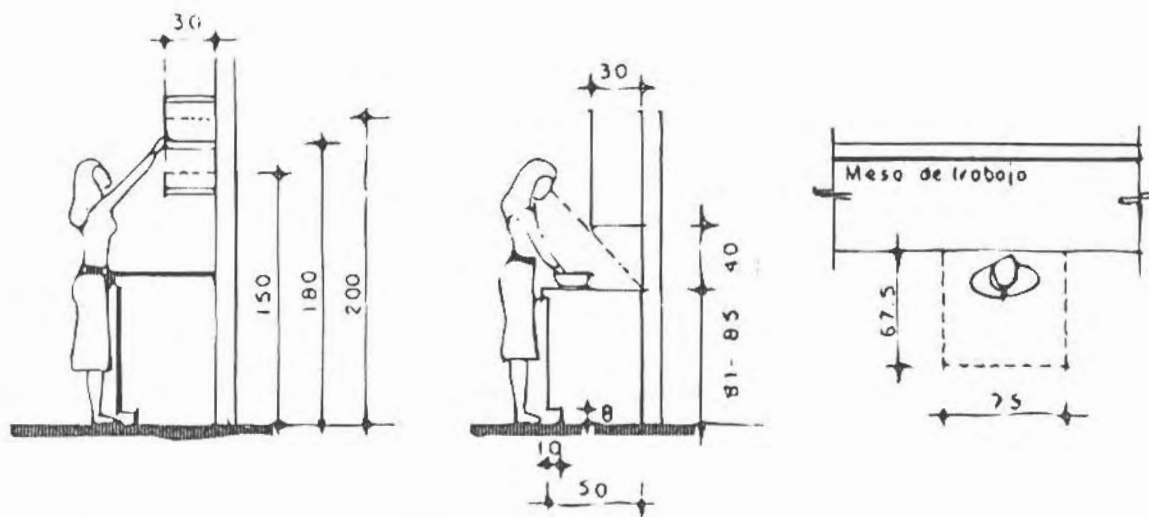
Dimensiones mínimas y área de circulación alrededor de la sala de televisión.



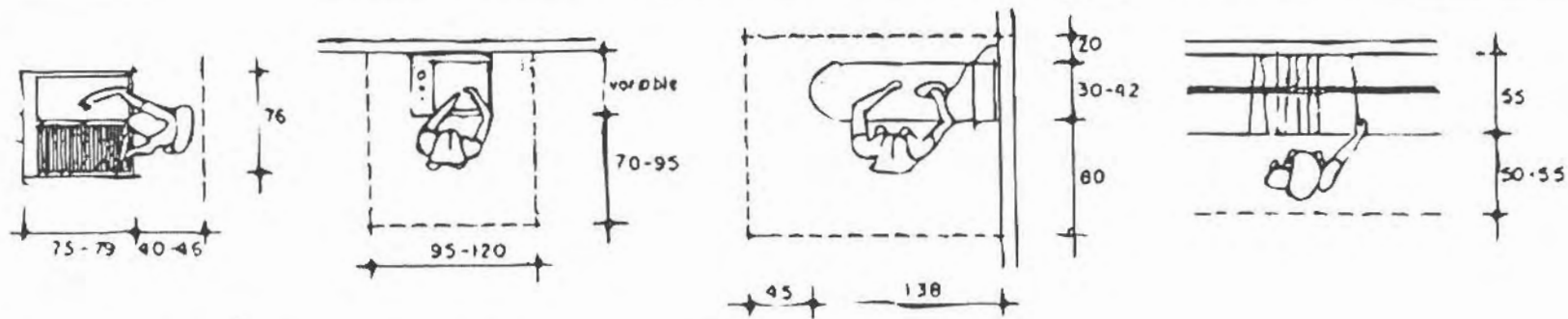
¹Xavier Fonseca. *Las medidas de una casa. Antropometría de la vivienda.* México 1994.



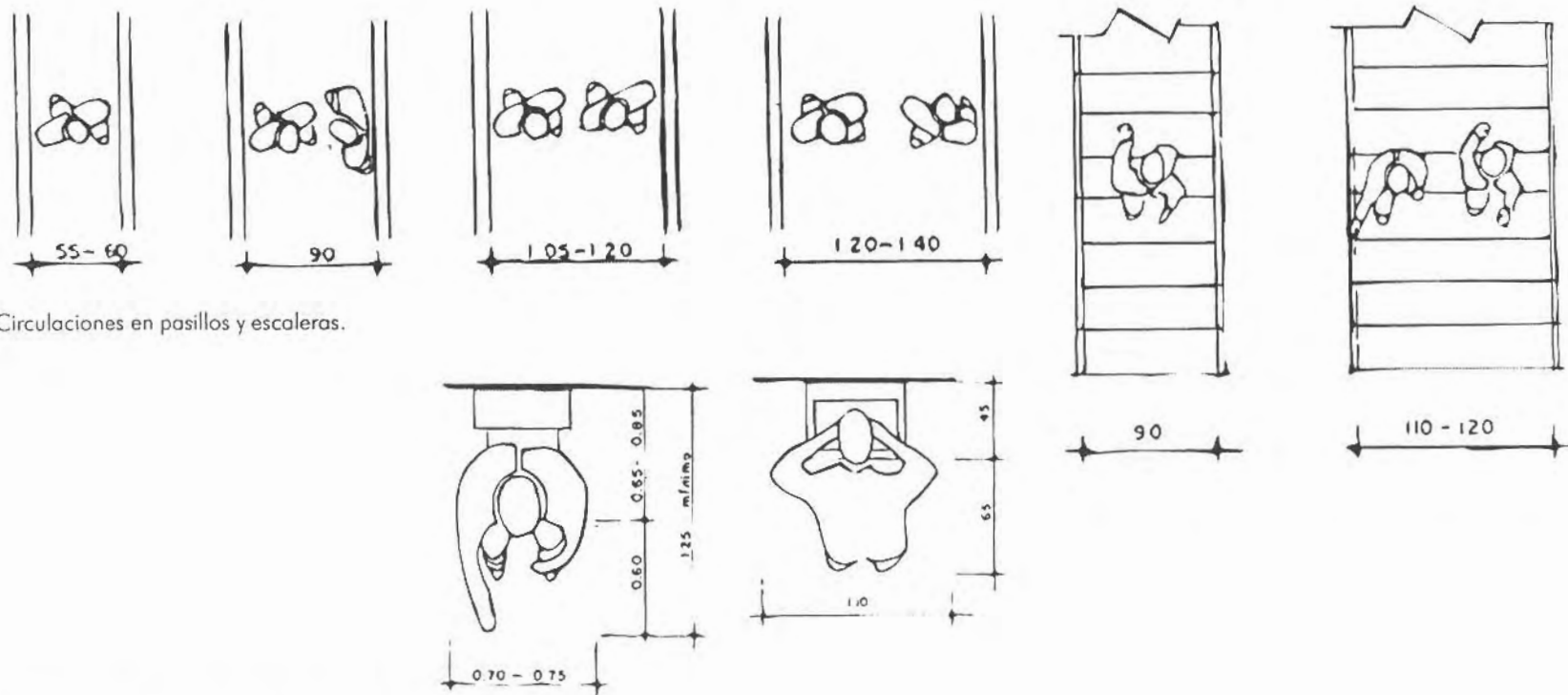
Dimensiones y área de circulación alrededor de la recámara matrimonial e individual.



Rangos y área de trabajo alrededor de la cocina.



Dimensiones y área de trabajo alrededor del cuarto de lavado y planchado.



Circulaciones en pasillos y escaleras.

Dimensiones alrededor del cuarto de baño.

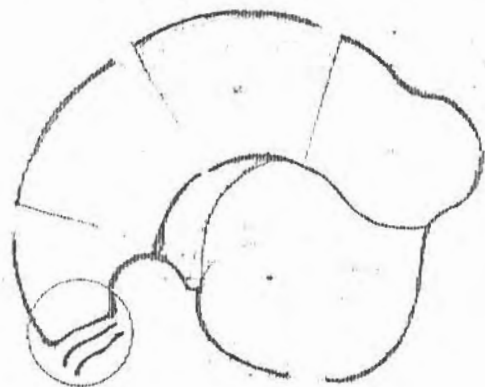
TABLA 5.2 LOS ESPACIOS Y LA RELACIÓN CON EL MOBILIARIO

Local	Mobiliario	Dimensión en m.
Comedor	Comedor circular seis personas	1.40
	Sillas	0.40x0.40
	Vitrina	0.35x0.80
	Cómoda	0.45x1.45
Recamara	Cama matrimonial	1.90x1.95
	Cama individual	1.00x1.95
	Buro	0.40x0.40
	Tocador	0.40x1.20
	Closet	0.55x1.20
Baño con vestidor	Lavabo	0.40x0.45
	Excusado	0.50x0.70
	Toallero	
Cocina	Tarja	1.37x0.60
	Estufa	0.65x0.90
	Refrigerador	0.70x0.75
	Alacena	2.00x0.30
	Mesa de trabajo	0.90x0.40
	Mesa de servicio	0.75x0.40
Cuarto de lavado	Lavadora	0.60x0.80
	Lavadero	0.90x0.60
Cuarto de almacén (varios)	Repisa	0.30x2.20
Garaje	Auto	3.5x4.00

5.2.1 PRIMERAS IDEAS

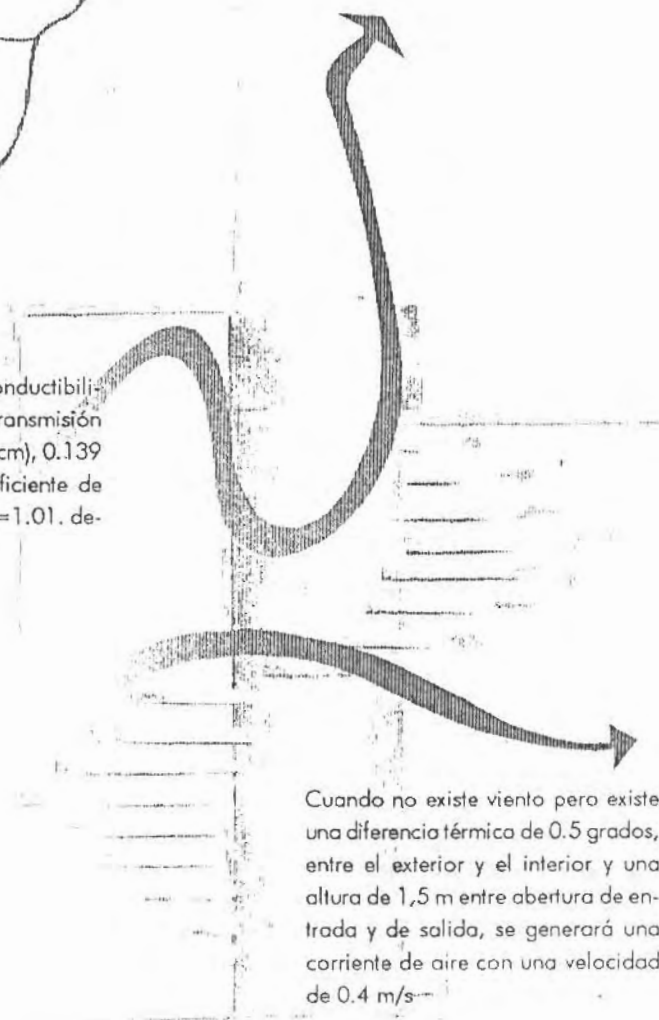
Hemos analizado las formas y el funcionamiento de los sistemas pasivos de control térmico y como hemos visto, la forma mientras menos área expuesta al sol menos radiación solar recibirá, además de exponer al viento el máximo de área para la disipación del calor, esto como hemos visto se soluciona al utilizar formas curvas. Haremos uso de la ventilación como principal medio para refrescar la vivienda, para ello usaremos un muro capaz de absorber la radiación y de retardar la transmisión de calor hacia el interior y por lo tanto ventilar y bajar la temperatura que fluye hacia las zonas habitables. Protejéremos a las ventanas contra la radiación y la humedad nuevamente con formas curvas, capaces de almacenar una mínima cantidad de agua por lluvia, evitando acumulación de humedad en los elementos estructurales.

Muro capaz de absorber la radiación y de retardar la transmisión de calor hacia el interior y por lo tanto ventilar y bajar la temperatura que fluye hacia las zonas habitables.

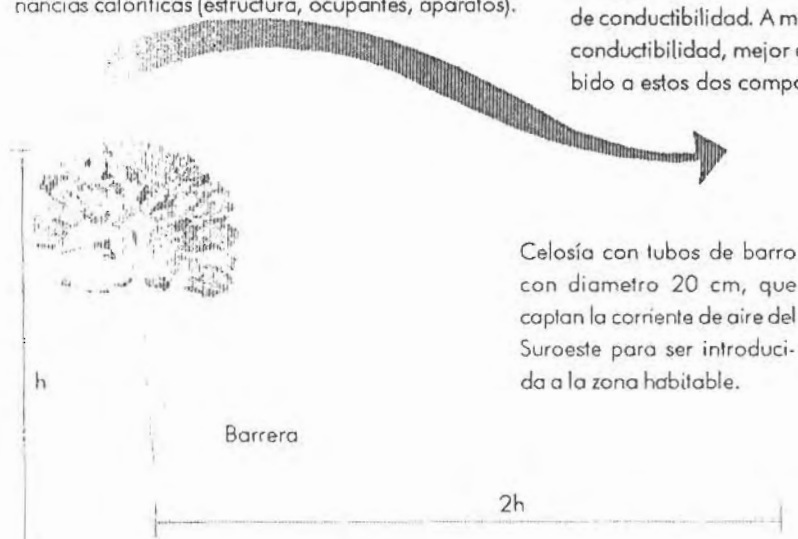


Corriente de aire del Suroeste con una velocidad anual promedio de 4.02 m/s, con capacidad de ventilación de 6.56 m³, y garantizar una disipación calorífica de 4210w, que representa el total de ganancias caloríficas (estructura, ocupantes, aparatos).

Muro de adobe (50 cm), coeficiente de conductibilidad 0.78 y una elevada resistencia a la transmisión del calor 0.982, con una capa de tierra (2 cm), 0.139 de conductibilidad. A menor valor del coeficiente de conductibilidad, mejor efecto aislante, $U=1.01$. debido a estos dos componentes.



Cuando no existe viento pero existe una diferencia térmica de 0.5 grados, entre el exterior y el interior y una altura de 1,5 m entre abertura de entrada y de salida, se generará una corriente de aire con una velocidad de 0.4 m/s.

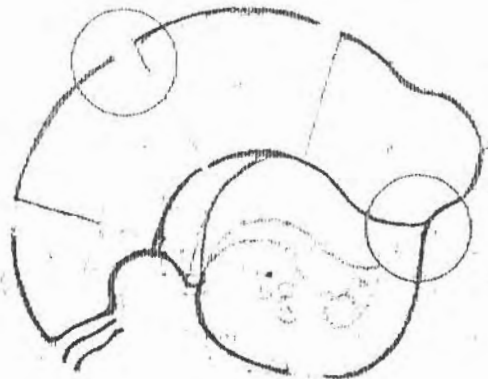
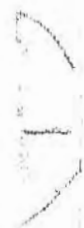


Celosía con tubos de barro con diametro 20 cm, que captan la corriente de aire del Suroeste para ser introducida a la zona habitable.

Barrera

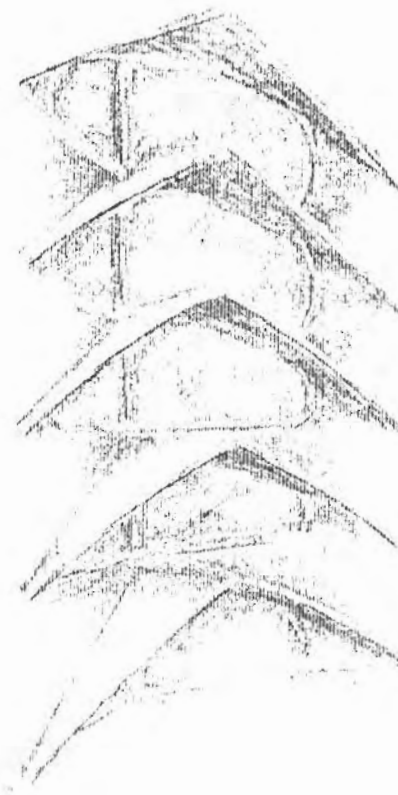
2h

Protección en ventos contra la radiación y la humedad, capaz de almacenar una mínima cantidad de agua por lluvia, evitando acumulamiento de humedad en los elementos estructurales.

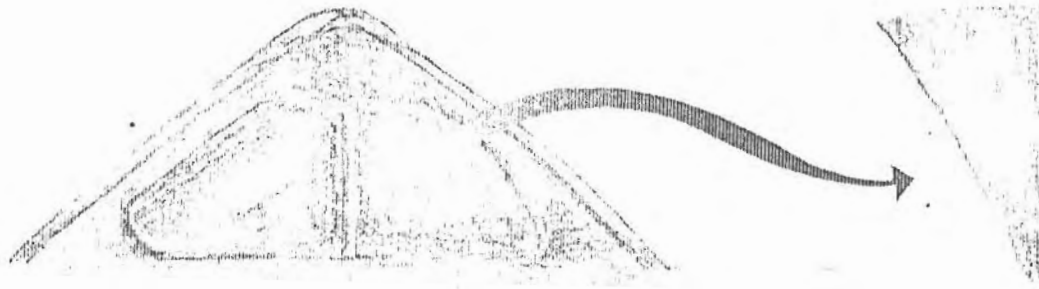


El área mínima que se requiere para garantizar la disipación calorífica de 4210w, igual a 3 m².

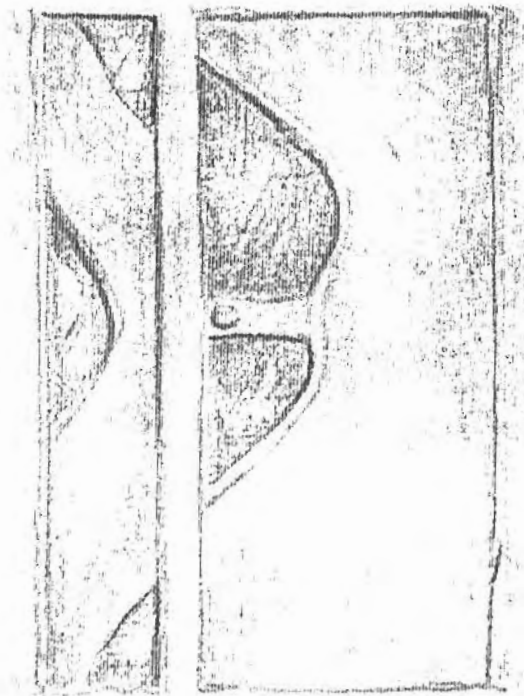
Muro de ferrocemento (5 cm), coeficiente de conductibilidad 1.44m² w/°c, resistencia a la transmisión del calor 0.048, con una capa de tierra(2 cm), 0.139 de conductibilidad. U=2.56 debido a estos dos componentes.



Forma de ventanas y puertas, para protección de radiación y precipitación, la concepción de las formas en relación a la propuesta arquitectónica



Coefficiente de conductibilidad, en puertas $U=3.0$ y
coeficiente de conductibilidad en vidrios 5.0.



5.3.1 Planos

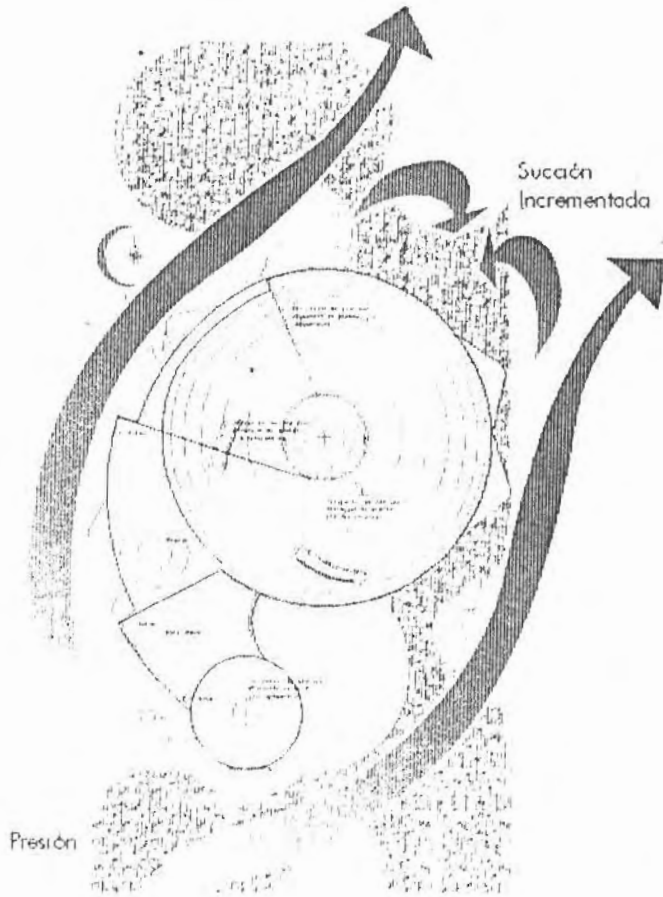
Vivienda Bioclimática en Clima Cálido • Subhúmedo

Diseño: Edgar Reyes García

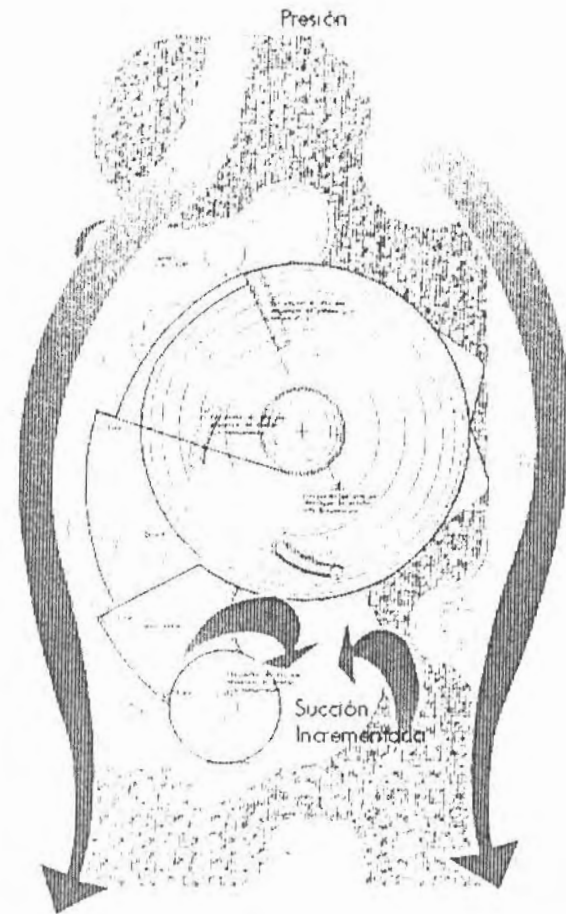
Ubicación del proyecto: Puerto Ángel Oaxaca

- PLANTA ARQUITECTÓNICA
- PLANTA DE AZOTEA
- CORTES
- FACHADAS
- PLANTA DE ACABADOS
- PLANTA DE CIMENTACIÓN
- DETALLES
- PLANTA ESTRUCTURAL

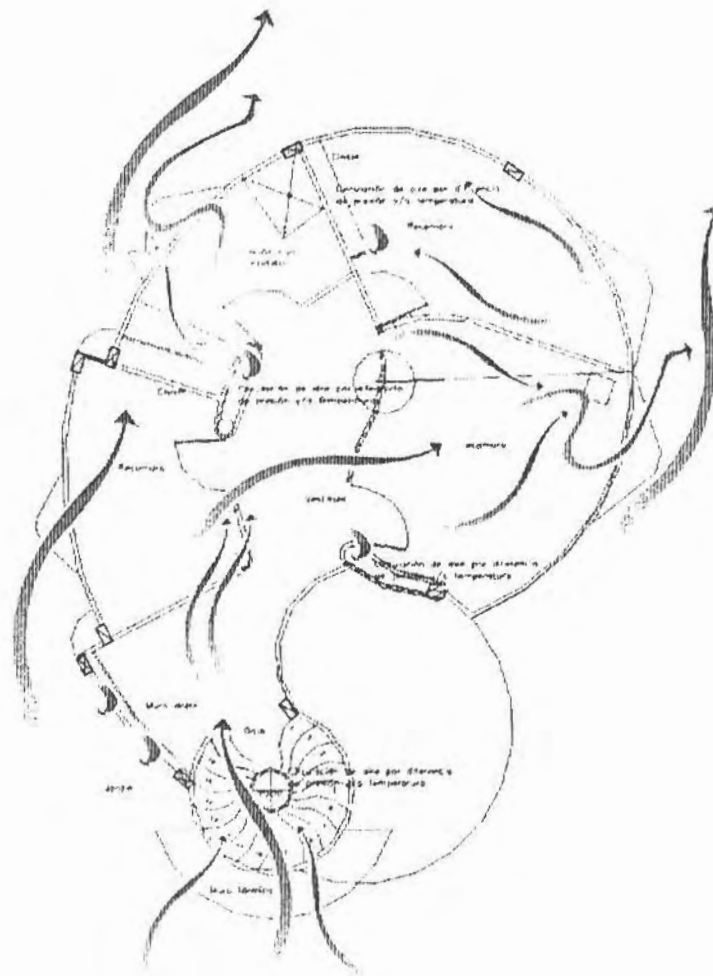
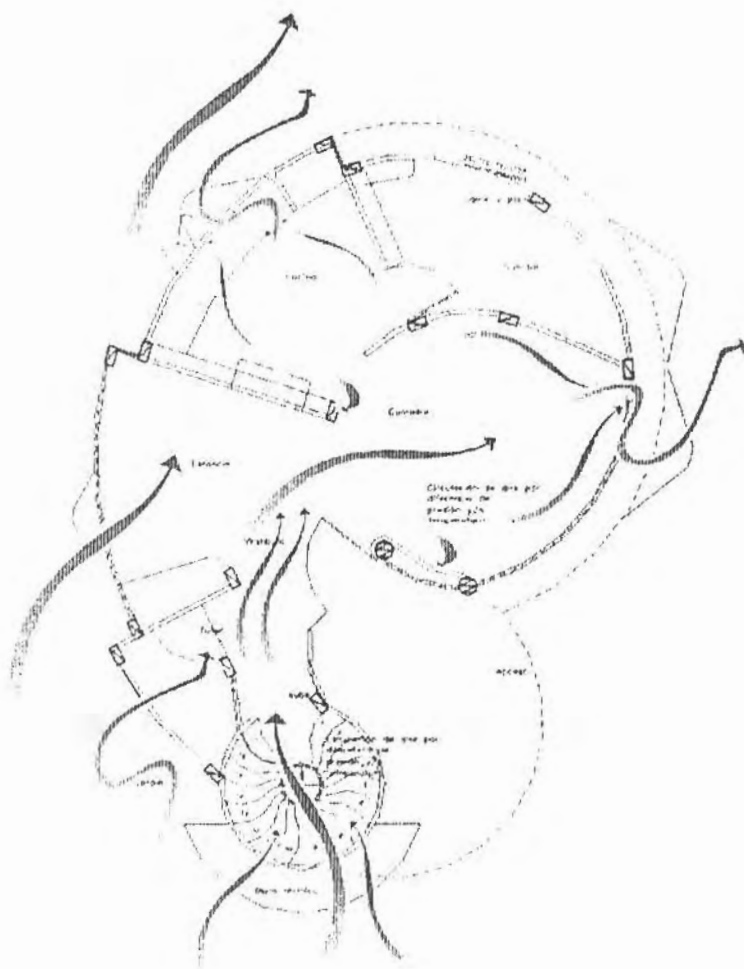
Evaluaremos la forma de la vivienda y las estrategias utilizadas para evitar la absorción de la radiación solar y el aprovechamiento de la ventilación en la vivienda bioclimática.



Flujo de la brisa diurna alrededor de la vivienda

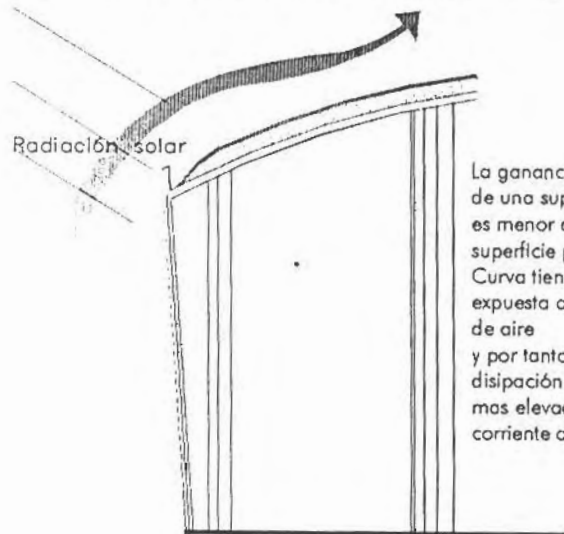


Flujo de la brisa nocturna alrededor de la vivienda



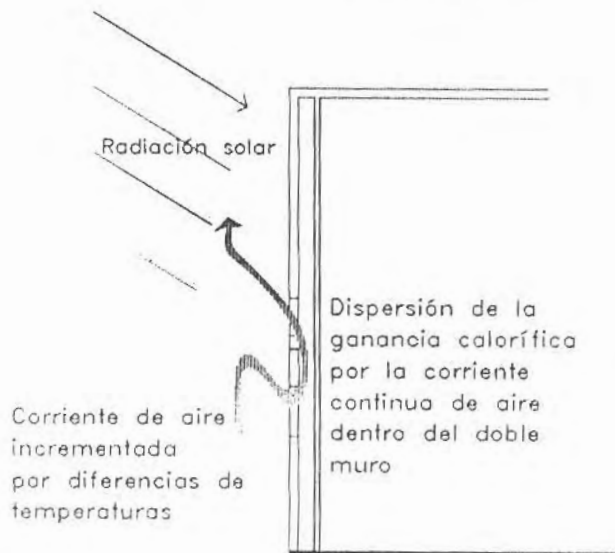
Comportamiento de las corrientes de aire dentro de la vivienda, en planta de primer nivel y segundo nivel.

Capa aislante de tierra de la región (10cm), en techo.



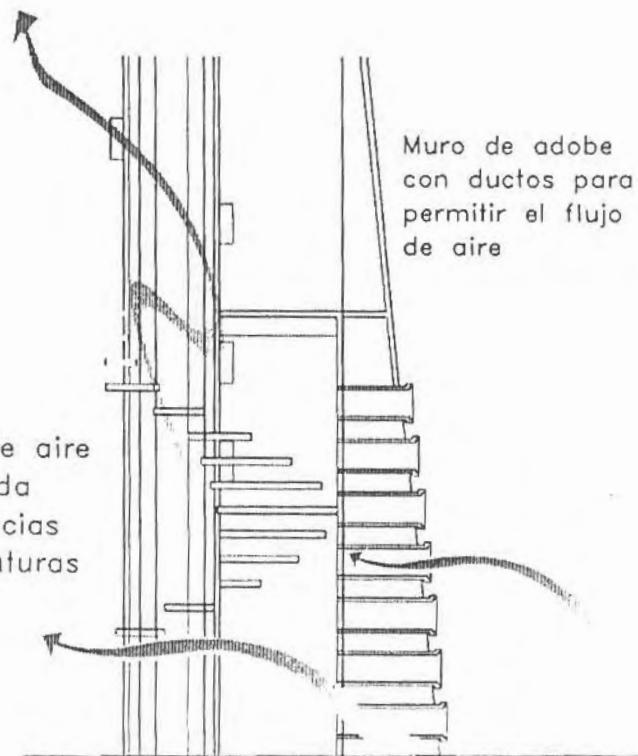
La ganancia calorífica de una superficie curva es menor que una superficie plana. La Curva tiene más área expuesta a la corriente de aire y por tanto existe una disipación calorífica mas elevada por esta corriente de aire

Muro doble



Dispersión de la ganancia calorífica por la corriente continua de aire dentro del doble muro

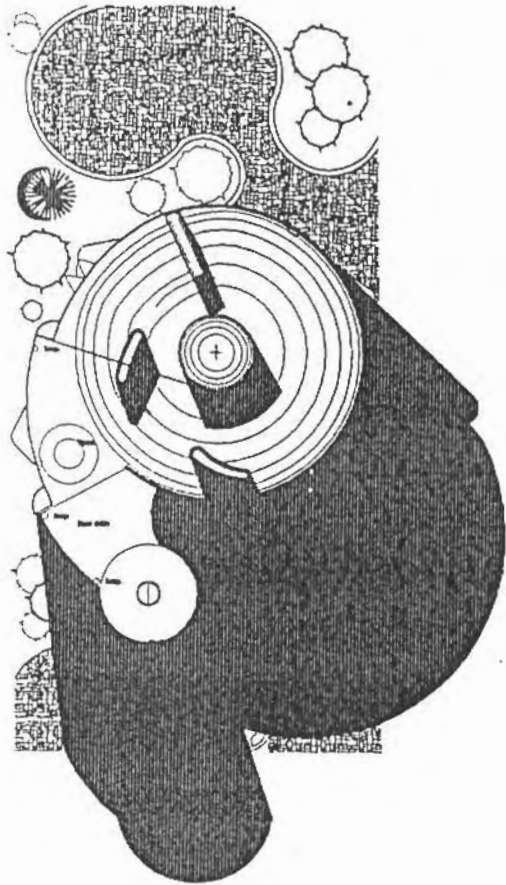
Corriente de aire incrementada por diferencias de temperaturas



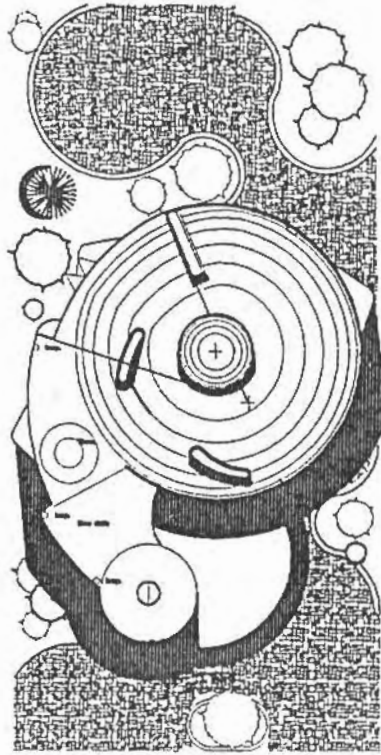
Muro de adobe con ductos para permitir el flujo de aire

Corriente de aire incrementada por diferencias de temperaturas

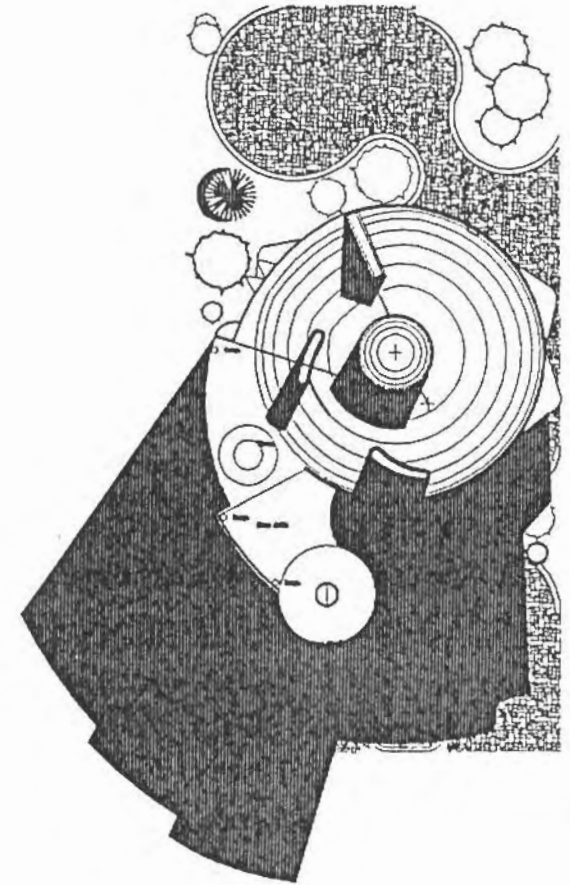
El aire es capturado y enfriado por la masa térmica del muro de adobe más fresco que la corriente de aire y posteriormente inducido al interior de la vivienda.



Análisis de sombras, 21 de Junio, 15 horas
 Altura solar= 47.05°
 Acimut solar= -72.18° Noroeste

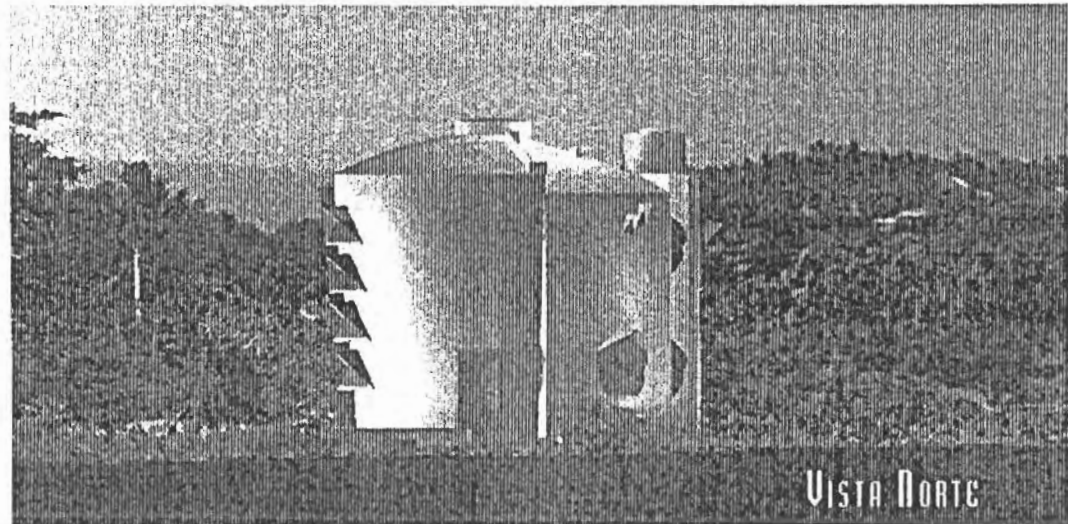
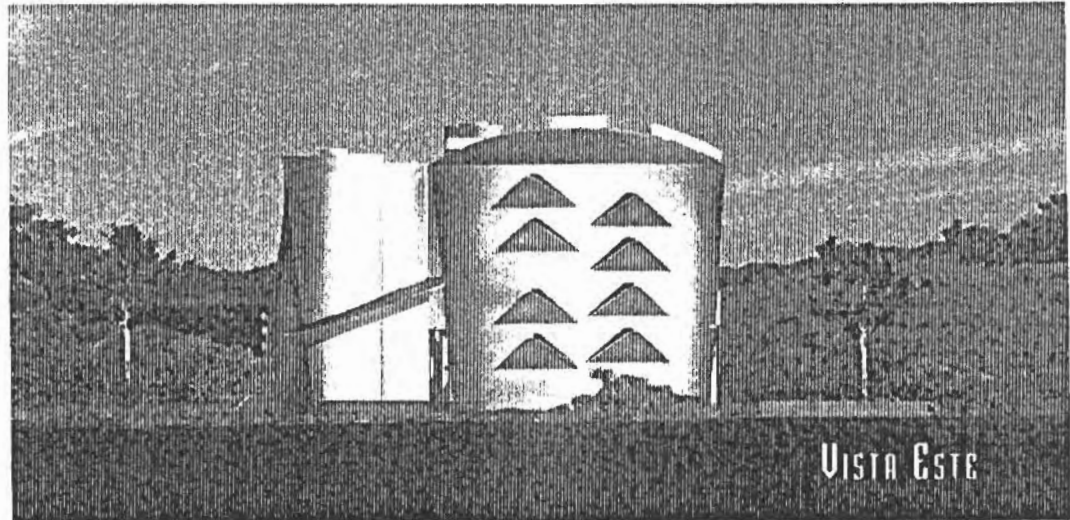


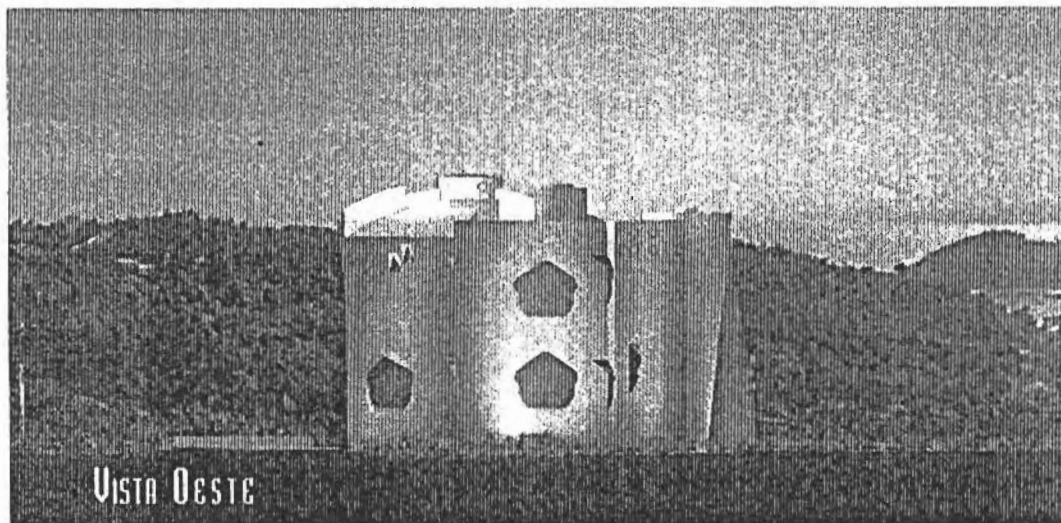
Análisis de sombras, 21 de Junio, 12 horas
 Altura solar= 82.23°
 Acimut solar= 0° Norte



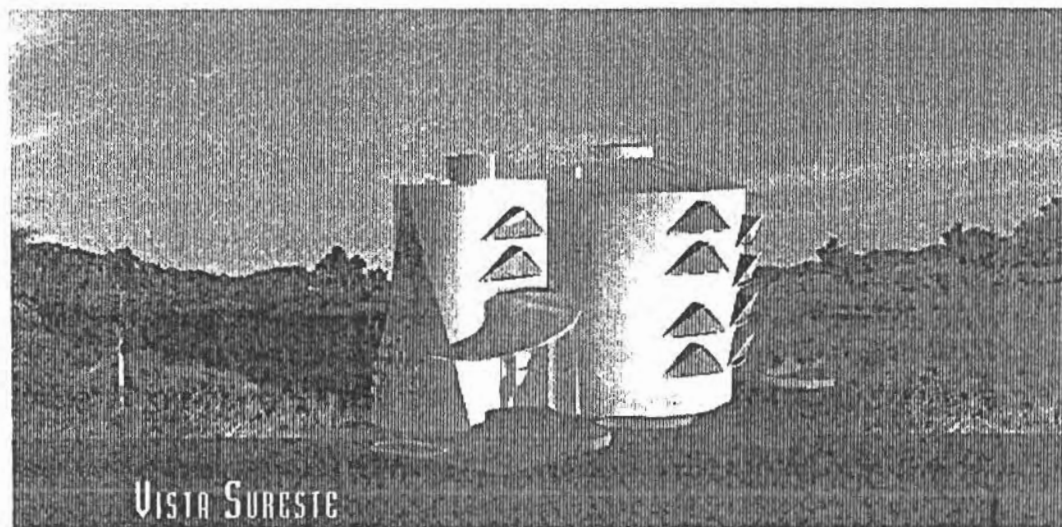
Análisis de sombras, 21 de Junio, 9 horas
 Altura solar= 47.03°
 Acimut solar= 72.18° Noreste

5.3.1 REPRESENTACIÓN TRIDIMENSIONAL





VISTA OESTE



VISTA SURESTE

CONCLUSIONES

El presente trabajo hace una propuesta emanada de la investigación y de principios naturales trata de implementar el arraigo cultural de nuestros pueblos a las viviendas que armonizan con las variables climáticas, aprovechando los recursos que la tecnología y las técnicas contemporáneas ponen a nuestro alcance.

La arquitectura bioclimática es una adaptación a las condiciones microclimáticas del lugar donde se construye con el objetivo de crear en su entorno e interior las condiciones de confort adecuadas por medio de la propia arquitectura y sus componentes constructivos, disminuyendo el uso de sistemas mecánicos convencionales y con la máxima reducción del uso de energía.

Los elementos arquitectónicos que componen un edificio bioclimático responden a la lógica de la utilidad. Utilidad con el objetivo de reducir el consumo de energía y recursos sin reducir la calidad de vida de los usuarios.

La arquitectura bioclimática por lo tanto no es un estilo, la forma del edificio como hemos visto esta en función de las variables del clima y de las componentes que las afectan. La arquitectura bioclimática no tiene un conjunto de rasgos formales que la caracterice, y por tanto es posible encontrar edificios bioclimáticos de aspectos muy diversos.

Hay factores como la orientación, la relación superficie-volumen, la existencia, ubicación, orientación y dimensiones de los huecos, el tipo, espesor y distribución los materiales que constituyen los cerramientos, la masa térmica, la concepción misma del edificio como un sistema captador, acumulador y distribuidor de energía, que son sustanciales a la arquitectura y determinantes en el caso de un proyecto bioclimático. Ese algo que hace que una arquitectura bioclimática lo sea son precisamente esos factores utilizados siguiendo la estrategia más adecuada para que sea la propia arquitectura la que, sin necesidad de utilizar sistemas auxiliares, nos permita obtener las condiciones de confort térmico.

La experiencia histórica del edificio bioclimático nos ha enseñado que es una solución arquitectónica pensada para atender a unos problemas concretos. Copiar el mismo edificio en otro lugar que presenta condicionantes diferentes no solamente es garantía de que el edificio no se comportará de forma adecuada sino que además puede conseguirse el efecto contrario pero aumentado, en este

sentido es conveniente mencionar que las estrategias a seguir son diferentes como las condiciones climáticas de las diferentes regiones. Así la vivienda bioclimática aquí presentada está estrechamente ligada a los componentes climáticos estudiados y es aplicable a la zona con condiciones geográficas y climáticas donde se cumplen plenamente estos componentes

Hay que mencionar que la arquitectura no solo se realiza en el campo o comunidades rurales, sin embargo, todos los edificios están, se quiera o no, inmersos en un microclima determinado ante el cual reaccionan y al que pueden modificar en su entorno. Por tanto, cualquier edificio, (indiferentemente del uso y del tamaño o su singularidad, viviendas, oficinas, industrias, escuelas, hospitales, hoteles...), esté donde esté, puede seguir los principios de la arquitectura solar pasiva.

El edificio bioclimático y la técnica constructiva semiartesanal que proponemos es una ventaja para las comunidades donde la industrialización no existe como tal, el costo económico es menor y resuelve problemas técnicos reduciendo en tres grados la temperatura exterior con las condiciones de clima estudiadas, que otros sistemas constructivos no han solucionado.

El punto más importante es que las comunidades que desarrollan sus actividades en zonas tropicales y húmedas, en general han alcanzado niveles económicos menores que aquellos alcanzados por las sociedades del hemisferio norte frío y templado. Esto se relaciona con el hecho de que en la actualidad no se encuentran tecnologías apropiadas para la interacción equilibrada con nuestro ecosistema tropical, por ello la gran importancia de realizar e implementar un estudio bioclimático no solo en la región costa, si no en las demás regiones del estado y del país, cumpliendo así con los objetivos planteados al inicio de esta investigación.

GLOSARIO

Acondicionamiento de aire. Proceso de tratamiento de aire en el que se controla simultáneamente su temperatura su humedad y su calidad.

Aire seco. Mezcla de varios gases (78% nitrógeno, 21% oxígeno y 1% de otros gases como: anhídrido carbónico, hidrógeno y argón). La densidad del aire seco a 21 C T.B.S. nivel a nivel del mar, es de 1.2 kg/m³. El volumen específico del aire en m³/kg de aire depende de la temperatura y de la presión (aumenta con la temperatura y disminuye con la presión atmosférica).

Aislamiento térmico. Material que presenta una resistencia relativamente alta al paso del calor, se emplea para disminuir el flujo de éste.

Altitud. Altura con relación al nivel del mar. Al aumentar la altura, el aire esta menos cargado de partículas sólidas y líquidas, las cuales absorben las radiaciones solares y las difunden, aumentando la temperatura del aire.

Altitud solar. Altura que ocupa el sol en un día y una hora determinados. Se define como el ángulo que forma el rayo solar en el plano del horizonte.

Aprovechamiento solar en el espacio urbano. Proceso de la organización del medio físico, natural o artificial, que se integra a la planeación urbana y cuyo procedimiento consiste en el ordenamiento del espacio público por medio de una correcta utilización de los recursos naturales, para mejorar las condiciones ambientales a favor de los asentamientos humanos; tanto urbanos como naturales.

Acimut. Ángulo diédrico que forma el plano vertical que contiene al sol con el eje norte-sur del meridiano del lugar.

Bioclimatismo. Principio de concepción de la arquitectura que apunta a utilizar los elementos favorables del clima con objeto de satisfacer las exigencias del bienestar térmico.

British Thermal Unit (BTU). Calor que se requiere para elevar la temperatura de una libra de agua de 59 a 60 grados F.

Calor. Forma de energía que se manifiesta por el movimiento molecular.

Calor basal. Cantidad de energía calorífica requerida para producir un cambio de unidad de temperatura por unidad de masa; es una constante para cada material.

Calor latente (entalpia de vaporación). Cantidad de energía calorífica necesaria para cambiar el estado físico de una sustancia sin variar su temperatura.

Calor sensible. Cantidad de energía calorífica que absorbe una sustancia, por ejemplo un fluido, al elevar su temperatura sin cambiar su estado físico.

Cambio de aire. Parámetro para expresar la cantidad de aire que se extrae o se introduce a un edificio o habitación, en términos del número de volúmenes del edificio o de la habitación, intercambiados.

Capacidad calorífica. Capacidad de todos los materiales de almacenar calor; esta función del calor específico, la densidad y la masa por unidad de volumen.

Circulación de aire. Movimiento del aire natural o inducido.

Coefficiente de conductividad. Capacidad de un material para transmitir calor por inducción. Es la cantidad de calor (Kcal) que pasa en una unidad de tiempo (h) a través de una unidad superficial (fm) de

espesor unitario(fm) que tenga una diferencia de temperatura de la unidad de 1°C entre sus cargas en un material homogéneo.

Coefficiente de sombra. Relación entre la ganancia de calor a través de un sistema de vidrio cualquiera, bajo ciertas condiciones, y la ganancia de calor a través de un vidrio doble en las mismas condiciones.

Coefficiente de superficie. Efecto que produce el viento en una superficie bajo la radiación solar; interviene en la fórmula para determinar la temperatura sol-aire.

Coefficiente de transmisión de calor. U es la cantidad de calor (Kcal) que pasa por en una unidad de tiempo (1h) a través de muros, techos, y pisos (elementos compuestos por varios materiales en su espesor),etc., con unidad de superficie de 1m^2 , que tenga una diferencia de temperatura de 1°C entre sus caras (interior y exterior).

Conducción. Proceso que se produce cuando el calor se transmite por cedencia entre moléculas, pasando de las más a las menos cálidas; esto da la dirección del flujo.

Conductancia térmica. Transmisión térmica en unidad de tiempo a través de una unidad de área de un cuerpo en particular.

Conductividad térmica. Transmisión por conducción -solamente- en unidad de tiempo, a través de una unidad de área, de un cuerpo en dirección perpendicular a la superficie, con diferencial de un grado entre caras.

Constante solar. Cantidad de radiación solar que recibe, por unidad de tiempo y por unidad de área, una superficie normal al sol fuera de la atmósfera, cuando la tierra se encuentra a la distancia media con respecto al Sol.

Convección. Movimiento de un fluido, sólido o gaseoso, a causa de la gravedad y el calentamiento diferencial. El calor se transmite por convección de un lugar a otro debido al movimiento o circulación de un fluido.

Declinación del sol. Ángulo que se forma entre el plano de la elíptica y el plano ecuatorial terrestre.

Deshumidificación. Condensación de vapor de agua existente en el aire; puede efectuarse enfriando abajo del punto de rocío o por extracción del vapor de agua con métodos químicos o físicos.

Día diseño. Día para el cual se realizan los cálculos de la carga térmica.

Día grado. Medida que indica la diferencia entre la temperatura de confort máxima o mínima y la temperatura media, de tal forma que la suma mensual de los valores diarios de esas diferencias dan los días-grado/mes.

Diferencial de temperatura. Diferencia entre las temperaturas de diseño exterior e interior. Efecto de chimenea (stack effect). Debido a la diferencia de densidad entre el aire frío y el caliente, se forman corrientes por convección natural, por lo que el aire caliente se eleva y puede canalizarse al exterior. Este efecto acelera los cambios de aire en el interior de una edificación a manera de un extractor.

Edafología. Ciencia que estudia la naturaleza (composición química, origen y evolución), y las condiciones del suelo (características físicas) en relación con los seres vivos, especialmente con los microorganismos y las plantas.

Efecto de invernadero. Fenómeno provocado por una superficie transparente o translúcida colocada sobre un recinto cerrado. Se traduce en una buena penetración de la radiación solar (longitud de onda corta) pero forma una barrera a la fuga de calor (radiaciones infrarrojas de onda larga); disminuye también pérdidas por convección.

Emisividad. Capacidad de una sustancia para emitir energía radiante; se produce por la relación del flujo de energía que emite un cuerpo, respecto al que emite un cuerpo negro ideal a la misma temperatura.

Energía. Capacidad de un cuerpo para efectuar un trabajo; toma diferentes formas: mecánica, eléctrica, química, etc.

Enfriamiento. Disminución de la temperatura de una sustancia a causa de la extracción de calor hasta una temperatura mayor al punto de congelación.

Enfriamiento de aire. Reducción de la temperatura del aire a causa de la extracción del calor, como resultado de su contacto con un medio que se mantiene a una temperatura menor que la del aire. El enfriamiento puede estar acompañado por adición de humedad (evaporación) o reducción de la misma (deshumidificación), o bien puede realizarse sin cambio en la humedad.

Enfriamiento evaporativo. Proceso que involucra el intercambio adiabático entre el aire y una superficie húmeda o agua esparcida. El agua adquiere la temperatura de bulbo húmedo del aire, la cual permanece constante a lo largo del intercambiador.

Entalpia. Cantidad de calor que contiene un fluido.

Factor de emisividad. Relación del poder emisivo de una superficie real con relación al cuerpo negro perfecto.

Factor de ganancia de calor solar. Ganancia de calor que produce la energía solar que trasmite y absorbe una hoja de vidrio doble fuerza sombra.

Ganancia solar directa. Aprovechamiento de calor que producen los rayos solares al atravesar primero el espacio habitable por calentar e incidir después en masas térmicas captadoras-almacenadoras que luego emitirán en un tiempo determinado como son los materiales densos de baja porosidad. Esta situación se presenta a través de paredes, cubiertas, ventanas, etc., que captan, absorben o permiten el paso de los rayos solares sin el uso de medios mecánicos.

Ganancia solar indirecta. Aquí los rayos solares ya no viajan a través del espacio habitable, pero inciden aún, en primer término sobre la masa almacenadora, la cual colecta y almacena los flujos de calor y los transfiere directamente al espacio habitable por medios naturales (propiedades térmicas).

Humedad. Cantidad de vapor de agua en un volumen de aire; se expresa en gramos de vapor de agua por metro cúbico de aire.

Humedad absoluta. Peso del vapor de agua por unidad de volumen.

Humedad específica. Relación de la masa del vapor de agua con la masa de aire seco que contiene la muestra.

Humedad relativa. Cantidad de vapor de agua existente en el aire con relación a la máxima cantidad de vapor de agua que puede tener para saturarse a la misma temperatura.

Inercia térmica. La temperatura del sol-aire tiene una variación en 24 horas que se representa con una curva sinusoidal; la variación de las temperaturas interiores también tiene una gráfica similar, pero ésta da una curva menos acentuada (amortiguación) y una traslación horaria (retraso) de los máximos y mínimos. De esta forma, se tiene una curva de las temperaturas exteriores y una curva de las interiores al comparar las dos curvas, es evidente en qué intervalos existe un flujo térmico del exterior al interior y en cuáles en sentido inverso.

Masa térmica. Dimensión que produce un retraso de la transmisión de flujo de calor por una pared, representada muchas veces por la capacidad térmica de los materiales que constituyen la pared.

Muro trombe. Sistema pasivo de climatización que aprovecha la capacidad térmica de los materiales para intercambiar energía con el medio ambiente.

Propiedades termodinámicas. Propiedades básicas que definen el estado de una sustancia (presión, temperatura, volumen, entalpía, entropía).

Psicrómetro. Instrumento para determinar la humedad o el estado higrométrico de la atmósfera.

Punto de congelación. Temperatura a la que un líquido se solidifica o congela debido a la extracción de calor.

Punto de ebullición. Temperatura a la que la presión de vapor de un líquido es igual a la presión externa en la interfase líquido-vapor.

Punto de fusión. Temperatura a la que las fases sólida y líquida de una sustancia se encuentran en equilibrio a una presión dada.

Punto de rocío ambiente. Temperatura correspondiente a la saturación (100% de humedad relativa), para una humedad absolutada y una presión constante.

Radiación difusa. Radiación que se recibe del Sol después de un cambio de dirección debido a la reflexión o a la dispersión por la atmósfera, nubes o alguna superficie).

Radiación directa. Radiación que se recibe directamente del disco solar (sin obstáculo alguno).

Radiación solar. Radiación que proviene del sol y se encuentra entre intervalo de longitudes de onda de 0.3 a 3 micras.

Radiación térmica. Ondas caloríficas emanadas por los cuerpos, que se diferencian de las ondas luminosas por su mayor longitud y menor frecuencia.

Reflexión. Consiste en la retransmisión en otra dirección de la radiación incidente en una superficie sin alterar su energía.

Resistencia térmica. Propiedad que tienen los materiales de oponerse al paso del calor. La resistencia total de un cuerpo es igual a la suma de las resistencias de cada uno de sus componentes. $RT = R1 + R2 + R3 + \dots Rn$

Sistema bioclimático o pasivo, Sistema que aprovecha los componentes de las construcciones (ventanas, techumbres, acabados, etc.) para suministrar los flujos energéticos que se requieren y alcanzar las condiciones de bienestar térmico humano. Se caracteriza por ser regulable respecto a las fluctuaciones diarias y estacionales del clima. Por ejemplo: la orientación, los dispositivos de control solar, etc.

Sistema solarizado o activo. Sistema que se basa en el empleo de dispositivos o artefactos para la captación, almacenamiento y transformación de energía solar, fotoceldas, colectores solares, etc.

Superficie deshumidificadora. Unidad de acondicionamiento de aire diseñada para el enfriamiento y deshumidificación del aire al pasar por un intercambiador húmedo.

Superficie refrigerante. Método para enfriar aire o algún otro gas pasándolo por superficies frías.

Temperatura. Intensidad de calor que tiene un cuerpo almacenado, según el calor del medio circundante.

Temperatura de bulbo húmedo. Temperatura que se alcanza en estado estacionario por una pequeña cantidad de líquido en fase de evaporación dentro de una mezcla gas-vapor no saturada.

Temperatura de bulbo seco (ambiente). Media aritmética de los promedios mensuales y anuales de la temperatura al ambiente, que se calcula con los datos del periodo.

Temperatura de rocío. Temperatura a la que se inicia la condensación del vapor de agua en un espacio con una humedad dada, donde la

temperatura y la presión del valor se reducen. Corresponde a la saturación para una humedad absoluta dada a presión constante.

Temperatura de saturación. Temperatura a la cual una mezcla dada de vapor de agua y aire se satura (punto de rocío).

Temperatura máxima extrema mensual. Temperatura máxima que se registra en un mes.

Temperatura medía anual. Promedio de las temperaturas medias mensuales durante un año.

Temperatura media extrema anual. Promedio de las temperaturas medias extremas mensuales durante un año.

Temperatura media extrema mensual. Promedio de la temperatura mínima extrema y máxima extrema mensual.

Temperatura media mensual. Promedio de las temperaturas medias diarias durante un mes.

Temperatura sol-aire. Temperatura que resulta al incrementársele a la temperatura exterior los efectos de la radiación y de los vientos incidentes en una superficie.

Transferencia de calor en estado estacionario. Flujo de calor que pasa por un sistema en forma constante, es decir, independientemente del tiempo.

Transferencia de calor en estado no estacionario. Cantidad de calor que fluye de un sistema y varía con el tiempo.

Transmitancia. Capacidad de un material para transmitir energía radiante. Se da por el flujo de radiación incidente sobre el mismo.

Vapor. Gas que se encuentra cerca del equilibrio con el líquido.

Vapor saturado. Vapor en equilibrio con su líquido,

Volumen específico. Volumen de una sustancia por unidad de masa.

Zona de confort. Estado psicofisiológico bajo el cual la mayoría de los usuarios de un espacio manifiestan satisfacción con el medio ambiente que les rodea. Es el punto de equilibrio entre las condiciones ambientales externas y las del interior de un espacio, que permite la realización de las diversas actividades de los usuarios bajo condición Introducción.

BIBLIOGRAFÍA

Bowen Arthur. *Desing guidelines on vertical airflow in building and urban areas*. Memorias, PLEA' 84. México. 1984.

Brown G.Z. *Sol, luz y viento, estrategias para el diseño arquitectónico*. México: Trillas. 1994.

Cantarell Lara Jorge. *Geometría, energía solar y arquitectura*. Mexico: Trillas. 1990.

Compendio de los diez libros de arquitectura de Vitrubio. De la versión en francés de Claudio Perrault, traducido al castellano por Joseph Castañeda. Madrid.1761.

Deffis Caso Armando. *La casa ecológica autosuficiente, para climas cálido y tropical*. México: Árbol. 1994.

Fathy Hassan. *Gourna: a tale of two villages*. University of Chicago. 1973.

Fonseca Xavier. *Las medidas de una casa, antropometría de la vivienda*. México: Árbol. 1994

García José R. *et al. Viento y Arquitectura, el viento como factor de diseño arquitectónico*. México. 1995.

Gorchakov G. *Materiales de construcción*. Moscú: Mir. 1984.

INEGI. Oaxaca, Resultados Definitivos, Datos por Localidad (Integración Territorial), XI Censo General de Población y Vivienda, 2000.

King Binelli Delia. *Acondicionamiento bioclimático*. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. División de ciencias y artes para el diseño. Departamento de métodos y sistemas. 1994.

Koenigsberger O. H., *et. al. Manual of tropical housing and building, Part One: Climate desing*. Londres. 1973.

Montiel, V. Laura M. *Diseño sistémico bioclimático*. Tesis de maestría en Arquitectura-Tecnología. División de estudios de postgrado, UNAM. 1987.

Olgay Victor. *Arquitectura y clima. Manual del diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona. 1998.

Plan de centro de población municipal de Puerto Ángel- Zipolite. 1993.

Pianeta D. Alberto. *Aproximación de una arquitectura ecotecnológica: criterios de diseño bioclimáticos para viviendas en la región tropical húmeda de Colombia*. Tesis de maestría en Arquitectura, División de estudios de Postgrado, UNAM. 1987.

Sánchez A. *Síntesis Geográfica de México*. México, D.F. 1992.

Senosiain A. Javier. *Bioarquitectura, en busca de un espacio*. México. 1993.

Sobin Harris J. *Window desing for passive ventilative cooling: an experimental study*. College of architecture, University of Arizona, Tucson Arizona.

Strahler Arthur. *Modernn Physical Geography*. Nueva York. 1978.

Tudela Fernando. *Ecodiseño*. Universidad Autónoma Metropolitana. México 1992.