

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

TEMA:

**“PROPUESTA DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO PARA VIVIENDA MÍNIMA EN
ZONAS DE EXPANSIÓN HABITACIONAL DE LA CIUDAD DE SAN
MIGUEL”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL GRADO DE:
ARQUITECTO**

PRESENTADO POR:

| NOMBRE | CARNÉ | FABIO |
|--|-----------------|--------------|
| YOALMO GÓMEZ MOREJÓN | GM-98073 | |
| IRIS ARELY MEDRANO | MM-97062 | |
| FRANCISCO ALBERTO GUZMAN ALVARADO | GA-99046 | |

COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACION:

ING. GUILLERMO ANTONIO MOYA TURCIOS

DOCENTE DIRECTOR.:

ARQ. JULIO ELIAS ORELLANA ROVIRA

CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, JUNIO DE 2006

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Rectora

Dra. Maria Isabel Rodríguez

Secretaria General

Lic. Alicia Margarita Rivas de Recinos

Facultad Multidisciplinaria Oriental

Decano Interino.

Ing. Francisco Mármol Canjura

Secretaria

Lic. Lourdes Ascencio.

COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN.

Coordinador de Trabajo de graduación del departamento de Ingeniería y
Arquitectura

Ing. Guillermo Moya Turcios

Docente director

Arq. Julio Elías Orellana Rovira

AGRADECIMIENTOS.

Al Ing. Guillermo Moya Turcios y al Arq. Julio Elías Orellana Rovira, por ser nuestros guías, de apoyo y por brindarnos mucho de sus conocimientos incondicionalmente a lo largo de todo este trabajo de graduación.

Al comité de graduación, quienes nos ayudaron para la realización de este trabajo.

Al Lic. Oscar Hernández, Jefe de la sección de Física de La Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental.

Al la Lic. Marta Villatoro.

Al Arq. Guillermo Altamirano. Master en Arq. Bioclimática de la universidad José Simeón Cañas.

A las personas que de alguna u otra manera colaboraron directa o indirectamente con la realización de nuestro trabajo de graduación.
Muchas Gracias.

Francisco Guzmán, Iris Medrano y Fabio Gómez.

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO, por haberme dado la fortaleza y conocimiento para poder culminar con éxitos todas mis metas propuestas.

A MIS PADRES:

Jesús Francisco Guzmán Lazo.

Maria Berta Alvarado de Guzmán

Por haberme brindado todo su apoyo, amor, confianza y sacrificio para poder culminar mis estudios.

A MI QUERIDA HERMANA:

Carol Lissette Guzmán Alvarado.

Por toda su ayuda, apoyo, cariño, solidaridad y empuje que me brindó día a día para culminar mis estudios.

A MI ABUELA

Ana de Guzmán.

Por su cariño, entusiasmo y empuje para este triunfo.

A MIS TIOS Y LA FAMILIA

Por brindarme su cariño y apoyo

A MIS AMIGOS, Por darme mucho optimismo, cariño y entusiasmo para alcanzar esta meta.

A MIS COMPAÑEROS, Iris Arely Medrano y Fabio Yoalmo Gómez Morejon Por tener paciencia y apoyarme siempre.

Francisco Alberto Guzmán Alvarado.

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO, Por darme el camino, la sabiduría, iluminación y paciencia en cada instante para poder culminar con éxito la meta.

A MIS PADRES:

José A. Medrano (Q.D.D.G)

Maria B. Benítez Vda. De Medrano

Por haberme brindado todo su apoyo, amor, confianza y sacrificio para poder culminar mis estudios.

A MIS HERMANOS Y FAMILIARES.

Por todo el apoyo y comprensión que me brindaron siempre.

A MIS AMGO(A)S, Por brindarme siempre su apoyo y cariño.

A MIS COMPAÑEROS FABIO YOALMO GOMEZ MOREJON Y FRANCISCO ALBERTO GUZMAN ALVARADO Por su compañerismo y apoyo en la realización de este trabajo

Iris Arely Medrano

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO, por haberme dado la fortaleza y conocimiento para poder culminar con éxitos todas mis metas propuestas.

A MIS PADRES:

Fabio Gómez Villalobos

Digna Esperanza Morejon de Gómez

Por haberme brindado todo su apoyo, amor, confianza y sacrificio para poder culminar mis estudios.

A MIS HERMANOS

Franklin Guillermo Gómez Morejon

Nixon Joaquín Gómez Morejon

Por todo el apoyo y comprensión que me brindaron siempre.

A MIS ABUELOS Dorila Villalobos, Fabio Gómez Batres, Maria Luz Morejon, Miguel Ángel Araniva, A MI TIO José Porfirio Gómez, A MI PRIMA CONCHY, Y A MI NOVIA ELIZABETH Por brindarme su apoyo y comprensión

A MIS COMPAÑEROS FRANCISCO GUZMAN E IRIS ARELY MEDRANO Por tener paciencia y apoyarme siempre.

Fabio Yoalmo Gómez Morejon

INDICE

Resumen.

CAPITULO I

Introducción..... XX

CAPITULO 2

2.0 “PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA”:

| | |
|---|---|
| 2.1 Situación Problemática..... | 1 |
| 2.2 Objetivos..... | 4 |
| 2.3 Justificación..... | 5 |
| 2.4 Alcances..... | 7 |
| 2.5 Limites... .. | 8 |
| 2.6 Definición del lote de estudio..... | 9 |

CAPITULO 3

3.0 “MARCO TEORICO”

| | |
|--|----|
| 3.1 Antecedente..... | 10 |
| 3.1.1 Adaptación del refugio al clima..... | 10 |
| 3.1.2 Prehistoria..... | 11 |

| | |
|---|----|
| 3.1.3 Construcciones nativas..... | 12 |
| 3.1.4 Asentamientos comunitarios y clima..... | 13 |
| 3.1.5 Ejemplos de arquitectura bioclimatica..... | 18 |
| 3.1.6 Ejemplos de arquitectura bioclimatica en El Salvador..... | 23 |
| 3.2 Base teórica..... | 25 |
| 3.2.1 Concepto de arquitectura bioclimatica..... | 25 |
| 3.2.2 Diseño bioclimatico..... | 26 |
| 3.2.3 Etapa metereologica..... | 27 |
| 3.2.3.1 Elementos que determinan el clima... | 42 |
| 3.2.3.2 Factores que modifican el clima..... | 59 |
| 3.2.4 Etapa biológica..... | 62 |
| 3.2.4.1 Termorrecepción..... | 62 |
| 3.2.5 Efectos térmicos de los materiales..... | 82 |
| 3.2.5.1 Materiales opacos y equilibrio de la temperatura interior..... | 82 |

| | |
|---|-----|
| 3.2.6 Etapa tecnológica..... | 96 |
| 3.2.6.1 Conceptos básicos de la Arquitectura bioclimatica..... | 96 |
| 3.2.6.2 Técnicas utilizadas en la arquitectura bioclimatica..... | 125 |
| 3.3 Marco legal..... | 158 |
| 3.3.1 Teorías del cambio climático..... | 158 |
| 3.3.2 Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático..... | 164 |

CAPITULO 4

4.0 “METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION”

| | |
|--|-----|
| 4.1 Tipo de Investigación..... | 172 |
| 4.2 Técnicas e instrumentos de investigación..... | 173 |
| 4.2.1 Técnicas de Investigación..... | 173 |
| 4.2.2 Instrumentos de Investigación..... | 173 |
| 4.3 Metodología para la realización del Diagnostico..... | 174 |
| 4.4 Metodología para la realización del Pronóstico..... | 176 |

CAPITULO 5

5.0 “DIAGNOSTICO”

| | |
|---|-----|
| 5.1 Zonas de expansión habitacional en la ciudad de San Miguel..... | 180 |
| 5.2 Macroclima..... | 184 |
| 5.3 Descripción del clima en El Salvador..... | 185 |
| 5.4 Microclima..... | 199 |
| 5.5 Transferencia de calor en Lámina de fibrocemento.... | 203 |
| 5.6 Cuadro promedio de temperatura y humedad..... | 214 |
| 5.7 Situación económica de la vivienda mínima actual..... | 217 |

CAPITULO 6

6.0 “PRONOSTICO”

| | |
|---------------------------|-----|
| 6.1 Situación actual..... | 220 |
| 6.2 Proyecciones..... | 220 |
| 6.3 Cambio climático..... | 221 |

CAPITULO 7

7.0 “PROPUESTA”

| | |
|---|-----|
| 7.1 PROPUESTA 1 Orientación Norte-Sur..... | 242 |
| 7.2 PROPUESTA 2 Orientación Oeste-Este..... | 267 |
| 7.3 Solución al aspecto Psico-social..... | 293 |
| 7.4 Costos..... | 296 |
| 7.5 Interpretación de resultados..... | 297 |

Bibliografía.

Anexos.

INDICE

RAS.

Figura

| | | |
|--|-----|-----|
| 1. Imagen por satélite de la deforestación del Amazonas | 2 | |
| 2. Regiones climáticas según Sacrobosco. | 10 | |
| 3. Vivienda zona cálida-húmeda. | 13 | |
| 4. Utilización de paredes elaboradas con adobe. | 14 | |
| 5. Rancho campesino característico de 1800, en El Salvador | 16 | |
| 6. Vivienda típica del periodo colonial | 17 | |
| 8. Vivienda bioclimática | 25 | |
| 9. Transmisión del calor. | 31 | |
| 10. Transmisión de calor por convección | 37 | |
| 11. Higrómetro y psicrómetro. | 53 | |
| 12. Efecto de la altitud en la temperatura. | | |
| 13. Movimiento del aire cerca de una masa de agua. | 61 | |
| 14. Factores generadores de calor del cuerpo humano. | 73 | |
| 15. incidencia solar (invierno, verano) | 98 | |
| 16. Fenómeno convectivo. | 99 | |
| 17. Efecto climático del suelo | 101 | |
| 18. Perdida de calor a través de la ventilación. | 103 | |
| 19. Pérdidas de calor en una vivienda | 104 | |
| 20-46 Flujo de aire interior | 105 | |
| 47. Ubicación del emplazamiento. | 126 | |
| 48. Diferencia del flujo de aire. | | 127 |
| 49. Filtración solar. | 130 | |

| | | |
|--|-----|-----|
| 50. Masa térmica. | | 132 |
| 51. Aislamiento térmico | 137 | |
| 52. Ejemplo de flujo de aire | 138 | |
| 53. Ventilación convectiva. | 139 | |
| 54. Ventilación convectiva en desván | 140 | |
| 55. Espacio Tapón | 151 | |
| 56. Sombreamientos. | 152 | |
| 57. Cantidad de radiación de acuerdo a la posición del acristalado | | 153 |
| 58. Pérgolas | 153 | |
| 59. Efecto refrescante de la pulverización del agua sobre el techo. | | 155 |
| 60. Formula para el cálculo del alero | 156 | |
| 61. doble altura | 157 | |
| 62. Uso de vegetación. | 157 | |
| 63. Imagen satélite | 159 | |
| 64. Imagen que muestra la traslación de la tierra y su inclinación. | 174 | |
| 65,66 Incidencia solar. | 175 | |
| 67. Viviendas Mínimas | 177 | |
| 68. Grafica de las proyecciones de humedad relativa. | | 179 |
| 69. Mapa N° 2. Del PLAMADUR-San Miguel. | | 180 |
| 70. Mapa N° 3 DEL PLAMADUR-San Miguel. | | 182 |
| 71. Zonas climáticas en los países latinoamericanos | | 184 |
| 72. Mapa de precipitaciones. | 187 | |

| | |
|---|-----|
| 73. Precipitaciones anuales en Centro y Sur América. | 188 |
| 74. vientos dominantes. | 190 |
| 75. Vegetación típica de El Salvador. | 194 |
| 76. Radiaciones solares en solsticios para Latinoamérica | 197 |
| 77. Radiaciones solares en equinoccios para Latinoamérica | 198 |
| 78,79 Incidencia Solar para la ciudad de San Miguel. | 200 |
| 80. Solsticio de verano y Solsticio de invierno | 204 |
| 82. Grafico de incidencia solar | 212 |
| 84. Vivienda norte-sur, fachada norte | 243 |
| 85. Vivienda norte-sur, fachada sur. | 244 |
| 86. Vivienda norte-sur, primer nivel | 246 |
| 87. Vivienda norte-sur, segundo nivel. | 247 |
| 88. Vivienda norte-sur, fachada nord-oeste | 248 |
| 89. Vivienda norte-sur | 249 |
| 90. Vivienda norte-sur, acceso principal fachada norte | 250 |
| 91. Vivienda norte-sur, fachada este. | 251 |
| 92. Vivienda norte-sur, fachada sur | 252 |
| 93. Vivienda norte sur, planta de techos. | 253 |
| 94. Vivienda norte-sur, enfatizando ventanería | 254 |
| 95 y 96 Vivienda norte-sur, salidas de aire caliente. | 255 |
| 97. Vivienda norte-sur, ejemplo de ventilación cruzada. | 257 |
| 98. Vivienda oeste-este, primer nivel. | 268 |
| 99. Vivienda oeste-este, segundo nivel. | 269 |
| 100. Vivienda oeste-este, fachada sur | 270 |

| | |
|--|-----|
| 101. Vivienda oeste-este, fachada norte. | 270 |
| 102. Fachada oeste de la vivienda. | 273 |
| 103. Fachada este de la vivienda. | 273 |
| 104. Color blanco en paredes. | 274 |
| 105. Utilización de aleros | 275 |
| 106. Árboles generadores de sombra. | 276 |
| 107. Utilización de celosías fijas. | 277 |
| 108. Techos | 278 |
| 109. Ventilación Natural | 280 |
| 110. Ventilación convectiva. | 281 |
| 111. Ventilación cruzada | 282 |
| 112. Árbol de hojas perennes | 286 |
| 113. Amontonamiento de plantas. | 287 |

Anexo #

| | | |
|--|-----|-----|
| 1. Entrevista | 300 | |
| 2. Guía de observación | 301 | |
| 3. Planos propuesta bioclimatica Orientación norte-sur. | | 303 |
| 4. Planos propuesta bioclimatica Orientación Oeste-Este. | | 321 |
| 3. Presupuesto vivienda Norte-sur | 340 | |
| 4. Presupuesto vivienda Norte-sur | 344 | |

R I.

Una de Las problemáticas en las condiciones dentro de la vivienda mínima en la ciudad de San Miguel es la alteración de la temperatura fuera de los estándares de confort microclimáticos para la región, lo que ocasiona mayores ingresos a las familias residentes y al estado en conceptos de salud y acondicionamiento climático, provocando mayor gasto de energía y mas contaminación para el medio ambiente por la utilización de sistemas mecanizados de enfriamientos.

A través de las técnicas y conceptos de la arquitectura bioclimática aplicada en el diseño para vivienda mínima se pretende mejorar las condiciones del microclima interior a bajo costo.

El trabajo presenta diferentes etapas de estudio, la etapa metereológica donde se obtuvo la información acerca del macroclima y microclima del lugar a demás de todas las condicionantes en relación a la temperatura.

La etapa biológica la cual esta relacionada a los efectos del clima en el hombre y por medio de la cual se obtuvo los estándares climáticos de confort.

La etapa acerca de materiales, dentro de la cual se presentan los diferentes tipos de materiales así como su característica térmica.

Y la etapa tecnológica, donde se presentan las diferentes técnicas y conceptos bioclimáticos actuales aplicados en varias regiones de clima calido-húmedo.

El trabajo se desarrolló dentro d as de expansión habitacional de la ciudad de San Miguel.

Se evaluó la temperatura y humedad exterior e interior en viviendas mínimas.

Como resultado se elaboraron dos propuestas de diseño bioclimático a nivel arquitectónico y teórico para vivienda mínima en zonas de expansión habitacional de la ciudad de San Miguel.

La primera propuesta presenta la orientación norte-sur, que en términos de diseño presenta la mejor condición.

La segunda propuesta esta orientada de Oeste-este presentando la peor condición para el diseño.

Ambas propuesta mejoran las condiciones microclimáticas y su microclima interior se encuentran dentro de los estándares de confort establecidos para la región, también disminuyen los ingresos por parte de las familias residentes y del estado en conceptos de salud y climatización.

INTRODUCCIÓN.

La nueva ética, el cambio de actitudes frente al entorno, exigen una metodología de enfoque específica en todos los ámbitos disciplinares. Si esto no se produce, la conciencia ciudadana y la de los

responsables en la toma de decisiones, no encontrará forma de implementarse de una manera real y responsable. Es por ello de gran importancia desarrollar la investigación, y la actuación disciplinar en una búsqueda constante de nuevos criterios de análisis y soluciones en relación a los efectos de nuestra acción sobre el medioambiente. Los problemas que afectan al medioambiente no se pueden enfocar independientemente desde cada disciplina. La metodología de investigación sectorial, lleva a un análisis de relación causa-efecto lineal, que impide abarcar el problema en toda su complejidad. Esto nos lleva a la necesidad de una investigación multidisciplinar

Pero para ello cada una de las disciplinas debe plantearse su rol específico.

La capacidad de la Arquitectura, en su ámbito de actuación, de asumir la responsabilidad de una ética de preservación medioambiental, se manifiesta en la búsqueda de soluciones desde un nuevo enfoque del sentido del hábitat y su incidencia en el desarrollo sostenible que deberá integrarse como premisa en la toma de decisiones de diseño.

Las formas de pensamiento de principios de siglo ya no responden a la realidad actual. A pesar de ello, la casi totalidad de los arquitectos y el discurso en las escuelas de arquitectura responde a esas mismas premisas. No hemos integrado la conciencia ecológica imprescindible a las bases del pensamiento arquitectónico. Una manera de enfocar la arquitectura teniendo en cuenta la necesidad del ahorro energético es el diseño bioclimático el cual plantea una interacción entre el clima y el

edificio , de tal modo que la propia configuración de la construcción y el uso adecuado de materiales elimine o disminuya sensiblemente la necesidad de refrigeración por medios mecánicos. Para ello debemos profundizar el conocimiento del microclima de la región, también existen otros factores que nos debemos replantear. Por una parte, los niveles óptimos de temperatura y humedad y por otra los parámetros actuales de confort; la incorporación de conceptos bioclimáticos aplicados en la vivienda mínima actual podría disminuir el grado de la temperatura interior. Esa pequeña diferencia implicaría un enorme ahorro en términos globales.

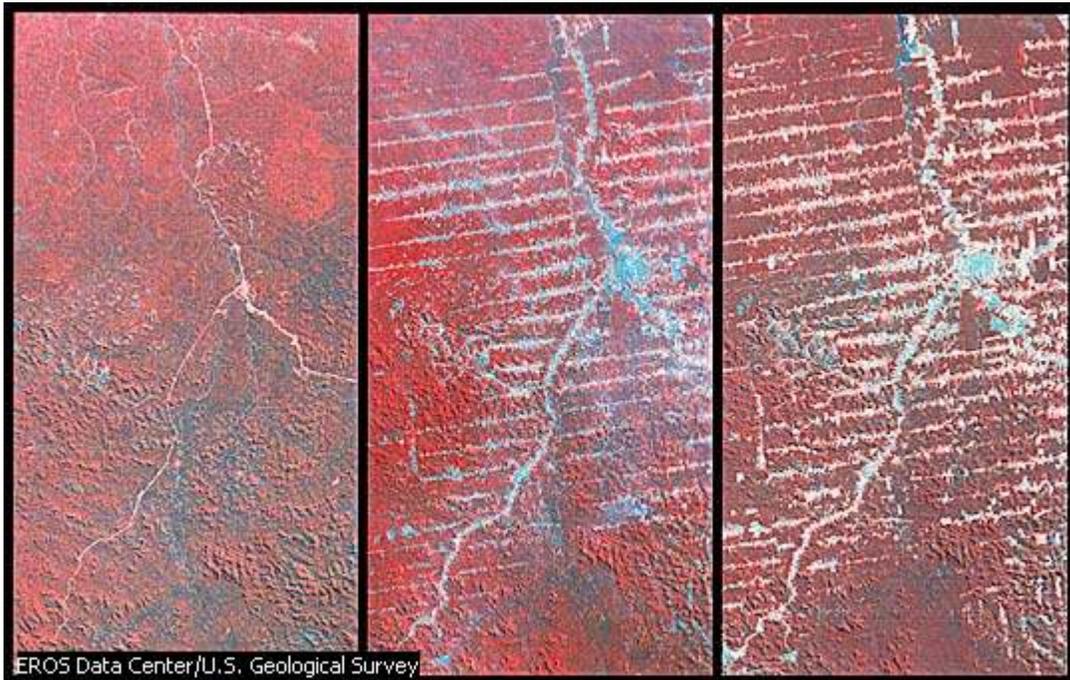
Cabe mencionar que el siguiente trabajo esta enfocado en la aplicación de conceptos bioclimaticos para vivienda, tomando parámetros de la vivienda ecológica, como la relación habitad-ecología.

Se pretende desarrollar una propuesta de diseño que mejore las condiciones climáticas en la vivienda mínima.

2.0 “PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA”

2.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La vivienda mínima en la actualidad presenta un grado de temperatura por encima de los estándares de confort para interiores establecidos, llegando al grado de generar mayores ingresos económicos en materia de acondicionamientos eléctricos, afectar la salud de sus habitantes y deteriorar la relación habitad-usuario. Sin embargo se prevé un aumento de la temperatura la mayoría de los científicos reconoce que la Tierra se está calentando; una de las causas principales se atribuye a la alta concentración atmosférica de gases como el anhídrido carbónico y el metano. Éstos y otros afines son los causantes del efecto invernadero ya que el calor de la Tierra queda atrapado en la atmósfera en lugar de irradiar al espacio, con lo que se produce una elevación de la temperatura atmosférica. Las posibles consecuencias del calentamiento global son impredecibles a largo plazo y han provocado la alarma en todo el mundo. La posibilidad de que se extienda la desertización en algunas regiones ecuatoriales en las próximas décadas resulta inquietante.



1. Imagen por satélite de la deforestación del Amazonas¹

Por ejemplo: Estas imágenes por satélite, que muestran la misma sección de una selva brasileña del río Amazonas, fueron tomadas en 1975 (izquierda), 1986 (centro) y 1992 (derecha). Las estrías diagonales indican la destrucción progresiva de árboles durante un periodo de 17 años.

El efecto que produce la vegetación al absorber energía solar con fines fotosintéticos ha ido disminuyendo. Con poca vegetación, menor cantidad de absorción solar y regulación de la temperatura, y mayor calentamiento.

Estos factores globales han influido en el incremento de la incomodidad de la vivienda mínima en nuestro medio.

¹ Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporación

Nuestro país no posee un tipo de vivienda en serie que enfrente esta problemática. La cual se sensibiliza con el aumento de la temperatura en el microclima interior, la contaminación ambiental y el alto impacto ecológico.

Está claro que la vivienda bioclimática busca ser la mejor respuesta al clima del lugar donde se encuentra, proporcionando un mayor confort con un menor gasto de energía.

Se precisa entonces de una investigación y es imprescindible estudiar la adaptación de un diseño bioclimático en viviendas de este tipo.

2.2 OBJETIVOS

Objetivo general:

Proponer un diseño alternativo, aplicando conceptos bioclimáticos, que mejoren el confort interior en la vivienda mínima en zonas de expansión habitacional de la ciudad de San Miguel.

Objetivos específicos:

- ✓ Disminuir en el diseño propuesto, el grado de temperatura interior, mejorar el índice de humedad, aumentar el área verde dentro del diseño propuesto, con el fin de utilizar las propiedades climáticas de las plantas; y optimizar el acondicionamiento por ventilación natural.
- ✓ Dar un aporte en la búsqueda de alternativas en materia de diseño bioclimático.
- ✓ Presentar a nivel conceptual y teórico las ventajas socio-económicas, como consecuencia de la aplicación de un diseño bioclimático en la vivienda mínima proyectada en las zonas de expansión habitacional de la ciudad de San Miguel.

2.3 JUSTIFICACIÓN

La problemática del microclima interno en la vivienda mínima lleva a la urgente optimización en el diseño, que permita mejorar el confort climático en este tipo de vivienda. Hay varias razones para recuperar la arquitectura bioclimática, adoptando viejas y nuevas técnicas.

- Actualmente, la energía es escasa y su producción lleva aparejada muchos problemas, por ejemplo, la emisión de dióxido de carbono por generación eléctrica en El Salvador es de 300 toneladas de CO₂ por GW/H.² Una construcción bioclimática reduce la energía consumida y, por tanto, colabora de forma importante en la reducción de los problemas ecológicos que se derivan de ello:

- Para ahorrar dinero en la factura de la electricidad.
- Para conseguir una mayor armonía con la Naturaleza. Podemos pasar de la casa - "búnker" que no tiene en cuenta su entorno climático y utiliza potentes aparatos de climatización para resolver el problema, a la casa que se integra y utiliza el entorno y el clima para resolver sus necesidades. A pesar de las esporádicas campañas de concientización, la publicidad se esfuerza todos los días en asociar el ahorro con incomodidad y bajo nivel de vida, el consumo y derroche con el buen vivir; lo consiguen: muchos tienen la idea de que ahorro es sinónimo de privación. La realidad es, sin embargo, que en la sociedad de consumo, éste debe ser incentivado para que el engranaje siga funcionando. No es posible que las compañías de suministro energético estén interesadas

² ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGIA.

en nuevas tecnologías de ahorro energético, ni los fabricantes de sistemas de climatización en sistemas alternativos que desbanquen su tecnología. Los arquitectos y constructores tampoco se preocupan si, hasta ahora, el negocio va bien, y el consumidor, que no tiene información al respecto, no puede demandar productos alternativos que no conoce. Son los gobiernos, conscientes del problema del derroche energético, los primeros que impulsan la investigación y generan nueva normativa en este sentido. En algunos países, hay organismos que investigan y difunden conocimientos bioclimáticos entre arquitectos y constructores. Cientos de libros se han escrito, y cientos de proyectos relacionados de alguna manera con la arquitectura bioclimática se han llevado a cabo por todo el mundo. El proyecto presenta la factibilidad de investigación, ya que constituye un problema actual, y es necesario presentar una solución económicamente competente para ser producida en serie. Es justificable a nivel nacional, pero en especial en zonas más próximas al nivel del mar, como en la mayoría de las áreas de la zona oriental de El Salvador, donde el aumento de la temperatura es más sensible. y por consiguiente la problemática se hace más evidente. es necesario entonces el aporte de la población intelectual en la búsqueda de una solución a este problema que afecta a la mayor parte de la población salvadoreña.

2.4 ALCANCES

- ✓ Elaborar un documento que contenga:
 - La fase investigativa
 - El pronóstico
 - Y la propuesta teórica, presentando alternativas de diseño bioclimático aplicados a la vivienda mínima, que demuestren el mejoramiento del confort interior y garantizando la eficiencia entre los años 2005-2045.
- ✓ Elaborar un gráfico comparativo entre la vivienda mínima actual y la propuesta bioclimática que demuestre la mejora del confort interior y una mejor conveniencia en relación a su costo económico.
- ✓ La propuesta comprenderá la presentación de:
 - Juego de planos arquitectónicos.
 - Juego de planos de instalaciones eléctricas e hidráulicas.
 - Juego de planos estructurales.
 - Secciones, fachadas,
 - Perspectivas interiores y exteriores
 - Maqueta
 - Presupuesto.

2.5 LIMITES

✓ **Limite de estudio arquitectónico y microclimático.**

El proyecto se limita a la investigación y estudio en viviendas mínimas, lote de (7.00 x 15.00) mt. Como maximo.

✓ **Limite geográfico.**

Las zonas de expansión habitacional de la ciudad de San Miguel.

✓ **Limites temporales.**

El proyecto se desarrollará en un periodo de 9 meses.

✓ **Recursos:**

Humanos. Participarán tres estudiantes egresados de la carrera de Arquitectura, un docente director, un coordinador de proceso, y la colaboración de Especialistas en diversas áreas relacionadas al tema.

Económicos. Los costos del Trabajo de Graduación serán financiados por fondos propios.

2.6 DEFINICION DEL LOTE DE ESTUDIO

“En el desarrollo habitacional se reconocen tres tipos de parcelaciones: Asentamiento de interés social (lote: 62.5 MT²), asentamiento popular (lote: 62.5 MT²), y asentamiento residencial (lote: 125.00-1000.00 MT²). Estos lotes no podrán tener un frente menor de 5.00 MT.³

Concepto de Vivienda Mínima.

En todo caso el dimensionamiento propuesto deberá justificarse con un diseño arquitectónico que contemple como mínimo los ambientes siguientes: sala, comedor cocina, un baño, tres dormitorios y un área libre destinada a patios y jardines que no podar ser inferior al 10% del área total del lote.”⁴

Para uso de estudio en el desarrollo de este trabajo se ha destinado utilizar un lote de 105 MT² (7.00 x 15.00) MT, el cual deberá contener los ambientes mínimos antes mencionados. Y que pertenece al concepto de asentamiento residencial.

Sin embargo las alternativas resultantes podrán ser aplicadas en los diferentes asentamientos.

³ Ley de la OPAMSS, parte quinta, art.V3 parcelaciones habitacionales.

⁴ Ibidem.

3.0 “MARCO TEORICO”

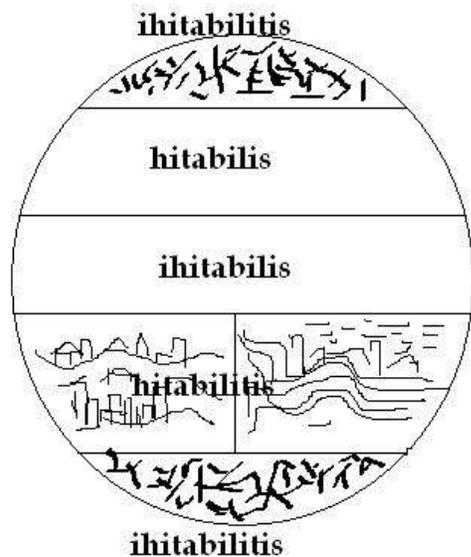
3.1 ANTECEDENTES

3.1.1 ADAPTACIÓN DEL REFUGIO AL CLIMA

El control del entorno y la creación de condiciones adecuadas a sus necesidades y al desarrollo de sus actividades son cuestiones que el hombre se ha planteado desde sus orígenes.

El diseño de la vivienda a lo largo de la historia refleja las diferentes soluciones adoptadas en cada periodo frente al problema de proveerse de un entorno pequeño y controlado. Dentro del amplio espacio natural, generalmente castigado por factores adversos tales como el frío, el calor, el viento, las lluvias y el sol.

Virgilio escribió: “el cielo posee cinco zonas, una de las cuales siempre está roja y ardiente por resplandor de el sol.”



2. Regiones climáticas según

Sacrobosco.

Sacrobosco, en su Sphaera Mundi, proyectó estas cinco zonas celestiales en la tierra, y coincidía con la idea de que la parte central era inhabitable “debido al fervor del sol...Pero esas dos zonas..., cerca de los

polos de la tierra, son inhabitables debido al intenso frío, ya que el sol se encuentra muy alejado de ellas.” Por lo tanto concluía que solo las zonas templadas son aptas para la vida civilizada, y la mayor parte del mundo clásico coincidía con él.

Sin embargo, los antiguos reconocían que la adaptación era un principio esencial de la arquitectura.

La interpretación del clima como factor principal es justificable, solamente, si el entorno climático influye directamente en la expresión arquitectónica. El Dr. Walter B. Cannon sostenía que: “El desarrollo de un equilibrio térmico estable en nuestro edificio debe observarse como uno de los más valiosos avances en la evolución de la edificación.”⁵

3.1.2 PREHISTORIA

ARQUITECTURA TROGLODITA.

“Las cavernas constituyeron el punto de partida de la historia de la arquitectura; después de todo se trata de los primeros refugios del ser humano.

La caverna mas que un lugar o morada se utilizaba como una guarida, de hecho el ser humano las ocupaba esencialmente en invierno y cuando se les presentaban fenómenos climatológicos adversos, gracias a la masa térmica (tierra), que formaba la propia edificación, permitía poseer una temperatura que se mantuviera relativamente constante, favorable para el hombre

3.1.3 CONSTRUCCIONES NATIVAS

⁵ Olgyay, Víctor “ARQUITECTURA Y CLIMA”; 2ª Edición; Editorial Gustavo Gili; 2002; Pág.: 3

Las construcciones nativas, anónimas, todas ellas han solucionado el problema del clima en regiones extremosas. Los estilos arquitectónicos difieren de un lugar a otro. En los sitios donde llueve poco, como en los desiertos, se utilizan los techos planos; mientras que en lugares muy lluviosos se emplean los inclinados, el tamaño de las ventanas varia según el asoleamiento, vista y ventilación requerida. La aparición de viviendas semienterradas en China, y de patios abiertos (cuya vegetación bloqueaba el sol), gozaban de temperaturas frescas.”⁶ Esta tesis estará enfocada en las zonas de clima calido-húmedo, en la cual se encuentra El Salvador.

“El asentamiento de las tribus en este tipo de clima presentaba dos problemas básicos en la construcción de las edificaciones: Escapar de la excesiva radiación solar y permitir la evaporación de la humedad a través de la ventilación. Para solucionar estos dos aspectos, las tribus del sur, en Norte América, organizaban sus aldeas de forma que no se impidiera el movimiento libre del aire, y construían las viviendas de forma aislada entremezclándose con la sombra de la flora existente. Las tribus Seminolas erigían altos tejados cubiertos con hojas para protegerse del sol y arrojar grandes zonas de sombra sobre las viviendas; estas últimas no tenían paredes. La gran superficie e inclinación de los techos les protegían contra la lluvia;

⁶ Senosiain Aguilar, Javier; “Bio Arquitectura”; 1º Edición; Editorial Limusa S.A. de C.V.; Grupo Noriega Editores; México, 1995; Pág.: 87, 90.

Las topologías con cubiertas inclinadas son comunes en territorios más húmedos. Por otra parte los suelos se construían separados de la tierra para permitir la circulación del aire y mantenerlos secos.

La preocupación por el clima se encontraba inherentemente unida a la mano de obra para la solución de los problemas de confort y protección.



3. Vivienda zona cálida-húmeda.

3.1.4 ASENTAMIENTOS COMUNITARIOS Y CLIMA.

Ejemplo: la solución climática, en un entorno parecido en África. En el Sudán tropical se encuentra la aldea de Bari; en las regiones ecuatoriales el sol incide muy verticalmente durante la mayor parte del día, la temperatura varía poco y el ambiente se encuentra cargado de humedad. Tanto la radiación como la lluvia caen desde arriba. Por esta razón, la cubierta es el elemento principal; enfatizado por la forma de sombrilla de las cubiertas de paja, organizadas en anillos. Las paredes pierden su papel usual, y los límites de la vivienda quedan definidos más

o menos por la sombra que arroja la cubierta. Los vientos son bienvenidos y tanto los edificios como los habitantes están poco cubiertos o simplemente decorados.”⁷

En nuestro medio las viviendas elaboradas con un material como el adobe resultan sumamente eficientes para los climas calidos.

En el transcurso del día la tierra absorbe los ardientes rayos del sol y su solidez impide que el calor penetre la morada. Luego, ya caída la noche los adobes irradian el calor almacenado. A su funcionalidad, habría que agregar que el adobe es de los materiales más baratos.



4. Utilización de paredes elaboradas con adobe.

Para los arquitectos, el “homoclima”, o sea, las necesidades humanas, constituyen el factor determinante. Jean Dollfus, con su muestrario de viviendas características de todo el mundo, confirma que el principal objetivo de las construcciones ha sido siempre la búsqueda

⁷Op. Cit. Pág.: 8,196,197

de las condiciones óptimas de confort térmico. Según los resultados de sus análisis, concluye que la topología constructiva se encuentra definida más por las zonas climáticas que por las fronteras territoriales. Aún existiendo variaciones, producto de las tradición o del gusto local, puede afirmarse que la forma general de la vivienda autóctona nace de su relación con el entorno.⁸

Sin embargo a la hora de estudiar la tipología arquitectónica de origen climático en El Salvador, no hay que olvidar su particular historia de conquista por parte de españoles, que conllevó la destrucción de unas tradiciones constructivas y su sustitución por otra. En general domina la topología mediterránea: casa baja con patio interior rodeado por galería, muros de adobe y huecos pequeños al exterior.

Se puede decir que la arquitectura relacionada con el clima y con el paisaje ha perdurado sobre todo en las zonas rurales y en las ciudades que no han sufrido grandes transformaciones debidas al crecimiento desmesurado de la población.

El ejemplo más claro lo constituye la vivienda de origen indígena, que muestra una topología de edificación ligada al paisaje natural en dos aspectos principales: la construcción y el clima. En general son viviendas de amplias cubiertas en pendiente, realizadas en paja u hojas de palma, que protege de las copiosas lluvias y del abrazante sol. Debido a la gran humedad, los cierres se vuelven ligeros, formado por ramas entretrejidas

⁸ Ibidem., Pag. 196

que permiten la ventilación transversal y la entrada de brisas frescas, dejando el interior en penumbra y refrescado. En algunos casos se aprovechan la sombra de los árboles, construyendo debajo de ellos.



5. Rancho campesino característico de 1800, en El Salvador⁹

A medida que los pueblos evolucionan, estas viviendas se van transformando por motivos sociales, aparece el porche cubierto o galería delante de la puerta, como espacio intermedio entre la penumbra interior y la ausencia de protección exterior. Este espacio se destinará, en un principio, a lugar de trabajo y de depósito, posteriormente será el lugar de descanso y vida familiar y social, hasta convertirse en elemento de prestigio y jerarquía, llegando a rodear todo el edificio. Este elemento también ha funcionado en los pueblos como

⁹ Historia de El Salvador, Tomo I, Ministerio de Educación El Salvador Centro-América 1994, pag. 204

galerías de circulación protegidas de las lluvias frecuentes, forma que nos recuerdan las plazas mayores españolas. Por último la galería va a aparecer en los patios interiores de las viviendas coloniales urbanas.

Las cubiertas inclinadas de teja tradicionales abovedadas permiten la ventilación de la cubierta por convección. Esto evita humedades y la pudrición de la base sobre la que se asienta la teja (normalmente madera), una cubierta ventilada, además, asegura la transpiración natural de la vivienda, creando un ambiente sano en el interior.



6. Vivienda típica del periodo colonial

“En la actualidad, la invención de los sistemas de aire acondicionado o clima artificial acarrió la estandarización de materiales y diseños de casas, independientemente del lugar donde estas se ubiquen, sin embargo, durante miles de años las moradas se construyeron en función directa del clima.

Ahora bien, si se considera seriamente el criminal abuso de los energéticos, palpita la necesidad de regresar a las técnicas de diseño bioclimático en las edificaciones.”¹⁰

Un ejemplo reciente de arquitectura bioclimática en viviendas a nivel internacional, es:

3.1.5 PROTOTIPO DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA PRESENTADO AL CONCURSO DE 25 VIVIENDAS BIOCLIMÁTICAS EN GRANADILLA, TENERIFE, EN OCTUBRE DE 1995”

LA IDEA

El paisaje casi lunar y el calor del lugar nos sugirieron la creación de un oasis abierto a las brisas refrescantes del Nordeste y cerrarnos al sol y vientos tórridos del Sur. De allí nació la idea del muro curvo que abraza la vivienda y el patio rememorando las antiguas protecciones de piedra de los viñedos.

DESCRIPCION

La vivienda que consta de un estar-comedor-cocina, alacena, baño compartimentado y tres dormitorios, se configura como dos husos circulares formando una L. El patio, con forma de cuarto de círculo y el muro contra el que se apoya la casa, constituyen los dos elementos que

¹⁰ Senosiain Aguilar, Javier; “Bio Arquitectura”; 1ª Edición; Editorial Limusa S.A. de C.V.; Grupo Noriega Editores; México, 1995; Pág.: 95.

por su orientación y diseño resuelven y dan respuesta a las distintas situaciones climáticas, regulando la temperatura y la ventilación interior. El techo cubierto por tierra y plantas del lugar aísla de la radiación solar. Sobre el tejado, tres elementos : un plano inclinado que aloja los paneles fotovoltaicos necesarios para garantizar el consumo de energía eléctrica y que volando hacia el patio define la entrada a la vivienda, un tanque de agua cuyo diseño, como muro trombe, garantiza las necesidades de agua caliente y una pérgola-mirador que crea una zona protegida de sol

ORIENTACION

La vivienda se cierra al Sur por el muro curvo que la envuelve protegiéndose del sol y de los vientos tórridos de verano y abre el estar al Norte y los dormitorios al Este. Con ello se logra una orientación óptima pues el patio recibe los vientos frescos del Noroeste y los regula por medio de los paneles de malla contraviento que mitigan su fuerza sin cerrar la comunicación visual con el exterior.

En el extremo Este de la sala, también con orientación Norte, un porche cubierto prolonga el estar en el semi exterior y en el Sector Este del patio la pérgola se cubre de plantas para dar sombra.

En invierno dos huecos en el muro (ventanas captadoras en la zona del Estar-Comedor-Cocina) permiten la penetración del sol. Esta entrada de sol se cierra en verano.

En el sector Suroeste del muro un hueco permite la entrada de luz durante todo el año. Su dimensión y el espesor del muro hacen que el sol no penetre en el verano a la vivienda.

EL MURO

El muro funciona como elemento protector del sol del Sur y de los vientos que en días de verano llegan cargados de partículas y polvo del desierto. Actúa como los antiguos muros curvos de piedra que protegían las viñas.

Está definido por un muro exterior pétreo y un tabique interior de madera que configura una cámara que encauza el aire perimetralmente a la vivienda.

CAUDAL DE VENTILACIÓN:

Teniendo en cuenta que por m^2 cuadrado de vivienda se precisan 25 m^3/h de aire por término medio, para una superficie en este caso de 120 m^2 se precisaría un caudal total de aire de 4000 m^3/h . Sabiendo que el volumen de la vivienda es de aproximadamente 315 m^3 , se garantizarían de este modo 12 renovaciones por hora. Considerando una velocidad media del viento de entre 3 a 5 m/s, y contando con una sección de entrada de 0.6 m^2 (2 x 0.3), se dispondrá de un caudal de aire de entre 6480 a 10800 m^3/h por cada una de las bocas, el cual es sobradamente suficiente para satisfacer las necesidades de ventilación de la vivienda establecidas anteriormente. Para hacer posible la circulación natural del aire se dispone en la parte posterior del conducto semicircular de una

abertura que, además, permite la regulación del caudal disponible en cada rejilla mediante la variación de la sección de paso de la misma.

ELEMENTOS DEL MURO

Boca de entrada: Las bocas de entrada en los extremos del muro tienen tapas regulables

que permiten adaptarse a las necesidades del verano y del invierno y tienen además un filtro que preserva de la entrada de tierra y animales.

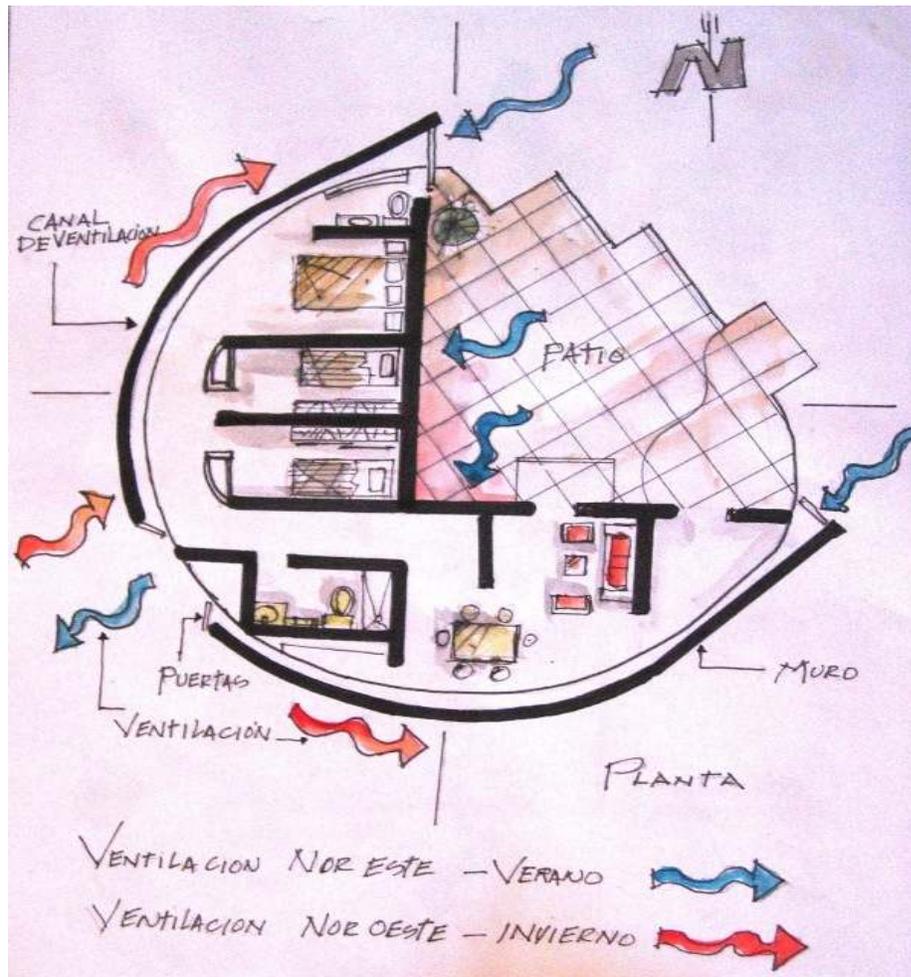
En verano reciben el viento del Nordeste que se encauza por la cámara y sale por entre los tubos de cerámica porosa de la "Boca en cara Sur" del muro pétreo.

En invierno, se cierran o regulan las lamas para controlar el efecto de ventilación.

En la cara Sur del muro pétreo hay una. Cuando sopla el Nordeste los tubos se mantienen vacíos y permiten la salida del aire.

Ventana captadora: En la cara Sur en la zona del estar se crean dos huecos a la manera de ventanas que en el muro pétreo tienen un paño de cristal y detrás unos tubos de vidrio con agua que reciben el sol y acumulan el calor cediéndolo en la noche hacia el interior, los días de invierno en que se requiere este aporte El patio, con su pérgola, sus plantas y su cierre, configura un elemento regulador del viento del

Nordeste-Este proyecto fue presentado en el Concurso internacional: "25 viviendas bioclimáticas" con la clave 74963,¹¹



7. Ejemplo vivienda bioclimática.

3.1.6 Ejemplo de arq. Bioclimática en El Salvador Cooperativa en San Vicente.

¹¹ http://editorial.cda.ulpgc.es/ambiente/3_bioclima/1_protovivienda



La altura del techo, y la ventilación cruzada, hacen de esta construcción un lugar agradable, además la los espacios abiertos en la parte superior, que funcionan para desalojar el aire caliente del edificio.



Salidas de aire en la parte superior por conveccion, ademas, aprovechamiento de iluminaci3n natural.



En este edificio, se observa el aprovechamiento de los techos, para lograr espacios abiertos aprovechando la salida de aire y la entrada de luz.

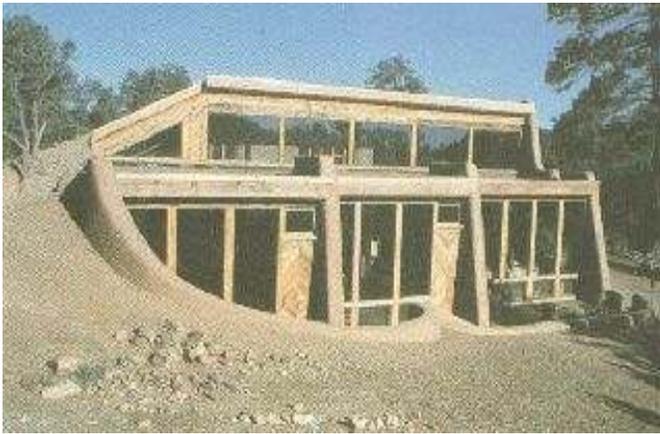


Edificio de auditorio en construcción, la posición de los techos permite la ventilación y salida de aire caliente.

3.2 BASE TEÓRICA.

3.2.1 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA (Concepto)

La Arquitectura bioclimática, de elevada eficiencia energética, es



aquella que tiene por objeto la consecución de un gran nivel de confort térmico mediante la adecuación del diseño, la geometría, la orientación y la construcción del

edificio a las condiciones climáticas de su entorno.

8. Vivienda bioclimática

Se trata, pues de una arquitectura adaptada al medio ambiente, sensible al impacto que provoca en la naturaleza, y que intenta minimizar el consumo energético y con él, la contaminación ambiental.

¿Cuánto cuesta? Una casa bioclimática no tiene por qué ser más cara o más barata, más fea o más bonita, que una convencional. La casa bioclimática no necesita de la compra y/o instalación de sistemas mecánicos de climatización, sino que juega con los elementos arquitectónicos de siempre para incrementar el rendimiento energético y conseguir confort de forma natural. Para ello, el diseño bioclimático

supone un conjunto de restricciones, pero siguen existiendo grados de libertad para el diseño según el gusto de cada cual.

3.2.2 EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO

El diseño bioclimático plantea una interacción entre el clima y el edificio. Para ello debemos profundizar el conocimiento del microclima de la región.

La dificultad de la aceptación de este tipo de premisas, salvo para climas extremos donde es evidente su efecto, radica en la necesidad de conocer profundamente el microclima del lugar que deviene un elemento más, incidiendo en la proyectación.

Existen otras situaciones que se deben replantear. Por una parte, los niveles óptimos de temperatura y humedad y por otra los parámetros actuales de confort. La forma de pensar en los materiales partiendo de un conocimiento profundo de su comportamiento no sólo como materiales aislantes sino en cuanto sus características de higroscopicidad, permeabilidad al aire, capacidad de acumulación térmica. Permiten lograr una actitud interactiva de los edificios con el clima.¹²

Sin embargo, la consecución del diseño bioclimático lleva consigo la interrelación disciplinaria ligadas a los factores modificantes del clima y la relación con el ser humano como figura central.

El proceso constructivo de una vivienda bioclimática puede dividirse en cinco etapas, la última de las cuales es la expresión

¹² <http://www.abilconstruccion.com/cast/pag/bioclimati>.

arquitectónica, esta debe estar precedida por: 1- los estudios de las variables climatológicas, (meteorología), 2- los efectos del clima en el hombre, (Biología y medicina), y la relación con la ecología, (Ecología y Biología.), 3- capacidad térmica en materiales, (Física e Ingeniería), y , 4- las soluciones tecnológicas.(aplicación de conceptos bioclimáticos)

3.2.3 ETAPA METEOROLÓGICA

Macroclima

Estará determinado por los elementos climáticos de una región. Los autores clásicos dividieron la Tierra en tres grandes zonas climáticas que se correspondían con los climas frío, templado y tórrido. En general, se considera la isoterma de los 10 °C para el mes más cálido, que coincide aproximadamente con el límite de la tundra y el bosque de coníferas, como valor para distinguir los climas templados de los fríos; por otro lado, la separación entre los climas tórridos o tropicales de los templados se establece en la isoterma de los 18 °C para el mes más frío. Sin embargo, dentro de cada una de estas zonas cabe distinguir diferentes tipos y subtipos en función de factores tales como la temperatura y la precipitación. Otros elementos que contribuyen a explicar el clima de una región pueden ser la presión atmosférica, los vientos, la humedad, la latitud, la altitud, el relieve, la proximidad de los

mares, las corrientes oceánicas y la influencia de la naturaleza del suelo y la vegetación.¹³

Existen numerosos sistemas para clasificar las zonas climatológicas de la tierra, siendo uno de los más utilizados el de W. Köppen. Adoptando como criterio la relación entre clima y vegetación, determina cinco zonas climáticas básicas: tropical-lluviosa, seca, templada, boscosa-fría y polar. Otros autores tales como Trewartha modificaron esta división basándose en las líneas isotérmicas de los meses más fríos. Debido a que una clasificación detallada no puede aplicarse directamente a la vivienda, el gráfico simplificado de la página anterior está basado en el sistema de Köppen.

Clima tropical

¹³ Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation

Es propio de las regiones tropicales. Las temperaturas medias mensuales son elevadas y bastante uniformes a lo largo del año, siendo la media anual superior a los 20 °C. El régimen térmico varía entre 3° y 10°, mayor en el interior y menor en las áreas costeras. Las precipitaciones oscilan entre los 400 y los 1.000 mm anuales, aunque la variedad de clima monzónico alcanza valores muy superiores. Alternan las estaciones secas y lluviosas. En función de la distribución estacional de las precipitaciones y de la cantidad se distinguen las variedades siguientes: sudanés (precipitaciones entre 750 y 1.100 mm y tres estaciones, una seca y fresca, otra seca y calurosa, y otra lluviosa), subecuatorial (dos estaciones lluviosas y dos secas), sahelense (precipitaciones entre 400 y 750 mm, con una larga estación seca) y monzónico (estación lluviosa de gran intensidad que alterna con otra seca).¹⁴

Todos queremos una casa que resulte fresca cuando en la calle haga calor y cálida cuando haga frío.

Esto es algo que parece oponerse a la lógica, si fuera hace calor, lo lógico es que la casa sea calurosa, y si fuera hace frío lo lógico será que en la casa haga frío. Sin embargo, conociendo la forma en que se transmite el calor, se conserva y se administra, no resulta demasiado difícil hacer una casa que cumpla estos objetivos.

¹⁴ Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporación

“La comodidad es fácil de percibir, y los factores que influyen en ella son muchos, sin embargo en esta tesis solo se ocupará de uno: la temperatura del microclima interior, encausado en el factor “calor”.

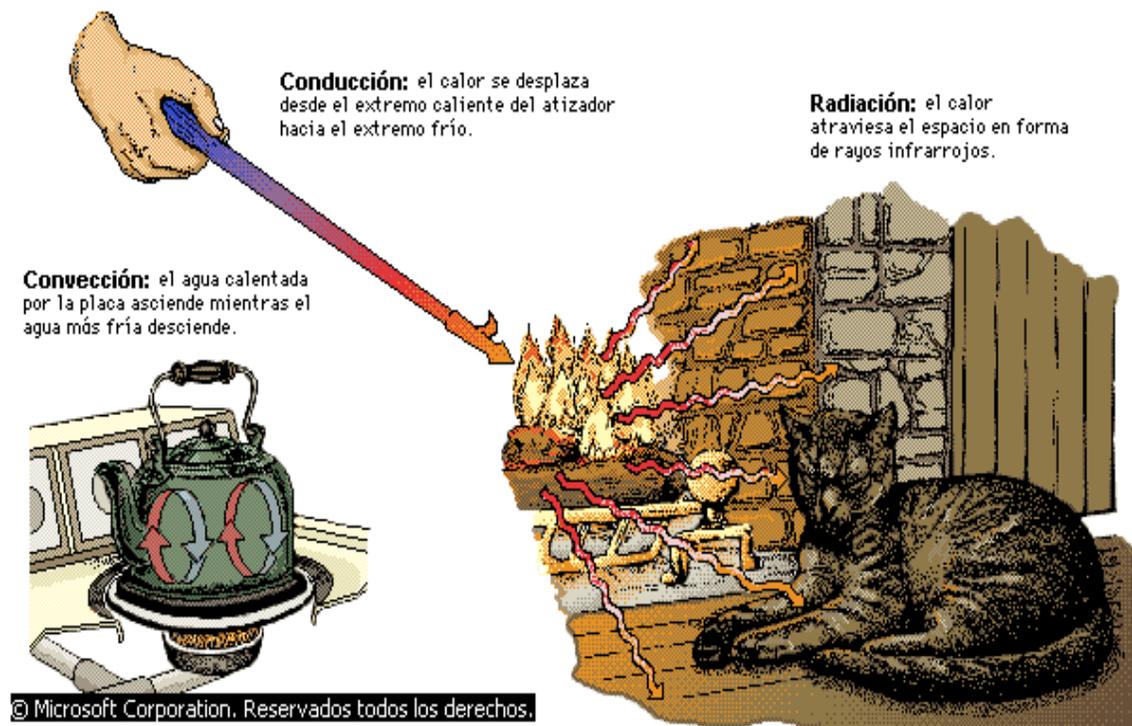
(i) El origen del calor

Todo el calor que recibimos en la Tierra tiene su origen en el Sol. Cada segundo, millones de toneladas de gas hidrógeno se fusionan para formar helio. Cuatro átomos de hidrógeno se funden y forman uno de helio. Pero el helio pesa algo menos que los cuatro átomos de hidrógeno, la masa sobrante se convierte en energía que es emitida por el Sol en todas direcciones. Esta energía toma la forma de ondas de muy distintas frecuencias, las ondas de luz visible apenas representan un pequeño porcentaje de la energía desprendida por el Sol. El resto son infrarrojos, ultravioletas, ondas de radio, rayos X y Gamma, etc.

El Sol nos transmite luz y calor en forma de radiaciones a través de ciento cincuenta millones de kilómetros de espacio vacío. Cuando esas radiaciones llegan a la atmósfera encuentran su primer obstáculo. La atmósfera es casi transparente, pero no lo es por igual a todas las radiaciones. La luz visible puede atravesar la atmósfera perdiendo apenas un dos o tres por ciento de su intensidad (salvo cuando hay nubes). Pero la atmósfera es mucho más opaca a las radiaciones caloríficas. De todo el calor recibido por la atmósfera, menos de la mitad consigue llegar a la superficie de la Tierra. El resto es reflejado hacia el espacio. Y si tomamos las medidas al amanecer o al atardecer, cuando

las radiaciones solares tienen que atravesar muchos más kilómetros de aire, la cantidad de calor recibida del Sol es mínima.

(ii) Transmisión y efectos del calor



9. Transmisión del calor.

Hemos visto que el calor se transmite hasta la Tierra, a través de 150 millones de Km. La forma en que se transmite desde el Sol hasta la Tierra es por radiación.

Radiación.

Una vez llegadas a la superficie de la tierra, las radiaciones luminosas y caloríficas chocan con objetos (piedras, plantas, agua) y dependiendo del tipo de objeto que se trate tendrán un comportamiento distinto.

El calor caído sobre las plantas es absorbido en gran parte. Eso eleva la temperatura de los tejidos de las plantas y favorece las reacciones químicas de la vida convirtiendo el calor en energía química. Un exceso de calor podría perjudicar a las plantas, pero a lo largo de millones de años las plantas se han adaptado a la cantidad de calor que reciben de forma natural. Las plantas que necesitan más cantidad de calor solo sobreviven en zonas tropicales. Las plantas que necesitan menos calor solo habitan en países boreales.

El calor caído sobre el agua o el hielo es reflejado en gran parte a la atmósfera, en la que se perderá otra parte de calor y del restante una parte escapará al espacio mientras que otra cantidad, muy inferior a la original, rebotará en la atmósfera para volver hacia la superficie. En cada rebote una cantidad importante vuelve a perderse en el espacio pero en su camino la atmósfera ha sufrido un calentamiento. Esto ocurre así desde hace miles de millones de años y toda la vida, toda la naturaleza, está adaptada a ello.

El calor caído sobre arena y rocas es absorbido en un porcentaje muy grande haciendo que la roca se caliente. Una vez calientes, las rocas

emiten radiaciones de calor, del mismo tipo que las radiaciones solares, pero con menor intensidad. Mientras más caliente esté la roca mayor será la cantidad de radiaciones que emita, así que una piedra que empieza a recibir radiaciones térmicas también empieza a emitirlas, pero en menor cantidad. La diferencia hace que la piedra se siga calentando y mientras más se calienta más radiaciones emite, hasta que llega un punto en que las radiaciones emitidas se equilibran con las recibidas. En ese momento la roca deja de calentarse. Ha alcanzado su temperatura de equilibrio con la radiación que está recibiendo del Sol. Al ponerse el Sol, la roca deja de recibir calor, pero al estar aún caliente sigue emitiéndolo. Conforme se va enfriando emitirá cada vez menos radiaciones térmicas, así hasta que su temperatura alcance la misma temperatura del ambiente. Si la roca es pequeña, tardará poco rato en igualar su temperatura con el ambiente. Si la roca es grande tardará más tiempo.

De hecho, aunque pudiera parecer lo contrario, incluso cuando una roca está fría emite radiaciones caloríficas, pero si la roca está en un paisaje cualquiera, también el paisaje (las rocas vecinas, las plantas, los animales cercanos) emiten radiaciones, unos cuerpos en más cantidad, otros en menos, y la roca recibe radiaciones de ese paisaje, y emite radiaciones hacia el paisaje, por eso al final se produce un equilibrio en el punto en que la roca alcanza la misma temperatura que el paisaje en el que está inmerso.

La luz visible actúa de una forma distinta al calor. Para la luz visible el aire es casi transparente y la diferencia de la intensidad de luz al amanecer y al mediodía es escasa. También el agua es bastante transparente a la luz, aunque debido a la naturaleza ondulatoria de la misma una parte de la luz se refleja en la superficie del agua de ríos y mares y, volviendo a atravesar la atmósfera se pierde en el espacio. Aquí no hay rebotes en las capas altas, tal como con el calor. Un rayo de luz reflejado en el agua o en un espejo se pierde en el espacio.

Al caer sobre una planta, parte de las radiaciones (principalmente las verdes) son reflejadas en forma de luz. El resto son absorbidas por la planta y mediante el proceso de la fotosíntesis convertida en energía química.

Pero al caer sobre una roca, su comportamiento es distinto. Tal como en cualquier otro objeto una parte de la luz será reflejada. La frecuencia de las ondas de luz reflejada son las que determinarán el color del objeto en cuestión. De hecho, si vemos un objeto de color rojo es porque refleja las radiaciones de color rojo.

El resto de las radiaciones son absorbidas por la roca, pero aquí no hay procesos químicos ni fotosintéticos, ¿qué ocurre entonces?. Sencillamente, la luz absorbida por la roca se convierte en calor, la roca se calienta y aumenta su emisión de radiación.

Esta radiación puede rebotar hacia otros objetos o hacia la atmósfera siguiendo el camino que habitualmente siguen las radiaciones caloríficas que llegan desde el Sol.

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

Radiación directa, difusa y reflejada

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

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

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

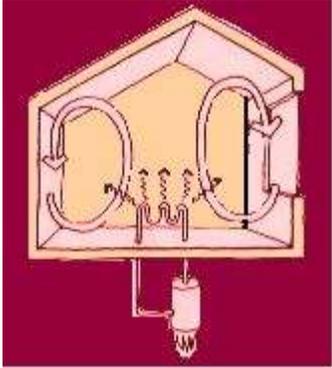
reflejada, porque no "ven" superficie terrestre, mientras que las superficies verticales son las que mas reciben.

La segunda forma en que el calor se transmite de unos cuerpos a otros es por **conducción**, por contacto. Cuando una roca recibe radiaciones de calor, en realidad solo recibe calor en su superficie, pero la energía calorífica se va transmitiendo desde los átomos de la superficie a los átomos del interior, hasta llegar al centro de la roca e incluso hasta el extremo opuesto, que también se calienta a pesar de no estar recibiendo calor del Sol. El calor se transmite a través de la masa del propio cuerpo. La facilidad con que el calor "viaja" a través de un material lo define como conductor o como aislante térmico. Ejemplos de buenos conductores son los metales, y de buenos aislantes, los plásticos, maderas, aire. Este es el fenómeno por el cual las viviendas pierden calor en invierno a través de las paredes, El coeficiente de conducción térmica de un material es una medida de su capacidad para conducir el calor.

Hay una tercera forma de transmitirse el calor: por **convección**. Consiste en que los átomos de la superficie de la roca calientan por conducción los átomos de aire que están en contacto con ella. Al calentarse, el aire tiende a ascender y en su ascenso entra en contacto con otros cuerpos calentándolos.

Si el movimiento lo produce algún otro fenómeno (ventilador, viento), la convección es forzada.

(iii) El Calor Incidente



También es importante comprender cómo incide el calor en los tejados y muros de una casa y como esa incidencia varía a lo largo del día y a lo largo del año.

(iv) 10. Transmisión de calor por convección.

El Sol sale por el Este, es decir, que una fachada orientada al este recibirá el máximo de calor desde el amanecer y recibirá cada vez menos hasta el mediodía, momento en que la fachada Este queda en la sombra, deja de recibir calor y empieza a recibirlo la fachada situada al Oeste. Conforme avance la tarde la fachada Oeste recibirá cada vez más calor hasta el atardecer, que recibirá el máximo justo antes de la puesta de sol.

Esto será así tanto en verano como en invierno, el efecto que produciría en verano sería tan acusado que haría muy calurosas las habitaciones orientadas al Oeste de la casa.¹⁵

¹⁵ <http://www.maslibertad.com/huerto/calefaccion.htm>

Calor y temperatura

“El calor equivale a la energía calorífica que contienen los cuerpos, la temperatura es la medida del contenido de calor de un cuerpo.

Mediante el contacto de la epidermis con un objeto se perciben sensaciones de frío o de calor, siendo está muy caliente. Los conceptos de calor y frío son totalmente relativos y sólo se pueden establecer con la relación a un cuerpo de referencia como, por ejemplo, la mano del hombre.

Lo que se percibe con más precisión es la temperatura del objeto o, más exactamente todavía, la diferencia entre la temperatura del mismo y la de la mano que la toca. Ahora bien, aunque la sensación experimentada sea tanto más intensa cuanto más elevada sea la temperatura, se trata sólo una apreciación muy poco exacta que no puede considerarse como medida de temperatura. Para efectuar esta última se utilizan otras propiedades del calor, como la dilatación, cuyos efectos son susceptibles.

La dilatación es, por consiguiente, una primera propiedad térmica de los cuerpos, que permite llegar a la noción de la temperatura.

La segunda magnitud fundamental es la *cantidad de calor* que se supone reciben o ceden los cuerpos al calentarse o al enfriarse, respectivamente.

La cantidad de calor que hay que proporcionar a un cuerpo para que su temperatura aumente en un número de unidades determinado es tanto mayor cuanto más elevada es la masa de dicho cuerpo y es

proporcional a lo que se denomina calor específico de la sustancia de que está constituido.

Cuando se calienta un cuerpo en uno de sus puntos, el calor se propaga a los que son próximos y la diferencia de temperatura entre el punto calentado directamente y otro situado a cierta distancia es tanto menor cuando mejor conductor del calor es dicho cuerpo. Si la conductibilidad térmica de un cuerpo es pequeña, la transmisión del calor se manifiesta por un descenso rápido de la temperatura entre el punto calentado y otro próximo. Así sucede con el vidrio, la porcelana, el caucho, etc. En el caso contrario, por ejemplo con metales como el cobre y la plata, la conductibilidad térmica es muy grande y la disminución de temperatura entre un punto calentado y el otro próximo es muy reducida.

Se desprende de lo anterior que el estudio del calor sólo puede hacerse después de haber definido de una manera exacta los dos términos relativos al propio calor, es decir, la temperatura, que se expresa en grados, y la cantidad de calor, que se expresa en calorías.”¹⁶

(v)

(vi) El efecto invernadero

Efecto invernadero, término que se aplica al papel que desempeña la atmósfera en el calentamiento de la superficie terrestre. La atmósfera es prácticamente transparente a la radiación solar de onda corta,

¹⁶ <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/085/htm/mct7.htm>.

absorbida por la superficie de la Tierra. Gran parte de esta radiación se vuelve a emitir hacia el espacio exterior con una longitud de onda correspondiente a los rayos infrarrojos, pero es reflejada de vuelta por gases como el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, los clorofluorocarbonos (CFC) y el ozono, presentes en la atmósfera. Este efecto de calentamiento es la base de las teorías relacionadas con el calentamiento global.

El contenido en dióxido de carbono de la atmósfera se ha incrementado aproximadamente un 30% desde 1750, como consecuencia del uso de combustibles fósiles como el petróleo, el gas y el carbón; la destrucción de bosques tropicales por el método de cortar y quemar también ha sido un factor relevante que ha influido en el ciclo del carbono. El efecto neto de estos incrementos podría ser un aumento global de la temperatura, estimado entre 1,4 y 5,8 °C entre 1990 y 2100. Este calentamiento puede originar importantes cambios climáticos, afectando a las cosechas y haciendo que suba el nivel de los océanos. De ocurrir esto, millones de personas se verían afectadas por las inundaciones.

Un fenómeno bastante interesante en relación con la luz y el calor es el que produce un material muy poco corriente en la naturaleza pero ampliamente fabricado y usado por la civilización: El cristal. El vidrio se comporta de una manera curiosa ante la radiación: es transparente a la radiación visible (por eso vemos a través de él), pero opaco ante

radiación de mayor longitud de onda (radiación infrarroja). Cuando los rayos del sol entran en un invernadero, la radiación es absorbida por los objetos de su interior, que se calientan, emitiendo radiación infrarroja, que no puede escapar pues el vidrio es opaco a la misma

El cristal corriente, que usamos en nuestras ventanas, es casi totalmente transparente a las radiaciones de luz visible, pero es casi totalmente opaco a las radiaciones caloríficas. Así, si protegemos una roca dentro de una campana de cristal, las radiaciones caloríficas del Sol no llegarán a la roca, pero la luz sí. Pero después, una vez que parte de esa luz se ha convertido en calor, este queda encerrado en la campana de cristal y es vuelto a reflejar hacia la roca. La cantidad de calor dentro de la campana de cristal se va acumulando llegando en poco tiempo a una temperatura muy superior a la que se conseguiría sin la campana de cristal.

Este efecto se conoce como efecto invernadero, ya que en los invernaderos de cristal es donde con más intensidad se manifiesta este fenómeno.

De esta forma vemos que si queremos que un objeto se caliente más de lo que lo haría al colocarlo al sol, basta encerrarlo bajo una campana de cristal. Si queremos que un muro se caliente más, basta colocar un cristal a unos centímetros del mismo. La luz que atraviese el cristal se refleja en forma de radiaciones caloríficas y estas son reflejadas de nuevo por el cristal. El muro, o el objeto en cuestión puede alcanzar temperaturas mucho más altas que sin el cristal. El efecto se multiplica

aún más si el objeto es o está pintado de negro mate, pues de esa forma no refleja luz visible y toda la luz recibida se convierte en calor. Y aún más se maximiza si los laterales del cristal están cerrados impidiendo que el aire calentado por convección entre el cristal y el muro escapen a la atmósfera.¹⁷

3.2.3.1 Elementos que determinan el clima

Temperatura

Temperatura, propiedad de los sistemas que determina si están en equilibrio térmico. El concepto de temperatura se deriva de la idea de medir el calor o frialdad relativos y de la observación de que el suministro de calor a un cuerpo conlleva un aumento de su temperatura mientras no se produzca la fusión o ebullición. En el caso de dos cuerpos con temperaturas diferentes, el calor fluye del más caliente al más frío hasta que sus temperaturas sean idénticas y se alcance el equilibrio térmico (véase Transmisión y efectos del calor, pág. 7). Por tanto, los términos de temperatura y calor, aunque relacionados entre sí, se refieren a conceptos diferentes: la temperatura es una propiedad de un cuerpo y el calor es un flujo de energía entre dos cuerpos a diferentes temperaturas.

Los cambios de temperatura tienen que medirse a partir de otros cambios en las propiedades de una sustancia.

¹⁷ Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation

Escalas de temperatura.

Una de las primeras escalas de temperatura, todavía empleada en los países anglosajones, fue diseñada por el físico alemán Gabriel Daniel Fahrenheit. Según esta escala, a la presión atmosférica normal, el punto de solidificación del agua (y de fusión del hielo) es de 32 °F, y su punto de ebullición es de 212 °F. La escala centígrada o Celsius, ideada por el astrónomo sueco Anders Celsius y utilizada en casi todo el mundo, asigna un valor de 0 °C al punto de congelación del agua y de 100 °C a su punto de ebullición. En ciencia, la escala más empleada es la escala absoluta o Kelvin, inventada por el matemático y físico británico William Thomson, lord Kelvin. En esta escala, el cero absoluto, que está situado en -273,15 °C, corresponde a 0 K, y una diferencia de un kelvin equivale a una diferencia de un grado en la escala centígrada.

Efectos de la temperatura.

La temperatura desempeña un papel importante para determinar las condiciones de supervivencia de los seres vivos. Así, las aves y los mamíferos necesitan un rango muy limitado de temperatura corporal para poder sobrevivir, y tienen que estar protegidos de temperaturas extremas. Las especies acuáticas sólo pueden existir dentro de un estrecho rango de temperaturas del agua, diferente según las especies. Por ejemplo, un aumento de sólo unos grados en la temperatura de un río como resultado del calor desprendido por una central eléctrica

puede provocar la contaminación del agua y matar a la mayoría de los peces originarios.

Los cambios de temperatura también afectan de forma importante a las propiedades de todos los materiales. A temperaturas árticas, por ejemplo, el acero se vuelve quebradizo y se rompe fácilmente, y los líquidos se solidifican o se hacen muy viscosos, ofreciendo una elevada resistencia por rozamiento al flujo. A temperaturas próximas al cero absoluto, muchos materiales presentan características sorprendentemente diferentes. A temperaturas elevadas, los materiales sólidos se licúan o se convierten en gases; los compuestos químicos se separan en sus componentes.

La temperatura de la atmósfera se ve muy influida tanto por las zonas de tierra como de mar. En enero, por ejemplo, las grandes masas de tierra del hemisferio norte están mucho más frías que los océanos de la misma latitud, y en julio la situación es la contraria. A bajas alturas, la temperatura del aire está determinada en gran medida por la temperatura de la superficie terrestre. Los cambios periódicos de temperatura se deben básicamente al calentamiento por la radiación del Sol de las zonas terrestres del planeta, que a su vez calientan el aire situado por encima. Como resultado de este fenómeno, la temperatura disminuye con la altura, desde un nivel de referencia de 15 °C en el nivel del mar (en latitudes templadas) hasta unos -55 °C a 11.000 m aproximadamente. Por encima de esta altura, la temperatura

permanece casi constante hasta unos 34.000 m. (En cuanto al índice de temperatura-humedad, véase Humedad).¹⁸

“La temperatura puede variar debido a la distribución de distintos tipos de superficies y en función de la altura.

La variación diurna, distribución latitudinal, variación estacional, tipos de superficie terrestre y la variación con la altura.

Variación diurna:

Se define como el cambio en la temperatura, entre el día y la noche, producido por la rotación de la tierra.

Variación de la temperatura con la latitud:

En este caso se produce una distribución natural de la temperatura sobre la esfera terrestre, debido a que el ángulo de incidencia de los rayos solares varía con la latitud geográfica.

Variación estacional:

Esta característica de la temperatura se debe al hecho que la Tierra circunda al Sol, en su órbita, una vez al año, dando lugar a las cuatro estaciones: verano, otoño, invierno y primavera.

Como se sabe, el eje de rotación de la Tierra está inclinado con respecto al plano de su órbita; entonces el ángulo de incidencia de los rayos solares varía, estacionalmente, en forma diferente para ambos hemisferios.

¹⁸ Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.

Es decir, el Hemisferio Norte es más cálido que el Hemisferio Sur durante los meses de junio, julio y agosto, porque recibe más energía solar. Recíprocamente, durante los meses de diciembre, enero y febrero, el Hemisferio Sur recibe más energía solar que el similar del Norte y, por lo tanto, se torna más cálido.

Variaciones con los tipos de superficie terrestre:

La distribución de continentes y océanos produce un efecto muy importante en la variación de temperatura.

Al establecerse diferentes capacidades de absorción y emisión de radiación entre tierra y agua (capacidad calorífica), podemos decir que las variaciones de temperatura sobre las áreas de agua experimentan menores amplitudes que sobre las sólidas. Sobre los continentes, se debe resaltar el hecho de que existen diferentes tipos de suelos en cuanto a sus características: desérticos, selváticos, cubiertos de nieve, etc. Tal es así que, por ejemplo, suelos muy húmedos, como pantanos o ciénagas, actúan en forma similar a las superficies de agua, atenuando considerablemente las variaciones de temperatura.

También la vegetación espesa tiende a atenuar los cambios de temperatura, debido a que contiene bastante agua, actuando como un aislante para la transferencia de calor entre la Tierra y la atmósfera. Por otro lado, las regiones desérticas o áridas permiten grandes variaciones en la temperatura. Esta influencia climática tiene a su vez su propia variación diurna y estacional.

Como ejemplo ilustrativo de este hecho podemos citar que una diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas puede ser de 10°C , o menos, sobre agua, o suelos pantanosos o inundados, mientras que diferencias de hasta 40°C , o más, son posibles sobre suelos rocosos o desiertos de arena.

El viento es un factor muy importante en la variación de la temperatura. Por ejemplo, en áreas donde los vientos proceden predominantemente de zonas húmedas u oceánicas, la amplitud de temperatura es generalmente pequeña; por otro lado, se observan cambios pronunciados cuando los vientos prevalecientes soplan de regiones áridas, desérticas o continentales.

Como caso interesante, se puede citar que en muchas islas, la temperatura permanece aproximadamente constante durante todo el año.

Variaciones con la altura:

A través de la primera parte de la atmósfera, llamada troposfera, la temperatura decrece normalmente con la altura.

Este decrecimiento de la temperatura con la altura recibe la denominación de **Gradiente Vertical de Temperatura**, definido como un cociente entre la variación de la temperatura y la variación de altura, entre dos niveles.

En la troposfera el G.V.T. medio es de aproximadamente $6.5^{\circ}\text{C} / 1000\text{ m}$.

Sin embargo a menudo se registra un aumento de temperatura, con la altura, en determinadas capas de la atmósfera.

A este incremento de la temperatura con la altura se la denomina **inversión de temperatura**.

Una inversión de temperatura se puede desarrollar a menudo en las capas de la atmósfera que están en contacto con la superficie terrestre, durante noches despejadas y frías, y en condiciones de calma o de vientos muy suaves.

Superada esta capa de inversión térmica, la temperatura comienza a disminuir nuevamente con la altura, restableciéndose las condiciones normales en la troposfera.

Puede ocurrir que se produzcan inversiones térmicas, en distintos niveles de altura de la troposfera inferior o media. Esto se debe, fundamentalmente, al ingreso de aire caliente en algunas capas determinadas, debido a la presencia de alguna zona frontal.

En términos generales, la temperatura decrece a lo largo de toda la troposfera, hasta alcanzar la región llamada estratosfera (variable con la latitud y la época del año), donde la temperatura no decrece si no que permanece aproximadamente constante o, inclusive, aumenta con la altura.

La zona de transición entre la troposfera y la estratosfera recibe el nombre de **tropopausa**.

Medición de la temperatura del aire :

En meteorología, las temperaturas que mayormente se miden son las siguientes:

Temperatura del aire o ambiente.- es la temperatura del aire registrada en el instante de la lectura.

Temperatura Máxima.- es la mayor temperatura registrada en un día, y que se presenta entre las 14:00 y las 16:00 horas.

Temperatura Mínima.- es la menor temperatura registrada en un día, y se puede observar entre las 06:00 y las 08:00 horas.”¹⁹

Humedad

Humedad, medida del contenido de agua en la atmósfera. La atmósfera contiene siempre algo de agua en forma de vapor. La cantidad máxima depende de la temperatura; crece al aumentar ésta: a 4,4 °C, 1.000 kg de aire húmedo contienen un máximo de 5 kg de vapor; a 37,8 °C 1.000 kg de aire contienen 18 kg de vapor. Cuando la atmósfera está saturada de agua, el nivel de incomodidad es alto ya que la transpiración (evaporación de sudor corporal con resultado refrescante) se hace imposible.

Humedad absoluta es el número de gramos de vapor de agua contenido en un metro cúbico de aire a una temperatura y presión

¹⁹ <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/085/htm/mct7.htm>.

determinadas. Se expresa en g (de vapor de agua)/m³ (de aire) a una presión y temperatura especificadas.

Frecuentemente se utiliza la medida de gramos de vapor de agua por metro cúbico de aire. La humedad relativa, dada en los informes meteorológicos, es la razón entre el contenido efectivo de vapor en la atmósfera y la cantidad de vapor que saturaría el aire a la misma temperatura.

Si la temperatura atmosférica aumenta y no se producen cambios en el contenido de vapor, la humedad absoluta no varía mientras que la relativa disminuye. Una caída de la temperatura incrementa la humedad relativa produciendo rocío por condensación del vapor de agua sobre las superficies sólidas.

La humedad se mide con un higrómetro. El índice de temperatura-humedad (índice T-H, también llamado índice de incomodidad) expresa con un valor numérico la relación entre la temperatura y la humedad como medida de la comodidad o de la incomodidad. Se calcula sumando 40 al 72% de la suma de las temperaturas en un termómetro seco y en otro húmedo. Por ejemplo, si la temperatura en el termómetro seco es de 30 °C y en el húmedo es de 20 °C, el índice T-H será de 76. Cuando el valor es 70, la mayoría de la gente está cómoda, si el índice es de 75 el ambiente se hace más incómodo.²⁰

²⁰ Ibidem.

La psicometría es la parte de la meteorología que estudia las propiedades físicas y termodinámicas de la atmósfera.

Aire húmedo = aire seco + vapor de agua.

El comportamiento de la mezcla de aire seco y vapor de agua sigue la ley de Dalton de las presiones parciales, de acuerdo a sus respectivas propiedades. (La presión total de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de sus componentes. $P_t = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$ y la presión parcial es la presión que ejercería cada componente en las mismas condiciones del sistema).

La presión atmosférica es la suma de la presión del aire seco y la presión del vapor de agua.

La presión del vapor de agua depende del número de moléculas presentes en un determinado volumen y, por lo tanto, de la masa del vapor de agua por unidad de volumen y varía con la temperatura. Se mide en mm de Hg o en milibares (mb). $1\text{mb} = 0.75\text{ mm de Hg}$. El valor más alto de la presión (tensión) de vapor de agua se observa en las regiones tropicales cerca de la superficie del mar y es de aproximadamente 30 mb. Los aparatos que se usan para medirla son el

espectrógrafo de masas y los radioisótopos (porque dan mediciones muy precisas).²¹

Mezcla de humedad es la relación entre la cantidad (masa) de vapor de agua y la cantidad (masa) de aire seco, y se expresa en g (de vapor de agua)/kg. (de aire seco).

“**Humedad relativa (HR)**. Al contenido de agua en el aire se le conoce como humedad relativa y se define como el porcentaje de saturación del aire con vapor de agua, es decir, es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene un metro cúbico de aire en unas condiciones determinadas de temperatura y presión



y la que tendría si estuviera saturado a la misma temperatura y presión. La humedad relativa de una muestra de aire depende de la temperatura y de la presión a la que se

encuentre.

²¹ Ibidem.

11. Higrómetro y psicrómetro.

$HR = e/E(100) = \text{presión de vapor actual/presión de vapor a saturación}(100).$

Para la comodidad personal la humedad relativa es un factor importante porque cuando es baja causa una un exceso de pérdidas de calor del cuerpo por evaporación de agua, provocando resequedad de la piel y de las membranas mucosas. Cuando la humedad es alta, el sudor no se evapora con facilidad y el cuerpo no puede enfriarse adecuadamente. Cuando se enfría aire húmedo en ausencia de superficies sólidas sobre las cuales pueda producirse la condensación, la presión parcial del agua puede ser superior a la presión de vapor del agua a esa temperatura, por lo que se dice que el aire está sobresaturado de vapor de agua. Cuando el sistema está en condiciones metaestables (casi en equilibrio) y se perturba, se puede provocar una condensación repentina que se manifiesta formando neblina o pequeñas gotas líquidas.

Punto de rocío. Es la temperatura a la cual el aire queda saturado por enfriamiento sin adición de vapor de agua y a presión constante (proceso isobárico). Cualquier disminución posterior de temperatura (enfriamiento) produce condensación, así se forma la niebla y el rocío. También puede decirse que es la temperatura a la que el vapor de agua de la atmósfera empieza a condensarse (la temperatura del termómetro seco y húmedo del psicrómetro son iguales).

Para cualquier temperatura de punto de rocío el contenido de vapor de agua es constante, independientemente de las temperaturas seca y húmeda. Este concepto es muy útil para expresar la humedad atmosférica, ya que se usa para pronosticar la probabilidad de formación de niebla y nubes, etc.²²

Condensación

Condensación, en física, proceso en el que la materia pasa a una forma más densa, como ocurre en la licuefacción del vapor. La condensación es el resultado de la reducción de temperatura causada por la eliminación del calor latente de evaporación; a veces se denomina condensado al líquido resultante del proceso.

La eliminación de calor reduce el volumen del vapor y hace que disminuyan la velocidad de sus moléculas y la distancia entre ellas.

Según la teoría cinética del comportamiento de la materia, la pérdida de energía lleva a la transformación del gas en líquido. La condensación es importante en el proceso de destilación, el vapor de agua utilizado se vuelve a convertir en agua en un aparato llamado condensador.

En meteorología, tanto la formación de nubes como la precipitación de rocío, lluvia y nieve son ejemplos de condensación.²³

Precipitaciones.

²² Web: www.metas.com.mx

²³ Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.

Lluvia, precipitación de gotas líquidas de agua. Las gotas de agua tienen en general diámetros superiores a 0,5 mm y pueden llegar a unos 3 mm. Las gotas grandes tienden a achatarse y a dividirse en gotas menores por la caída rápida a través del aire. La precipitación de gotas menores, llamada llovizna, suele limitar fuertemente la visibilidad, pero no suele producir acumulaciones significativas de agua.

La cantidad o volumen de agua caída se expresa como la altura que alcanzaría el agua caída sobre el terreno suponiendo que no hubiera pérdidas o infiltraciones. Se suele expresar en milímetros. Existe una equivalencia entre esta medida en milímetros y el volumen por superficie, de manera que 1 mm de altura supone 1 l/m².

La precipitación juega un papel principal en la determinación del clima de una zona. Los promedios de precipitaciones en el mundo varían entre las distintas regiones. Las áreas que reciben menos de 250 mm de lluvia al año se consideran desiertos, mientras que las que reciben más de 2.000 mm son ecuatoriales o tropicales. La precipitación media o promedio se determina por la altura alcanzada por el agua caída sobre una superficie plana y se mide con un pluviómetro.

En las regiones húmedas, el balance hídrico es positivo debido al mayor aporte que realizan las precipitaciones y a la falta de capacidad de la atmósfera para evaporarlas, motivo por el cual se originan ríos que representan este excedente de agua.

La elevación se asocia, en una escala menor, a la convección de aire calentado por una superficie subyacente cálida que da lugar a

aguaceros y tormentas. Las lluvias más intensas en cortos periodos de tiempo suelen deberse a estas tormentas. El aire también puede ascender al verse forzado a subir sobre una barrera montañosa, con el resultado de que la ladera expuesta al viento, a barlovento, tenga lluvias más abundantes que la de sotavento, en el otro lado.²⁴

Evaporación

Conversión gradual de un líquido en gas sin que haya ebullición. Las moléculas de cualquier líquido se encuentran en constante movimiento. La velocidad media (o promedio) de las moléculas sólo depende de la temperatura, pero puede haber moléculas individuales que se muevan a una velocidad mucho mayor o mucho menor que la media. A temperaturas por debajo del punto de ebullición, es posible que moléculas individuales que se aproximen a la superficie con una velocidad superior a la media tengan suficiente energía para escapar de la superficie y pasar al espacio situado por encima como moléculas de gas. Como sólo se escapan las moléculas más rápidas, la velocidad media de las demás moléculas disminuye; dado que la temperatura, a su vez, sólo depende de la velocidad media de las moléculas, la temperatura del líquido que queda también disminuye. Es decir, la evaporación es un proceso que enfría; si se pone una gota de agua sobre la piel, se siente frío cuando se evapora. En el caso de una gota de alcohol, que se evapora con más rapidez que el agua, la sensación de frío es todavía

²⁴ Ibidem.

mayor. Si un líquido se evapora en un recipiente cerrado, el espacio situado sobre el líquido se llena rápidamente de vapor, y la evaporación se ve pronto compensada por el proceso opuesto, la condensación. Para que la evaporación continúe produciéndose con rapidez hay que eliminar el vapor tan rápido como se forma. Por este motivo, un líquido se evapora con la máxima rapidez cuando se crea una corriente de aire sobre su superficie o cuando se extrae el vapor con una bomba de vacío.²⁵

Viento

Aire en movimiento. Este término se suele aplicar al movimiento horizontal propio de la atmósfera; los movimientos verticales, o casi verticales, se llaman corrientes. Los vientos se producen por diferencias de presión atmosférica, atribuidas, sobre todo, a diferencias de temperatura. Las variaciones en la distribución de presión y temperatura se deben, en gran medida, a la distribución desigual del calentamiento solar, junto a las diferentes propiedades térmicas de las superficies terrestres y oceánicas.

Cuando las temperaturas de regiones adyacentes difieren, el aire más caliente tiende a ascender y a soplar sobre el aire más frío y, por tanto, más pesado. Los vientos generados de esta forma suelen quedar muy perturbados por la rotación de la Tierra.

Vientos Planetarios

Vientos dominantes

²⁵ Ibidem.

Entre los vientos dominantes se incluyen los vientos alisios del noreste y del sureste sobre el ecuador, los dominantes de oeste en las latitudes medias y los polares del este, cerca de los polos. Los vientos se denominan según la dirección desde la que soplan;

Por ejemplo, los vientos alisios del noreste soplan en el hemisferio norte desde el este hacia el oeste.

La causa de todos los movimientos atmosféricos es el calentamiento desigual de la superficie terrestre por el Sol. La mayor parte del calor y la luz inciden sobre las regiones ecuatoriales y sólo una pequeña parte va a parar a las zonas polares. Como consecuencia de las diferencias resultantes en la temperatura, existe una compleja circulación atmosférica que, como uno de sus efectos, produce la transferencia de calor desde las regiones más cálidas hacia los polos.

3.2.3.2 Factores que modifican el clima.

“El clima de las distintas regiones de la tierra es modificado por ciertas condiciones peculiares, a las que se da el nombre de factores del clima. La latitud, la altitud, las masas de agua, los vientos y los grandes bosques.

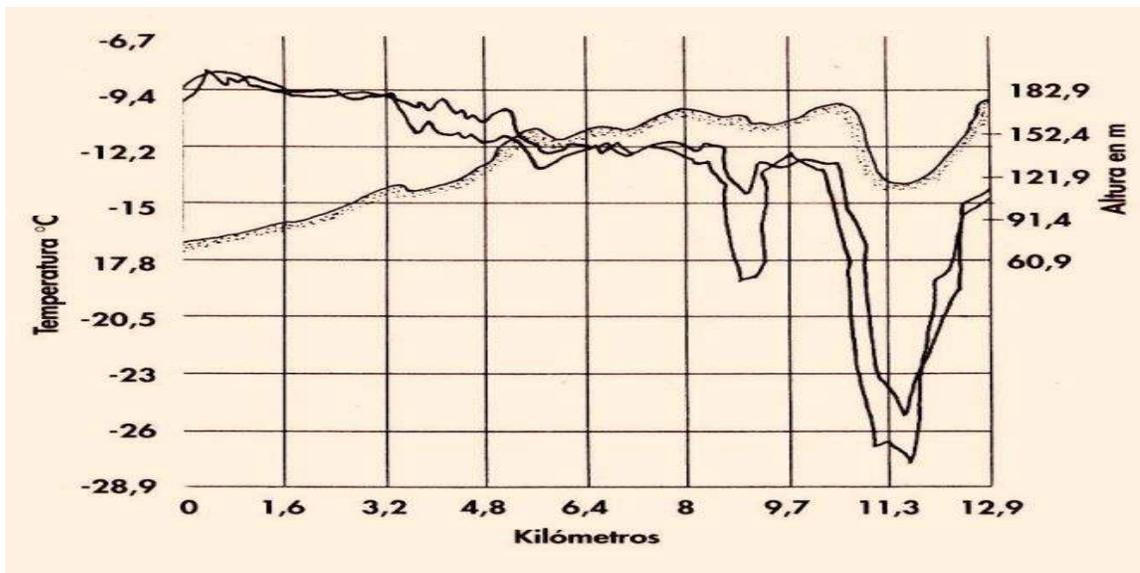
La latitud influye sobre la temperatura en forma tal, que la palabra clima significa en su origen inclinación. Los griegos observaron que el clima variaba con la inclinación con que los rayos solares llegaban a la tierra. En el ecuador, donde los rayos solares llegan casi verticalmente todo el año, se encuentran las zonas más calientes y según aumenta la altitud al norte o al sur, la temperatura desciende.

La latitud influye también sobre las precipitaciones. El aire caliente se eleva cargado de humedad en la zona ecuatorial, dando origen a fuertes precipitaciones. Cerca de los trópicos el aire descendente es seco y sustrae la humedad a extensas zonas que hoy son desiertos.

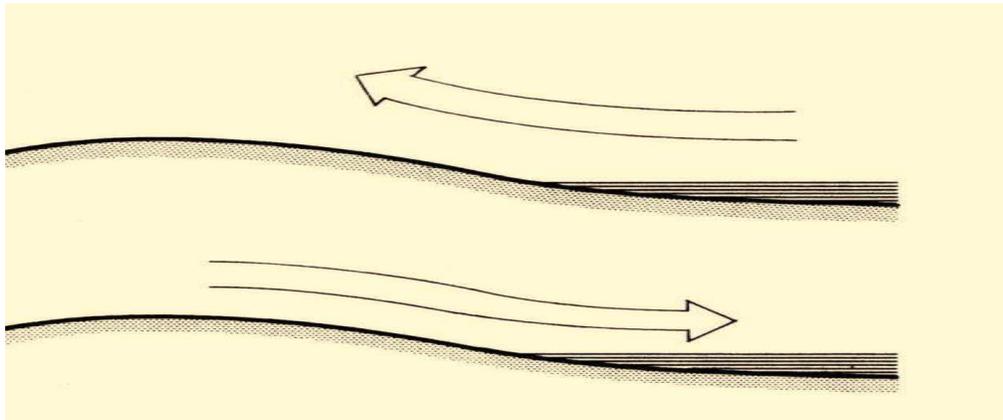
La altitud modifica la temperatura. Según ascendemos una montaña, observamos que la temperatura y la presión disminuyen con la altura.

Las montañas también afectan la distribución de las precipitaciones.

Pues cuando las nubes cargadas de humedad. Al ser impulsadas por el viento, chocan contra una ladera, se producen copiosas lluvias en esas vertientes, denominada barlovento, o sea, la situada frente a la dirección en que sopla el viento, mientras que en la vertiente contraria, o sotavento, el viento llega seco. Estas lluvias son denominadas orográficas.



12. Efecto de la altitud en la temperatura.



13. Movimiento del aire cerca de una masa de agua.

Las masas de agua, bien sean mares o grandes lagos, modifican favorablemente la temperatura. Como el agua se calienta y pierde el calor con más lentitud que la tierra, en las regiones próximas al mar el clima es más suave. En los climas marítimos los inviernos son menos fríos y los veranos más frescos. En las regiones interiores de los continentes, donde no llega la influencia del mar, las temperaturas alcanzan extremos violentos en verano e invierno, dando origen a los llamados climas continentales. Las áreas situadas reciben algunas precipitaciones cada mes del año por la influencia de los vientos húmedos que soplan desde el mar hacia la tierra.²⁶

“Por último, tienen lugar cambios microclimáticos causados por la acción antrópica. Así, por ejemplo, en las ciudades se forman las denominadas ‘islas de calor’; cuando este espacio se encuentra bajo una situación anticiclónica cálida, durante la noche la temperatura es más alta en relación con el medio ambiente circundante. También la

²⁶ Levi Marrero , La tierra y sus recursos, cultura venezolana, s.a. caracas venezuela.

contaminación atmosférica de los núcleos urbanos provoca un aumento de la nubosidad media, modifica el régimen de lluvias, altera la circulación de los vientos y disminuye la radiación solar y la transparencia del aire.”²⁷

(vii) 3.2.4 ETAPA BIOLÓGICA.

3.2.4.1 Termorrecepción.

Termosensores biológicos

“La termorrecepción es un proceso que realizan los seres vivos para detectar diferencias de temperatura.

La vida activa de los animales es posible dentro del estrecho intervalo que establece la temperatura de su cuerpo: entre 0°C y 45°C. Las limitaciones dependen del congelamiento de los tejidos a baja temperatura y de la alteración química de las proteínas del cuerpo, por encima del extremo superior de ese intervalo. Dentro de los límites establecidos, el metabolismo de un animal tiende a aumentar o disminuir paralelamente con la temperatura de su cuerpo.

En las especies más evolucionadas (aves y mamíferos), la temperatura del cuerpo y el metabolismo son relativamente independientes de las influencias térmicas directas del medio ambiente. Estos animales pueden mantener una considerable estabilidad fisiológica interna, aunque se den cambios en las condiciones ambientales y en las fluctuaciones climáticas y geográficas.

²⁷ Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.

Por ejemplo, un oso polar puede realizar sus funciones normales durante el calor del verano, lo mismo que en las aguas frías del Ártico. Este tipo de flexibilidad está basada en estructuras sensoriales específicas llamadas termorreceptores, que le permiten al animal detectar los cambios térmicos y adaptarse a ellos.

En cambio, en las especies llamadas "de sangre fría", como los insectos, víboras y lagartijas, la temperatura ambiental se refleja directamente en la temperatura de su cuerpo, y por este motivo se mueven hacia zonas más favorables, como por ejemplo debajo de las piedras, en las zonas calientes. Los mosquitos, por otra parte, son atraídos por las radiaciones térmicas (infrarrojas) de sus huéspedes de "sangre caliente".

Las abejas normalmente escogen intervalos de temperatura entre $35^{\circ}\text{C} \pm 1.5^{\circ}\text{C}$.

La sanguijuela puede discriminar temperaturas con una precisión de un grado Celsius. La babosa reacciona a temperaturas inferiores a 21°C , aumentando su actividad locomotora, y basta que la temperatura baje a 20.7°C para que, en un lapso de cinco minutos, haya cambiado su posición.

La antena de los mosquitos, donde probablemente se encuentra su termosensor, manifiesta una sensibilidad a los cambios en la temperatura del aire, de cerca de 0.5°C .

Algunas especies de peces, como el bacalao, nadan con la mitad de su cuerpo hacia afuera, como respuesta a cambios tan pequeños como de 0.03°C a 0.07°C en la temperatura del agua que los cubre.

Se considera que los termosensores de los peces están repartidos en la piel de todo el cuerpo. Sin embargo, en los anfibios sólo se ha registrado sensibilidad para cambios muy grandes de temperatura. Se ha publicado, por ejemplo, que una rana colocada en una sartén con agua fría no salta si el agua se calienta gradualmente.

En efecto, se sabe que las ranas pueden permanecer quietas en esa agua hasta que mueren por cocimiento. Los mamíferos y las aves tienen sus centros termorreguladores localizados principalmente en el hipotálamo. La información que proveen dichos reguladores sirve para activar mecanismos biológicos internos que mantienen la temperatura del cuerpo dentro de los límites normales. Por ejemplo, la información de un aumento de temperatura provoca mecanismos de pérdida de calor: sudoración, jadeo y vasodilatación en la piel. Si las señales son de descenso de la temperatura se inician los mecanismos de conservación del calor; mediante un movimiento muscular que consume energía del organismo al tiritar, temblar; sacudirse, estremecerse y al producirse la vasoconstricción.

Figura 18. Los gatos poseen termosensores en la nariz que les permiten responder a estímulos térmicos de 0.1 a 0.2 grados Celsius.

Las aves ahuecan el plumaje y los animales el pelo, para favorecer el aislamiento térmico.

Todos estos cambios reguladores, involuntarios o automáticos, persisten durante la anestesia ligera o durante el sueño. Esto corresponde a los niveles de sensibilidad térmica de la piel de la cara en los seres humanos.”²⁸

Hipotálamo

“Hipotálamo, parte del cerebro que cumple una función importante en la regulación de la homeostasis (funciones vitales que mantienen constante el medio corporal interno), el comportamiento sexual y las emociones. Aunque el hipotálamo constituye menos del uno por ciento del volumen total del cerebro humano, ejerce efectos importantes sobre el sistema endocrino (centros productores de hormonas), sobre el sistema nervioso autónomo (que controla las acciones involuntarias) y sobre un sistema neuronal mal definido que se denomina sistema límbico (relacionado con la motivación y los instintos).

El hipotálamo humano pesa unos cuatro gramos y forma parte del diencefalo. Está situado en torno al tercer ventrículo y en su base, por debajo del tálamo y por encima de la hipófisis, a la cual está unido por el tallo hipofisario.

Los nervios que salen del hipotálamo también están conectados con nervios del interior de la médula espinal, que controlan aquellas regiones del cuerpo responsables del apetito, la sed, la regulación de la temperatura y el funcionamiento cardiovascular

²⁸ <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/085/htm/mct7.htm>.

Funciones del hipotálamo.

El hipotálamo puede ser considerado como el termostato que mantiene constante y regula la temperatura corporal. Es capaz de poner en marcha los mecanismos que controlan la temperatura del cuerpo y puede iniciar los escalofríos, la contracción o dilatación de los capilares sanguíneos periféricos, comportamientos tales como quitarse o ponerse ropa, encender la calefacción central o moverse hacia la sombra.

Homeotermia, capacidad de ciertos organismos, llamados endotérmicos o “de sangre caliente”, para regular su temperatura corporal y mantenerla en un valor aproximadamente constante. En el ser humano, este valor puede variar uno o dos grados Celsius. A diferencia de los animales poiquiloterms (ectotérmicos o “de sangre fría”), el rendimiento metabólico de los animales homeotermos apenas varía con la temperatura externa. Las aves y los mamíferos son homeotermos.

La regulación de la temperatura corporal tiene lugar por medio de termorreceptores, que a través del sistema nervioso central desencadenan una mayor actividad metabólica. Además, cuando las temperaturas son bajas puede reducirse la pérdida de calor ahuecando las plumas o erizando los pelos (este es el origen de lo que vulgarmente conocemos como “carne de gallina”).

Los homeotermos pueden reducir el riego sanguíneo de la piel a la vez que en las arterias y venas dispuestas a contracorriente en las extremidades se intercambia calor; como consecuencia de este sistema

de intercambio calórico periférico, a medida que la sangre caliente arterial fluye por la extremidad se produce un intercambio de calor de la arteria a la vena y así el calor es devuelto de nuevo al cuerpo. Estos mecanismos permiten que los homeotermos puedan colonizar zonas muy frías del planeta.

Temperatura corporal, medida del grado de calor del organismo en animales de sangre fría y caliente. El mantenimiento de la temperatura corporal de los animales es resultado del metabolismo, un conjunto de procesos mediante los cuales se transforman los alimentos en proteínas, hidratos de carbono y grasas y se libera energía en forma de calor. El músculo activo metaboliza los alimentos más rápido que si está en reposo y se libera más calor, por ello la actividad física eleva la temperatura corporal. El temblor es una forma particular de actividad física que pone en movimiento ciertos músculos para estimular el metabolismo y de ese modo calentar el cuerpo.

Las células de los animales de sangre caliente alcanzan su máxima eficacia funcional dentro de un estrecho intervalo de temperaturas. En la especie humana, la temperatura correcta es de 37 °C, aunque se considera que el intervalo de normalidad está entre 36,4 y 37,2 °C. Si la temperatura corporal es excesiva, la actividad celular se resiente, y las propias células pueden resultar dañadas; cuando es demasiado baja disminuye el ritmo de metabolización de los alimentos. La temperatura corporal se regula por medio de la tasa de irradiación de calor por la piel y por la evaporación del agua. La sudoración (evaporación a través de

los poros de la piel) y el jadeo (evaporación a través de los poros de la boca) son reguladores habituales de la temperatura en los animales de sangre caliente. Estos fenómenos están controlados de forma involuntaria por el cerebro. ²⁹

Efectos del clima en el hombre.

Los efectos del medio ambiente inciden directamente tanto en la energía como en la salud del hombre. Es muy conocido que en las zonas climáticas donde prevalece un frío o calor excesivo, el esfuerzo biológico de adaptación a dichas condiciones disminuye nuestra energía.

Refugio y entorno

“El medio ambiente físico está relacionado por numerosos elementos relacionados. Es posible intentar describir los constituyentes del entorno tales como: luz, sonido, clima, espacio etc. Todos ellos inciden directamente en el cuerpo humano, el cual puede absorberlos o intentar contrarrestar sus efectos. En la lucha por conseguir el equilibrio biológico se producen diferentes reacciones físicas y psicológicas. El hombre se esfuerza por llegar al punto en el que adaptarse a su entorno le requiera solamente un mínimo de energía. Las condiciones bajo las cuales consigue este objetivo se define como “zona de confort” donde la mayor parte de energía humana se libera para dedicarse a la productividad.

²⁹ Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.

La vivienda es el principal instrumento que nos permite satisfacer las exigencias de confort adecuadas. Modifica el entorno natural y nos aproxima a las condiciones óptimas de habitabilidad. Debe filtrar, absorber o repeler los elementos medioambientales según influya beneficiosa o negativamente en el confort del ser humano. El criterio ideal para el diseño de un refugio en equilibrio respecto a su medioambiente sería el que cubriera satisfactoriamente todas las necesidades fisiológicas humanas.

Los elementos principales que afectan al confort humano son: temperatura del aire, radiación solar, movimiento del aire y humedad, dichos factores actúan sobre el ser humano según una compleja interrelación que puede ser expresada en una escala calorimétrica denominada temperatura operativa (T_o), desarrollada por Winslow, Herrington y Gagge. Sus ecuaciones combinan la temperatura, el movimiento del aire y la radiación solar con el metabolismo, para explicar como recibe el cuerpo humano los efectos de ciertos elementos climáticos y como mantiene su estabilidad térmica.

Los medios por el cual el cuerpo humano intercambia calor en su entorno pueden clasificarse en cuatro procesos principales: radiación, conducción, convección y evaporación. Se estima que el cuerpo humano pierde $2/5$ parte de su calor a través de la radiación $2/5$ parte por convección y $1/5$ parte por evaporación, sin embargo estas proporciones pueden cambiar si se producen variaciones en las condiciones térmicas.

Interrelación de los elementos climáticos.

Beneficios

1. Calor producido por:
 - a) Proceso básico.
 - b) Actividad.
 - c) Procesos digestivos, etc.
 - d) Tensión muscular y escalofríos de respuesta al frío.

2. Absorción de la energía radiante:
 - a) Directamente del sol o reflejada.
 - b) De emisores de radiación.
 - c) De objetos calientes pero no emisores.

3. Conducción del calor hacia el cuerpo:
 - a) Por el aire, si este tiene una temperatura superior a la de la piel.
 - b) Por contacto con objetos calientes.

4. Condensación de la humedad atmosférica.
(Ocasional).

Perdidas

5. Radiación hacia el exterior:
 - a) hacia el cielo.

b) Hacia los alrededores si se encuentra a una temperatura inferior.

6. Conducción del calor fuera del cuerpo:

a) al aire cuya temperatura sea inferior a la de la piel (impulsado por convección).

7. Evaporación:

a) Procedente de la respiración.

b) Procedente de la piel.

La magnitud relativa actual de la producción del calor humano y del intercambio de calor con el ambiente puede oscilar entre unos límites muy amplios. Los procesos vitales del cuerpo van acompañados de una transformación del calor considerable. El 20% de esta energía procede de la oxidación de los alimentos, el 80% se expelle en forma de calor. Incluso cuando nuestro cuerpo se encuentra en completo reposo en un entorno térmico adecuado, su producción de calor se mantiene por encima de un nivel mínimo, el metabolismo base, es decir 73 Kcal./h aproximadamente para una persona media. Este índice alcanza las 100 Kcal./h en actividades sedentarias, las 353 Kcal./h a 6km/h, y las 756-1.210 Kcal./h realizando un máximo esfuerzo.

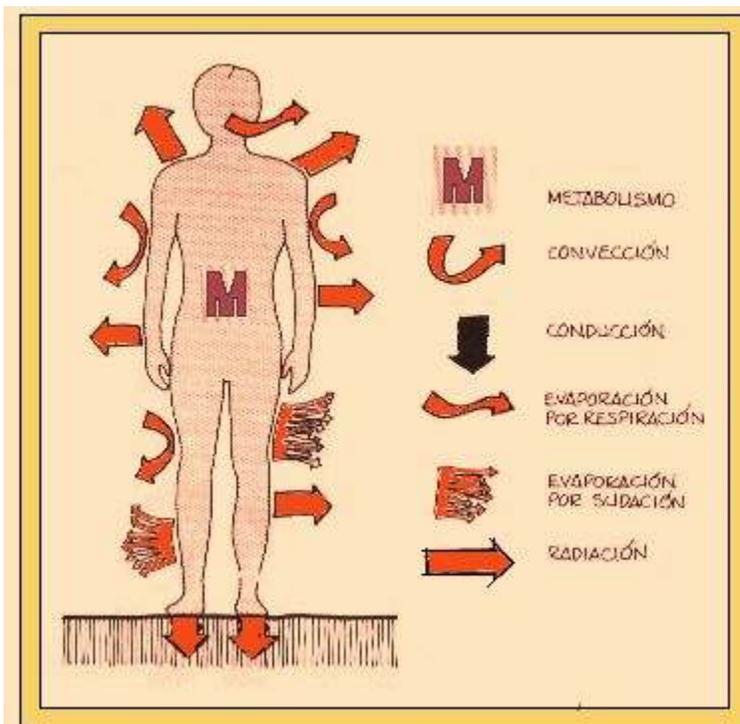
El problema del arquitecto consiste en crear un entorno que no produzca tensiones negativas sobre el mecanismo de compensación de

calor del cuerpo. El objetivo debe interpretarse en términos de confort, la representación debe ser grafica y para ser fácilmente aplicable los datos derivados de los estudios empíricos deben expresarse de forma que puedan ser útiles en la práctica arquitectónica.

Confort térmico

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

Podemos decir que nuestro cuerpo se encuentra en una situación de confort térmico cuando el ritmo al que



generamos calor es el mismo que el ritmo al que lo perdemos para nuestra temperatura corporal normal. Esto implica que, en balance global, tenemos que perder calor permanentemente para encontrarnos bien, pero al "ritmo" adecuado.

14. Factores generadores de calor del cuerpo humano.

Factores que influyen en el ritmo de generación de calor

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

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

Factores que influyen en el ritmo de pérdida de calor

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

Ropa de abrigo. La ropa de abrigo mantiene una capa de aire entre la superficie de nuestro cuerpo y el tejido que nos aísla térmicamente. Aunque la ropa de abrigo provoca una sensación de calentamiento del

organismo, en realidad lo único que hacen es reducir las pérdidas de calor pues, evidentemente, no consumen energía ninguna y, por tanto, no producen calor. Como no consumen, es el mecanismo más barato energéticamente hablando para regular la temperatura del cuerpo.

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

Temperatura de radiación. Es un factor desconocido, pero tan importante como el anterior.

Está relacionado con el calor que se recibe por radiación. Se puede estar confortables con una temperatura del aire muy baja si la temperatura de radiación es alta; por ejemplo, un día moderadamente frío de invierno, en el campo, puede ser agradable si estamos recibiendo el calor del sol de mediodía; o puede ser agradable una casa en la cual la temperatura del aire no es muy alta (15°C), pero las paredes están calientes (22°C). Esto es importante, porque suele ocurrir en las casas bioclimáticas, en donde la temperatura del aire suele ser menor que la temperatura de las paredes, suelos y techos, que pueden haber sido calentadas por el sol.

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

Humedad del aire. La humedad incide en la capacidad de transpiración que tiene el organismo, mecanismo por el cual se elimina el calor. A mayor humedad, menor transpiración. Por eso es más llevadero un calor seco que un calor húmedo.

Zona de confort.

Algunos escritores consideran que el límite superior de temperatura que puede resistir el hombre se da en el punto de insolación debido a la radiación solar y que el límite mínimo es el punto de congelación. La temperatura ideal del aire debe encontrarse entonces a mitad de camino entre estos dos extremos.

Experimentos realizados en la fundación John B. Pierce demuestran que al someter animales a túneles de temperatura variable, prefieren permanecer a 21°C, es decir en la zona media entre los puntos que exigen un mayor gasto energético de adaptación al ambiente, por lo tanto algunos estudiosos afirman que el ser humano con una temperatura corporal media de 37°C, al buscar unas condiciones térmicas favorables, escoge intuitivamente aquellas áreas en las cuales la temperatura se encuentra entre el frío que puede tolerar sin estar demasiado incomodo y el punto que le permita adaptarse al calor, sin que sus sistemas circulatorios y de secreción tengan que realizar un esfuerzo excesivo.

En el departamento británico de investigaciones científicas e industriales, llegaron a través de numerosas investigaciones y experimentos, a definir las condiciones de confort. Vernon afirma que

las temperaturas ideales, con poco movimiento del aire menos de 0.25 m/s, son: 19°C en verano y 17 grados centígrados en invierno. Bedford sitúa la temperatura interior ideal en 18°C durante el invierno y define una zona de confort entre los 13 y los 23°C. El estándar alemán se sitúa en 20.8°C con un 50% de humedad relativa. S. F. Markham propone un margen de temperatura entre los 15.6 y los 24,4°C como zona de confort ideal, con una humedad relativa al mediodía entre el 40% y el 70%. C. E. P. Brooks declara que la zona de confort británica oscila entre los 14 y los 21.1°C; en Estados Unidos dicha zona de confort se sitúa entre los 20.56 y los 26.7°C; en los trópicos entre los 23.3 y los 26.7°C, con una humedad relativa entre el 30% y el 70%.

La estación experimental de la Commonwealth Australiana desarrollo experimentos psicológicos que sugerían que, en unas condiciones climáticas dadas, la temperatura seca proporciona una sensación satisfactoria de calor hasta el momento en que se produce la transpiración general.

Científicos americanos han intentado establecer una medición psicológica, combinando los efectos de la temperatura, de la humedad y del movimiento del aire, denominada escala de temperatura efectiva (ET). Este grupo sitúa la humedad relativa entre el 30% y el 70%. Según Houghton y Yaglou la ET optima se encuentra en los 18.9°C, pudiendo oscilar entre los 17.2 y los 21.7°C, tanto para los hombres como para las mujeres (en reposo y vestidos normalmente). Algunos laboratorios e investigadores de campo han llegado a la conclusión de que el índice ET

sobrevalora el efecto de la humedad en la sensación de calor moderado y confort a temperatura normal, y que subestima esta influencia a temperaturas muy altas. Posteriormente, Yaglou desarrollo un método para mejorar el índice de ET basándose en la temperatura media de la piel.

Las fuentes anteriormente mencionadas sirvieron como base para la definición de la zona de confort. Sin embargo, debe resaltarse que, considerando la gama de observaciones y opiniones, no existe un criterio único para poder realizar una evaluación precisa del confort. Quizás podría definirse en negativo, es decir como la zona en la cual no se produce un sentimiento de incomodidad.

Una franja muy similar a la zona de neutralidad térmica, que varía según los individuos, los tipos de vestido y la naturaleza de la actividad que se realiza. Así mismo es dependiente del sexo; en general, las mujeres prefieren una temperatura efectiva un grado mas elevada que los hombres. La edad juega un papel importante en los requerimientos térmicos, las personas de 40 años prefieren generalmente una temperatura un grado mas elevada que los hombres o mujeres menores de esa edad. De acuerdo con la localización geográfica, la aclimatación afecta la zona de confort elevando los requerimientos térmicos.

La franja de confort no tiene límites reales, a partir de su zona central la neutralidad deriva sutilmente hacia un cierto grado de tensión y de este pasa directamente a alcanzar la zona de incomodidad. Como consecuencia, cualquier perímetro definitivo del confort estará basado

en situaciones arbitrarias. En caso de acondicionamiento mecánico, la situación deseada deberá situarse hacia el punto medio de la neutralidad térmica. En aquellos edificios en los que se intenta equilibrar la calidad ambiental por medios naturales, no pueden exigirse unas condiciones tan estrictas. En estos casos, el criterio a adoptar es el de el perímetro de la zona de confort vendrá definido por aquellas condiciones en las cuales una persona media no experimente sensación de incomodidad.

Los valores de la temperatura efectiva utilizados en la grafica adjunta están ajustados a los índices de temperatura de la piel. La zona de confort deseado indicada se encuentra entre el 30% y el 65% de humedad relativa.

La escala para medir el efecto térmico de la ropa en el cuerpo humano se basa en el Clo. Un Clo es una unidad arbitraria para determinar el grado de aislamiento de una prenda de vestir. El valor de un Clo equivale al aislamiento que proporciona la ropa normal de un hombre manteniendo el confort a una temperatura exterior de 21.1°C sin movimiento de aire, con una humedad relativa menor del 50% y sin demasiada actividad física. El de la prenda de vestir mas calida es de 4.5 Clo.

Relación entre los elementos climáticos y el confort

El movimiento del aire afecta nuestro cuerpo. No disminuye la temperatura pero provoca una sensación de frescor debido a la perdida de calor por convección y al aumento de la evaporación del cuerpo. A medida que el movimiento del aire aumenta, el límite superior del

confort se eleva. Sin embargo, este incremento se detiene al alcanzar temperaturas altas.

La siguiente información muestra velocidades teóricas de viento necesarias para restablecer el confort, cuando la temperatura y la humedad relativa se encuentran fuera de la franja de bienestar. Los límites convenientes de la velocidad del viento se encuentran definidos según su efecto sobre los seres humanos.

| VELOCIDAD | IMPACTO PROBABLE |
|----------------------------|--|
| Hasta 15 m/min | Inadvertido |
| Entre los 15 y 30.5 m/min | Agradable |
| Entre los 30.5 y 61 m/min | Generalmente agradable, pero se percibe constantemente su presencia. |
| Entre 61 y 91 m/min | De poco molesto a muy molesto. |
| Por encima de los 91 m/min | Requiere medidas correctivas si se quiere mantener un alto nivel de salud y de eficiencia. |

La presión de vapor se mide por la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera. Frecuentemente las personas experimentamos una sensación de opresión si la presión del vapor supera los 15mm en un medidor de mercurio. El doctor Paul Siple afirma que a partir de los 15mm de presión, cada milímetro adicional debe contrarrestarse con un efecto del viento equivalente a 1km/h. La fundación John B. Pierce de la Universidad de Yale ha desarrollado cálculos mas detallados para este

efecto, pero acepta la aproximación anterior adecuada a efectos prácticos.

La evaporación disminuye la temperatura seca. La disminución de la temperatura causada por la evaporación de humedad añadida restituirá la temperatura de confort llevándola hacia el límite exterior de la zona de confort. Todos los cálculos se han basado en la suposición de que el calor latente es suministrado completamente por el aire.

Es posible producir frío de evaporación mecánicamente y también, hasta cierto punto utilizando árboles, vegetación, estanques o fuentes. Esto es de gran importancia en climas secos donde el efecto del viento sirve de poco para bajar altas temperaturas.

El efecto de la radiación sobre las superficies interiores puede ser utilizado en cierta forma para equilibrar temperaturas extremas del aire. Esto quiere decir, por ejemplo, que se puede sentir confortables a baja temperatura si la pérdida de calor de nuestro cuerpo es contrarestanda por la radiación solar. A baja temperatura (por debajo de los 21.1°C) una caída de 1°C en la temperatura del aire puede ser contrarestanda elevando la temperatura de radiación en 0.8°C . Sin embargo, esta posibilidad tiene sus limitaciones en la práctica, no deberíamos encontrar una diferencia mayor de 2 a 2.5°C entre la temperatura del aire y la de las paredes.”³⁰

³⁰ Olgyay, Víctor “ARQUITECTURA Y CLIMA”; 2ª Edición; Editorial Gustavo Gili; 2002; Pág.: 15-21

3.2.5 EFECTOS TERMICOS DE LOS MATERIALES

3.2.5.1 Materiales opacos y equilibrio de la temperatura interior

“Todos los impactos caloríficos externos deben traspasar la piel externa del edificio antes de afectar las condiciones de la temperatura interior. La forma en que el calor penetra en la piel de la fachada puede compararse con la forma como un material poroso absorbe la humedad; las sucesivas capas de la fachada se saturan de calor hasta que finalmente el efecto es perceptible en la superficie interior. Las cargas de temperatura diaria, cuyas fluctuaciones son más o menos sinusoidales, se retardan y experimentan distorsiones en su amplitud al filtrarse a través de los elementos de la fachada. Estas dos funciones, propias del material, pueden ser utilizadas de forma muy favorable para conseguir el equilibrio de las condiciones existentes en el interior de una edificación.

Cualquiera que haya entrado a una gran iglesia construida en piedra, un día caluroso de verano, ha experimentado su frescor reconfortante. En este tipo de construcciones la gran masa de material de cerramiento absorbe y posteriormente emite el frescor absorbido durante la noche anterior, dando como resultado una temperatura próxima a la media estacional. Es posible observar un efecto similar en ejemplos “criptoclimáticos” tales como las pirámides, donde el espacio

interior es casi despreciable en relación con su inmensa masa de material pesado. La cámara mortuoria interior se mantiene siempre ajena a las temperaturas externas medias anuales. En las viviendas subterráneas de los trogloditas predominan condiciones análogas, ya que la masa de tierra mantiene la temperatura muy cerca de las condiciones isotérmicas. Las viviendas históricas se construían utilizando materiales pesados con propósitos diferentes al de conseguir el equilibrio térmico, no obstante, estas reaccionan muy bien frente a estos factores. Comparándolas con los cerramientos de las construcciones actuales, extremadamente ligeros y delgados, el tema del equilibrio de la temperatura emerge de forma muy evidente. Bajo ciertas condiciones este tipo de edificación tan liviana no es el más apropiado, ya que se encuentra a merced de las fuerzas externas, como si fuera un pequeño bote en altamar. El propósito en esta etapa de la investigación es definir las características o requerimientos que deberán satisfacer los materiales de un cerramiento opaco para poder equilibrar, a través de la humedad y su distribución, los impactos térmicos externos. Estas características pueden determinarse investigando los procesos y propiedades que permiten el control de la superficie, analizando brevemente los problemas relacionados con la humedad y el deterioro, y examinando en detalle los factores de transmisión de calor y de acumulación.

Penetración del calor a través de la superficie.

Las fuerzas térmicas que actúan en el exterior de una edificación son una combinación de los impactos por convección y radiación. La radiación total está compuesta por la radiación solar incidente y por el intercambio de calor con la temperatura del aire del entorno y con el cielo. El impacto calorífico por convección se encuentra en función del intercambio con la temperatura del aire circundante, y puede acelerarse a través del movimiento del aire. Bajo condiciones de calor y asoleo predominará la potencia calorífica; mientras que durante las noches de los períodos fríos o en superficies que se encuentran rodeadas por objetos a baja temperatura el intercambio de calor trabajará negativamente produciéndose una pérdida calorífica en la superficie expuesta.

Control de la entrada de calor. La primera capa de control del calor se encuentra en la superficial de un material expuesto al asoleo directo será mayor que la del aire que lo rodea, los movimientos del aire a su alrededor reducirán los impactos caloríficos externos y serán especialmente beneficiosos en condiciones de calor extremo. El efecto de intercambio puede incrementarse distribuyendo la radiación sobre una mayor superficie, es decir, introduciendo superficies curvas (tales como cúpulas o bóvedas), corrugadas o desiguales (alternando capas

rectangulares de ladrillo), que incrementaran simultáneamente el índice de transferencia por convección.

Las características selectivas de absorción y emisión constituyen otra defensa eficaz contra los impactos de la radiación y adquieren una especial importancia en condiciones calurosas. Aquellos materiales que reflejan más radiación de la que absorben, y que expelen rápidamente la cantidad absorbida en forma de radiación térmica, producirán temperaturas más bajas dentro de la edificación.

Cuando la energía solar incide en una construcción ya ha sido interceptada por la atmósfera y nos llega a través de diferentes canales. La radiación solar está constituida por la radiación visible (con una longitud de onda de 0.3 a 0.7 micras) y por los rayos infrarrojos (1.7 a 2.5 micras). Esta energía se concentra cerca de la parte visible del espectro, por lo tanto el criterio de reflexión se encuentra en relación con los colores. Los materiales blancos pueden reflejar el 90% o más de la radiación recibida; y los negros el 15% o menos.

**REACCION DE LOS MATERIALES A LA
RADIACIÓN SOLAR Y A LA RADIACION TERMICA**

| SUPERFICIE | PORCENTAJE DE REFLEXIÓN | | PORCENTAJE DE EMISIÓN |
|--|----------------------------|----------------------|--------------------------|
| | Radiación Solar | Radiación Térmica | |
| <i>Plata Pulida</i> | 93 | 98 | 2 |
| <i>Aluminio pulido</i> | 85 | 92 | 8 |
| <i>Encalado</i> | 80 | - | - |
| <i>Cobre pulido</i> | 75 | 85 | 15 |
| <i>Chapa cromada</i> | 72 | 80 | 20 |
| <i>Pintura blanca</i> | 71 | 11 | 89 |
| <i>Mármol blanco</i> | 54 | 5 | 95 |
| <i>Pintura verde claro</i> | 50 | 5 | 5 |
| <i>Pintura color aluminio</i> | 45 | 45 | 55 |
| <i>Calcio de Indiana</i> | 43 | 5 | 95 |
| <i>Madera de pino</i> | 40 | 5 | 95 |
| <i>Cementos de asbestos de 1 año de edad</i> | 29 | 5 | 95 |
| <i>Ladrillo de arcilla roja</i> | 23-30 | 6 | 95 |
| <i>Pintura gris</i> | 25 | 5 | 95 |
| <i>Hierro galvanizado oxidizado</i> | 10 | 72 | 28 |
| <i>Negro mate</i> | 3 | 5 | 95 |

Estos datos han sido extraídos principalmente del manual de química y física del departamento de investigaciones científicas e industriales (Inglaterra), Coblentz, Cammerer, Drysdale.

En la tabla anterior se indican las características de los materiales de algunas superficies, según su capacidad de reflexión y de emisión tanto de la radiación térmica como de la solar.

El comportamiento selectivo de los materiales bajo radiación solar y térmica puede emplearse de acuerdo con las circunstancias climáticas. En aquellas zonas en las que el período frío es extenso, resulta más favorable elegir un índice de reflexión solar bajo. En regiones donde los períodos cálidos y fríos se alternan, tanto la reflexión como la absorción son favorables pero en diferentes momentos. Arquitectónicamente es posible resolver esta situación aprovechando la trayectoria estacional del recorrido del sol; los bajos rayos invernales pueden alcanzar las superficies absorbentes, de color oscuro; mientras que la radiación veraniega, mucho más vertical, puede interceptarse con elementos constructivos cuyo índice de reflexión sea muy elevado. En zonas donde predomina el calor debe tenerse muy en cuenta el efecto neto de la reflexión en combinación con la emisión de radiación térmica, característica del material. Si las superficies expuestas a radiación solar y a cielos despejados son de color blanco, encaladas o construidas con materiales de color claro tales como el mármol, permanecerán más frescas que las metalizadas (Por ejemplo en aluminio). A pesar de que el aluminio posee un mayor nivel de reflexión de la radiación solar, este efecto es contrareestado por la capacidad emisora de las superficies

blancas, las cuales reflejan el calor hacia el cielo, por radiación térmica. Este principio es válido para los exteriores blancos de las edificaciones tropicales. No obstante si los mismos materiales se encuentran expuestos no solamente a los rayos del sol sino también a un terreno caliente –donde la superficie blanca no es capaz de emisión- la superficie de aluminio pulido será la más fresca de las dos. En los aviones se aplican ambos procesos, la parte superior, expuesta a la radiación solar, suele ir pintada de blanco mientras que la inferior permanece metalizada.

CAPACIDAD CALORÍFICA DE MATERIALES ³¹

J.S-1 M-1 (°C)-1 CAL. S-1 CM-1. (C)-

| | | |
|-----------------------|------|---------|
| Espuma de polietileno | 0.01 | 0.00002 |
| Hormigón | 0.8 | 0.002 |
| Ladrillo refractario | 0.15 | 0.00035 |
| Ladrillo rojo | 0.6 | 0.0015 |
| Madera | 0.8 | 0.002 |
| Vidrio | 0.8 | 0.002 |

Capacidad calorífica e inercia térmica.

Si a un cuerpo le aportamos calor, este eleva su temperatura. Si lo hace lentamente decimos que tiene mucha **capacidad calorífica**, puesto que es capaz de almacenar mucho calor por cada grado centígrado de temperatura. Las diferencias de capacidad calorífica entre el agua y el

³¹ Sección de Física de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental

aceite, por ejemplo, (mayor la primera que el segundo) es lo que hace que, al fuego, el agua tarde más en calentarse que el aceite, pero también que el agua "guarde" más el calor.

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

El agua tiene un calor específico particularmente alto, lo que significa que hace falta más calor para aumentar la temperatura del agua que la de la mayoría de las sustancias. En el caso del oro, en cambio, hace falta muy poco calor.

CALOR ESPECÍFICO (A 25 °C)

SUSTANCIA cal/g °C J/kg K

Aire 0,24 1.010

Aluminio 0,22 900

Alcohol etílico 0,59 2.450

Oro 0,03 130

Granito 0,19 800

Hierro 0,11 450

Aceite de oliva 0,47 2.000

Plata 0,06 240

Acero inoxidable 0,12 510

Agua (líquida) 1,00 4.180

Madera 0,42 1.760

La capacidad calorífica y el almacenamiento de calor traen aparejados ciertos fenómenos. Esto ocurre también en las estaciones:

en el hemisferio norte, el 21 de abril (equinoccio de primavera) el sol está en la misma posición que el 21 de septiembre (equinoccio de otoño), y sin embargo, las temperaturas son mayores en esta última fecha, por la sencilla razón de que la tierra todavía "guarda" el calor del verano, que irá perdiendo poco a poco. Esta "resistencia" de la temperatura a reaccionar inmediatamente a los aportes de calor es lo que llamamos **inercia térmica**.

Este es un concepto importante en las viviendas bioclimáticas: si tienen poca inercia térmica, reaccionarán rápidamente a la radiación solar, calentándose pronto durante el día (hablamos del invierno), pero también por la noche se enfrían más rápido: el retardo entre los aportes de calor y la temperatura alcanzada es pequeño. En cambio, en viviendas con gran inercia térmica, la radiación solar no provocará una subida rápida de la temperatura de la casa, porque el calor se está almacenando, y posteriormente se libera lentamente por la noche, por lo que no se producirá una disminución brusca de temperatura; además, las variaciones de temperatura se amortiguan, no alcanzando valores tan extremos.

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

Por otra parte, el intercambio térmico con el entorno se realiza a través de longitudes de onda infrarrojas mayores (Por encima de 2.5, y

generalmente entre 5 y 20 micras). Las características de los materiales desde el punto de vista de la reflexión del calor a través de longitudes de onda infrarrojas depende de la densidad de su superficie y de su composición molecular que del color.

Efectos de la humedad

Los materiales absorben la humedad según sus cualidades higroscópicas. En general, las sustancias orgánicas tienen mayores propiedades absorbentes que las inorgánicas. Con un contenido alto de la humedad, Los materiales presentan una mayor capacidad de transmisión de calor debido a la relativamente alta conductividad térmica del agua. Experimentos realizados, muestran el efecto de la humedad higroscópica en la conductividad térmica de materiales inorgánicos en relación a su volumen, y de materiales orgánicos en proporción directa a su peso. Es preciso mencionar que un problema relacionado con la humedad, y que se considera independiente de su comportamiento térmico consiste en la creación de condiciones críticas producidas por efecto de la condensación. El aire con alto contenido de vapor de agua penetra a través de los materiales o de los espacios abiertos de la edificación hacia aquellas zonas con una presión de vapor baja. Generalmente, la dirección del flujo parte desde el interior cálido hacia el frío exterior. También se producen flujos inversos, desde el calor exterior hacia los espacios interiores más frescos. Teóricamente, la condensación se produce cuando el aire cargado de humedad del interior de una edificación alcanza el punto de rocío. T.S. Rogers

describe diversos métodos para eliminar condensaciones en la edificación: (1): reduciendo el contenido de humedad en el interior, (2): colocando una “barrera de vapor” o superficie resistente al vapor en el lado más cálido de la zona de punto de rocío, (3): conectando el lado frío con el aire exterior (4) utilizando en el lado frío materiales que sean al menos cinco veces más porosos al vapor que los empleados en el lado cálido. En general puede afirmarse que la importancia del control del vapor aumenta en las zonas de clima frío.

Transmisión calorífica de los materiales

La característica más importante para el control térmico de los materiales en su comportamiento desde el punto de vista de la transmisión. La variación diaria de la carga calorífica origina su correspondiente oscilación en el interior de la estructura, pero con dos diferencias; (1): El ciclo intenso se amortiguará, es decir, las variaciones serán más pequeñas (la amplitud de sus movimientos disminuirá) y (2): el ciclo interno sucederá al externo, es decir, ambos ciclos estarán desfasados. El primer efecto depende del valor aislante del material, caracterizando como factor “U” (coeficiente de transmisión total de calor expresado en $Kcal/h//m^2$). A menor valor de U, mejor efecto aislante. Esta interferencia en el paso del calor se conoce generalmente como “aislamiento resistente” ya que permite reducir el flujo de calor. El segundo efecto depende de la capacidad acumulativa calorífica del material, caracterizado por el calor volumétrica específico (ex 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 que se producen en momentos de baja temperatura. Este efecto reduce simultáneamente la amplitud del impacto y se denomina generalmente “capacidad aislante”.

Ambas características se encuentran presentes en los materiales, con diferente intensidad, dependiendo de su difusión térmica.

El aire estático es uno de los mejores elementos aislantes, aquellos materiales que contienen burbujas de aire atrapado en su interior tienen un índice de transmisión de calor más bajo y son generalmente más livianos. Por el contrario, los materiales con gran inercia son generalmente densos y su efecto se asocia, por lo general, directamente con su peso.

En diseño la utilización apropiada tanto del aislamiento como de la inercia son muy importantes para conseguir el equilibrio calorífico del interior.

Capacidad de aislamiento o efectos de la capacidad calorífica.

Para determinar las características adecuadas del comportamiento térmico de los materiales en una región climática específica es necesario realizar un estudio de las condiciones térmicas anuales en relación con las condiciones de confort. Es posible establecer

una relación directa entre el nivel máximo de la temperatura anual y el valor de aislamiento necesario y confirmar una relación paralela entre el índice de temperatura diario y los requerimientos de capacidad calorífica. Con relación a esto último Leroux recomienda que en aquellas zonas donde el margen diario se encuentra entre los 6 y 8° C la construcción se realice con material pesado de aproximadamente 300 Kg. / m³, utilizando por ejemplo, hormigón o ladrillo, para temperaturas entre 10 y 12° C, un peso entre 600 y 700 Kg. / m, ³ y por encima de los 20° C, 1200 Kg. / m, ³ o más. Estas recomendaciones, aunque correctas en principio han sido criticadas en su aplicación particular.

COEFICIENTE DE TRANSMISION CALORIFICA TOTAL (U) Y TIEMPOS DE INERCIA CARACTERISTICOS PARA MUROS HOMOGENEOS.³²

³² Olgyay, Víctor “ARQUITECTURA Y CLIMA”; 2ª Edición; Editorial Gustavo Gili; 2002; Pág.:119

| MATERIAL | Espesor Centímetros | Valor de (U) Cal/cm²/min | Retraso Horas |
|-------------------------|--------------------------------|--|--------------------------|
| Piedra | 20 | 0.0031 | 5.5 |
| | 35 | 0.0025 | 8.0 |
| | 41 | 0.0022 | 10.5 |
| | 61 | 0.0017 | 15.5 |
| Hormigón sólido | 5 | 0.0045 | 1.1 |
| | 10 | 0.0041 | 2.5 |
| | 15 | 0.0034 | 3.8 |
| | 20 | 0.0030 | 5.1 |
| | 30 | 0.0025 | 7.8 |
| | 40.6 | 0.0021 | 10.2 |
| Ladrillo común | 10 | 0.0028 | 2.3 |
| | 20 | 0.0019 | 5.5 |
| | 30 | 0.0014 | 8.5 |
| | 40.6 | 0.0012 | 12.0 |
| Aplacado de ladrillo | 10 | 0.0036 | 2.4 |
| Madera | 1.25 | 0.0031 | 0.17 |
| | 2.5 | 0.0022 | 0.45 |
| | 5 | 0.0014 | 1.3 |
| Panel Aislante | 1.25 | 0.0019 | 0.08 |
| | 2.5 | 0.0012 | 0.23 |
| | 5 | 0.00065 | 0.77 |
| | 10 | 0.00037 | 2.7 |
| | 15 | 0.00023 | 5.0 |

3.2.6 ETAPA TECNOLÓGICA

3.2.6.1 CONCEPTOS BASICOS DE LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Trayectoria solar

Siendo el sol la principal fuente energética que afecta al diseño bioclimático, es importante tener una idea de su trayectoria en las distintas estaciones del año. Como se sabe, la existencia de las estaciones está motivada porque el eje de rotación de la tierra no es siempre perpendicular al plano de su trayectoria de traslación con respecto al sol, sino que forma un ángulo variable dependiendo del momento del año en que nos encontremos.

El 21, de junio el polo norte está muy inclinado hacia el sol. Los rayos solares llegan verticalmente hasta el paralelo situado a $23^{\circ} 27'$ de latitud norte, al cual se denomina trópico de Cáncer.

En este día llamado solsticio de verano, los rayos solares llegan a los puntos situados más al norte que pueden alcanzar verticalmente. Con el solsticio de verano comienza el verano en el hemisferio norte.

Durante el verano los días son más largos y las noches mas cortas. Debido a que los rayos solares caen más verticalmente sobre el hemisferio norte, recibe este más calor. Por todos estos factores, el verano es la estación más calurosa del año.

Mientras en el hemisferio norte es verano, en el hemisferio sur es invierno.

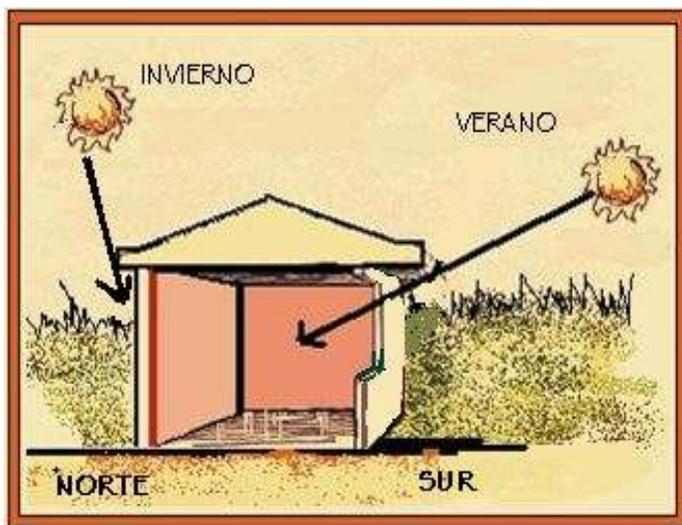
El verano dura tres meses. El 23 de Septiembre la tierra, en su recorrido, pasa frente al sol en forma tal que los rayos solares alcanzan en igual forma ambos hemisferios.

Este día en todo el planeta el día y la noche tienen igual duración, por lo cual el 23 de septiembre es denominado equinoccio de otoño

(equinoccio-noches iguales). Este día comienza el otoño en el hemisferio norte y la primavera en el hemisferio sur.

El 22 de diciembre es el polo sur el que se inclina hacia el sol. Los rayos solares caen entonces verticalmente sobre el trópico de capricornio, o sea, el paralelo situado a $23^{\circ} 27'$, al sur del ecuador. El día 22 de diciembre corresponde al solsticio de invierno, que señala el comienzo del invierno en el hemisferio norte y el inicio del verano en el hemisferio sur. El 21 de marzo, cuando ya la tierra ha completado tres cuartas partes de su recorrido anual, pasa frente al sol en forma semejante a la del equinoccio de otoño. Este día por segunda vez en el transcurso del año, el día y la noche tienen igual duración (doce horas) en toda la tierra. Es el equinoccio de primavera, día en el cual da comienzo la primavera en el hemisferio norte y se inicia el otoño en el hemisferio sur.

El movimiento de traslación de la tierra en torno al sol y la inclinación del eje terrestre tienen como consecuencia, según vemos, la



sucesión de las estaciones.

Estas trayectorias solares tienen una consecuencia clara sobre la radiación recibida por fachadas verticales.

15. incidencia solar (invierno, verano)

Durante el solsticio de invierno, la fachada sur recibe la mayoría de radiación, gracias a que el sol está bajo, mientras que las otras orientaciones apenas reciben radiación. En el solsticio de verano, en cambio, cuando el sol está más vertical a mediodía, la fachada norte recibe menos radiación directa, mientras que las mañanas y las tardes castigan especialmente a las fachadas este y oeste, respectivamente.

Trópicos, dos paralelos de latitud terrestre, equidistantes del ecuador, situados a $23^{\circ} 27'$ de latitud N y a $23^{\circ} 27'$ de latitud S.

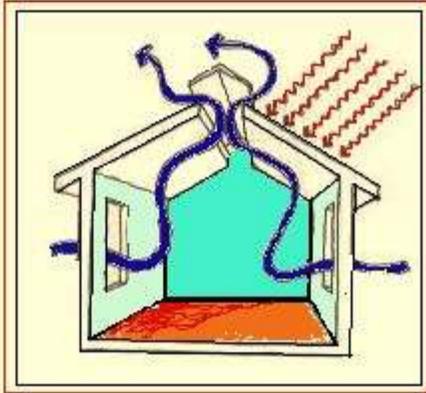
Son los dos puntos situados más al norte y al sur, respectivamente, de la superficie terrestre donde los rayos del Sol inciden perpendicularmente sobre la Tierra, al mediodía, al menos un día al año. El trópico situado al norte del ecuador se denomina Trópico de Cáncer, porque el Sol, en el solsticio de verano (momento, para el hemisferio norte, en el cual los rayos solares caen perpendicularmente sobre el trópico), entra en la constelación de Cáncer. El trópico situado al sur del ecuador, por una razón similar, se denomina Trópico de Capricornio. Esta zona de la superficie terrestre se conoce como zona tropical, intertropical o tórrida. El adjetivo tropical también se emplea para describir las condiciones climáticas, de vegetación, etc. semejantes a las que se dan en esta zona geográfica.³³

Efecto invernadero en la edificación

Es el fenómeno por el cual la radiación entra en un espacio y queda atrapada, calentando, por tanto, ese espacio. Se llama así porque

³³ Levi Marrero, La tierra y sus recursos, cultura venezolana, s.a. caracas venezuela.

es el efecto que ocurre en un invernadero, que es un espacio cerrado por un acristalado.



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

16. Fenómeno convectivo.

Fenómenos convectivos naturales

La convección es un fenómeno por el cual el aire caliente tiende a ascender y el frío a descender.

Es posible utilizar la radiación solar para calentar aire de tal manera que, al subir, escape al exterior, teniendo que ser sustituido por aire más frío, lo cual provoca una renovación de aire que se denomina **ventilación convectiva**. El dispositivo que provoca este fenómeno se denomina **chimenea solar**.

En un espacio cerrado, el aire caliente tiende a situarse en la parte de arriba, y el frío en la de abajo. Si este espacio es amplio en altura, la diferencia de temperaturas entre la parte alta y la parte baja puede ser apreciable. Este fenómeno se denomina **estratificación térmica**. Dos habitaciones colocadas a diferentes alturas, pero comunicadas entre sí, participan de este fenómeno, y resultará en que la habitación alta esté siempre más cálida que la baja.

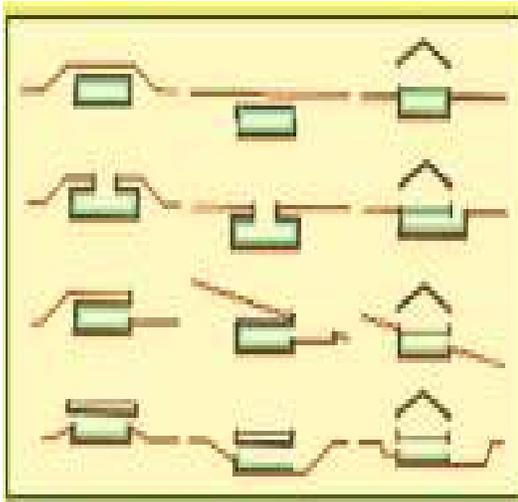
El efecto reflectivo de la radiación.

La superficie del piso en la que incide la radiación solar puede dispersar los rayos , evitando dirigirlos a las paredes de las fachadas de la vivienda. Una superficie áspera y con ondulaciones actúa en perfección con lo antes mencionado, mientras que una superficie lisa refleja los rayos incidentes hacia la vivienda.

Calor de vaporización

Cuando un cuerpo pasa de estado líquido a gaseoso, necesita absorber una cantidad de calor que se denomina calor de vaporización. Entonces el agua, al evaporarse, necesita calor, que adquiere de su entorno inmediato, enfriándolo. Por eso los lugares donde hay agua están más frescos. Las plantas están transpirando continuamente, eliminando agua en forma de vapor. Por eso los lugares donde hay plantas están también más frescos. El agua de un botijo permanece fresca a pesar de que haga calor, gracias a que el barro de que está hecho es permeable al vapor de agua, permitiendo entonces la evaporación de parte del agua interior, que refresca la masa de agua restante.

Efecto climático del suelo



El suelo tiene mucha inercia térmica, lo que amortigua y retarda las variaciones de temperatura, entre el día y la noche, e incluso entre estaciones. La amortiguación de temperatura que se produce depende de la profundidad y del tipo de suelo.

17. Efecto climático del suelo

Para amortiguar las variaciones día - noche el espesor debe ser de 20 - 30 cm, para amortiguar las variaciones entre días de distintas temperaturas, espesor de 80 a 200 cm, y para amortiguar variaciones invierno - verano, espesores de 6 - 12 m.

Aunque en la práctica no sea factible grandes profundidades en enterramientos de viviendas, han surgido proyectos de viviendas semienterradas para tratar de aprovechar esta capacidad de amortiguamiento del suelo.

Pérdida de calor en viviendas

Ya se ha hablado de los tres mecanismos de transmisión del calor. En una vivienda, los tres funcionan para producir pérdidas de calor. En el interior de la casa, el calor se transmite entre los paramentos (muros, techos, suelos) principalmente por radiación, y entre los paramentos y el aire interior principalmente por convección. El calor "viaja" a través de los paramentos por conducción, hasta alcanzar el exterior de la casa,

donde se disipa por convección y radiación. Para reducir las pérdidas de calor, se actúa principalmente sobre el fenómeno de conducción a través de los paramentos, intercalando una capa de material térmicamente aislante.

Hay que cuidar los llamados **puentes térmicos**, que son lugares de refuerzo o juntas de los paramentos que pueden estar contruidos con materiales diferentes al resto, existiendo por tanto una discontinuidad de la capa aislante. Estos lugares pueden convertirse en vías rápidas de escape del calor.

Sin embargo existe otra causa de pérdida de calor: la **ventilación**. Para que una casa sea salubre necesita un ritmo adecuado de renovación de aire. Si esta renovación se realiza con el aire exterior, estamos perdiendo aire caliente e introduciendo aire frío. Hay que llegar a un compromiso entre la ventilación que necesitamos y las pérdidas de calor que podemos admitir.³⁴



18. Perdida de calor a través de la ventilación.

³⁴ <http://www.geocities.com>



19. Pérdidas de calor en una vivienda

“Esta imagen de colores falsos muestra el calor que se escapa de una vivienda en forma de rayos infrarrojos. Las zonas negras son las que menos calor irradian, mientras que las blancas (que coinciden con las ventanas) son las que más calor pierden.”³⁵

Photo Researchers, Inc./NASA/Science Source

³⁵ Biblioteca de Consulta Microsoft © Encarta © 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.

Microclima y ubicación

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

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

Efectos del viento y modelos de flujo del aire

Viento y arquitectura

En el pasado, los constructores utilizaban medidas protectoras contra los inoportunos efectos del viento, y organizaban las distribuciones para intentar aprovechar los beneficios. En las zonas climáticas calurosas, la ventilación tiene una importancia relevante como remedio en las altas temperaturas y humedades.³⁶

Sin embargo, en la mayoría de las zonas prevalecen los periodos variables, por lo tanto es necesario realizar un análisis adecuado y esmerado de cada lugar.

³⁶ Olgyay, Víctor “ARQUITECTURA Y CLIMA”; 2ª Edición; Editorial Gustavo Gili; 2002; Pág.: 94

Análisis del viento

Los movimientos favorables del aire deben utilizarse para refrescar durante las épocas calurosas y como alivio en aquellos periodos en que los valores de humedad absoluta son muy altos. Por el contrario, los movimientos del aire lo proporciona un análisis bioclimático de la región del cual divide el año en dos periodos, el frío y el calido, y define las exigencias del confort.

Dirección del viento y ordenación residencial

Los edificios que se colocan perpendicularmente a la dirección de los vientos reciben en su fachada de mayor exposición el impacto total de la velocidad. Si se sitúan a 45° la velocidad del viento se reduce un 50%; algunos cálculos se aplican el 66% como factor de corrección. Las construcciones en hilera, espaciadas entre si una distancia equivalente a siete veces la altura, aseguran un nivel de ventilación satisfactorio para cada unidad. No obstante, el viento tiende a dar “saltos de rana” a lo largo de ventilaciones en banda paralelas de edificación. Los edificios diseñados en hilera proyectan una sombra de viento sobre las unidades siguientes, lo cual se ve reforzado por su tendencia natural a moverse a través de los espacios libres.

Efectos del entorno ambiental adyacente sobre las edificaciones

El entorno inmediato que rodea las construcciones de baja altura ejerce una acción determinante tanto en los modelos como en las

velocidades del viento. Este factor libera hasta cierto punto a la edificación de los requerimientos rígidos de la orientación. Los elementos del diseño paisajístico, que incluyen materiales vegetales tales como árboles y arbustos, o muros y vallas, pueden crear zonas de baja presión alrededor de las viviendas dependiendo de sus aberturas. Debe tenerse especial cuidado en la distribución de los mismos, de forma tal que no bloquee las brisas refrescantes durante los periodos calidos; la plantación debe diseñarse para dirigir y acelerar los movimientos del aire hacia el edificio.

En el centro de Ingeniería experimental de Tejas se han realizado estudios de campo y maquetas experimentales utilizando diversas combinaciones de plantación para analizar las modificaciones que sufren los modelos de flujo del aire.

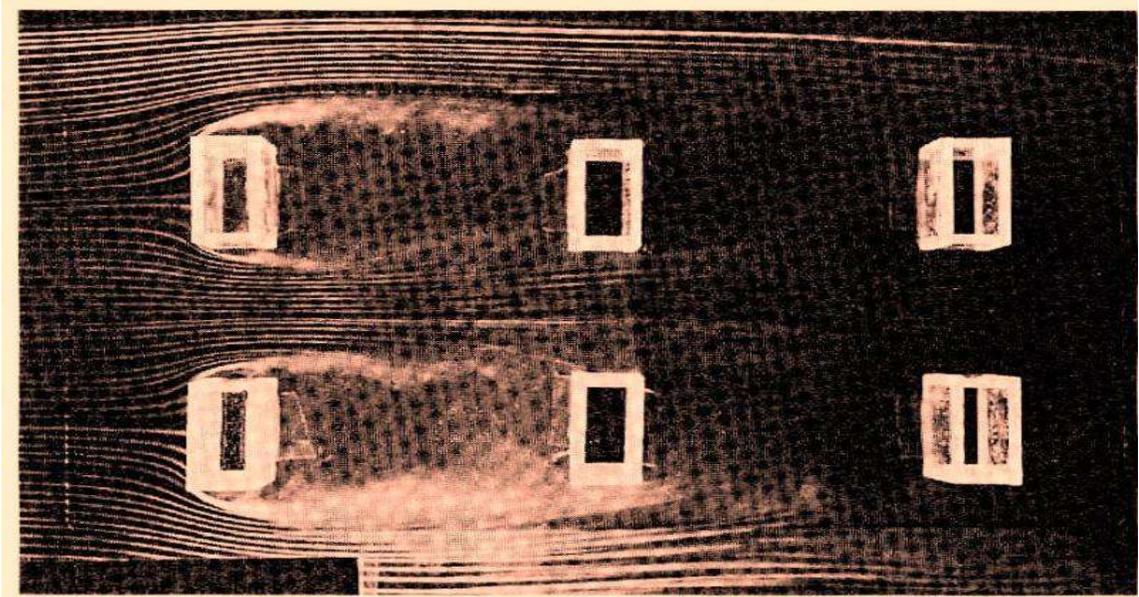
La masa de follaje de los árboles bloquea el paso del aire, originando, como consecuencia, un incremento de la velocidad del aire que pasa directamente por debajo.

Modelos de flujo de aire en el interior de los edificios

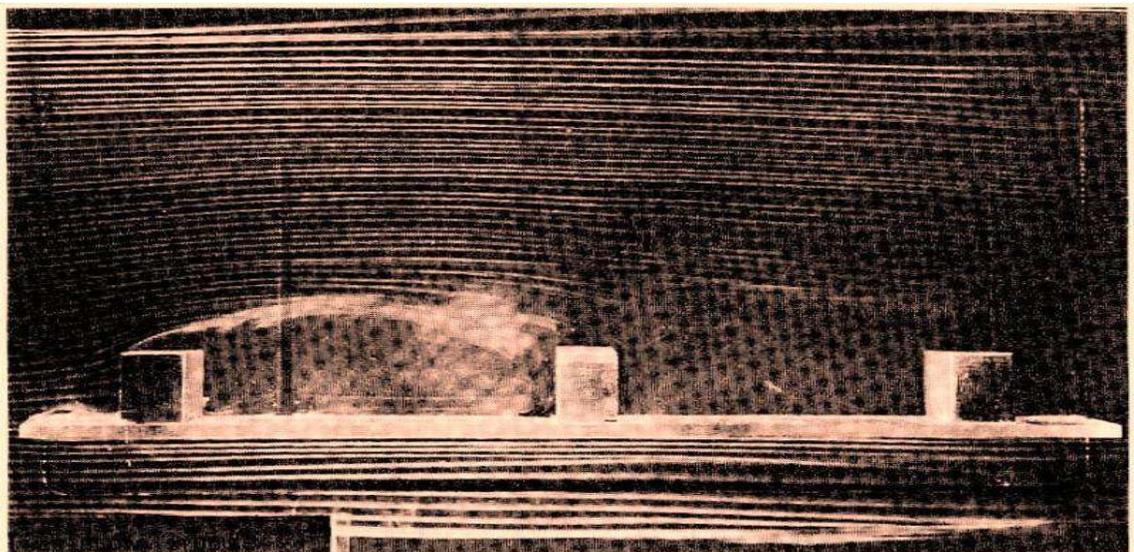
Las fuerzas que proporcionan la ventilación natural en la edificación puede agruparse según las siguientes categorías: 1, movimientos del aire producidos por diferencias de presión; 2, intercambio del aire por diferencia de temperatura. Ambas fuerzas pueden actuar solas, en conjunto o en oposición, siempre dependiendo de las condiciones atmosféricas y del diseño del edificio.

Ventilación producida por las fuerzas del viento

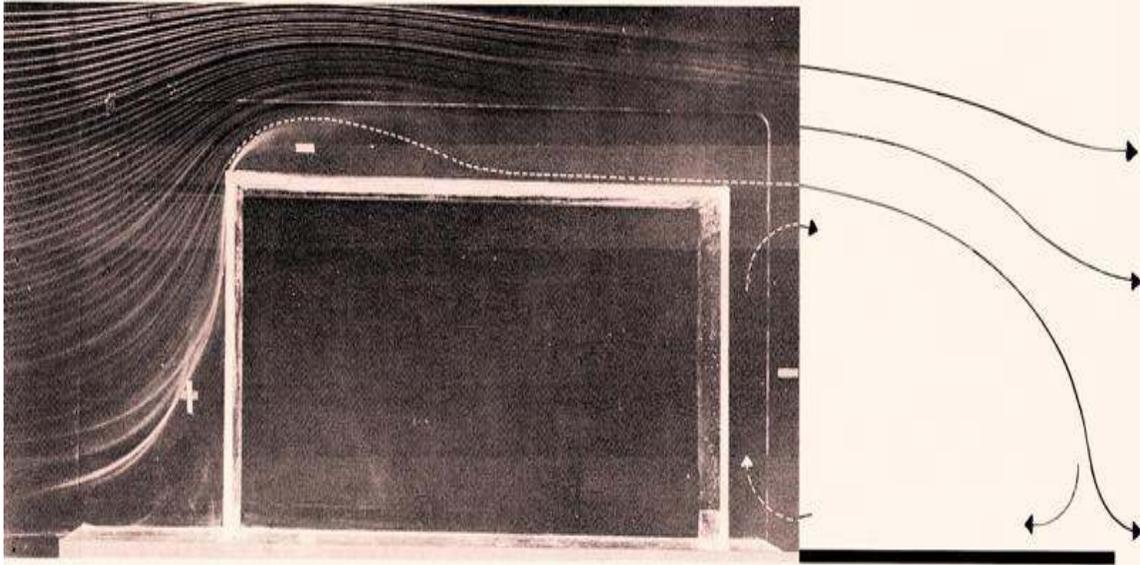
Una vivienda situada en una corriente de aire disminuye la velocidad del mismo y lo acumula en su lado más expuesto, originando un área de presión relativamente alta. El movimiento de aire que rodea una edificación crea zonas de baja presión en los lados adyacentes a la fachada de mayor exposición. A sotavento se producirá una zona de sombra de viento con baja presión. Esta sombra de viento se llenará de aire gradualmente, de forma tal que, a una distancia aproximada del doble de altura de un edificio, el aire se encuentra en reposo. A partir de allí, y fluyendo desde y hacia el edificio, el viento recuperará su velocidad original a una distancia de aproximadamente siete veces la altura de la construcción. Los modelos de movimiento del aire creados alrededor de la vivienda vienen determinados por la geometría de la edificación y son independientes de la velocidad del viento. La sección vertical del modelo de viento es similar a la envolvente que se muestra en los siguientes gráficos:



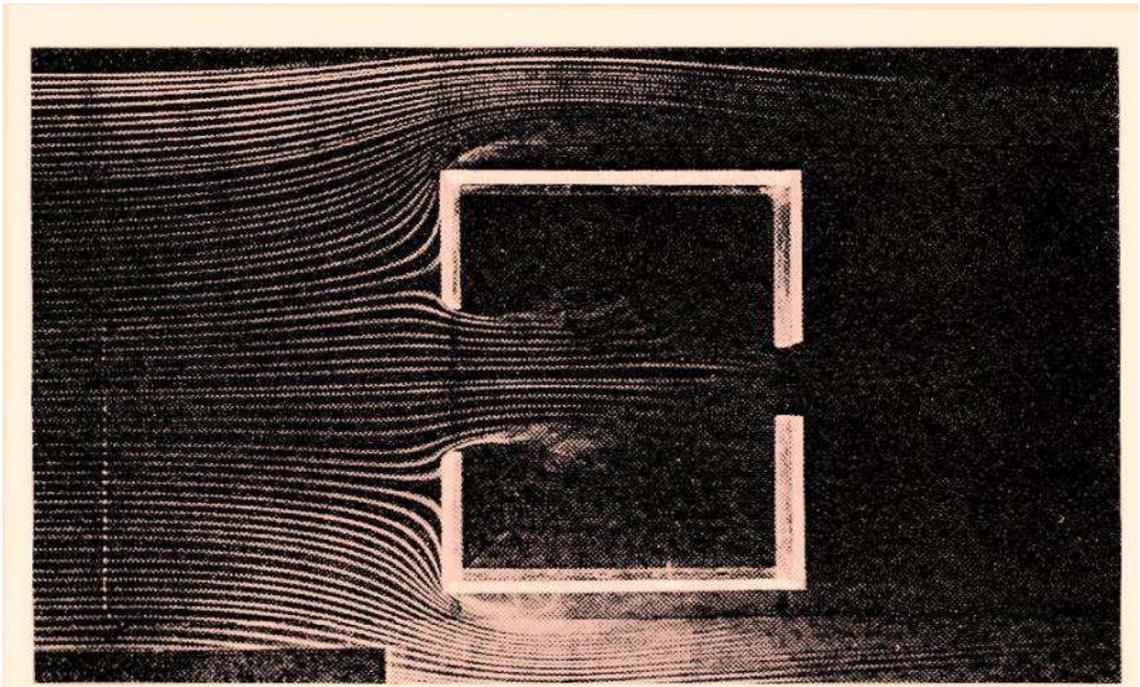
20. Protección del viento con una ordenación lineal de viviendas



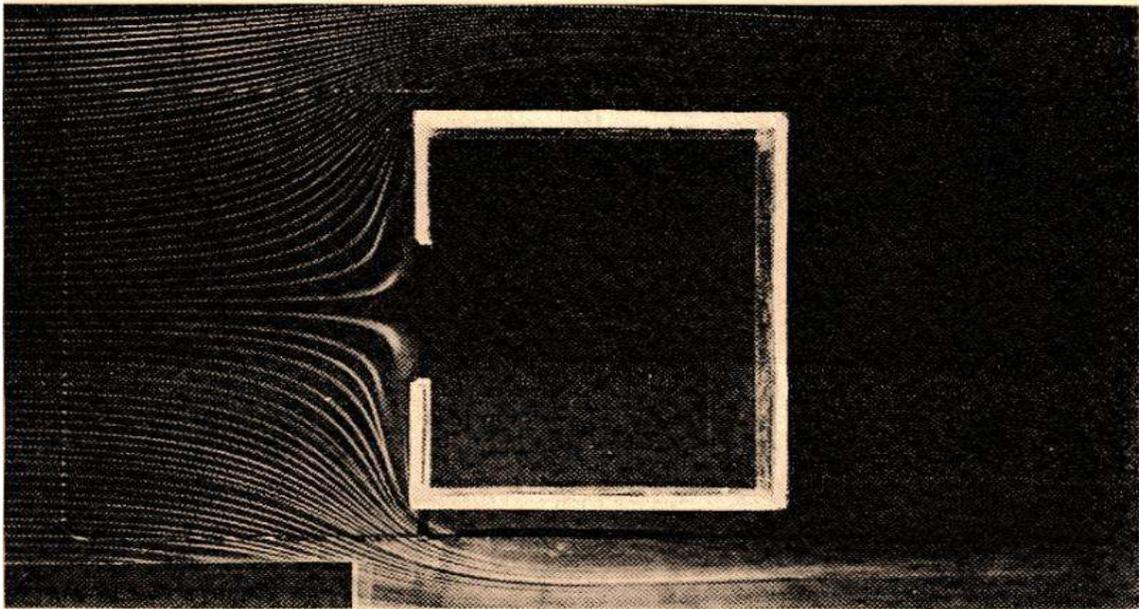
21. Efecto sombra de la incidencia del viento con una ordenación de edificaciones en hilera.



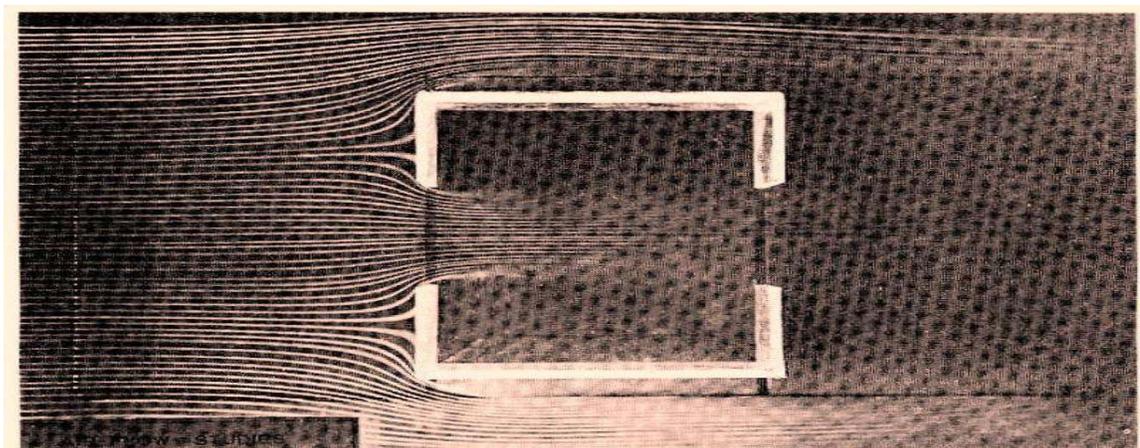
22. Modelo de movimiento del aire en la sección de un edificio.



23. La combinación de una abertura de gran tamaño para la entrada de aire con una pequeña para la salida produce un incremento de velocidades en el exterior del edificio, como consecuencia, el efecto refrescante se pierde.

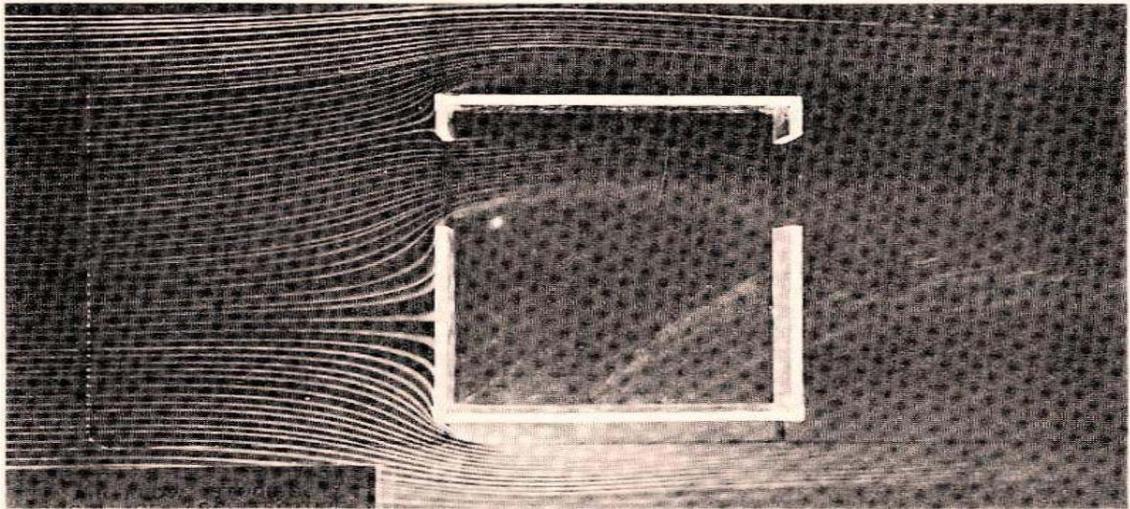


24. Para recibir los movimientos del aire, una casa debe tener una abertura de entrada (preferiblemente situada donde la presión es positiva) y una de salida (donde es negativa o de succión). En este ejemplo falta una de dichas aberturas, por lo tanto no se produce movimiento de aire en el interior.

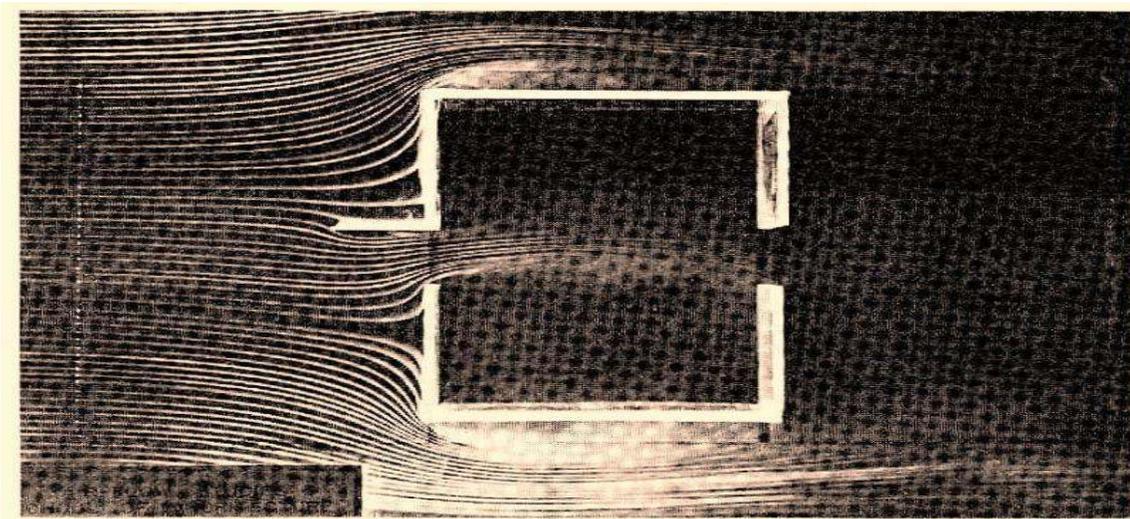


25. El máximo flujo de aire se produce cuando grandes aberturas de igual tamaño se sitúan en fachadas opuestas. Véase la considerable

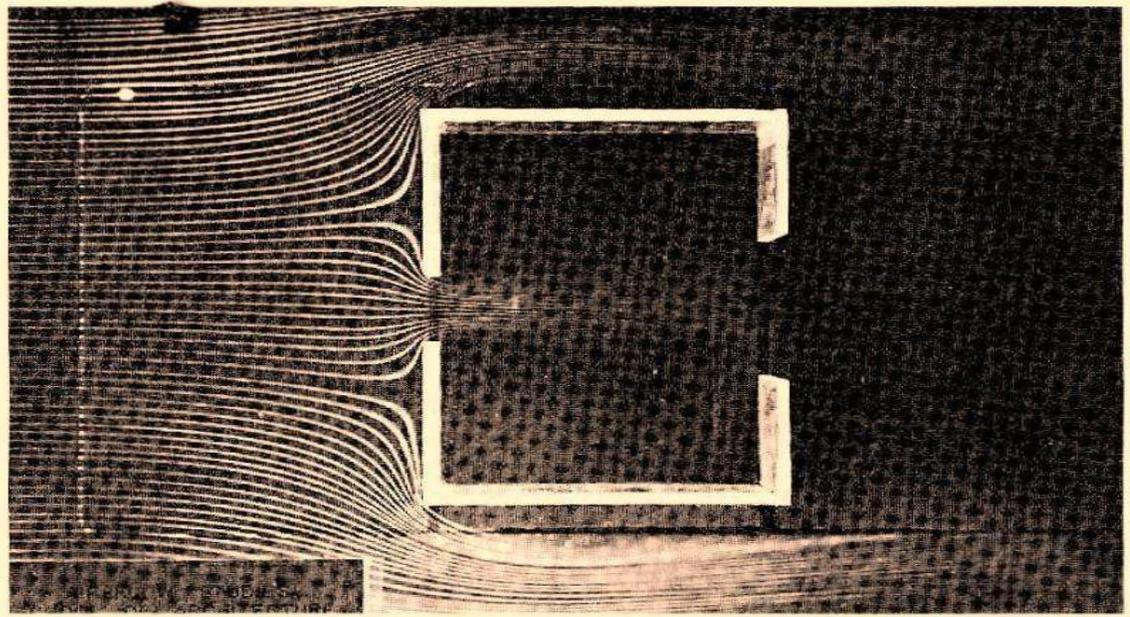
cantidad de flujo de aire a mayor velocidad que la que fluye en el exterior del edificio.



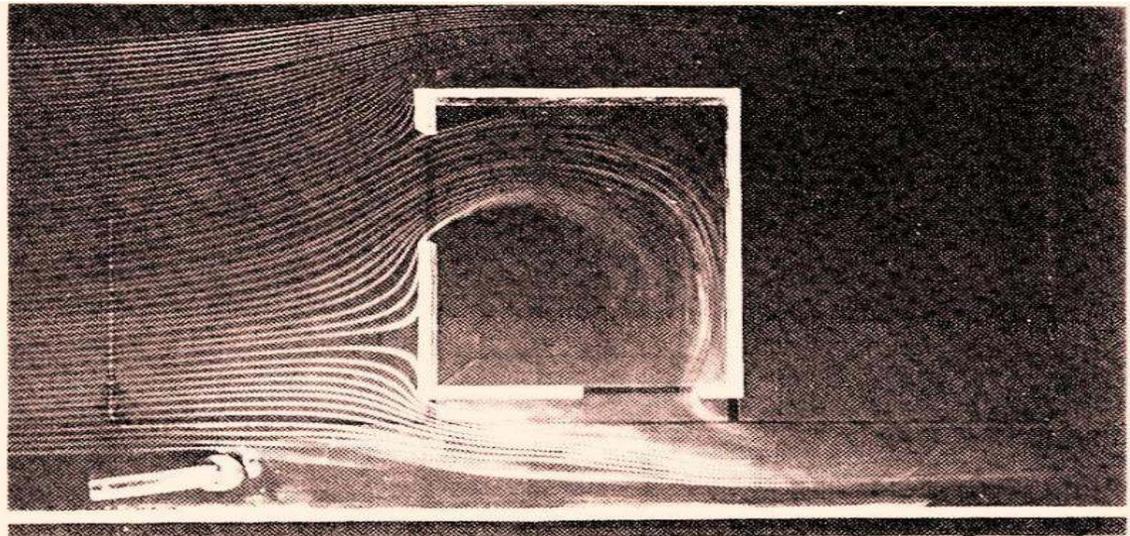
26. Si las aberturas no se encuentran centradas respecto al flujo de aire exterior, se producirá un flujo interior asimétrico. La presión exterior dirige el flujo en ángulo.



27. Cuando las fuerzas externas ejercen presión lateral sobre el flujo inicial, el flujo resultante será asimétrico. Aquí se muestra un ejemplo del efecto que produce una ventana con tejadillo.

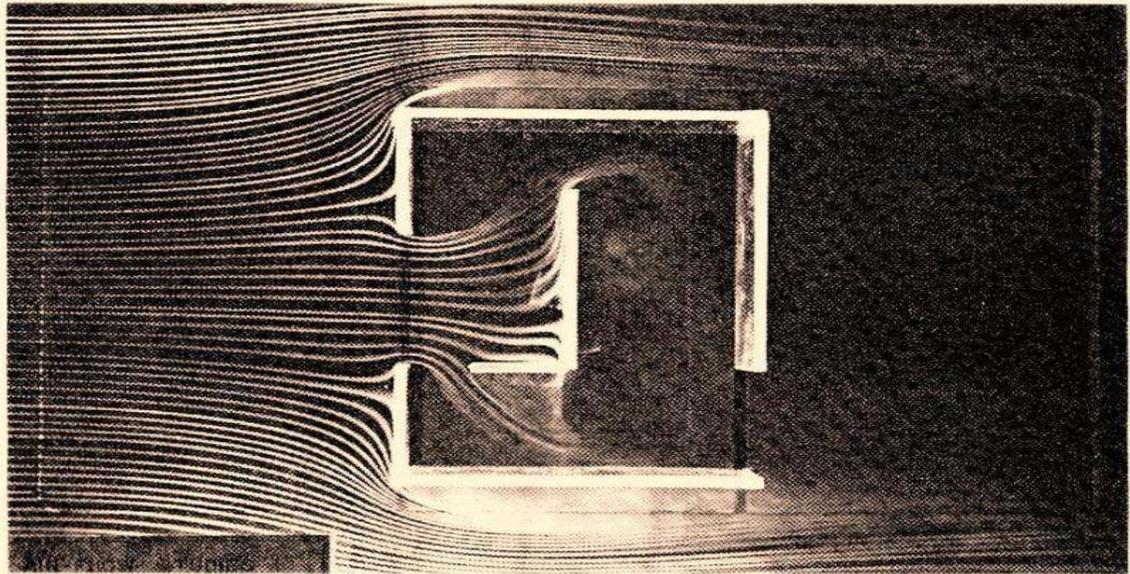


28. La mayor velocidad se produce cuando se combina una entrada de aire pequeña con una salida de gran tamaño. Obsérvese como la mayor velocidad del aire se produce justo después de la abertura.

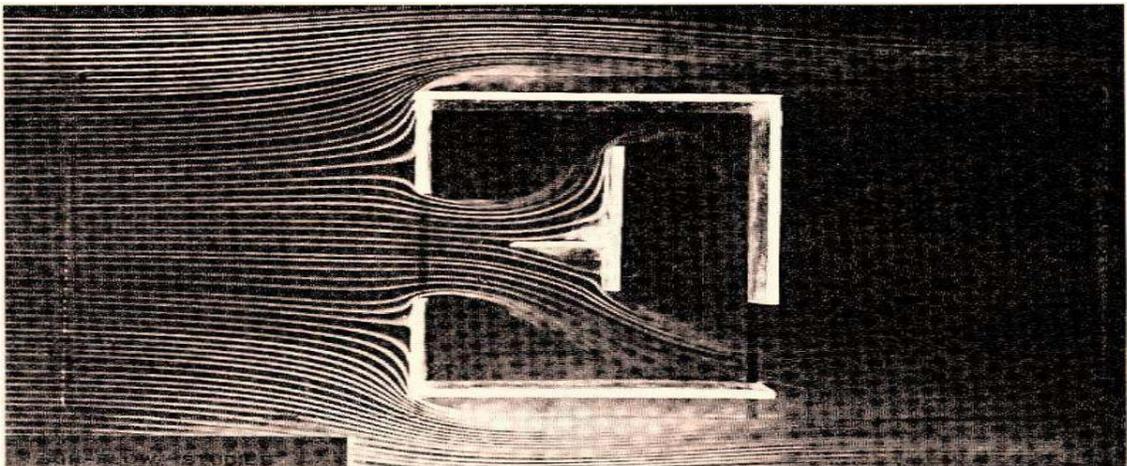


29. Aquí se ilustra el modelo de flujo de aire en una casa sin subdivisiones. Debido a las presiones exteriores, el flujo penetra

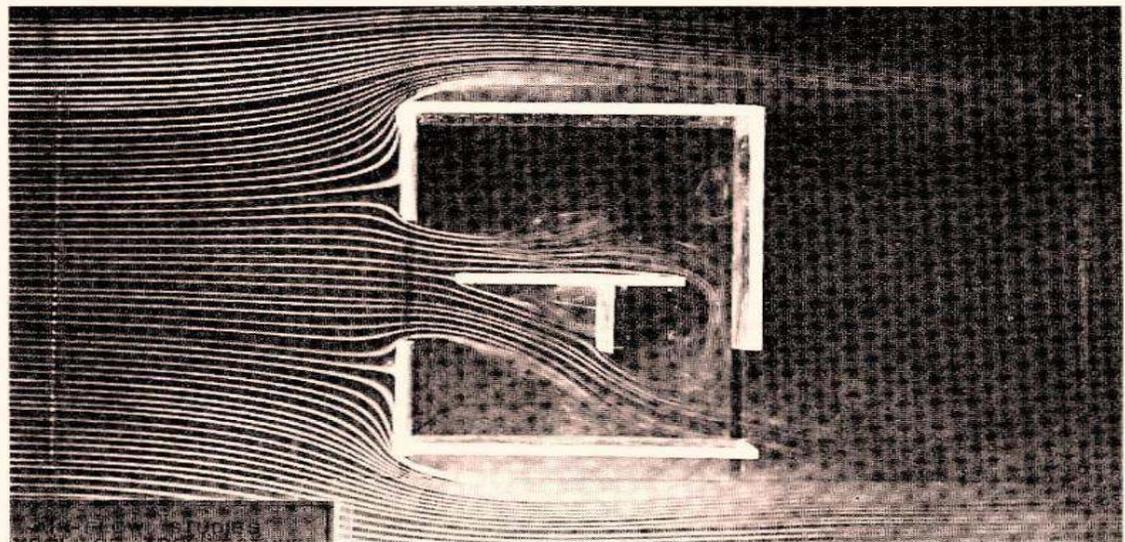
formando un ángulo. La inercia lo transporta en la misma dirección hasta que, trazando una suave curva, encuentra la salida.



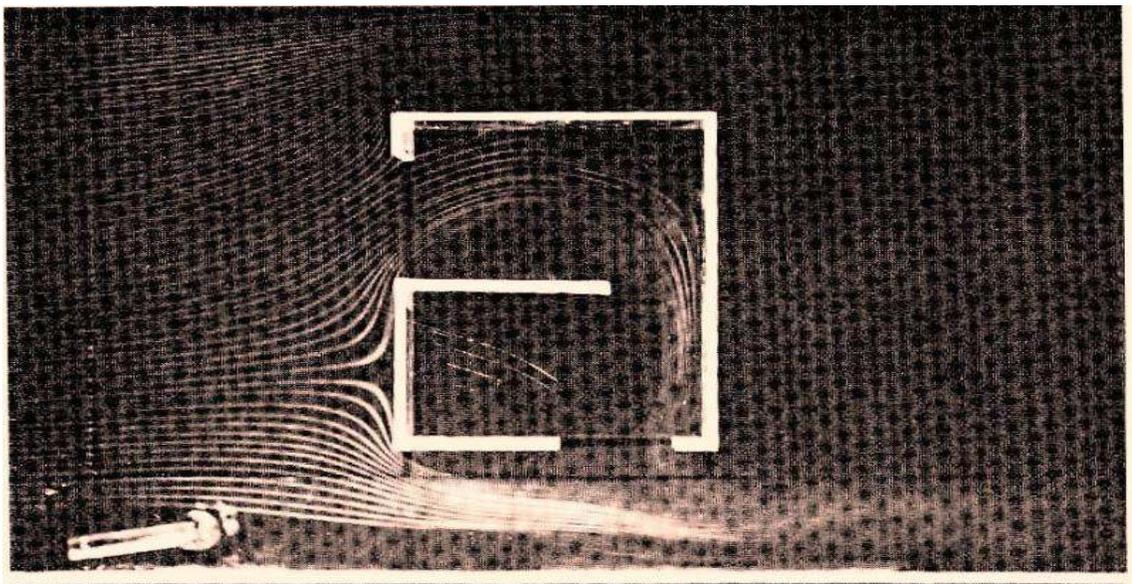
30. Cuando el flujo se intercepta con subdivisiones, su velocidad disminuye considerablemente. El efecto refrescante es entonces muy limitado.



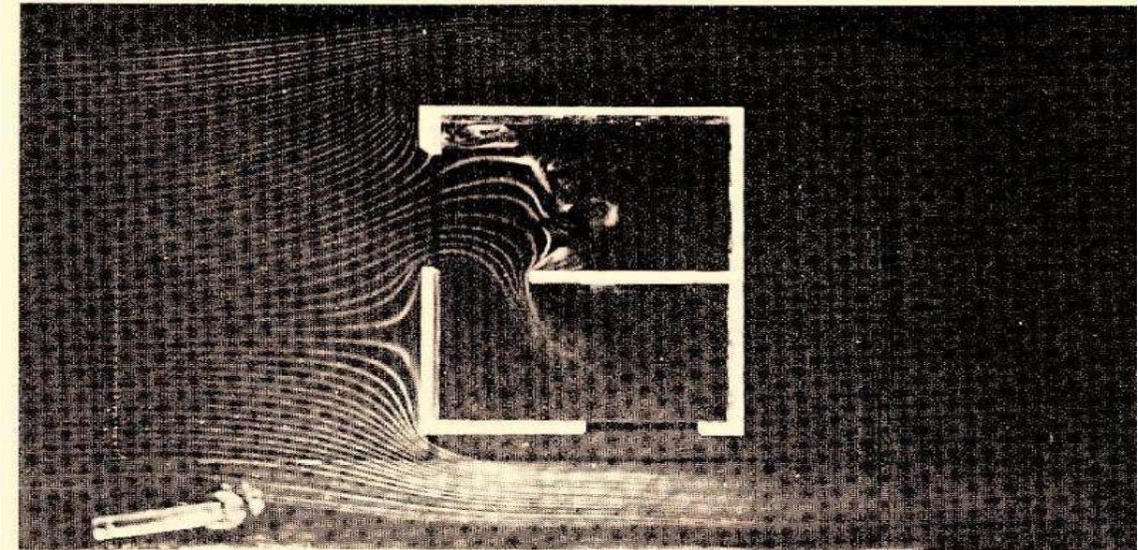
31. Las particiones perpendiculares al flujo inicial alteran el recorrido; la habitación trasera tiene un escaso suministro de refresco.



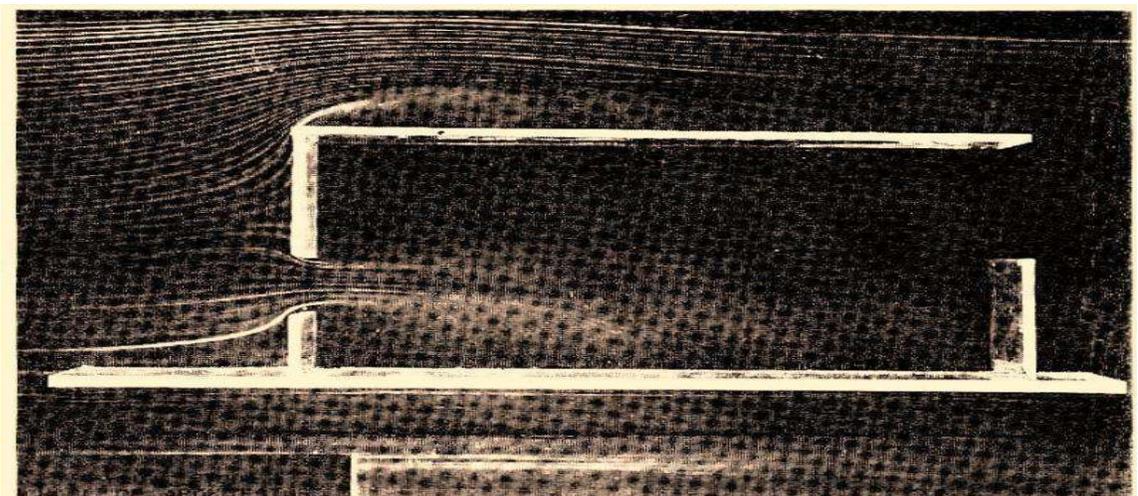
32. Las divisiones paralelas al flujo parten el recorrido pero mantienen las velocidades adecuadas.



33. Cualquier obstáculo situado fuera del modelo de recorrido no interferirá en la dirección del flujo, ya que la corriente de aire principal es aproximadamente ocho veces más poderosa que los posibles remolinos que pudieran formarse.

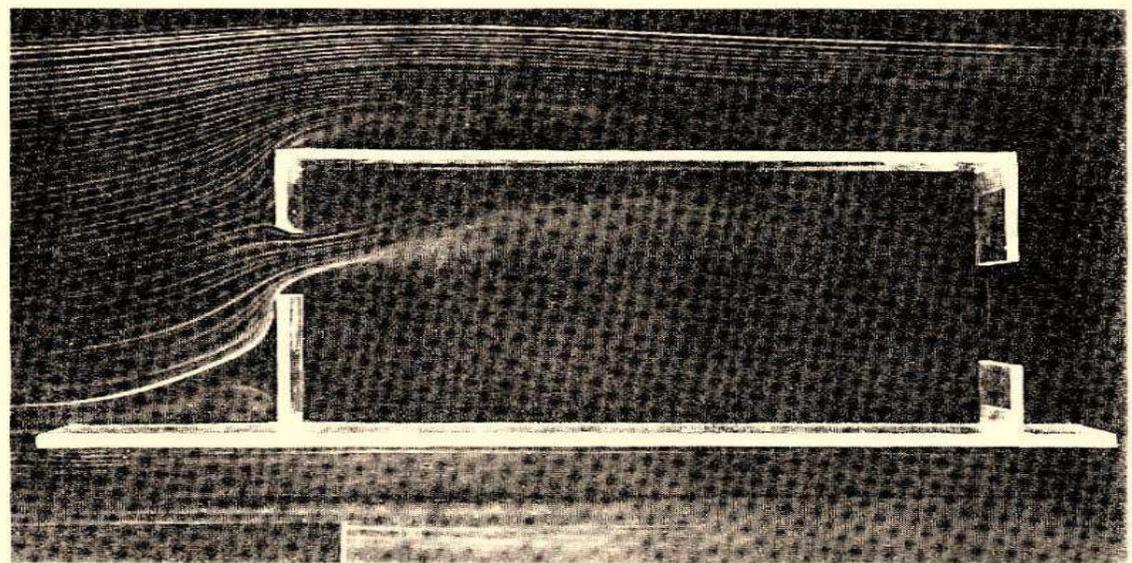


34. Cualquier división que intercepte el modelo inicial alterará el flujo de forma significativa: reducirá su velocidad, la habitación de la parte superior no recibirá movimiento del aire, y en la de abajo el flujo de aire será muy escaso.

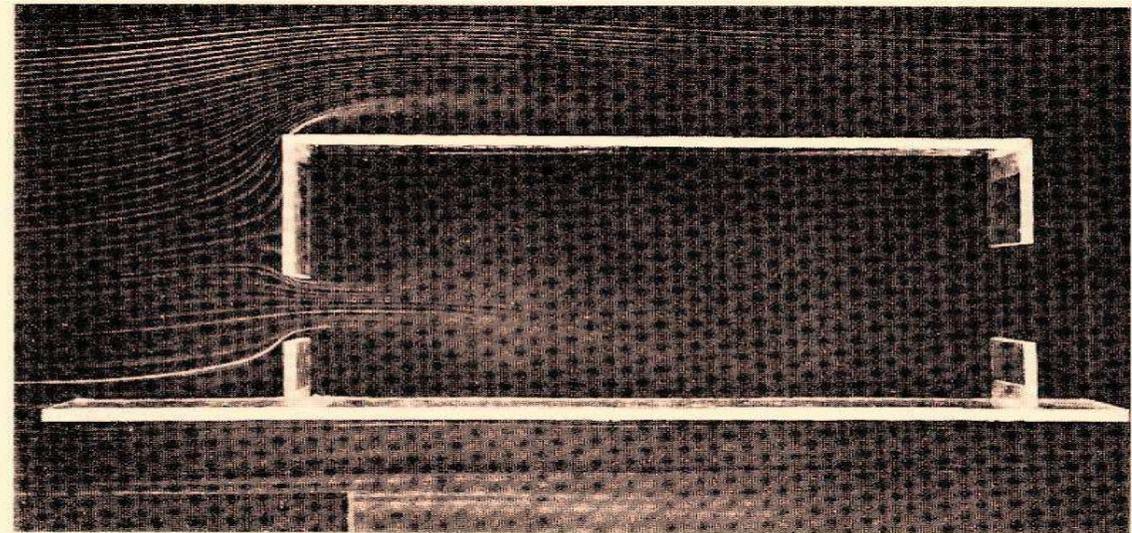


35. Si se coloca la entrada de aire a cota baja y la salida cerca del techo, el flujo resultante tendrá una agradable desviación hacia abajo,

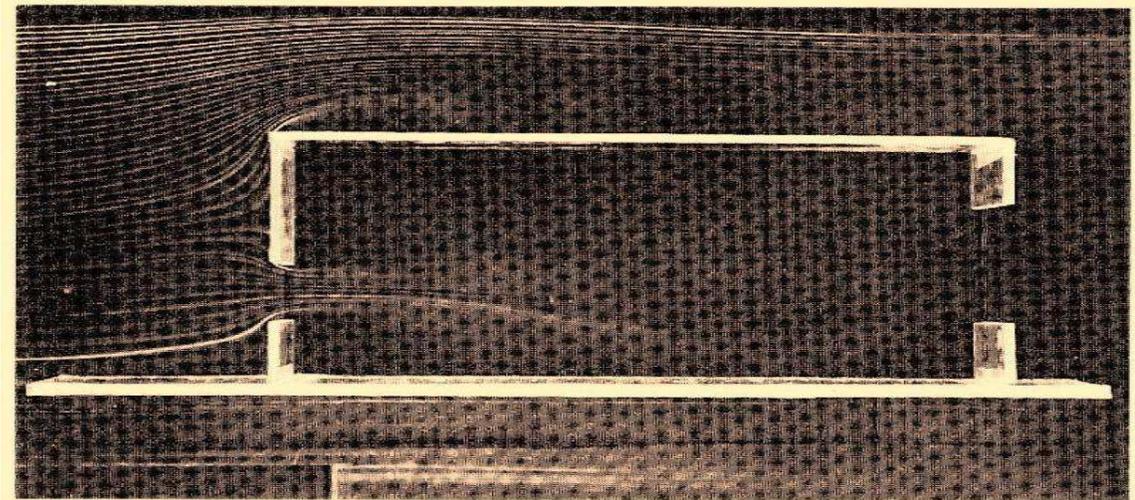
a pesar de la posición de la salida.



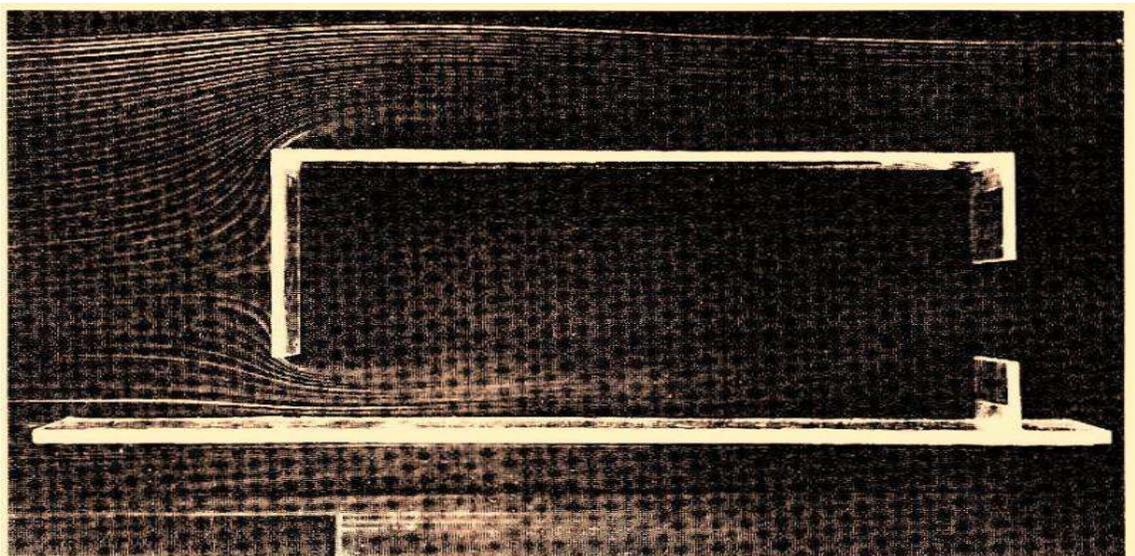
36. Disposición con abertura de entrada situada en la parte superior. Las irregularidades en las superficies exteriores originan fuerzas hacia arriba, lo cual disminuye el efecto de enfriamiento.



37. Una abertura similar a la anterior pero situada en una posición inferior, da como resultado un agradable flujo con pendiente hacia abajo.

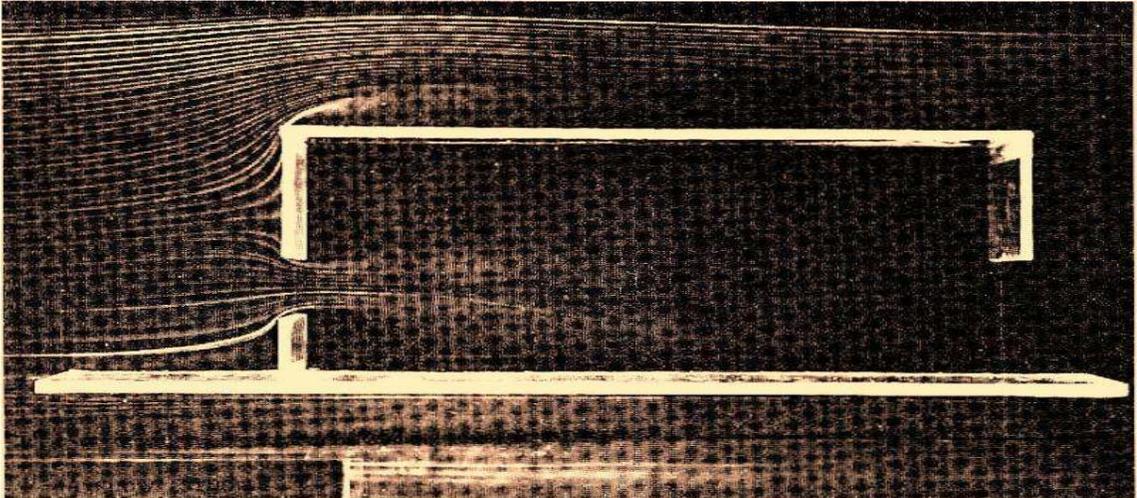


38. Si se mantiene la entrada en la misma posición que el grafico 39, y en cambio la salida la emplazamos en la parte central del muro, el modelo de flujo será igual que en el grafico 36.

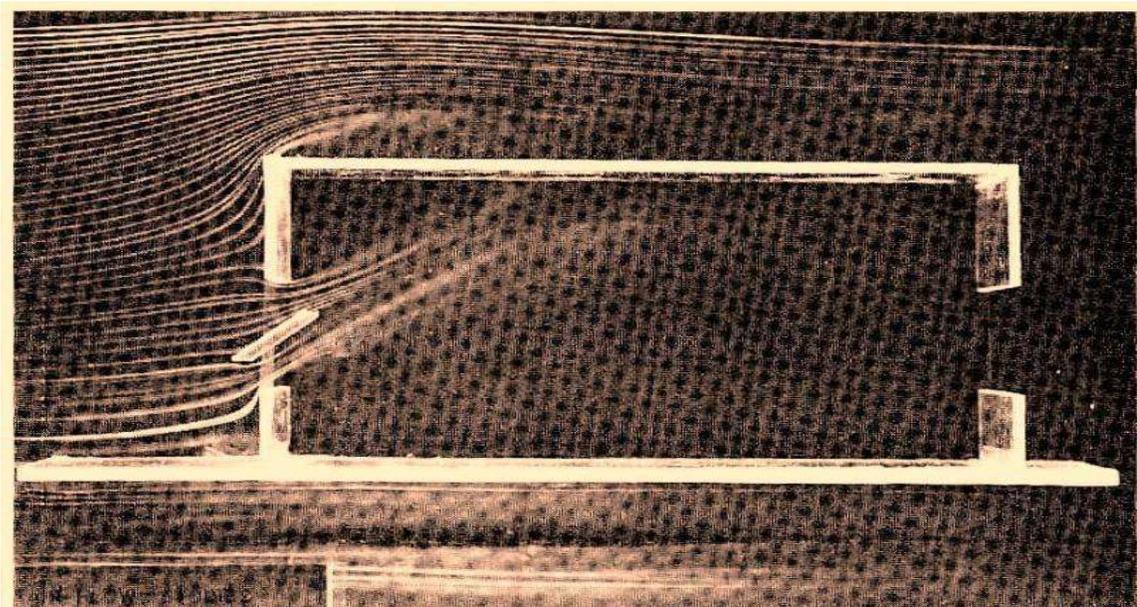


39. Una abertura igual a las anteriores, pero colocada a nivel de suelo origina un flujo que barre el suelo. Conclusión: el emplazamiento de la

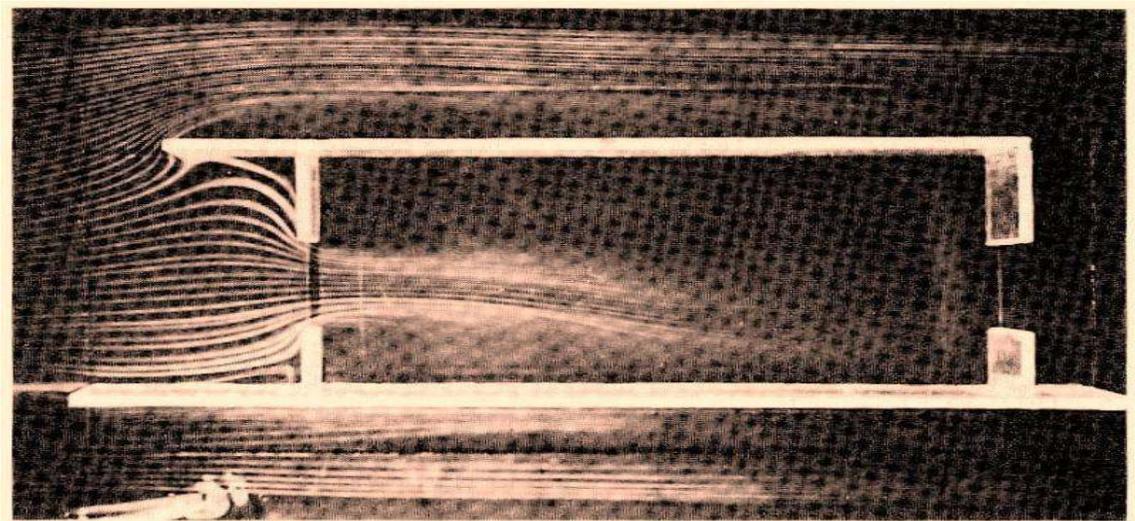
abertura de entrada es uno de los principales factores que influye en el modelo de movimiento de flujo de aire interno.



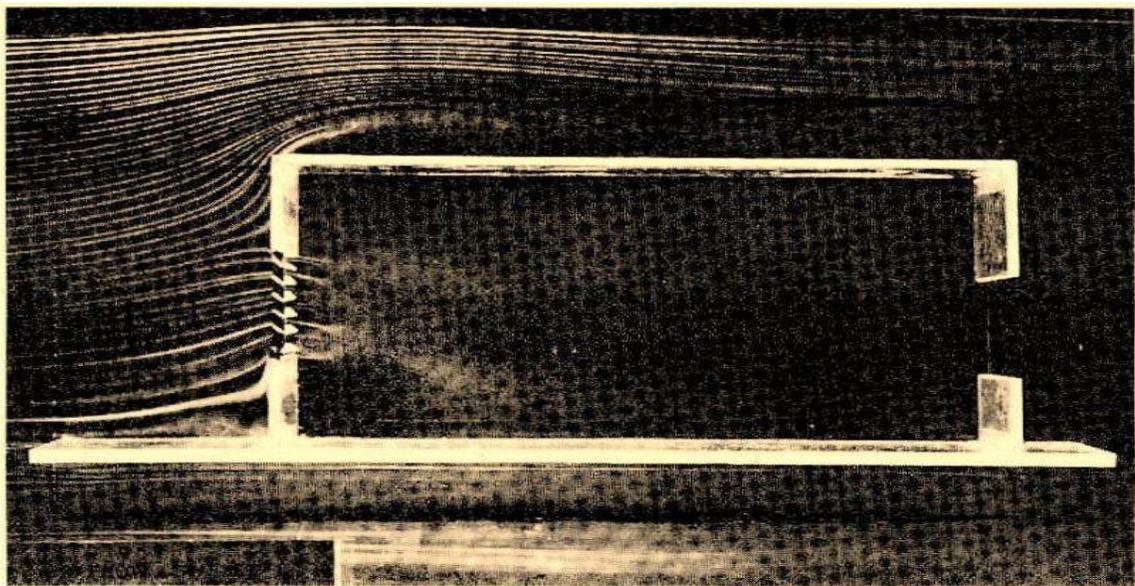
40. La misma entrada que en el gráfico 38, pero con la salida emplazada cerca del suelo. Conclusión: el lugar de la salida no influirá en el modelo de flujo de aire interno.



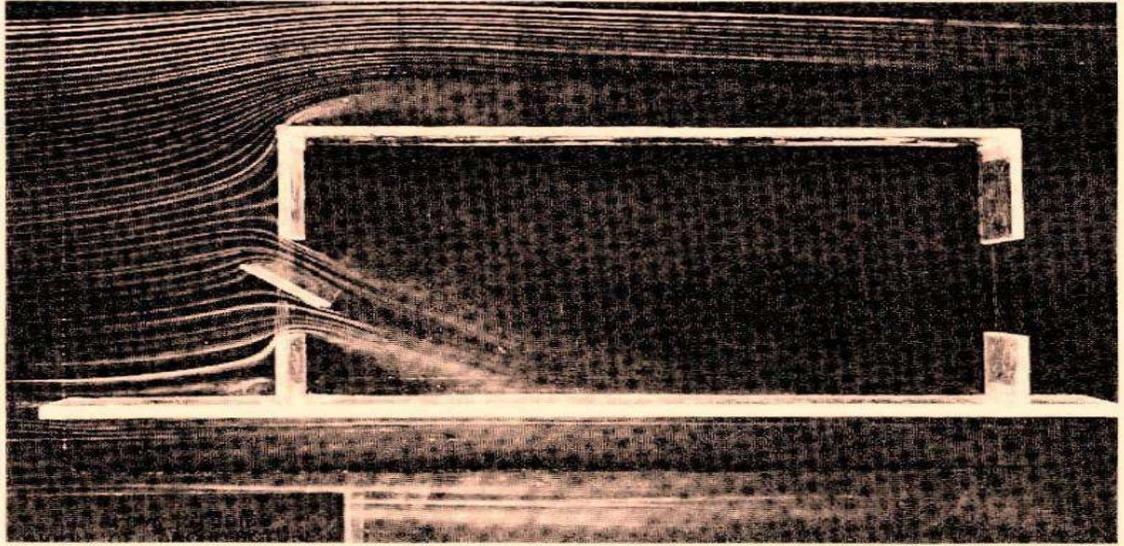
41. Ventana pivotante dirigida hacia arriba. Disposición desfavorable ya que aleja el flujo de la zona de estar.



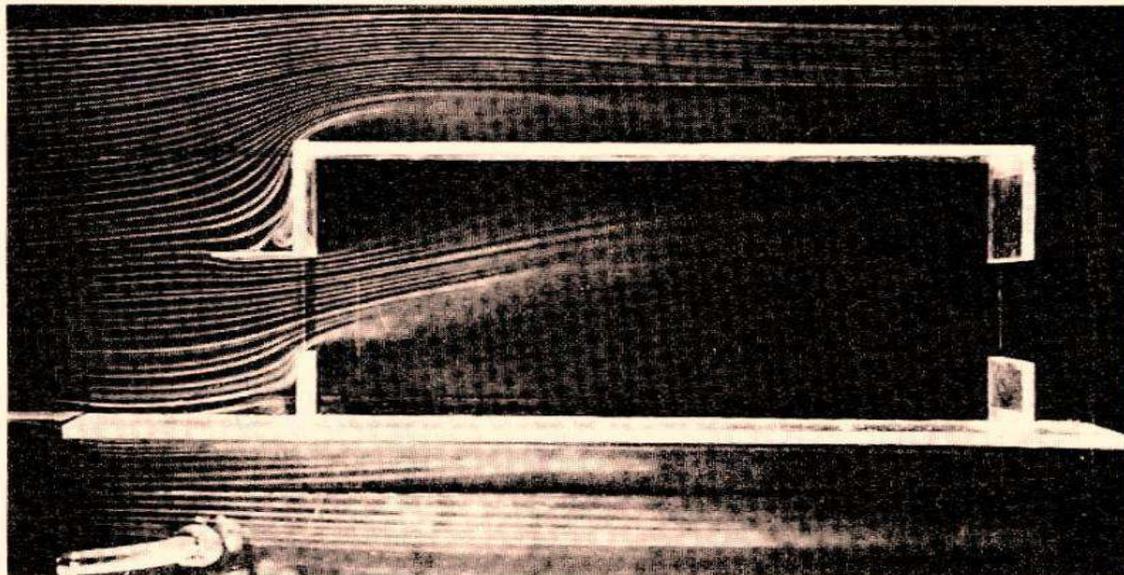
42. Efecto de un voladizo en el flujo de aire. Nótese que el voladizo recoge corrientes de aire que de otra forma escaparían, incrementando así el efecto de flujo.



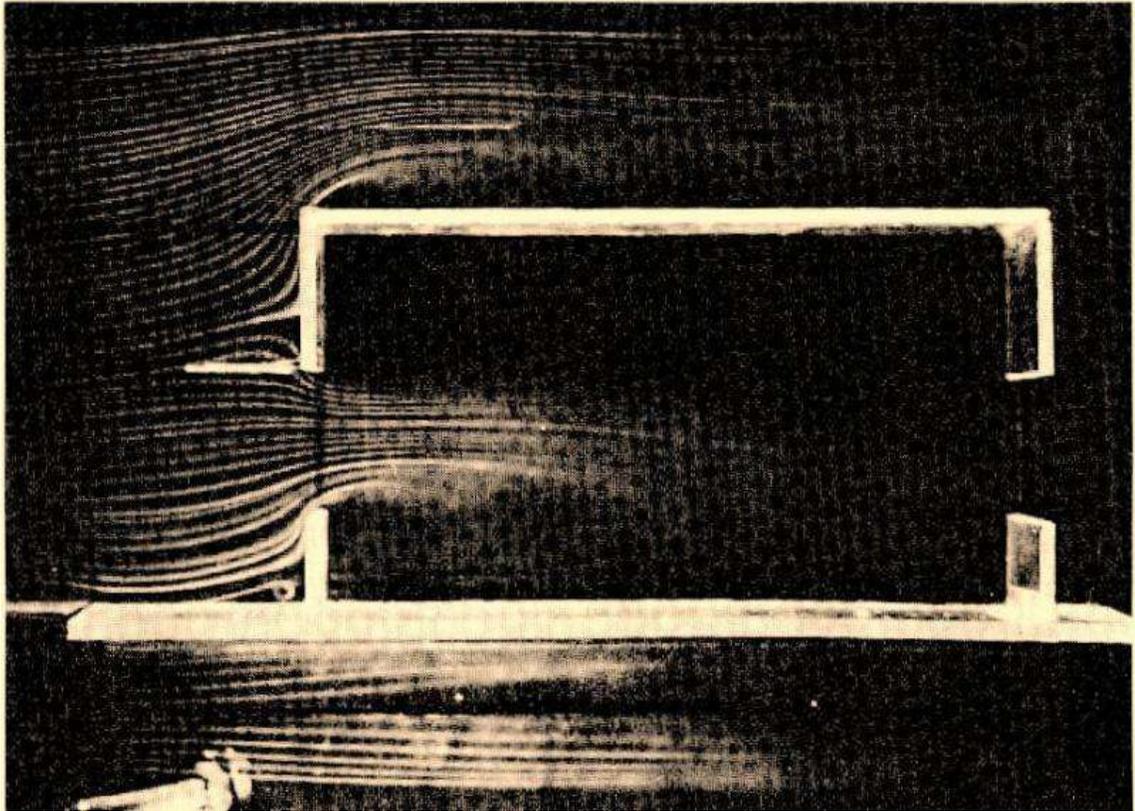
43. Efecto de una persiana veneciana colocada hacia abajo. El resultado es un modelo de aire difuso correcto y bien dirigido.



44. Ventana pivotante dirigida hacia abajo. El modelo del movimiento del aire es satisfactorio.



45. Un voladizo situado inmediatamente encima de la ventana produce un efecto desfavorable; la desequilibrada presión externa dirige el flujo hacia arriba, alejándolo de la zona de estar.



46. Un voladizo similar al anterior, pero con una abertura que sirva para equilibrar las presiones externas, proporciona un modelo de flujo de aire agradable.

Las diferencias de presión en el lado opuesto y a sotavento contribuyen al movimiento del aire en el interior del edificio. El emplazamiento de aberturas es más eficaz si se colocan en las zonas de alta presión y las salidas en las de baja.

Características del movimiento de aire

Es obvio que no se producirá movimiento de aire en el interior en aquellas estructuras que carecen de salidas. De forma similar, resulta evidente que grandes aberturas situadas en extremos opuestos y colocadas en la zona de alta y baja presión, respectivamente, proporcionarían el máximo intercambio de aire en el interior del espacio. Sin embargo, para el periodo de verano, la velocidad del aire es más importante que la cantidad de aire intercambiado. Utilizando pequeñas aberturas de entrada, se produce el efecto ventury, asegurando velocidades máximas del aire en el interior de la construcción. Nótese el incremento de las líneas de velocidad en el interior del edificio comparadas con la velocidad del viento en el exterior.

Efectos de inercia

Para presiones externas iguales, una entrada y una salida colocadas simétricamente darán como resultado un modelo de flujo interior perpendicular: con aberturas situadas de forma asimétrica, en concordancia con diferentes componentes de presión externa, el aire penetra en el interior del edificio oblicuamente. El flujo interior tendrá, por inercia, a seguir su dirección original hasta que, debido a las diferencias de presión, se desvíen hacia la salida. Siempre que se intercepte una de las presiones externas, se originarán patrones de flujo asimétricos similares.

Divisiones en el interior de la vivienda

Los modelos de flujo interior dependen de las aberturas, manteniéndose independientes de cualquier otra característica geométrica de la habitación. Un flujo directo asegura la rapidez del movimiento del aire, y cualquier cambio en su dirección reducirá dicho efecto. Cualquier cambio brusco en su curso, ya sea ocasionado por el mobiliario, el equipamiento o alguna división, reducirá la velocidad del aire de forma muy destacable. Como consecuencia, al diseñar la distribución de las subdivisiones internas deberá tenerse en consideración el modelo de flujo específico.

En los bordes de corriente de flujo laminar se producen turbulentos remolinos que originan un lento movimiento, como de ruedas de carro, en la relativamente estancada masa de aire a su alrededor. Si una división se encuentra situada fuera del cauce de la corriente, la cantidad y el modelo de flujo permanecerán constantes. Si la misma división se coloca en la corriente, el flujo se interrumpirá y reducirá su velocidad, proporcionando un nivel de ventilación escaso en ambas estancias. Es posible observar condiciones similares en experimentos en los cuales los edificios se han dividido en tres espacios. Las divisiones realizadas de acuerdo con los modelos de flujo aseguran una ventilación adecuada, los que interrumpen su curso dan pobres resultados.

Situación de las aberturas de entrada y de salida

Un índice relativo alto entre el tamaño de las aberturas (de entrada y salida), asegura una velocidad adecuada del viento, y por lo tanto, el mayor flujo de aire refrescante en el interior de un edificio. En relación con el modelo de flujo de penetración de aire, el emplazamiento de las salidas es relevante y la velocidad disminuirá solamente si los cambios de dirección originan un consumo de energía.

3.2.6.2 TECNICAS UTILIZADAS EN LA ARQUITECTURA BIOCLIMATICA

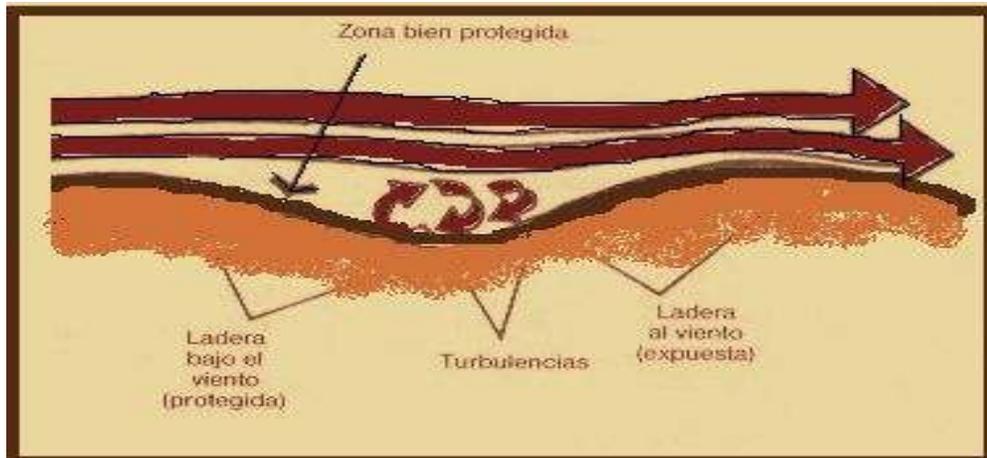
Ubicación

La ubicación determina las condiciones climáticas con las que la vivienda tiene que "relacionarse". Podemos hablar de condiciones macroclimáticas y microclimáticas.

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

- Las **temperaturas** medias, máximas y mínimas
- La **pluviometría**
- La **radiación solar** incidente

- La dirección del **viento** dominante y su velocidad media



47. Ubicación del emplazamiento.

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

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

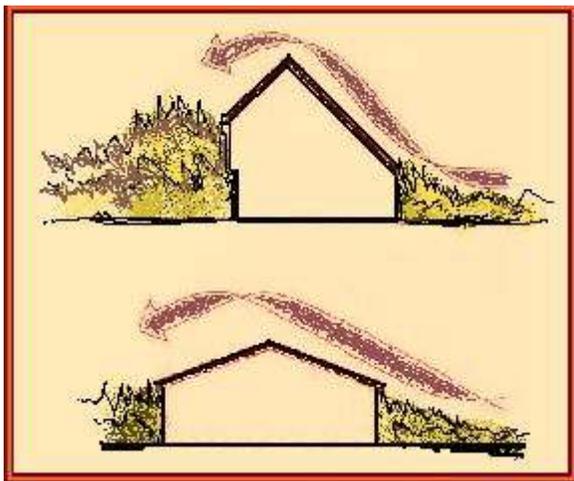
62. Diferencia del flujo de aire.

La elección de la ubicación de la vivienda, si ello es posible, es una decisión muy importante en el proceso de diseño bioclimático, si acaso

tan importante como el diseño de la vivienda en sí misma. Además de seleccionar la ubicación más adecuada, se debe tener en cuenta que siempre es posible actuar sobre el entorno (añadiendo o quitando vegetación o agua, por ejemplo), para modificar las condiciones microclimáticas. Es lo que llamamos **corrección del entorno**.

Entorno natural y entorno construido

El agua del mar, que tiene un calor específico mayor que el de la



tierra, se encuentra en forma normalmente más templada que ésta en invierno y más fría en verano; y generalmente, su temperatura respecto a la de la tierra es inferior durante el día y superior por la noche.

48. Diferencia del flujo de aire.

Como consecuencia, la proximidad de masas de agua modera las temperaturas extremas, elevando las mínimas en invierno y disminuyendo las máximas en verano.

Las características naturales del terreno tienden a moderar las temperaturas extremas y a estabilizar las condiciones, debido principalmente a las cualidades reflectoras de las diferentes superficies. La capa de planta y hierba que cubre el suelo reduce las temperaturas absorbiendo parte de la insolación y enfriándose a través de la

evaporación. Esta reducción permite acumular 4200 Kcal./m² por estación. Generalmente, en días soleados de verano, la temperatura en la superficie de la hierba es, aproximadamente, entre 5 y 8 °C inferior que en el suelo expuesto directamente. Otros tipos de vegetación pueden reducir aun más el calor; por ejemplo, se ha observado que la temperatura bajo un árbol, al mediodía, es casi 3°C inferior que en un área sin sombra.

Por el contrario, las ciudades y las superficies realizadas por el hombre tienden a elevar las temperaturas, ya que la mayoría de los materiales utilizados son absorbentes.

Criterios para la selección del emplazamiento

Según el entorno y de acuerdo con las necesidades bioclimáticas específicas de una región la situación topográfica adecuada para la vivienda y el desarrollo de otras actividades humanas, será diferente.

En regiones cálidas-húmedas el movimiento del aire constituye el elemento principal para alcanzar el confort. Los emplazamientos más adecuados son aquellos que, aunque se encuentren fuera de la dirección del viento predominante, estén situados en áreas expuestas a corrientes de aire, cerca de las cimas de las colinas o en zonas elevadas de la cara ventosa de la montaña, cerca de alguna arista. La cara este y oeste de una montaña reciben mayor radiación que las otras orientaciones, donde los rayos inciden más oblicuamente. Así las pendientes en dirección norte o sur son las más apropiadas. No obstante, el efecto del viento permanecerá como la consideración más

importante, teniendo en cuenta que la sombra podrá ser facilitada por otro medio.

Forma y orientación

La forma de la casa influye sobre:

- La **superficie de contacto** entre la vivienda y el exterior, lo cual influye en las pérdidas o ganancias caloríficas. Normalmente se desea un buen aislamiento, para lo cual, además de utilizar los materiales adecuados, la superficie de contacto tiene que ser lo más pequeña posible. Para un determinado volumen interior, una forma compacta (como el cubo), sin entrantes ni salientes, es la que determina la superficie de contacto más pequeña. La existencia de patios, alas, etc. incrementan esta superficie.
- La **resistencia frente al viento**. La altura, por ejemplo, es determinante: una casa alta siempre ofrece mayor resistencia que una casa baja. Esto es bueno en verano, puesto que incrementa la ventilación. La forma del tejado y la existencia de salientes diversos, por ejemplo, también influye en conseguir una casa más o menos "aerodinámica".

La orientación de la casa influye sobre:

- **Evitar La captación solar**. Normalmente interesa evitar captar energía utilizando sombreamientos y otras técnicas para evitar la radiación).

- La **influencia de los vientos dominantes** sobre la ventilación y las infiltraciones.



Efecto de la sombra producida por los árboles y la vegetación

“Los árboles contribuyen a la mejora del ambiente físico inmediato.

49. filtración solar.

Si se plantan densamente reducen con gran eficacia los sonidos ambientales. La superficie viscosa de las hojas de las plantas capturan el polvo y filtran el aire. Asimismo, la vegetación asegura la privacidad visual y disminuye los efectos del deslumbramiento.

Un aspecto especialmente beneficioso de árboles es su efecto térmico.

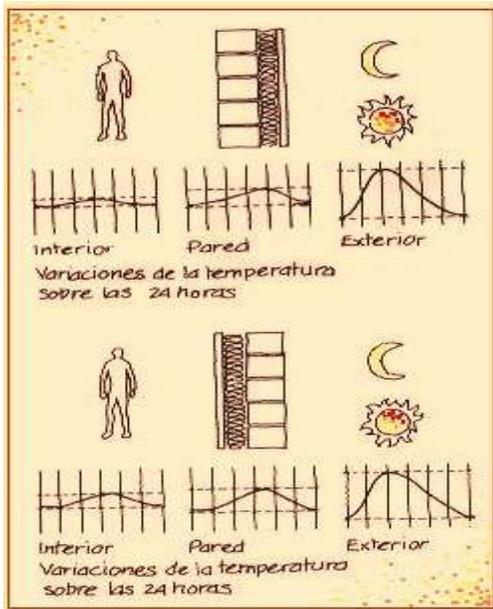
En verano, la superficie del césped y las hojas absorben la radiación y su proceso de evaporación puede enfriar la temperatura del aire. Las parras constituyen otro elemento de control natural del calor, refrescando el aire a través de la evaporación y proporcionando sombra. Al crecer apoyada en una pared donde incide el sol, la parra presenta una protección muy valiosa durante el tiempo caluroso.

Así pues , disponer de árboles o vegetación representa, tanto por su aspecto, como por la sombra que proporciona, una buena elección,) claro esta que deben revisarse las condiciones climáticas de la zona y las del terreno en cuestión. Es muy importante decidir correctamente cual es el tipo de árbol a utilizar.

Es conveniente plantar los árboles que proporcionan sombra lo mas crecidos posibles. Ciertamente, para dar resultados positivos en un corto periodo de tiempo es necesario que al ser plantados, su tamaño alcance entre 4.50 y 6.00 mt de altura. No obstante, no todos los árboles tardan tanto como se cree el alcanzar su altura total, cuando se planta un árbol de cinco años de edad y de crecimiento rápido en un nuevo emplazamiento tarda solamente otros 5 años en alcanzar el 80% de su ramaje de sombra total. La localización exacta de los árboles y de la vegetación puede determinarse según su sombra utilizando un transportador. La sombra proyectada de los árboles debe cubrir el contorno mas expuesto en el periodo calido.

Aislamiento y masa térmica

La masa térmica provoca un desfase entre los aportes de calor y el incremento de la temperatura (ver Capacidad calorífica e inercia térmica). Funciona a distintos niveles. En **ciclo diario**, durante el invierno, la masa térmica estratégicamente colocada almacena el calor solar durante el día para liberarlo por la noche, y durante el verano, realiza la misma función, sólo que el calor que almacena durante el día es el de la casa (manteniéndola, por tanto, fresca), y lo libera por la noche, evacuándose mediante la ventilación. En **ciclo interdiario**, la masa térmica es capaz de mantener determinadas condiciones térmicas durante algunos días una vez que estas han cesado: por ejemplo, es capaz de guardar el calor de días soleados de invierno durante algunos días nublados venideros.



La vivienda con elevada masa térmica se comporta manteniendo una temperatura sin variaciones bruscas, relativamente estable frente a las condiciones externas. El objetivo es conseguir que, mediante un buen diseño bioclimático, esta temperatura sea agradable.

50. Masa térmica.

La masa térmica elevada no es aconsejable en viviendas ocasionales (viviendas de fin de semana, por ejemplo), cuyas condiciones de temperatura son irrelevantes excepto en los momentos en los que se requiere calentarlas o enfriarlas rápidamente.

En general, materiales de construcción pesados pueden actuar como una eficaz masa térmica: los muros, suelos o techos gruesos, de piedra, hormigón o ladrillo, son buenos en este sentido. Colocados estratégicamente para recibir la radiación solar tras un cristal, funcionan fundamentalmente en ciclo diario, pero repartidos adecuadamente por toda la casa, funcionan en ciclo interdiario. Si la casa está enterrada o semienterrada, la masa térmica del suelo ayudará también a la amortiguación de oscilaciones térmicas, en un ciclo largo.

El aislamiento térmico dificulta el paso de calor por conducción del interior al exterior de la vivienda y viceversa. Una forma de conseguirlo es utilizar recubrimientos de materiales muy aislantes, como espumas y plásticos.

En cuanto a la colocación del aislamiento, lo ideal es hacerlo por fuera de la masa térmica, es decir, como recubrimiento exterior de los muros, techos y suelos, de tal manera que la masa térmica actúe como acumulador eficaz en el interior, y bien aislado del exterior.

Un doble acristalado reduce las pérdidas de calor, aunque también reduce algo la transparencia frente a la radiación solar durante el día. De cualquier manera, nada tan eficaz como aislamientos móviles (contraventanas, persianas, paneles, cortinas) que se coloquen durante el día y se quiten durante la noche. Estos elementos pueden impedir durante el día la penetración de la radiación solar.

Materiales térmicos.

“Una técnica utilizada para disminuir la capacidad calorífica de un material, es la de poseer un espacio interior hueco en el cual pueda fluir el aire, eliminando el calor transmitido desde la superficie del material.

Los materiales de aislamiento térmico se emplean para reducir el flujo de calor entre zonas calientes y frías. Por ejemplo, el revestimiento que se coloca frecuentemente alrededor de las tuberías de vapor o de agua caliente reduce las pérdidas de calor, y el aislamiento de las paredes de una nevera o refrigerador reduce el flujo de calor hacia el aparato y permite que se mantenga frío.

El aislamiento térmico puede cumplir una o más de estas tres funciones: reducir la conducción térmica en el material, que corresponde a la transferencia de calor mediante electrones; reducir las corrientes de convección térmica que pueden establecerse en espacios llenos de aire o de líquido, y reducir la transferencia de calor por radiación, que corresponde al transporte de energía térmica por ondas electromagnéticas. La conducción y la convección no tienen lugar en el vacío, donde el único método de transferir calor es la radiación. Si se emplean superficies de alta reflectividad, también se puede reducir la radiación. Por ejemplo, puede emplearse papel de aluminio en las paredes de los edificios. Igualmente, el uso de metal reflectante en los tejados reduce el calentamiento por el sol. Los termos o frascos Dewar (Las paredes de los recipientes y tuberías que almacenan o transportan oxígeno, nitrógeno o helio líquido, están rodeadas por un alto vacío para obtener el máximo aislamiento térmico.) impiden el paso de calor al tener dos paredes separadas por un vacío y recubiertas por una capa reflectante de plata o aluminio.

El aire presenta unas 15.000 veces más resistencia al flujo de calor que un buen conductor térmico como la plata, y unas 30 veces más que el vidrio. Por eso, los materiales aislantes típicos suelen fabricarse con materiales no metálicos y están llenos de pequeños espacios de aire. Algunos de estos materiales son el carbonato de magnesio, el corcho, el fieltro, la guata, la fibra mineral o de vidrio y la arena de diatomeas. El amianto se empleó mucho como aislante en el pasado, pero se ha

comprobado que es peligroso para la salud y ha sido prohibido en los edificios de nueva construcción de muchos países.

En los materiales de construcción, los espacios de aire proporcionan un aislamiento adicional; así ocurre en los ladrillos de vidrio huecos, las ventanas con doble vidrio (formadas por dos o tres paneles de vidrio con una pequeña cámara de aire entre los mismos) y las tejas de hormigón (concreto) parcialmente huecas. Las propiedades aislantes empeoran si el espacio de aire es suficientemente grande para permitir la convección térmica, o si penetra humedad en ellas, ya que las partículas de agua actúan como conductores. Por ejemplo, la propiedad aislante de la ropa seca es el resultado del aire atrapado entre las fibras; esta capacidad aislante puede reducirse significativamente con la humedad.

Los costos de calefacción y aire acondicionado en las viviendas pueden reducirse con un buen aislamiento del edificio.

Recientemente se han desarrollado los llamados superaislantes, sobre todo para su empleo en el espacio, donde se necesita protección frente a unas temperaturas externas cercanas al cero absoluto. Los tejidos superaislantes están formados por capas múltiples de mylar aluminizado, cada una de unos 0,005 cm de espesor, separadas por pequeños espaciadores, de forma que haya entre 20 y 40 capas por centímetro.³⁷

³⁷ Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.

Aislamiento térmico

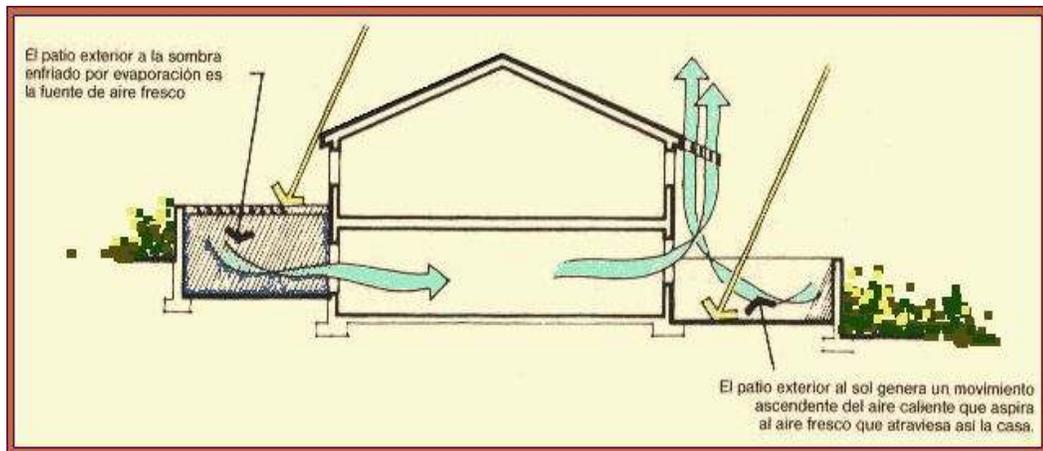


Phototake NYC/Andrew Popper

51. El aislante instalado en este edificio está lleno de minúsculas burbujas de aire que impiden el paso de calor. Una capa exterior metálica que refleja la radiación electromagnética, aísla aún más el edificio.

Ventilación

En una vivienda bioclimática, la ventilación es importante, y tiene varios usos:



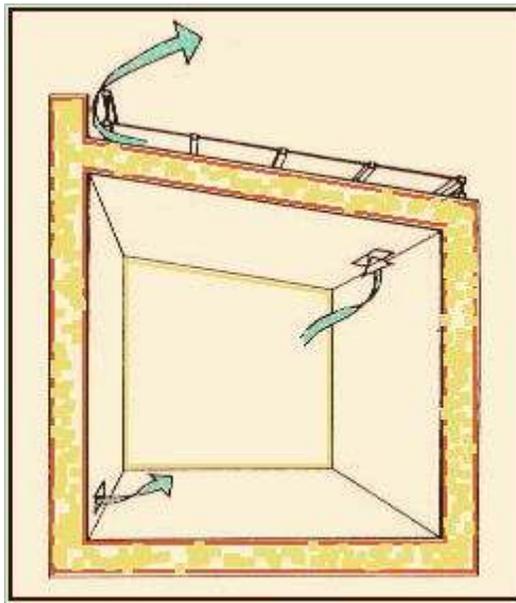
52. Ejemplo de flujo de aire

- **Renovación del aire**, para mantener las condiciones higiénicas. Un mínimo de ventilación es siempre necesario.

- **Incrementar el confort térmico en verano**, puesto que el movimiento del aire acelera la disipación de calor del cuerpo humano
- **Climatización.** El aire en movimiento puede llevarse el calor acumulado en muros, techos y suelos por el fenómeno de convección. Para ello, la temperatura del aire debe ser lo más baja posible. Esto es útil especialmente en las noches de verano, cuando el aire es más fresco.

Consideramos diferentes formas de ventilar:

- **Ventilación natural.** Es la que tiene lugar cuando el viento crea corrientes de aire en la casa, al abrir las ventanas. Para que la ventilación sea lo más eficaz posible, las ventanas deben colocarse en fachadas opuestas, sin obstáculos entre ellas, y en fachadas que sean transversales a la dirección de los vientos dominantes. En días calurosos de verano, es eficaz ventilar durante la noche y cerrar durante el día.



- **Ventilación convectiva.** Es la que tiene lugar cuando el aire caliente asciende, siendo reemplazado por aire

más frío. Durante el día, en una vivienda bioclimática,

53. Ventilación convectiva.

Se pueden crear corrientes de aire aunque no haya viento provocando aperturas en las partes altas de la casa, por donde pueda salir el aire caliente. Si en estas partes altas se coloca algún dispositivo que caliente el aire de forma adicional mediante radiación solar (chimenea solar), el aire saldrá aún con más fuerza. Es importante prever de donde provendrá el aire de sustitución y a qué ritmo debe ventilarse. Una ventilación convectiva que introduzca como aire renovado aire caliente del exterior será poco eficaz. Por eso, el aire de renovación puede provenir, por ejemplo, de un patio fresco, de un sótano, o de tubos enterrados



en el suelo. Nunca se debe ventilar a un ritmo demasiado rápido, que consuma el aire fresco de renovación y anule la capacidad que tienen los dispositivos anteriores de refrescar el aire. En este caso es necesario frenar el ritmo de renovación o incluso

detenerlo, esperando a la noche para ventilar de forma natural.

- **Ventilación convectiva en desván.** Un porcentaje importante de pérdidas de calor en invierno y ganancias de calor en verano ocurre a través del tejado de la vivienda.

54. Ventilación convectiva en desván

- Disponer de un espacio tapón entre el último piso de la vivienda y el tejado (un desván) reducirá de forma importante esta transferencia de calor
- Sin embargo, un mínimo de ventilación es necesaria para la higiene de la vivienda, especialmente en ciertos espacios. En la cocina, por ejemplo, es necesaria una salida de humos para la cocina, o ventilar para eliminar los olores. En el baño también es necesario ventilar por los malos olores. La pérdida de calor se verifica porque el aire viciado que sale es caliente, y el puro que entra es frío.
- **Fachada ventilada.** En ella existe una delgada cámara de aire abierta en ambos extremos, separada del exterior por una lámina de material. Cuando el sol calienta la lámina exterior, esta calienta a su vez el aire del interior, provocando un movimiento convectivo ascendente que ventila la fachada previniendo un calentamiento excesivo.

Contaminación debido al aire acondicionado y a una Ventilación inadecuada

Propelentes fluorados (CFCs) son los que se utilizan en algunos aerosoles, aire acondicionados, heladeras, en la fabricación del telgopor; etc. hay teorías que señalan a estos como los causantes del adelgazamiento de la capa de ozono

Coloccción Ecología - Pacto Ecologico Bonaerense - Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires.

En la actualidad se admite que aquellos ambientes que no disponen de ventilación natural y que están cerrados, para conseguir un mayor rendimiento del sistema de aire acondicionado, pueden ser áreas de exposición a contaminantes. Entre ellos se encuentran oficinas, edificios públicos, escuelas y guarderías, edificios comerciales e, incluso, residencias particulares. No se conoce con exactitud la magnitud de los daños que pueden representar para la salud, ya que los niveles de

contaminantes que se han determinado, principalmente en estudios realizados en oficinas y en residencias particulares, suelen estar muy por debajo de los respectivos límites permisibles de exposición para ambientes industriales. Por otro lado, las técnicas tradicionales de la higiene industrial resultan, con frecuencia, inadecuadas o insuficientes para encontrar soluciones, ya que las causas primarias de esta situación son a menudo difíciles de identificar.

No hay que olvidar que un aire de pobre calidad provoca discomfort, pudiendo desencadenar reacciones psicológicas complejas, cambios de humor, de estado de ánimo y dificultades en las relaciones interpersonales.

Sección 1.02 Confort térmico y ventilación

El mayor número de quejas referentes a la calidad del aire del interior de un edificio entran dentro del apartado de confort térmico y ventilación. Según el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), en más del 50% de estudios realizados en edificios, los problemas eran causados por una inad El confort térmico se basa en un equilibrio entre la actividad física y la ropa que se utiliza, por un lado, y la humedad relativa, la temperatura y velocidad del aire y la temperatura radiante media, por otro.ecuada ventilación.

Paralelamente, cuando la ventilación es incorrecta como consecuencia de un aporte insuficiente de aire fresco exterior, puede haber una acumulación de contaminantes de origen vario hasta unos niveles que resulten molestos para sus ocupantes. El aporte de aire exterior ha de

ser suficiente para diluir los contaminantes hasta niveles que estén por debajo de la percepción humana y, evidentemente, de los considerados perjudiciales para la salud.

Sección 1.03 Tipos de contaminantes y fuentes de contaminación

Los ocupantes de un edificio son en sí una fuente de contaminación, ya que el ser humano produce de modo natural dióxido de carbono, vapor de agua, partículas y aerosoles biológicos.

Materiales de construcción

Entre los materiales de construcción se hallan los empleados en aislamiento tanto general del edificio como térmico de las instalaciones de aire acondicionado. De entre ellos cabe destacar las fibras, principalmente la de vidrio y los asbestos, y distintos tipos de compuestos orgánicos volátiles.

FIBRAS

La fibra de vidrio y los asbestos son dos tipos de fibras que presentan un riesgo potencial de contaminación, tanto si se generan en un ambiente industrial como en uno no industrial.

La **fibra de vidrio** está formada por material amorfo vidrioso. Se usa como refuerzo en plásticos, cauchos, papel y tejidos y como aislante térmico en los sistemas de aire acondicionado.

METALES Y COMPUESTOS METÁLICOS

La presencia de plomo es debida generalmente a fuentes exteriores. También se ha detectado la presencia de hierro y manganeso sin poder

justificar su origen. Por su parte, el sistema de aire acondicionado libera polvos conteniendo Al_2O_3 , H_2O , $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{HCl}$ y $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CO}_2$ procedentes de la corrosión del metal del que está construido parte del mismo.

(a)

(b) Contaminantes biológicos

Agentes infecciosos

Las enfermedades infecciosas se transmiten más fácilmente en los ambientes cerrados que en el exterior, ya que el volumen de aire en el cual se diluyen los microorganismos es más bajo, el contacto directo es mayor y las personas pasan más tiempo en ambientes cerrados que en el exterior. También hay que considerar que muchas enfermedades contagiosas requieren el contacto directo entre huéspedes humanos para su transmisión, mientras que otras, tales como gripe, sarampión, viruela, tuberculosis y algunos resfriados comunes, se transmiten fácilmente por el aire pudiendo sobrevivir los microorganismos causantes de los mismos durante su paso a través del sistema de ventilación, si no se toman medidas específicas al respecto.

Otras enfermedades contagiosas se transmiten directamente desde reservorios al medio ambiente. Entre estas se encuentran la legionelosis y otras neumonías bacterianas y la mayor parte de las enfermedades debidas a hongos. La legionella, por ejemplo, sobrevive y se multiplica en torres de refrigeración, humidificadores, cabezales de ducha, en basura y agua en general, que actúan como reservorios y

multiplicadores para los microorganismos. La diseminación ocurre cuando se altera un reservorio o cuando el aparato contaminado es además multiplicador y diseminador, como, por ejemplo, una torre de refrigeración o un humidificador.

(c) Una ventilación inadecuada

Generalmente es debida a:

- a. Un insuficiente suministro de aire fresco, como consecuencia de una elevada recirculación del aire o de un bajo caudal de impulsión.
- b. Una mala distribución y, consecuentemente, una mezcla incompleta con el aire exterior, que provoca estratificaciones del aire y diferencias de presión entre los distintos espacios y zonas del edificio.
- c. Una incorrecta filtración del aire debido a un mantenimiento incorrecto o a un inadecuado diseño del sistema de filtración.
- d. Una temperatura del aire y humedad relativa extremas o fluctuantes.

(d) La contaminación interior

Puede tener como origen al propio individuo, al trabajo, a la utilización inadecuada de productos (pesticidas, desinfectantes, limpieza, abrillantado), a los gases de combustión (fumar, cafeterías, laboratorios) y a la contaminación cruzada procedente de otras zonas poco ventiladas que se difunden hacia lugares próximos y los afectan.

Algo tan cotidiano como el aire que respiramos habitualmente contiene y transporta ciertos niveles de sustancias químicas extrañas y, demasiado a menudo, poco recomendables para nuestra salud. El problema es que somos poco conscientes de hasta qué punto está afectando a la salud global de la población actual la calidad del aire que respiramos por nuestros pulmones pasa una media de entre 10 y 20.000 litros de aire al día, lo que nos da una idea de la importancia que reviste la composición del mismo y, sobre todo, su calidad. Y es que además de los compuestos propios -como el oxígeno, el nitrógeno, el hidrógeno o el carbono-, el aire puede contener infinidad de partículas en suspensión, muchas de las cuales están catalogadas como sustancias tóxicas y/o perjudiciales a partir de ciertas concentraciones. A las conocidas fuentes de contaminación atmosférica ambiental -como las emisiones de gases de combustión del tráfico rodado, las nubes de humo de las refinerías, centrales térmicas e industrias diversas, e incluso la quema de basuras- se une una contaminación interior poco conocida y cada vez más preocupante debida a la presencia en el hogar de gran cantidad de productos químico-sintéticos como plásticos, fibras sintéticas, disolventes, productos de limpieza, ambientadores y aditivos químicos añadidos a los materiales de construcción (PVC), a los muebles de maderas aglomeradas, a las pinturas, barnices, lacas, etc. La presencia en el interior de la vivienda de una o varias sustancias químicas como el benceno, el formaldehído, el tricloroetileno o el xileno pueden resultar altamente perjudiciales y suelen verse incrementadas

sus concentraciones en los edificios poco o mal ventilados y en los que se climatizan con aire acondicionado. El tricloroetileno es considerado como un cancerígeno hepático y aunque se emplea en más del 90% en las tintorerías y empresas de limpieza en seco o en el desengrasado de metales a la casa nos llega a través de tintes, lacas, barnices, pegamentos... El benceno es un irritante de la piel y los ojos pero con exposiciones prolongadas, además de dolores de cabeza y pérdida de apetito, incrementa las probabilidades de padecer leucemia. El formaldehído podemos hallarlo tanto en cosméticos -como conservante de gel de baño y champú- como en pinturas o fibras sintéticas y, sobre todo, en las maderas aglomeradas de los muebles actuales. Sus concentraciones se elevan con la presencia del humo del tabaco y suele irritar los ojos, la nariz y la garganta. En Inglaterra, el doctor **Piking** del Hospital de *Withensawe* (cerca de Manchester) estudió a gran escala los problemas respiratorios, dolores de cabeza y algunos tipos de alergias comprobando que en las habitaciones que se ventilaban manualmente (abriendo las ventanas) el aire contenía mayores concentraciones de polvo, microbios y pólenes pero las personas que ocupaban tales habitaciones se encontraban mejor y tenían menos problemas que las que permanecían en habitaciones ventiladas artificialmente ya que, paradójicamente, aunque contenían menos microorganismos producían más trastornos respiratorios y alergias. Estas situaciones entran en lo que

habitualmente se ha dado en llamar el "síndrome del edificio enfermo" que afecta a las viviendas más modernas y especialmente a las oficinas y locales climatizados con aire acondicionado. De hecho, debería llamarse "síndrome de los edificios que enferman a sus moradores" ya que no es el edificio quien está enfermo sino sus ocupantes.

Ahorrar Energía = Cuidar el Ambiente = Mejorar calidad de vida

Ahorrar energía es el camino más eficaz para reducir las emisiones contaminantes de CO₂ (dióxido de carbono) a la atmósfera, y por tanto detener el calentamiento global del planeta y el cambio climático. Por cada kilovatio-hora (kWh) de electricidad que ahorremos evitaremos la emisión de aproximadamente 800 gramos de CO₂.

Además, ahorrar energía tiene otras ventajas adicionales para el ambiente, pues con ello evitamos: contaminación del aire, residuos radioactivos, riesgo de accidentes nucleares, destrucción de bosques, desertización,

Todas estas ventajas se traducen por si mismas en una mejor calidad de vida, mas aún si consumir menos energía va unido a la mejora de los servicios que ésta nos proporciona (luz, calor, movimiento); es decir, se trata de mejorar la EFICIENCIA ENERGETICA. Así pondremos superar la actual situación de escasa oferta energética y cambiar el hábito de

consumo.³⁸

Aprovechamiento climático del suelo

Las cuevas siempre fueron utilizadas como protección frente a las inclemencias del tiempo; los sótanos han sido conocidos siempre por su frescor del verano, pero las dos grandes desventajas del enterramiento, la ausencia de luz y la alta humedad relativa, han hecho que cualquier idea de habitar bajo suelo sea infravalorada. Sin embargo, nuevos diseños pretenden aprovechar los efectos climáticos del suelo sin suponer una merma de iluminación y controlando la humedad.

Una idea interesante puede ser que ciertas fachadas de la casa estén enterradas o semienterradas. Por ejemplo, si se construye la casa en una pendiente orientada al sur, se puede construir de tal manera que la fachada norte esté parcialmente enterrada, o enterrarla totalmente e incluso echar una capa de tierra sobre el techo (que será plano). La luz entrará por la fachada sur y, si fuera necesario, se pueden abrir claraboyas para la iluminación de las habitaciones más interiores.

Para aprovechar la temperatura del suelo, se pueden enterrar tubos de aire (cuanto más profundos mejor), de tal manera que este aire acaba teniendo la temperatura del suelo. Se puede introducir en la casa bombeándolo con ventiladores o por convección.

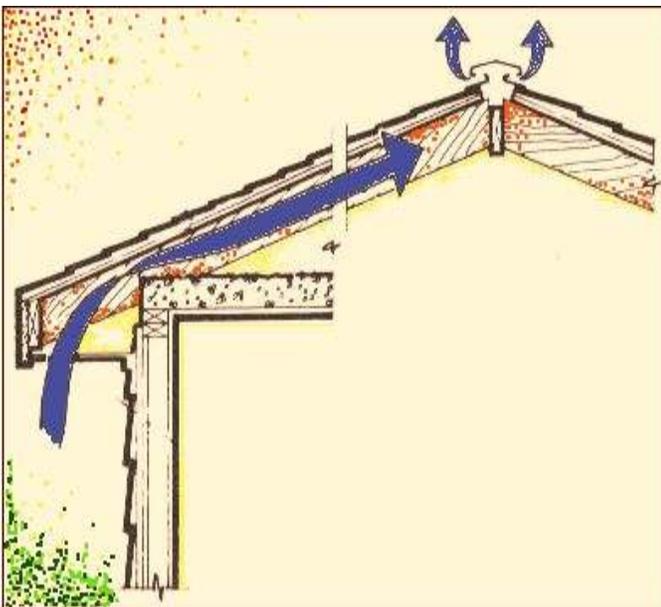
³⁸ Ing. Leandro Altolaquirre Fuente: Greenpeace
Presidente de Alihuen

El suelo tiene mucha inercia térmica (ya explicamos lo que es esto), lo que amortigua y retarda las variaciones de temperatura, entre el día y la noche, e incluso entre estaciones. La amortiguación de temperatura que se produce depende de la profundidad y del tipo de suelo. Para amortiguar las variaciones día - noche el espesor debe ser de 20 - 30 cm, para amortiguar las variaciones entre días de distintas temperaturas, espesor de 80 a 200 cm, y para amortiguar variaciones invierno - verano, espesores de 6 - 12 m.

Aunque en la práctica no sea factible grandes profundidades en enterramientos de viviendas, si que han surgido proyectos de viviendas semienterradas para tratar de aprovechar esta capacidad de amortiguamiento del suelo.

Espacios tapón

Son espacios adosados a la vivienda, de baja utilización, que térmicamente actúan de aislantes o "tapones" entre la vivienda y el exterior. El confort térmico en estos espacios no está asegurado, puesto



que, al no formar parte de la vivienda propiamente dicha (el recubrimiento aislante no los incluirá), no disfrutarán de las técnicas adecuadas de climatización, pero como son de baja

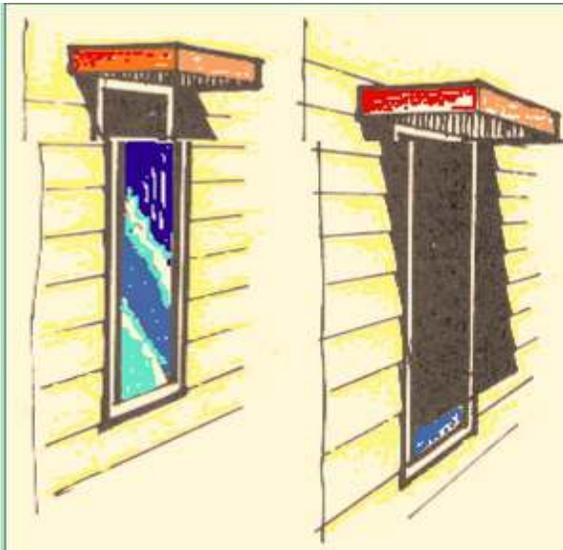
utilización, tampoco importa mucho.

55. Espacio Tapón

Pueden ser espacios tapón el garaje, el invernadero, el desván... Este último es importante que exista. La colocación adecuada de estos espacios puede acarrear beneficios climáticos para la vivienda.

- **El garaje.** No importa mucho que en el garaje haga frío o haga calor, a menos que se disponga de un pequeño taller muy frecuentado en el mismo. En este caso, debido a la mayor actividad física por los trabajos propios del taller, pero sí importará el calor.

Protección contra la radiación.

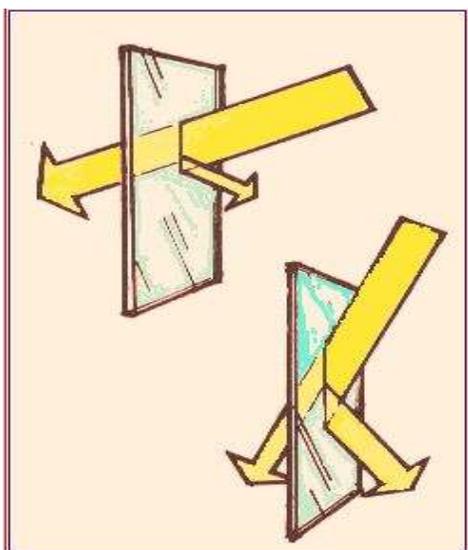


Es evidente que en verano hay que reducir las ganancias caloríficas al mínimo.

Ciertas técnicas utilizadas para el invierno (aislamiento, espacios tapón) contribuyen con igual eficacia para el verano.

56. Sombreamientos.

Por cuanto es necesario impedir la penetración de la radiación solar, la utilización de un alero o tejadillo sobre la cristalera dificulta más la penetración de la radiación directa. También el propio comportamiento



del vidrio nos beneficia, porque con ángulos de incidencia de la radiación más oblicuos, el coeficiente de transmisión es menor.

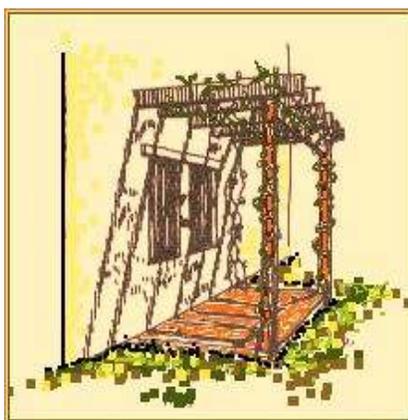
57. Cantidad de radiación de acuerdo a la posición del acristalado

A pesar de estos beneficios, contamos

con tres inconvenientes:

- Aunque evitemos la llegada de la radiación directa, hay que considerar también la radiación difusa y reflejada, lo que puede suponer ganancias caloríficas apreciables (ver Radiación directa, difusa y reflejada).

Algunos dispositivos de sombreado que impidan a la radiación llegar hasta la cristalera son:



58. Pergolas

- Alero con vegetación de hoja caduca. Debe ser más largo que el alero fijo y con un enrejado que deje penetrar la luz.

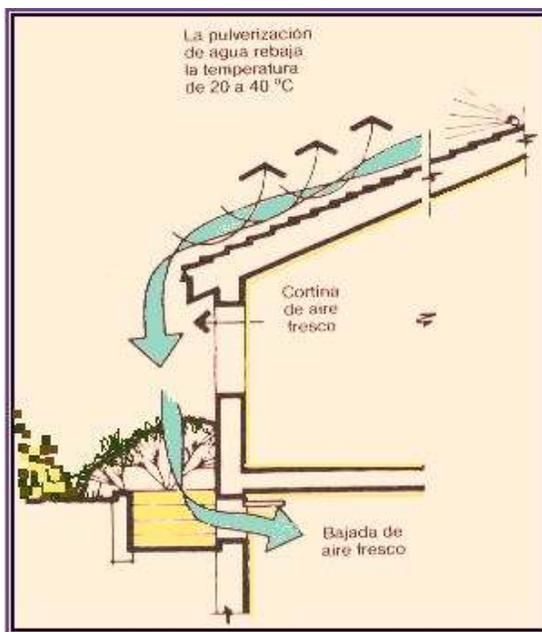
- Persianas exteriores. Las persianas enrollables sirven perfectamente para interceptar la radiación.
- Contraventanas. Son más efectivas, pero quizá bloquean demasiado la luz. Podemos utilizar varias estrategias. Por una parte, cualquier tipo de árbol, refrescará el ambiente por evapotranspiración. Por otra parte, podemos buscar que el árbol sombree la fachada sur e incluso parte del tejado, si es suficientemente alto,

Algunas de las técnicas anteriores son válidas en general para proteger también muros, y no sólo cristalerías, aunque quizá las mejores técnicas en este caso sean el disponer plantas trepadoras sobre los muros y el utilizar colores poco absorbentes de la luz solar (colores claros, especialmente el blanco). Las fachadas este (al amanecer) y oeste (al atardecer), así como la cubierta (durante todo el día), también están expuestas a una radiación intensa.

Se procurará que en estas zonas haya pocas aberturas (ventanas y claraboyas), o que sean pequeñas, puesto que no tienen utilidad para ventilación o iluminación.

Sistemas evaporativos de refrigeración

La evaporación de agua refresca el ambiente (ver Calor de vaporización). Si utilizamos la energía solar para evaporar agua, paradójicamente estaremos utilizando el calor para refrigerar.

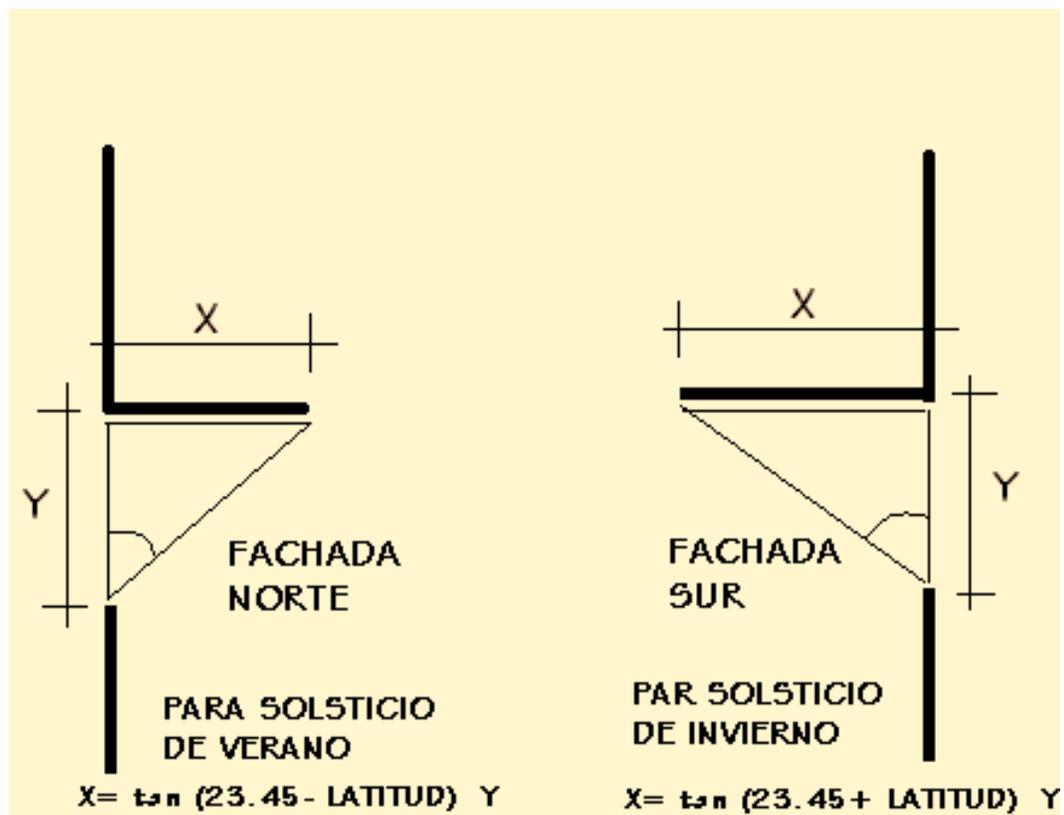


59.Efecto refrescante de la pulverización del agua sobre el techo.

Hay que tener en cuenta que la vegetación, durante el día, transpira agua, refrescando también el ambiente. Varias ideas son practicable. En un patio, una fuente refrescará esta zona que, a su vez, puede refrescar las estancias colindantes. El efecto será mejor si hay vegetación. La existencia de vegetación y/o pequeños estanques alrededor de la casa, especialmente en la fachada sur, mejorará también el ambiente. Sin embargo hay que considerar dos cosas: por una parte, un exceso de vegetación puede crear un exceso de humedad que, combinado con el calor, disminuirá la sensación de confort, por otra, en invierno habrá también algo más de humedad. De cualquier manera, en

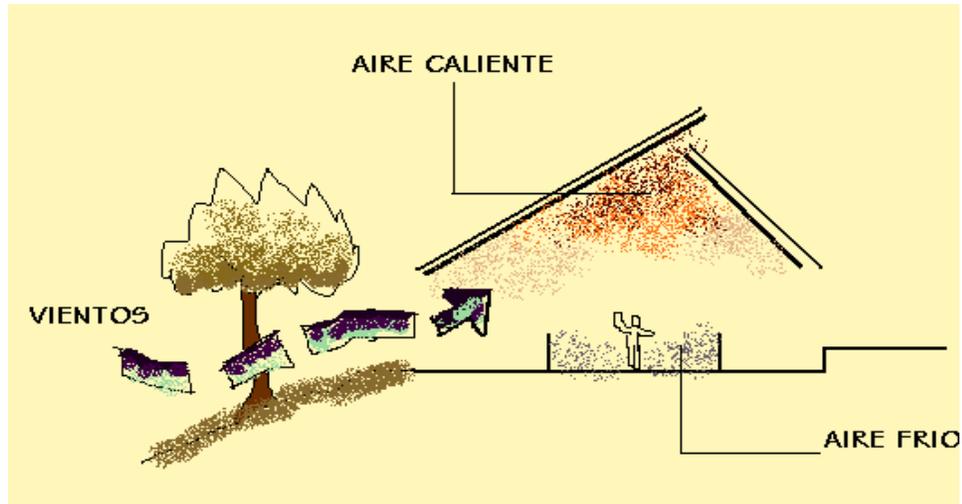
climas calurosos, suele ser conveniente casi siempre el uso de esta técnica. El riego esporádico alrededor de la casa, o la pulverización de agua sobre fachadas y tejado, también refrescará la casa y el ambiente.³⁹

60. Formula para el cálculo del alero⁴⁰

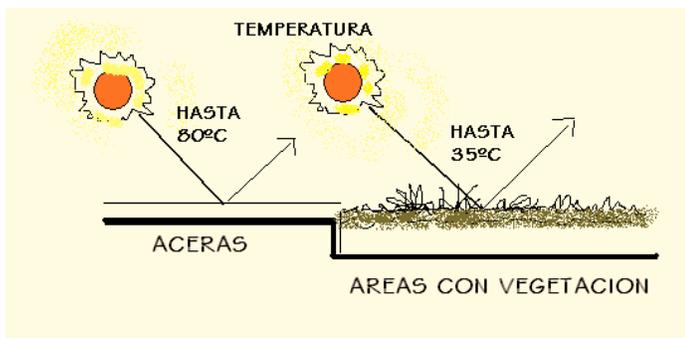


³⁹ <http://www.geocities.com>

⁴⁰ Seminario taller Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA)



61. doble altura



62. Uso de vegetación.

Construcción. En el diseño de una casa de nueva construcción podemos considerar aspectos bioclimáticos, con mucha flexibilidad, sin necesidad de incrementar el costo de la vivienda ni sacrificar preferencias de diseño, aunque algunas veces puede surgir algún conflicto entre lo que se prefiere y lo que es conveniente para el correcto comportamiento térmico. El dueño y habitante de la casa, por supuesto, tiene la última palabra. Lo importante es ser consciente de las consecuencias bioclimáticas que tendrán las distintas opciones de diseño.

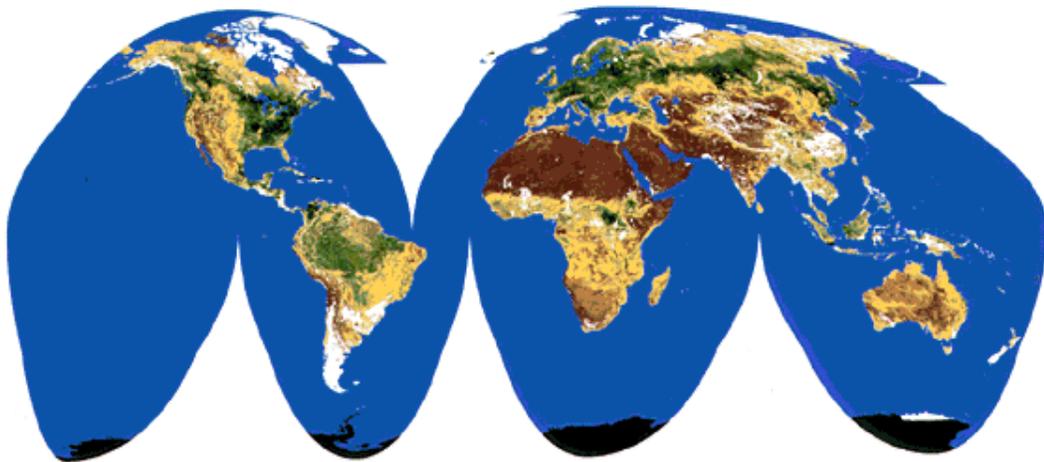
3.3 MARCO LEGAL

3.3.1 TEORIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.

Calentamiento Global, aumento de la temperatura de la Tierra debido al uso de combustibles fósiles y a otros procesos industriales que llevan a una acumulación de gases invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y clorofluorocarbonos) en la atmósfera. Desde 1896 se sabe que el dióxido de carbono ayuda a impedir que los rayos infrarrojos escapen al espacio, lo que hace que se mantenga una temperatura relativamente cálida en nuestro planeta (efecto invernadero). Sin embargo, el incremento de los niveles de dióxido de carbono puede provocar un aumento de la temperatura global, lo que podría originar importantes cambios climáticos con graves implicaciones para la productividad agrícola.

En enero de 2001 la Comisión Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre el Cambio Climático presentó un informe en el que se ponía de manifiesto que la temperatura media de la Tierra había aumentado 0,6 grados en el siglo XX. Asimismo este informe prevé que la temperatura media del planeta subirá entre 1,4 y 5,8 °C entre 1990 y 2100. Este aumento provocará cambios en el nivel del mar (desde finales de la década de 1960 ha crecido entre 0,1 y 0,2 m y aumentará entre 0,09 y 0,88 m entre 1990 y 2100), disminución de la cubierta de hielo y nieve (desde finales de la década de 1960 ha disminuido un 10%) y aumento de la temperatura media de los océanos.

Algunos científicos han planteado que este incremento en la temperatura podría ser sólo parte de una fluctuación natural. Sin embargo, este último informe de la ONU pone de manifiesto que la actividad humana contribuye sustancialmente a este cambio climático. El calentamiento de la superficie terrestre parece deberse, principalmente, al aumento de la concentración de gases de efecto invernadero (como el dióxido de carbono) en la atmósfera.⁴¹



© Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

63. Imagen satélite

El satélite meteorológico estadounidense NOAA-11 transporta un instrumento llamado Radiómetro Avanzado de Muy Alta Resolución (AVHRR, siglas en inglés), que detecta la distribución medioambiental de la Tierra. Las imágenes obtenidas a lo largo de los años permiten

⁴¹ Biblioteca de Consulta Microsoft © Encarta © 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.

estudiar los cambios del clima planetario. Este mapa del AVHRR integra imágenes tomadas a lo largo de junio de 1992, y transforma los datos en un ‘índice de vegetación’. Los colores del mapa corresponden a diferentes niveles de actividad fotosintética: vegetación densa (verde oscuro), vegetación dispersa (verde claro y amarillo), nieve, hielo o nubes (blanco), agua (azul) y terreno yermo (castaño oscuro).⁴²

¿Evidencia del cambio climático sólo debido al efecto invernadero?

Ante esta situación un tanto paradójica, ya que existe mucha controversia en el mundo científico, debemos preguntarnos ¿Es correcto decir, que la evidencia científica del cambio climático del planeta, es debida solo al efecto invernadero o existen otras causas? según la teoría Unificada Física de Cuerdas CFD, las emisiones de radiación, no son otra cosa que emisiones de partículas elementales (PE) de longitudes concretas, según el nivel de la energía interna de los átomos que las emiten, y como las PE no se pueden multiplicar, el calor suministrado desde el Sol a los átomos de la atmósfera y superficie de la Tierra, siempre será el mismo en un instante determinado y como máximo, el que representa el flujo de emisión, pudiéndose dar varias posibilidades, según que exista o no capa de gases en la atmósfera.

Hace tan solo dos años, nos decían que no había evidencia científica del cambio climático, a pesar de conocer científicamente el

⁴² Ibieden

efecto invernadero y de que cada año hacía y hace más calor. Pero ahora, de repente y a raíz de que la NASA recientemente ha dado unas tablas de la evolución de la temperatura desde hace 150 años y extrapola aumentos de hasta 0.7 °C cada 10 años, 6 °C y mayores, para dentro de treinta años, todas las ciencias oficiales de América y Europa incluida la del CIEMAT y la del Sr. Nakicemovic, ruso, del IIASA y de la Universidad de Tecnología de Viena,

¿Qué es El Niño?

El nombre de “El Niño” se refiere a la aparición periódica de agua cálida en la zona oriental y central del océano Pacífico, a lo largo del ecuador. La llegada de agua inusualmente cálida a esta zona puede provocar cambios imprevistos —y a menudo indeseables— en los sistemas meteorológicos de todo el mundo, especialmente en las regiones tropicales. En promedio, El Niño aparece cada cuatro años y medio, pero puede repetirse en sólo dos años o tardar incluso 10 años en volver a ocurrir.

El calentamiento planetario y El Niño

Algunos científicos han sugerido que el efecto invernadero —la acumulación de gases como el dióxido de carbono, el metano y el ozono que atrapan el calor del Sol en la atmósfera terrestre— reforzado por las actividades humanas está alterando fundamentalmente El Niño al calentar artificialmente la atmósfera de la Tierra. Estos científicos señalan que, hasta hace poco, los fenómenos de El Niño llegaban con

una frecuencia de dos a siete años y eran generalmente suaves. Sin embargo, en el transcurso de 15 años se han producido dos fenómenos extraordinarios de El Niño. Además, entre 1990 y 1995 se produjeron tres fenómenos de El Niño seguidos. Algunos expertos afirman que, tomados en conjunto, esos tres fenómenos constituyeron el Niño más largo en 2.000 años. Otros científicos, sin embargo, no están de acuerdo en que la historia reciente de El Niño demuestre el calentamiento planetario. Para ellos, constituye probablemente el reflejo de fluctuaciones aleatorias en el ciclo natural.

En noviembre de 1991, el Programa de Estrategias de Respuesta e Impactos del Clima Planetario (WCIRP), creado por el Programa Medioambiental de Naciones Unidas (UNEP), patrocinó lo que tal vez fuese la primera reunión de trabajo sobre la relación entre El Niño y el calentamiento planetario, en un intento de diferenciar la especulación y la ciencia. Los participantes en la reunión concluyeron que una tendencia hacia temperaturas planetarias medias más elevadas podría hacer que los futuros fenómenos de El Niño fueran más intensos. Sin embargo, también subrayaron que El Niño ha aparecido con bastante constancia a lo largo de un periodo de 5.000 años, tanto durante periodos cálidos como fríos, lo que sugiere que es improbable que cambie la frecuencia de esos fenómenos. [...]

A diferencia de la investigación sobre el calentamiento planetario, que ha dividido a la comunidad científica, existe un amplio consenso acerca de la investigación sobre El Niño: es necesario mejorar las

previsiones. Pero, mientras los investigadores amplían sus conocimientos en torno este asunto, debemos aprender a utilizar mejor la información que ya tenemos.

Parece que esto ya ha empezado a ocurrir. Cada vez son más los que prestan atención a El Niño y a las predicciones de este fenómeno. Algunos grupos comienzan a tomar medidas preventivas para enfrentarse a sus impactos. Por ejemplo, en Ecuador ha habido programas de vacunación que intentan inmunizar a las personas contra enfermedades transmitidas por el agua que podrían surgir en caso de inundaciones. En numerosas regiones se están limpiando el alcantarillado y la infraestructura de drenaje para que el agua pueda fluir más libremente. Se están construyendo diques a lo largo de zonas costeras vulnerables, se están desarrollando planes de alimentos de emergencia, y así sucesivamente. La gente está escuchando y se está preparando. Confiemos en que, cuando aparezca el próximo El Niño a principios de siglo, los gobiernos nacionales y locales dispongan de la información necesaria para garantizar una preparación eficiente y activa. Michael H. Glantz es investigador superior del Grupo de Impactos sobre el Medio Ambiente y la Sociedad, un programa del Centro Nacional de Investigaciones Atmosféricas (NCAS) de Estados Unidos. Es autor del libro *Currents of Change: El Niño's Impact on Climate and Society*

(‘Corrientes de cambio: el impacto de El Niño sobre el clima y la sociedad’).⁴³

3.3.2 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

El texto de la Convención fue adoptado en la Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, el 9 de mayo de 1992; la Convención estuvo abierta para las firmas en Río de Janeiro del 4 al 14 de junio de 1992, y posteriormente, en la Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, del 20 de junio de 1992 al 9 de junio de 1993. Hasta esa fecha, la Convención había recibido 166 firmas. La Convención entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Los Estados que no firmaron la Convención, pueden hacerlo en cualquier momento.

Para los Estados que ratifiquen, acepten o aprueben la Convención o se adhieran a ella después de la fecha de entrada en vigor, la Convención entrará en vigor en el nonagésimo día después de la fecha del depósito del instrumento de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión de dicho Estado.

Al firmar la **Convención Marco sobre el Cambio Climático en la "Cumbre para la Tierra" de Río de Janeiro (junio de 1992)**, más de 150 Estados reconocieron que la cuestión del cambio climático constituye una "preocupación común de la humanidad" y, por tanto, se propusieron por meta elaborar una estrategia mundial, con objeto de "proteger el sistema climático para las generaciones presente y

⁴³ Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation

futuras." Los gobiernos que se conviertan en Partes de la Convención intentarán lograr el objetivo fundamental consistente en estabilizar las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel "que impida interferencias antropogénicas (originadas por el hombre) peligrosas en el sistema climático".

La convención constituye un marco de referencia dentro del cual los gobiernos podrán colaborar para aplicar nuevas políticas y programas, que tendrán amplias repercusiones en la manera en que viven y trabajan los seres humanos. En el texto de la Convención, se tienen en cuenta las preocupaciones concretas de los diferentes grupos de países.

En la Convención se subrayan los siguientes puntos: que los países industrializados son en gran medida responsables de las emisiones de gases pasadas y presentes y, en consecuencia, deben estar a la vanguardia en la lucha contra el cambio climático; que la principal prioridad de los países en desarrollo será su desarrollo económico y social y por lo tanto la parte de las emisiones mundiales originadas por ellos aumentará a medida que se industrialicen; que los Estados cuyas economías dependen del carbón y el petróleo atravesarán una situación difícil, en caso de que se modifique la demanda de energía; y que los países con ecosistemas frágiles, como los pequeños Estados insulares y los países áridos, son particularmente vulnerables ante los efectos previstos del cambio climático.

Al convertirse en Partes de la Convención, tanto los países desarrollados como en desarrollo se comprometen a:

- *Presentar para su examen información sobre la cantidad que producen, por fuente, de emisiones de gases de efecto invernadero, así como sobre los "sumideros" nacionales (procesos y actividades que eliminan los gases de efecto invernadero de la atmósfera, en particular los bosques y los océanos).

- *Aplicar programas nacionales para mitigar el cambio climático y adaptarse a sus efectos.

- *Fortalecer la investigación científica y técnica y la observación sistemática del sistema climático, así como fomentar la concepción de tecnologías pertinentes y proceder a su difusión.

- *Promover programas educativos y fomentar la conciencia del público acerca del cambio climático y sus posibles efectos.

Los países desarrollados aceptan, por su parte, una serie de compromisos adicionales, entre los cuales cabe destacar los siguientes:

- *Adoptar políticas encaminadas a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y proteger y acrecentar sus "sumideros" y "reservorios".

- *Transferir a los países en desarrollo más recursos financieros y tecnológicos que los que se otorgan en la actualidad a través de la asistencia al desarrollo, y apoyar los esfuerzos que desplieguen esos países para cumplir los compromisos adquiridos en el marco de la Convención.

*Ayudar a los países en desarrollo que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático a costear los gastos en que incurrirán para adaptarse a esos cambios.

La Convención se basa en el principio de la responsabilidad común pero diferenciada. El preámbulo de la Convención sobre el Cambio Climático reconoce que el cambio del clima de la Tierra y sus efectos negativos son una preocupación común de la humanidad y que la naturaleza global del cambio del clima requiere la mayor cooperación posible de todos los países y su participación en una respuesta internacional efectiva y apropiada, conforme sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y respectivas capacidades y condiciones sociales y económicas. También se observa que la mayor parte de las emisiones globales, históricas y actuales, de gases de efecto invernadero procede de los países desarrollados y que las emisiones per cápita de los países en vías de desarrollo todavía son relativamente bajas, y que la parte de emisiones globales procedentes de los países en desarrollo crecerá para que ellos puedan satisfacer sus necesidades sociales y de desarrollo.

La responsabilidad es común por causa de que los gases de efecto invernadero se mezclan completamente en la atmósfera en más o menos dos semanas y por lo tanto no resulta posible atribuir directamente las emisiones a los países que les dieron origen.

Además, la responsabilidad es diferenciada porque algunos países son más responsables que otros por el calentamiento global. Esto

sucede debido a diferencias de tamaño, población y nivel de desarrollo; en otras palabras, al nivel de interferencia antrópica en el sistema climático.

Las emisiones históricas son las que, acumuladas en la atmósfera desde la revolución industrial, determinan el aumento de la temperatura y, por lo tanto, la responsabilidad de los países industrializados por el aumento del efecto invernadero resulta ampliamente preponderante. A pesar de todo, la Convención se basa en la información por parte de los países de sus emisiones antrópicas anuales de gases de efecto invernadero. Este hecho incide en que las sociedades de los diversos países establezcan, erróneamente, una relación directa entre emisiones anuales y responsabilidad por el aumento del calentamiento global.

En conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas los países desarrollados reconocieron y asumieron voluntariamente en la Convención que deben tomar la iniciativa en el combate al cambio climático y a sus efectos adversos.

La Convención del Clima también reconoce que el grado de efectivo cumplimiento de los compromisos asumidos bajo esta Convención por las Partes países en vías de desarrollo dependerá del cumplimiento efectivo de los compromisos asumidos bajo esta Convención por las Partes países desarrollados, en lo que se refiere a los recursos financieros y transferencia de tecnología, y llevará plenamente en consideración el hecho de que el desarrollo económico y social y la

erradicación de la pobreza son las prioridades esenciales y absolutas de las Parte países en desarrollo.

Entre esos países se consideran "países clave", con rápidos procesos de desarrollo en los próximos años, China, India, Brasil, México y Corea del Sur.

A pesar de todo, existe una demanda de una mayor participación política por parte de algunos sectores de la sociedad, en particular del sector industrial. También existe la sugestión sobre la creación de un Foro Nacional sobre el Cambio Climático, que incluiría representantes del gobierno, del sector empresarial y de organizaciones no gubernamentales involucradas en el asunto, lo que permitiría una mayor participación política sobre el tema.

Los compromisos de los países en vías de desarrollo, se describen en el Artículo 4, párrafo 1, que establece obligaciones comunes para todas las Partes, tomando en consideración las responsabilidades comunes pero diferenciadas de los países y sus prioridades de desarrollo, objetivos y circunstancias específicas, nacionales y regionales, entre otros. Los principales compromisos son:

*Elaborar, actualizar periódicamente, publicar y hacer disponible para la Conferencia de las Partes, los inventarios de emisiones antrópicas por fuentes y de remociones por sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal;

*Formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales y, dependiendo del caso, regionales, que incluyan medidas para mitigar el cambio del clima, como también medidas para permitir una adaptación adecuada al cambio climático;

*Promover y cooperar en el desarrollo, aplicación y difusión, incluso transferencia, de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en todos los sectores pertinentes, inclusive en los sectores de energía, transportes, industria, agricultura, silvicultura y tratamiento de residuos;

*Promover y cooperar en investigaciones científicas, tecnológicas, técnicas, socioeconómicas, en observaciones sistemáticas y en el desarrollo de bancos de datos relativos al sistema climático, cuya finalidad sea la de esclarecer y reducir o eliminar las incertidumbres todavía existentes con relación a las causas, efectos, magnitud y evolución en el tiempo del cambio climático y las consecuencias económicas y sociales de diversas estrategias de respuesta;

*Promover y cooperar en la educación, entrenamiento y sensibilización pública con relación al cambio climático y estipular una amplia participación en ese proceso, incluso la participación de organizaciones no gubernamentales.

Convenios Internacionales

se refieren a las fechas de Firma, o Depósito del Instrumento de Ratificación, Adhesión o Aceptación por país

| Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Nueva York, 09.05.92 | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 31.10.94: R | 26.08.94: R | 04.12.95: R | 15.12.95: R | 19.10.95: R | 31.10.95: R | 23.05.95: |
| Protocolo de Kyoto a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Kyoto, 11.12.97 | | | | | | |
| ---- | 27.04.98: R | 30.11.98: R | 05.10.99: R | 19.07.00: R | 18.11.99: R | 05.03.99: R |

(e)

(f)

(g)

(h) Organizaciones que Ratificarán la Convención,

(i) el 24-05-004 ⁴⁴

| PAÍS | FIRMA | RATIFICACIÓN | ENTRADA EN VIGOR |
|------------------------|----------|--------------|------------------|
| 51. EL SALVADOR | 13/06/92 | 04/12/95 (R) | 03/03/96 |

⁴⁴ <http://unfccc.int/resource/conv/ratlist.pdf>

4.0 “METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN”

4.1 Tipo de Investigación.

En el presente tema de estudio puede señalarse que se fundamentará en una investigación explorativa – descriptiva – explicativo; porque con ellos se consigue lo siguiente:

Examinar un tema o problema de investigación poco estudiado

Describir situaciones y eventos, decir como es y como se manifiesta determinado fenómeno. Estos estudios buscan diferenciar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis, el propósito es describir lo que se esta investigando.

Además, se va más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones dirigidas a responder a las causas de los eventos físicos o sociales.

Su interés se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y en que condiciones se da éste o porque dos ó más variables están relacionadas.

Asimismo es a través de la experimentación se comprobarán las propuestas y los diseños logrados después de la investigación respectiva.

Con todo esto se va a describir de la forma mas detallada posible el comportamiento de todos los fenómenos que van implícitos en el tema objeto de estudio, no solo se va a limitar a dar conocer el comportamiento de cada uno de ellos, sino que se va a considerar todas las causas que permiten el comportamiento de cada factor que influye en los comportamientos del tema.

Así se lograría desarrollar una investigación integral, porque en primer lugar se establecerá la forma de construcción de las viviendas en las zonas cálidas de nuestro país y posteriormente se presentarán diseños de viviendas para dichas zonas, propuestos a través de los experimentos realizados.

Además, recordando que existe un fundamento documental, recopilado a través de toda una gama de información variada, que es la que sustenta la base teórica.

4.2 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.

4.2.1 TECNICAS DE INVESTIGACIÓN.

- A) ENTREVISTA:
- B) OBSERVACIÓN:

4.2.2 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.

- A) CEDULA DE ENTREVISTA:
- B) GUIA DE OBSERVACIÓN:

4.3 METODOLOGIA PARA LA REALIZACION DEL DIAGNOSTICO

Incidencia solar para la ciudad de San Miguel.

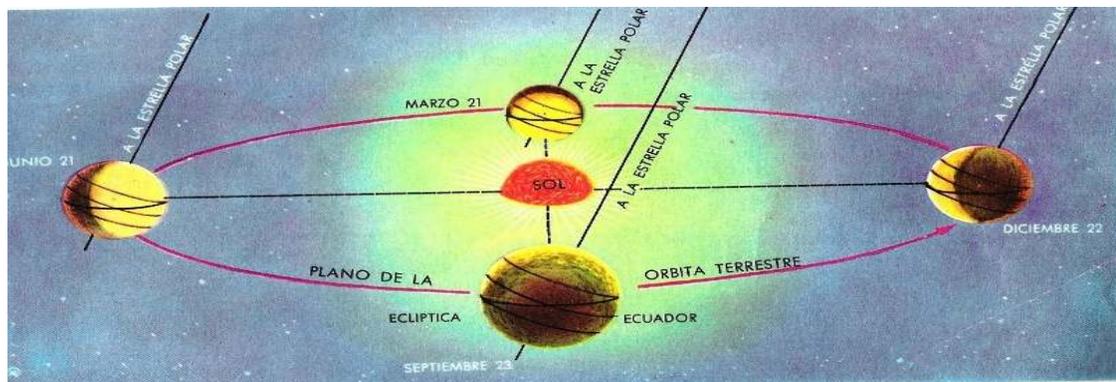
La incidencia solar se ha obtenido a partir del ángulo de inclinación del sol durante los solsticios.

Teniendo en cuenta que San Miguel se encuentra a 13° de Latitud norte. Y sabiendo que durante el solsticio de verano es decir el día en que los rayos solares caen exactamente perpendiculares al trópico de Cáncer ubicado a 23° al norte del ecuador

Se tendrá que la incidencia solar para el día 21 de junio:

$23^\circ - 13^\circ = 10^\circ$ en la fachada norte con respecto a la vertical.

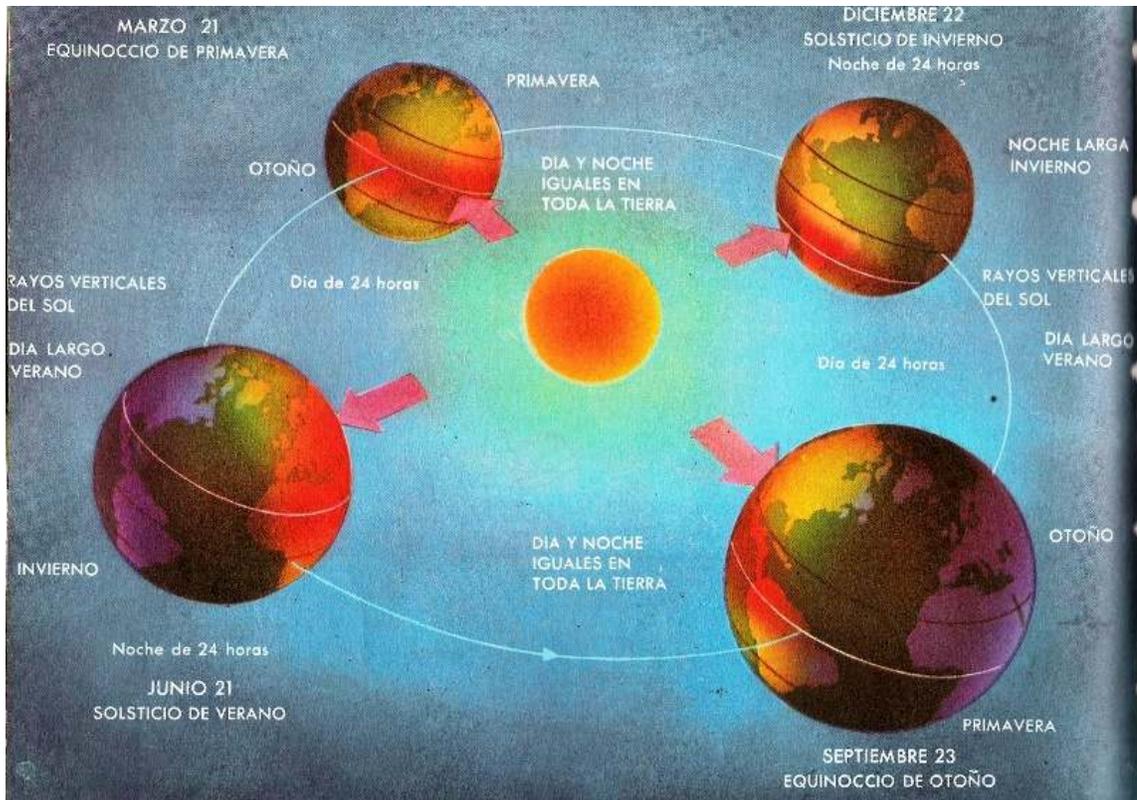
Sin embargo para el día 22 de diciembre (solsticio de invierno) día en que los rayos solares inciden perpendicularmente en el tropico de Capricornio, el cual esta ubicado a 23° al sur del ecuador se obtiene que: $23^\circ + 13^\circ = 36^\circ$ en la fachada sur con respecto a la vertical.



64. Imagen que muestra la traslación de la tierra y su inclinación.

65,66 Incidencia solar.⁴⁵

⁴⁵ La tierra y sus recursos, Levi Marrero, Publicaciones cultural S. A Edición 1977.



4.4 METODOLOGIA PARA LA REALIZACION DEL PRONÓSTICO.

Graficas de temperatura y humedad.

Las graficas se han elaborado en base a la información suministrada por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). La cual comprende la temperatura exterior promedio anual, la humedad exterior promedio anual, e información acerca de otros factores climatológicos. La investigación de la temperatura y humedad interior en la vivienda mínima promedio en la Ciudad de San miguel se realizó mediante un termómetro e higrómetro ambiental digital, el cual fue comparado en cuanto a información con la suministrada por el termómetro e higrómetro ambiental de la dependencia en San Miguel del SNET. Teniendo como resultado lo siguiente. El termómetro ambiental digital registró un margen de error con respecto al termómetro del SNET de: + 1.5 °C
El higrómetro ambiental digital registró un margen de error con respecto al higrómetro del SNET de: – 8%.



Termómetro e Higrómetro
Ambiental digital.

Termómetro e Higrómetro
Ambiental (SNET).

Las investigaciones se realizaron en 4 viviendas continuas a las zonas de expansión habitacional de la ciudad de San Miguel.

(Colonias: Palo Blanco, Arcos del Sitio, Residencial Terranova, Arcos de San Miguel, Ciudad Pacifica)

Se registraron datos a lo largo del día(a las 9 horas, a las 12 horas y a las 15 horas en diferentes espacios de las viviendas.

Los datos resultantes se promediaron y se relacionaron con la información de temperatura y humedad para exterior suministrada por el SNET.

67. Viviendas Mínimas



(Residencial Terranova)



(Arcos del sitio)



(Palo Blanco)

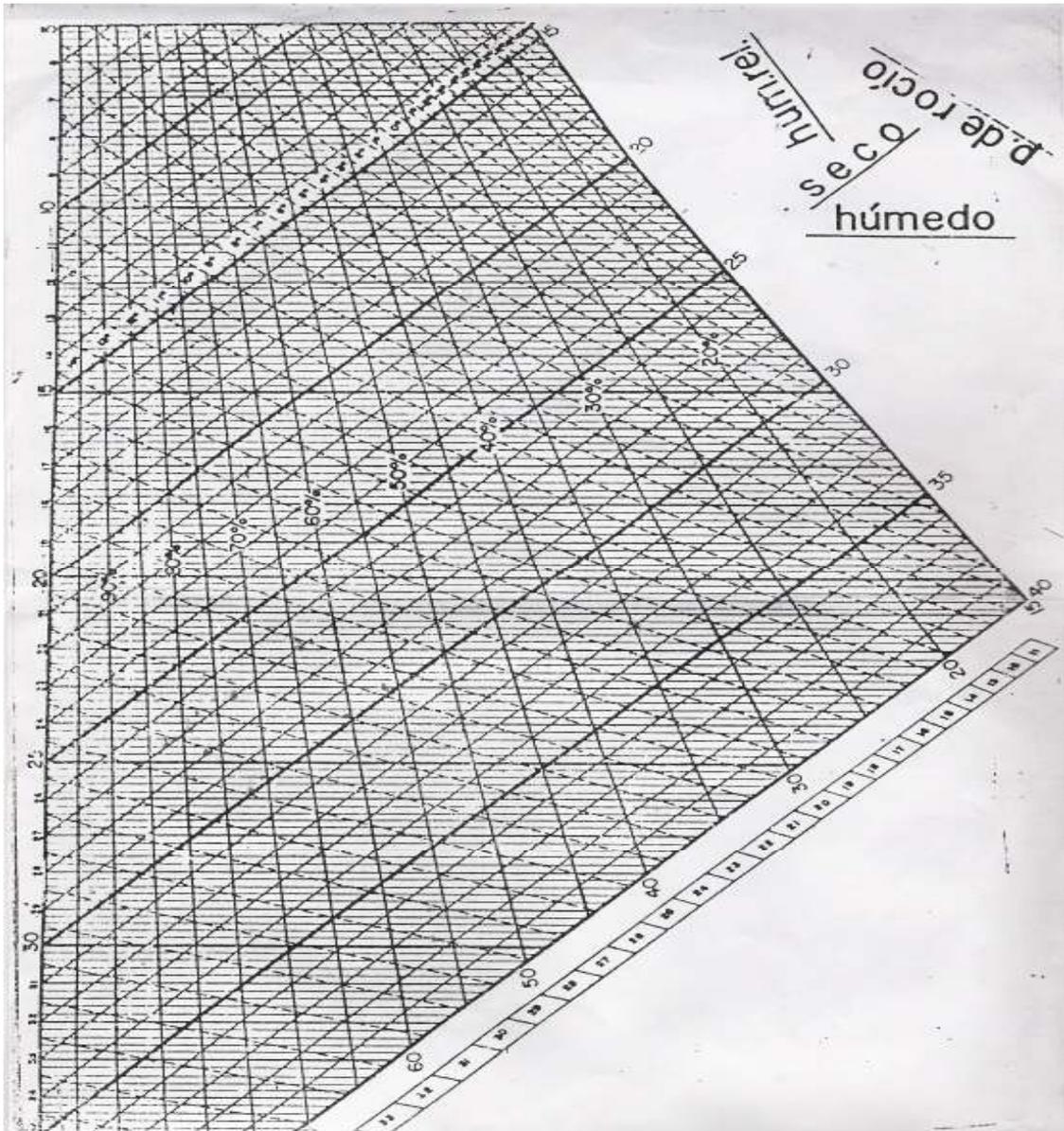


(Arcos de San Miguel)



(Ciudad Pacifica)

Proyecciones de Temperatura y humedad.⁴⁶



68. Mediante esta grafica se obtuvo las proyecciones de humedad relativa.

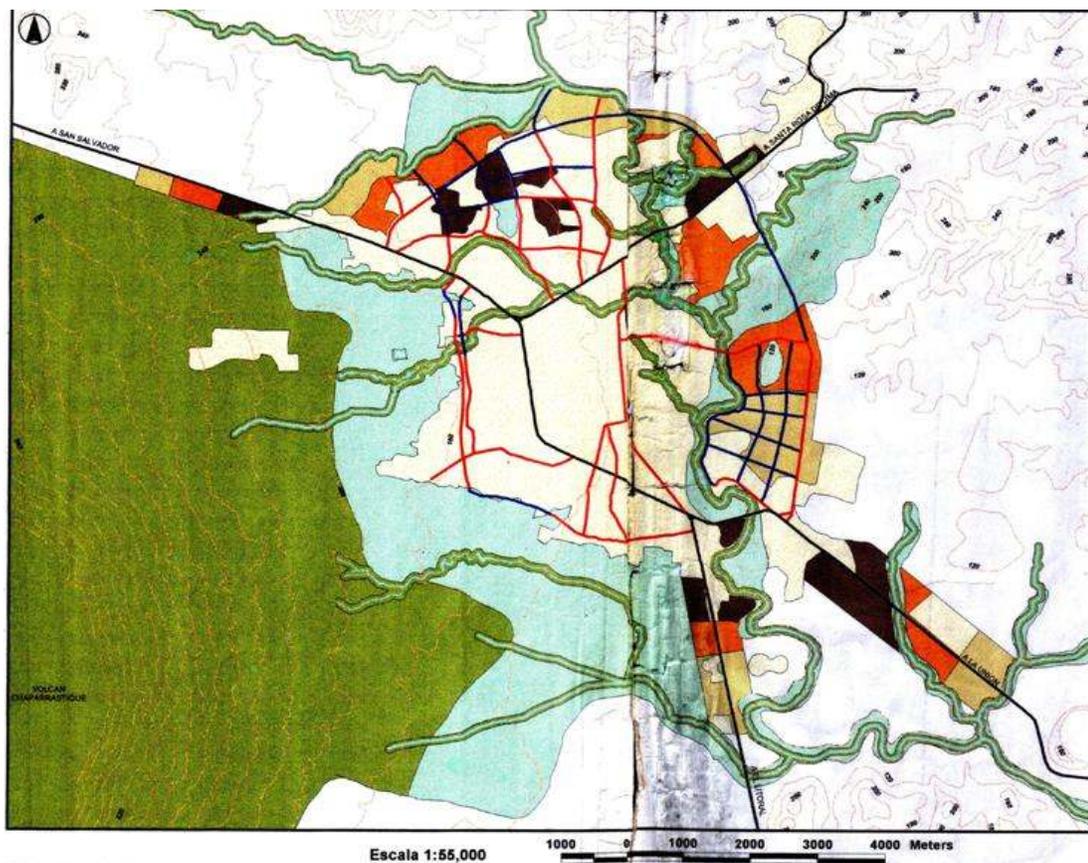
⁴⁶ Grafica proporcionada por la sección de Física de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental

5.0” DIAGNOSTICO.”

5.1 Zonas de expansión habitacional de la ciudad de San Miguel.

Según el Plan Maestro de desarrollo urbano de la ciudad de San Miguel, Las zonas de expansión habitacional proyectadas hasta el año 2015 muestran un crecimiento de la ciudad hacia el noroeste, norte, este, y sureste.

69. Mapa N° 2. Del PLAMADUR-San Miguel.⁴⁷



⁴⁷ Plan Maestro de Desarrollo Urbano de La Ciudad de San Miguel.

Plan Maestro de Desarrollo Urbano
de La Ciudad de San Miguel
1996 - 2015

Proyecto CC-10/96
OPES/MMVDU/FOSEP/BID

Mapa No. 2

**PLANO DE
DESARROLLO GENERAL**

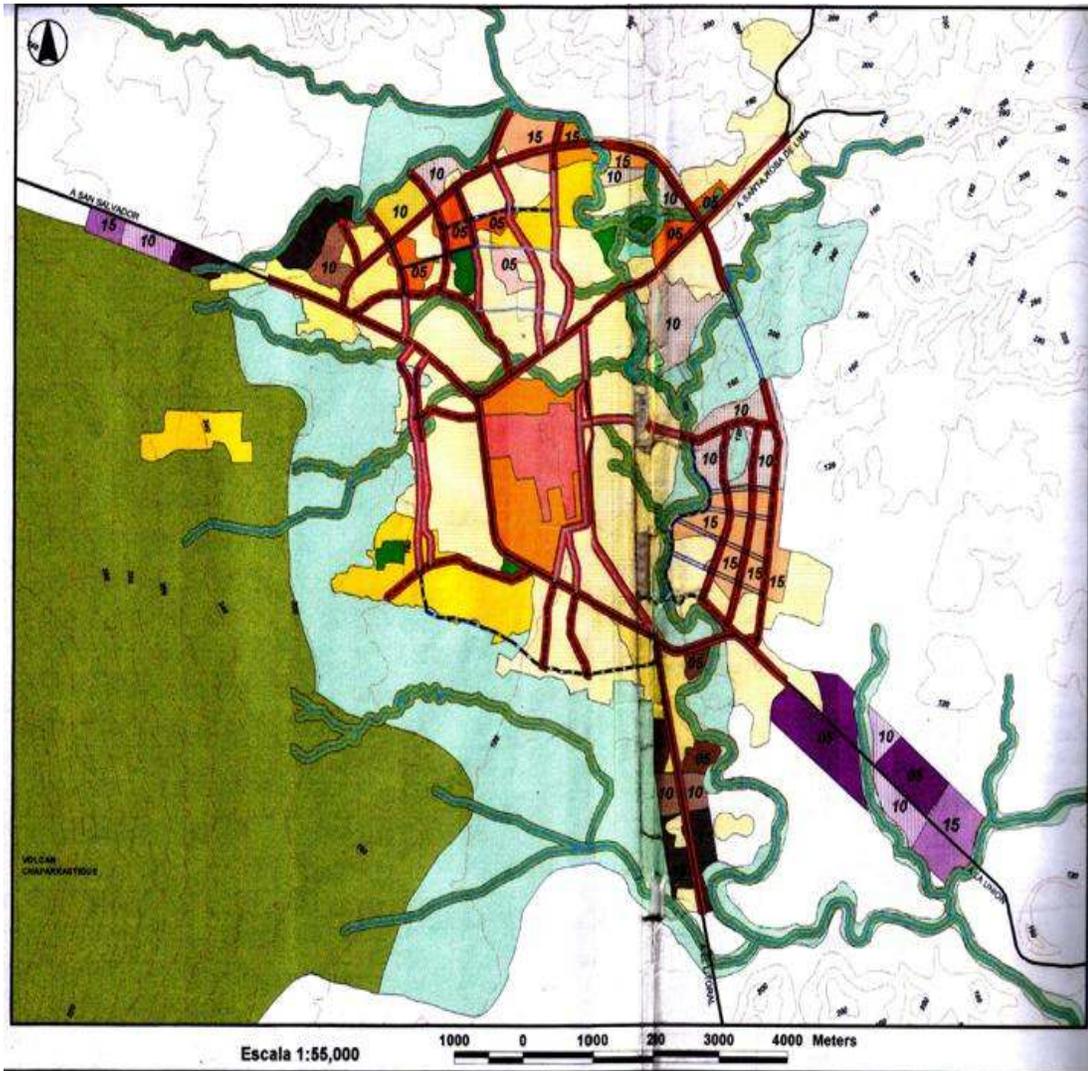
Leyenda

| | |
|---|--|
|  | Curvas de Nivel (40m) |
|  | Rios y Quebradas |
| Calles Principales | |
|  | Existentes |
|  | Propuestas |
|  | Mejoradas |
| Zonificación Propuesta | |
|  | Area Urbanizada 1996 (2,975 ha.) |
|  | Area de Desarrollo 1997-2005 (318 ha.) |
|  | Area de Desarrollo 2006-2010 (434 ha.) |
|  | Area de Desarrollo 2011-2015 (457 ha.) |
|  | Area de Restricción (3490 ha.) |
|  | Area de Protección de Suelos |

Consortio
PADCO - ESCO



70. Mapa N° 3 DEL PLAMADUR-San Miguel.



En este mapa se muestran las areas especificas de uso residencial proyectadas hast el 2015.⁴⁸

⁴⁸ Plan Maestro de Desarrollo Urbano de La Ciudad de San Miguel.

Plan Maestro de Desarrollo Urbano
de la Ciudad de San Miguel
1996 - 2015

Proyecto CC-10/96
OPES/VMVDU/FOSEP/BID

Mapa No. 3

PLANO DE ZONIFICACION

Leyenda

| | |
|---|---|
|  | Curvas de nivel (40m) |
|  | Rios y Quebradas |
| Mejoramiento de la Red Vial 2005 | |
|  | Existente |
|  | Propuesta |
|  | Mejorada |
| Mejoramiento de la Red Vial 2010 | |
|  | Propuesta |
|  | Mejorada |
| Mejoramiento de la Red Vial 2015 | |
|  | Propuestas |
|  | Mejoradas |
| Plano de Clasificación de Uso de Suelo Actual | |
|  | Area de Protección de Suelo |
|  | Parque |
|  | Area de Restricción |
|  | Uso Comercial |
|  | Uso Mixto Residencial, Alta Densidad |
|  | Uso Mixto Residencial, Media Densidad |
|  | Uso Mixto Residencial, Baja Densidad |
|  | Uso Mixto Residencial del Centro |
|  | Uso Mixto Comercial del Centro |
| Plano de Clasificación de Uso de Suelo 2005 | |
|  | Nuevo Uso Mixto Residencial, Alta Densidad |
|  | Nuevo Uso Mixto Residencial, Media Densidad |
|  | Nuevo Uso Mixto Residencial, Baja Densidad |
|  | Industrial |
| Plano de Clasificación de Uso de Suelo 2010 | |
|  | Nuevo Uso Mixto Residencial, Alta Densidad |
|  | Nuevo Uso Mixto Residencial, Media Densidad |
|  | Nuevo Uso Mixto Residencial, Baja Densidad |
|  | Industrial |
| Plano de Clasificación de Uso de Suelo 2015 | |
|  | Nuevo Uso Mixto Residencial, Alta Densidad |
|  | Nuevo Uso Mixto Residencial, Media Densidad |
|  | Nuevo Uso Mixto Residencial, Baja Densidad |
|  | Industrial |

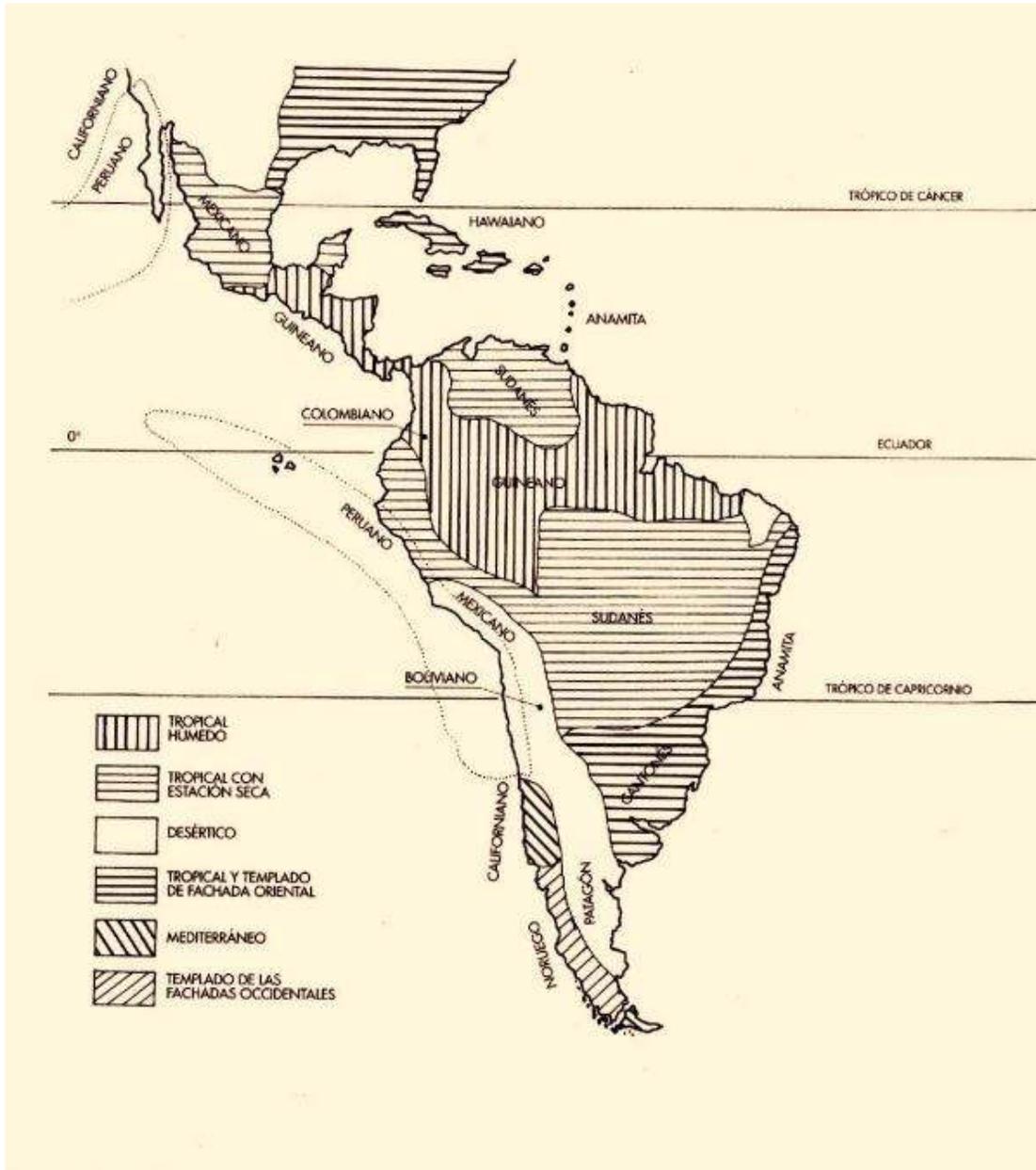
Consortio
PADCO - ESCO



Elaborado por Equipo SISM/SIG

5.2 Macroclima

ZONAS CLIMÁTICAS



71. Zonas climáticas en los países latinoamericanos⁴⁹

⁴⁹ Olgyay, Víctor "ARQUITECTURA Y CLIMA"; 2ª Edición; Editorial Gustavo Gili; 2002; Pág.: 192

5.3 Descripción del clima en El Salvador

Temperatura

En El Salvador, la temperatura del aire es influenciada especialmente por la altura sobre el nivel del mar y la cercanía del océano. En un clima tropical las oscilaciones de la temperatura entre el día y la noche son altas, pudiéndose alcanzar diferencias entre 9.0°C y 15.0°C .

En tierras bajas, con elevaciones inferiores a 800 msnm la temperatura promedio anual se ubica entre 22.0 y 27.0°C , registrándose las temperaturas más altas en las planicies bajas, tierra dentro y en los alrededores de La Unión y San Miguel registrando valores entre $40 - 44^{\circ}\text{C}$ en las regiones con alturas entre 800 y 2,000 msnm, la temperatura promedio es inferior a 14.0°C detectándose entre los picos más altos de los volcanes y de la cordillera norteña. En situaciones excepcionales la temperatura puede descender hasta 10°C .

Precipitación

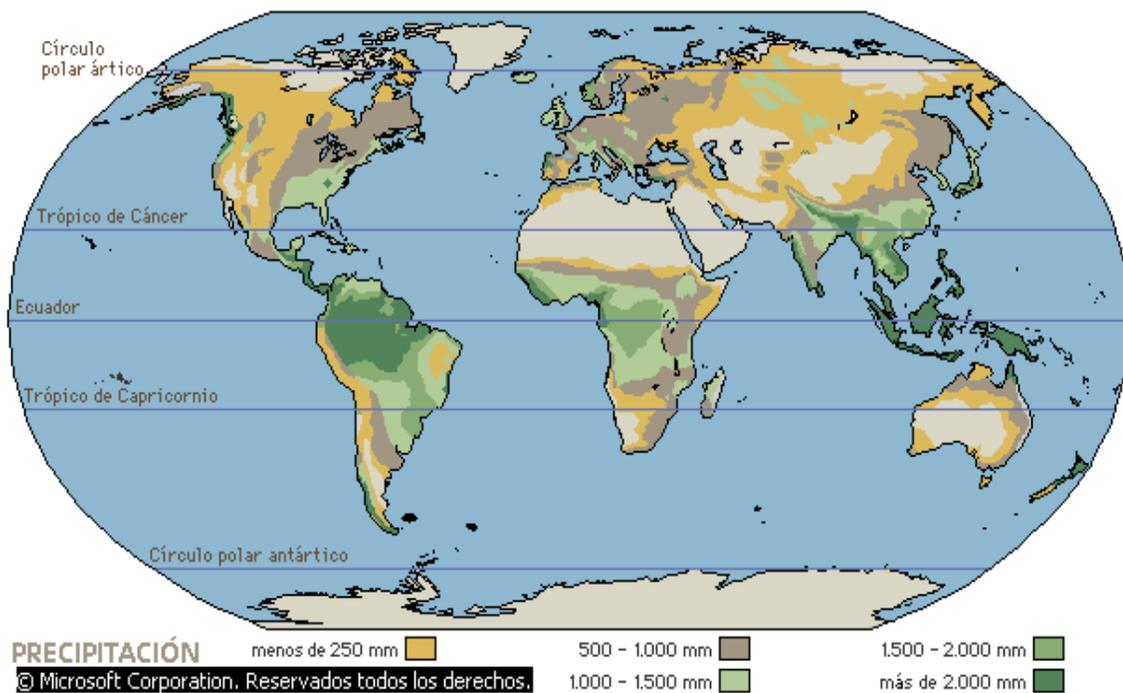
En El Salvador existen dos épocas bien definidas: una lluviosa y otra seca. La lluviosa va desde la segunda mitad de mayo hasta la primera mitad de octubre.

La seca, de la segunda mitad de noviembre a la primera mitad de abril, considerando abril y noviembre como los meses de transición. El 85% del total de lluvias proviene de chubascos generalmente acompañados de tormentas eléctricas, y el restante 15% de temporales, presentándose en la parte sur del país.

Normalmente la mayor precipitación anual, se registra en septiembre. La costa y valles interiores del oriente del país pueden considerarse relativamente secos con valores de 1600 mm de precipitación anual.

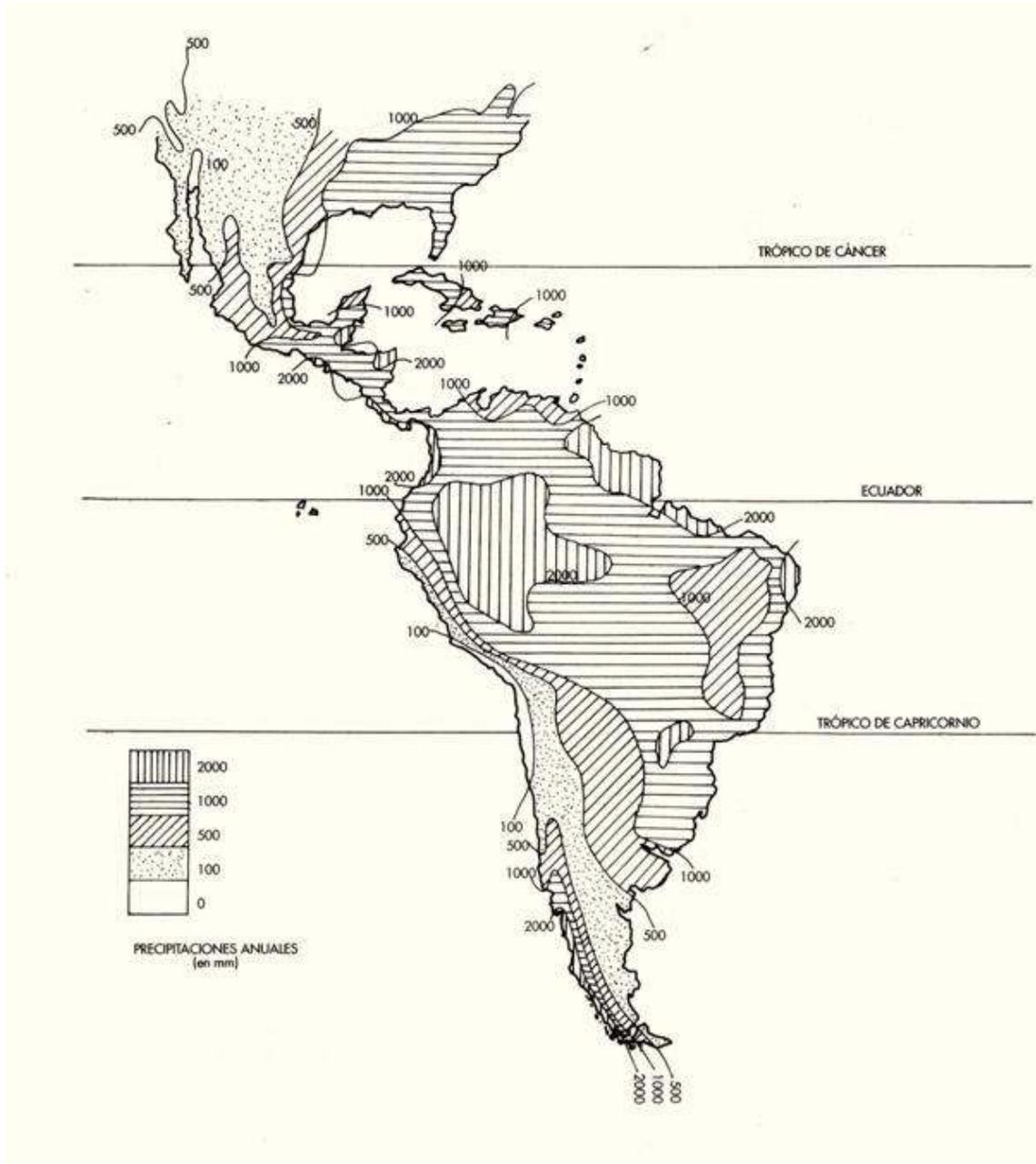
El régimen de lluvia en El Salvador esta influenciado por el movimiento de sistema de alta presión de las Bermudas, la inversión del flujo de los alisios y de la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ). Esta ultima al acercarse a las costas Salvadoreñas en los meses de junio a septiembre, produce los máximos registros de precipitación dentro de la época lluviosa. En julio y agosto, debido a la proximidad del sistema de alta presión del atlántico al territorio, ocurre una disminución e interrupción de la lluvia, provocando muchas veces condiciones graves de sequía en algunos sitios. Este fenómeno se conoce como “canícula”, y su efecto se convierte en factor limitante de la agricultura de servicios básicos.

Los valores anuales promedio de lluvia oscilan entre 1200 mm en los alrededores de la frontera Nor Occidental con Guatemala y 2,800 mm en las partes altas de la cordillera del norte y sierras Sur-Occidentales; las sierras y volcanes del sur presentan cantidades arriba de los 2,400 mm.



72. Mapa de precipitaciones.⁵⁰

⁵⁰ Biblioteca de Consulta Microsoft © Encarta © 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.



73. Precipitaciones anuales en Centro y Sur América.⁵¹

⁵¹ Olgyay, Víctor "ARQUITECTURA Y CLIMA"; 2ª Edición; Editorial Gustavo Gili; 2002; Pág.:195

Humedad atmosférica

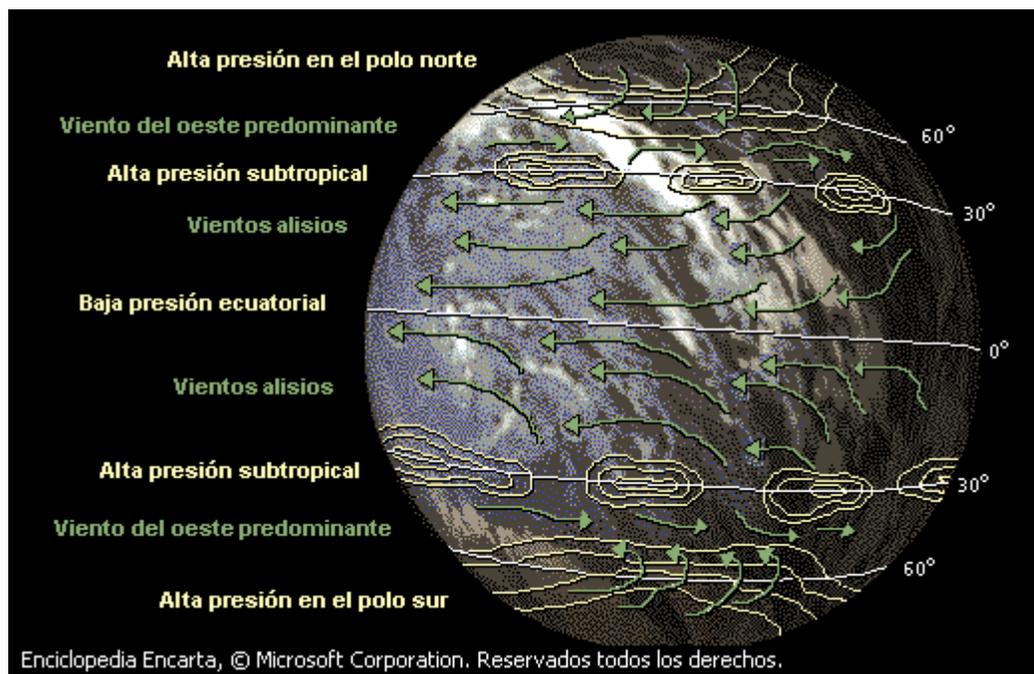
La humedad relativa, a diferencia de la temperatura, no muestra una variación tan clara con respecto a la altura. La amplitud media diaria de la humedad relativa para un mes determinado varía entre 30%-40%, pudiendo llegar a alcanzar niveles de humedad hasta de un 55% en la mayor parte del país, y durante la noche generalmente pueden llegar hasta el 100%. En el transcurso del año, la humedad relativa presenta el mínimo promedio anual en los valles interiores, con un valor de 70% disminuyendo hasta un 65% en la zona oriental del país. En la zona costera, los valores medios anuales son de 75% y en las partes altas de los volcanes del sur y cordilleras norteñas, valores de 80%-90% respectivamente.

Viento

En El Salvador, a alturas mayores de los 2000 msnm, se manifiestan las corrientes de la circulación general, conocidos como los vientos alisios del noreste. En las partes bajas predominan los vientos locales: de valle y montaña, la brisa marina y los “nortes”⁵². La velocidad del viento relativamente es débil, pero cuando la brisa marina alcanza un buen desarrollo y se presentan los “nortes” pueden producirse vientos de 25km/h. Las velocidades máximas momentáneas del viento durante la época lluviosa pueden ser mayores de 100km/h, particularmente durante la ocurrencia de un chubasco. En la época seca, con el arribo de

⁵² Informe Nacional del Ministerio del Medio Ambiente de El Salvador; Pág. 27

los “nortes”, pueden registrarse valores medios de más de 100km/h y velocidades momentáneas de 170km/h en las montañas de más de 1000 metros de altura. Los rumbos dominantes de donde proviene el viento durante el año, son la dirección norte y noreste.



74. vientos dominantes.

En los trópicos, la circulación atmosférica sigue un patrón meridional, llamado célula tropical de Hadley, en el que el aire desciende en cinturones situados en torno a los 30° de latitud N y los 30° de latitud S respecto del ecuador y asciende en las inmediaciones de éste. A baja altitud hay una deriva general del aire hacia el ecuador, mientras que a mayor altitud se produce una deriva compensadora hacia los polos, que completa la célula. Al converger las dos corrientes superficiales hacia el

ecuador desde el Norte y el Sur en un cinturón de bajas presiones llamado de calmas ecuatoriales, éstas se ven obligadas a ascender, expandirse y enfriarse. La humedad del aire se condensa formando nubes, que tienden a producir lluvias frecuentes sobre el área. El cinturón de convergencia tiende a desplazarse unos cuantos grados al Norte y al Sur con los cambios de estación. A 30° de latitud N y a 30° de latitud S respecto del ecuador, los ramales descendentes de la célula se calientan por efecto de la compresión, y las posibles nubes presentes tienden a evaporarse. Como resultado, el tiempo es cálido y soleado, y predominan los climas desérticos. Debido a la rotación de la Tierra, las corrientes de aire ecuatoriales, llamadas vientos alisios, son desviadas hacia el Oeste y, por consiguiente, soplan del Noreste en el hemisferio norte y del Sureste en el hemisferio sur. Las corrientes de retorno, de gran altitud, tienen a convertirse en vientos del Oeste (en términos meteorológicos, los vientos se nombran en función de la dirección desde la que soplan).

A latitudes medias y altas, los rasgos más notables de la circulación atmosférica son los ciclones y anticiclones migratorios, y sólo emerge una imagen clara de la circulación global cuando se obtienen los valores medios de estos movimientos durante varios días. Esta circulación procede del Oeste en casi en todo el mundo, y su velocidad aumenta rápidamente con la altitud hasta unos 23 km, donde la velocidad media del viento puede superar los 160 km/h. La presión a nivel del mar disminuye hacia el Norte desde los 30° hasta los 60° de

latitud, donde tiende a producirse un mínimo, y a los 60° de latitud N se desarrolla un anticiclón poco profundo en el que prevalecen los vientos del Este.

Los continentes ejercen también una notable influencia sobre el flujo medio, y sus efectos son sobre todo llamativos en el hemisferio norte, donde el contraste entre la temperatura de las masas terrestres y la de los océanos es máxima. Durante el invierno se desarrollan sobre Norteamérica y Asia anticiclones muy fríos, mientras que en verano tienden a prevalecer las bajas presiones cálidas. Los sistemas de vientos estacionales asociados a estos patrones de presión reciben el nombre de monzones; son muy llamativos en la India y el Sureste asiático.

Los Alisios, vientos predominantes del Este que soplan desde las áreas de altas presiones subtropicales hacia el cinturón de las bajas presiones ecuatoriales, con dirección NE-SO en el hemisferio norte (alisios del noreste o boreales) y SE-NO en el hemisferio sur (alisios del sureste o australes). El contacto entre ambos alisios se produce en la llamada zona de convergencia intertropical, una franja en la que el aire asciende acompañado de nubes y precipitaciones para después descender en las regiones tropicales, donde la subsidencia impide la formación de nubes y se encuentran las mayores áreas desérticas del mundo. Esta franja a veces se interrumpe por la presencia de una zona de calmas ecuatoriales, caracterizada por vientos ligeros y variables: las llamadas calmas o doldrums. Los vientos alisios barren aproximadamente el 30% de la superficie del globo. En función de su

situación geográfica, cabe distinguir entre alisios oceánicos, continentales y aquellos que recorren el ecuador en calidad de monzón; se dejan sentir más en las masas oceánicas que en las continentales. Se caracterizan por la regularidad de su intensidad (20 km/h de promedio) y la constancia de su dirección. Por ello, resultaron de gran utilidad para la navegación de los veleros comerciales hacia el oeste en el pasado, motivo por el cual también se les conocía como Trade Winds, que significa vientos del comercio. Su espesor a veces alcanza varios miles de metros. Se trata de vientos secos en su origen pero que se cargan de humedad al atravesar el océano, causando lluvias de relieve en las costas orientales de los continentes en estas latitudes.

Los alisios, la zona de convergencia intertropical y los doldrums varían estacionalmente su posición, unos grados hacia el norte y hacia el sur, en función del movimiento de los cinturones de presión y de la posición de la zona de máxima insolación. Como depende principalmente del calentamiento directo del aire, esta variación es más débil sobre la superficie oceánica, debido a la evaporación, que sobre la continental.⁵³

Vegetación

⁵³ Ibidem.

Clasificación climática ligada a la vegetación. La vegetación, ofrece una referencia importante, sobre todo en casos como el de la



selva, o cinturón ecuatorial de bosque tropical húmedo, con temperaturas cálidas y lluvias durante la mayor parte del año, la sabana, cálida y con una marcada estacionalidad; y la tundra, fría, con escasas precipitaciones y veranos

cortos.

(i) 75. Vegetación típica de El Salvador.

Es particularmente útil considerar ambos factores, clima y vegetación, para conocer la naturaleza de una zona y lo que representa vivir en ella. La influencia del clima en la vegetación natural viene determinada fundamentalmente por las precipitaciones, la temperatura y la luz; de ahí la estrecha relación existente entre la distribución de los regímenes climáticos y de la vegetación. Se pueden distinguir nueve grandes formaciones vegetales o biomas, en función de la vegetación dominante. Sin embargo nuestro estudio se enfocará en la region caracterizada por: El bioma II está formado por los bosques y sabanas tropicales, secos o húmedos, que reverdecen con las lluvias; se

corresponde con la zona climática tropical con lluvias estivales en ambos hemisferios.⁵⁴

(ii) Regulación de la temperatura.

(iii) Hay plantas incluso que regulan su propia temperatura, se termorregulan, cual si habláramos de aves o mamíferos; no sólo generan calor, sino que modifican su producción para mantener constante la temperatura en un entorno de temperatura cambiante.⁵⁵

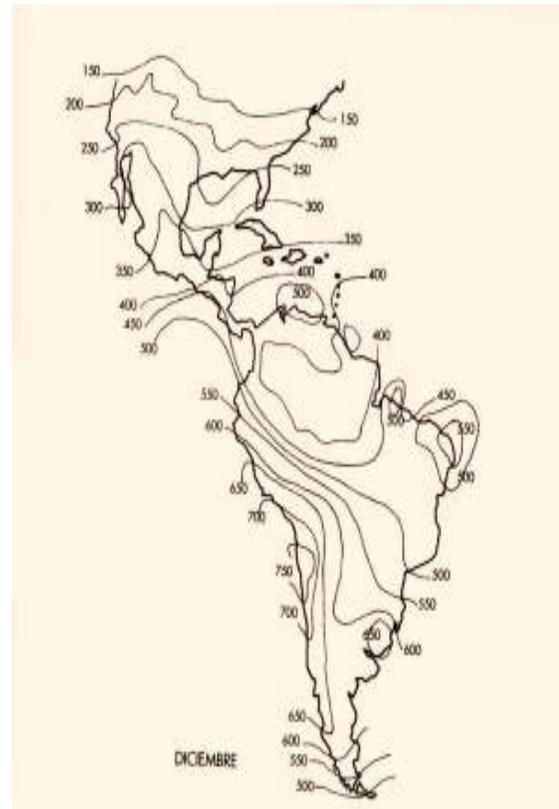
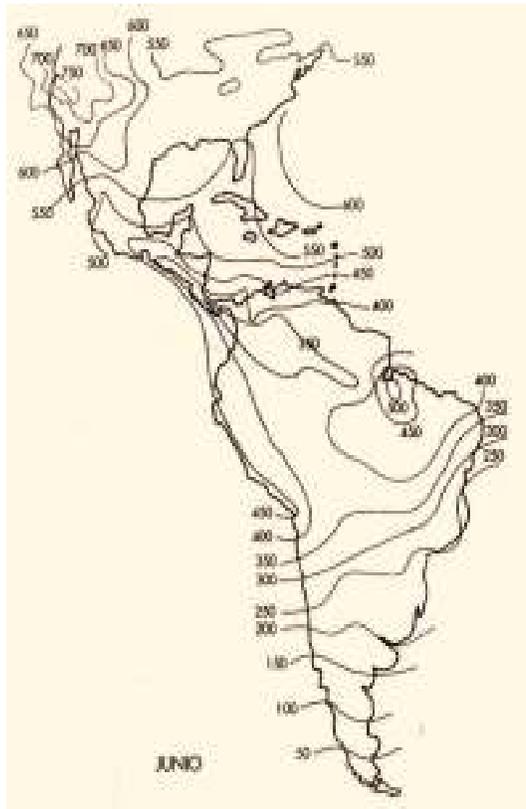
La biomasa mundial está formada en una proporción abrumadora por plantas, que no sólo constituyen la base de todas las cadenas tróficas, sino que también modifican los climas, y crean y sujetan los suelos, transformando así en habitables lo que de otro modo serían masas de piedras y arena.

⁵⁴ Ibidem.

(i) ⁵⁵ Fuente: Seymour, Roger S. Plantas endotérmicas. Investigación y Ciencia. Barcelona: Prensa Científica, mayo, 1997.

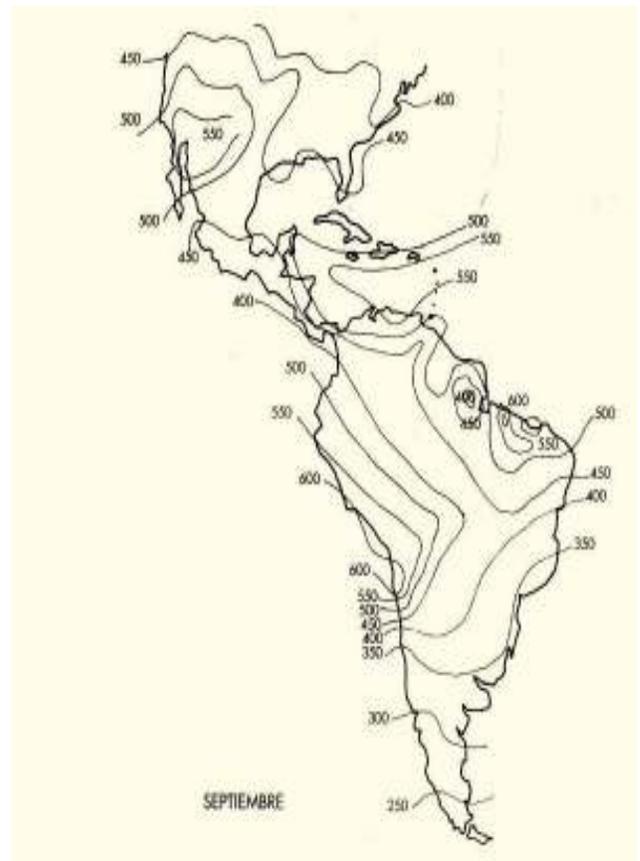
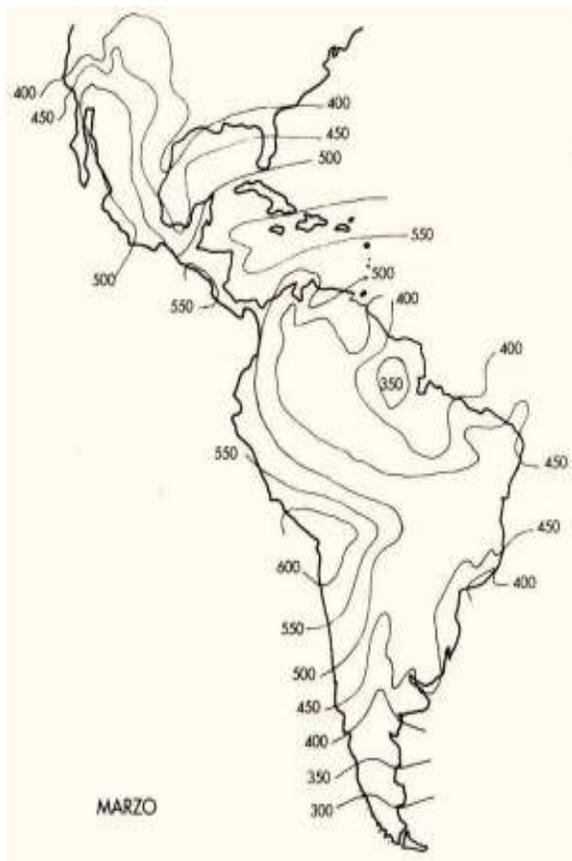
Variabilidad climática

Es importante elaborar registro y estadística de las variaciones del clima sobre periodos de semanas, meses o años. De esta forma se determinan límites de los valores medios, variaciones o frecuencia de datos entre los rangos establecidos que pueden ser aceptados como normales. Los eventos fuera de estos límites se consideran como anómalos a un cierto grado de significación estadística. Ejemplos de tales variaciones del clima son el ENOS (El Niño-Oscilación del Sur) y La Niña, generados por las interacciones entre la atmósfera y el océano en el Pacífico Tropical.



76. Radiaciones solares en solsticios para Latinoamérica
(Cal/cm²día)⁵⁶

⁵⁶ Olgyay, Víctor "ARQUITECTURA Y CLIMA"; 2ª Edición; Editorial Gustavo Gili; 2002; Pág.:193



77. Radiaciones solares en equinoccios para Latinoamérica
(Cal/cm² día)⁵⁷

⁵⁷ Ibidem

5.4 Microclima.

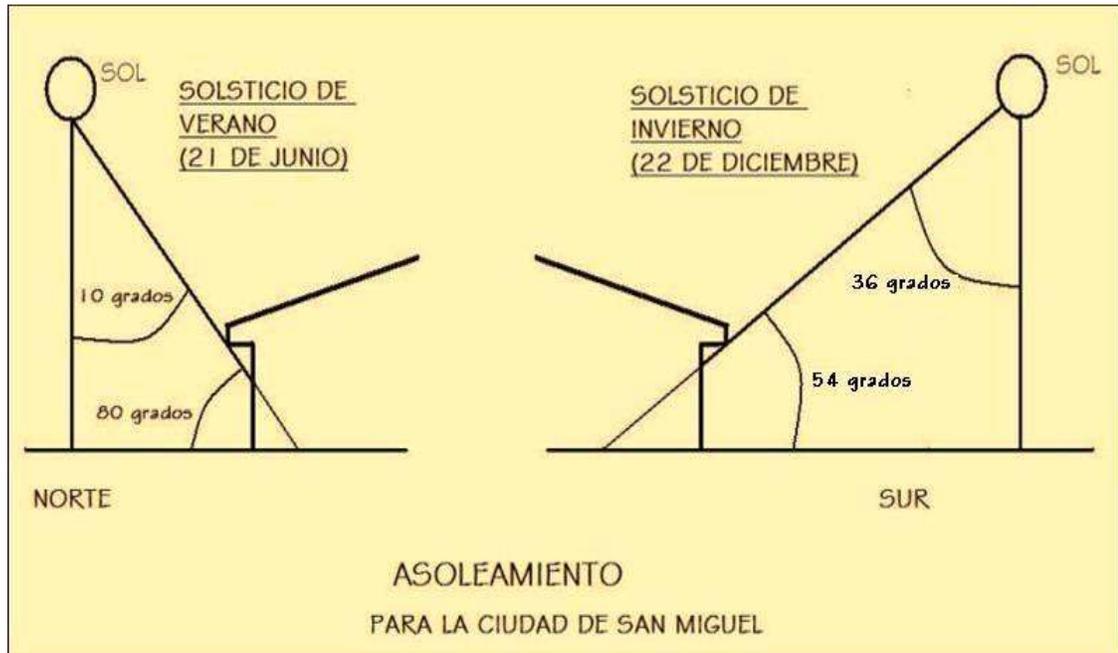
VALORES MENSUALES Y ANUALES DE EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL SEGÚN HARGREAVES (EN MM.), PERIODO 1970 – 2001.⁵⁸

| ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | AÑO |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 158 | 160 | 198 | 201 | 192 | 168 | 180 | 176 | 150 | 148 | 141 | 146 | 2018 |

| ESTACION: | EL PAPALON | | | | LATITUD NORTE: | 13°26.6' | | | | | | |
|--|-------------------|------|------|------|------------------------|-----------------|-------|-------|-------|------|------|------|
| INDICE: | M-16 | | | | LONGITUD OESTE: | 88°07.4' | | | | | | |
| DEPARTAMENTO: | SAN MIGUEL | | | | ELEVACION: | 80 msndm | | | | | | |
| Año/Mes | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| Precipitación | 1.2 | 0.7 | 3.8 | 28.8 | 175.4 | 257.7 | 202.2 | 240.8 | 313.7 | 203 | 51.5 | 5 |
| Temp. Promedio °C | 27.3 | 28.1 | 29.1 | 29.8 | 29.0 | 27.9 | 28.8 | 27.8 | 26.8 | 26.8 | 26.8 | 26.9 |
| Temp. Max. Prom. °C | 36.7 | 37.6 | 38.2 | 38.3 | 36.0 | 34.1 | 34.8 | 34.5 | 33.2 | 33.3 | 34.1 | 35.6 |
| Temp. Min. Prom. °C | 17.7 | 18.3 | 20.1 | 22.1 | 23.0 | 22.5 | 21.8 | 21.9 | 22.0 | 21.6 | 20.0 | 18.2 |
| Temp. Max. Abs Prom. °C | 38.4 | 39.6 | 40.4 | 40.8 | 39.6 | 36.7 | 36.8 | 36.9 | 35.4 | 35.0 | 36.1 | 37.2 |
| Temp. Min. Abs Prom. °C | 14.8 | 15.5 | 17.1 | 19.2 | 20.7 | 20.8 | 19.9 | 20.1 | 20.5 | 19.6 | 17.3 | 15.4 |
| Luz solar hr/dia | 9.1 | 9.5 | 9.5 | 8.7 | 7.5 | 7.3 | 8.5 | 8.3 | 6.9 | 7.6 | 8.2 | 8.8 |
| Humedad relativa (%) | 59 | 56 | 57 | 60 | 70 | 76 | 73 | 75 | 81 | 79 | 73 | 64 |
| Viento Veloc. Media escala Beaufort Km/h | 1.5 | 1.6 | 1.5 | 1.5 | 1.3 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.2 | 1.4 |

⁵⁸ INFORME CLIMATOLOGICO DEL SERVICIO NACIONAL DE ESTUDIOS TERRITORIALES (SNET)

78,79 Incidencia Solar para la ciudad de San Miguel.⁵⁹



⁵⁹ los Graficas se han obtenido en base al ángulo de incidencia solar para la región durante los solsticios.



Incidencia de luz solar sobre techos y fachadas

Formula⁶⁰: $I_s = \cos$ del ángulo con respecto a la vertical

I_s = Incidencia de luz solar en MT2

MT2 de luz solar

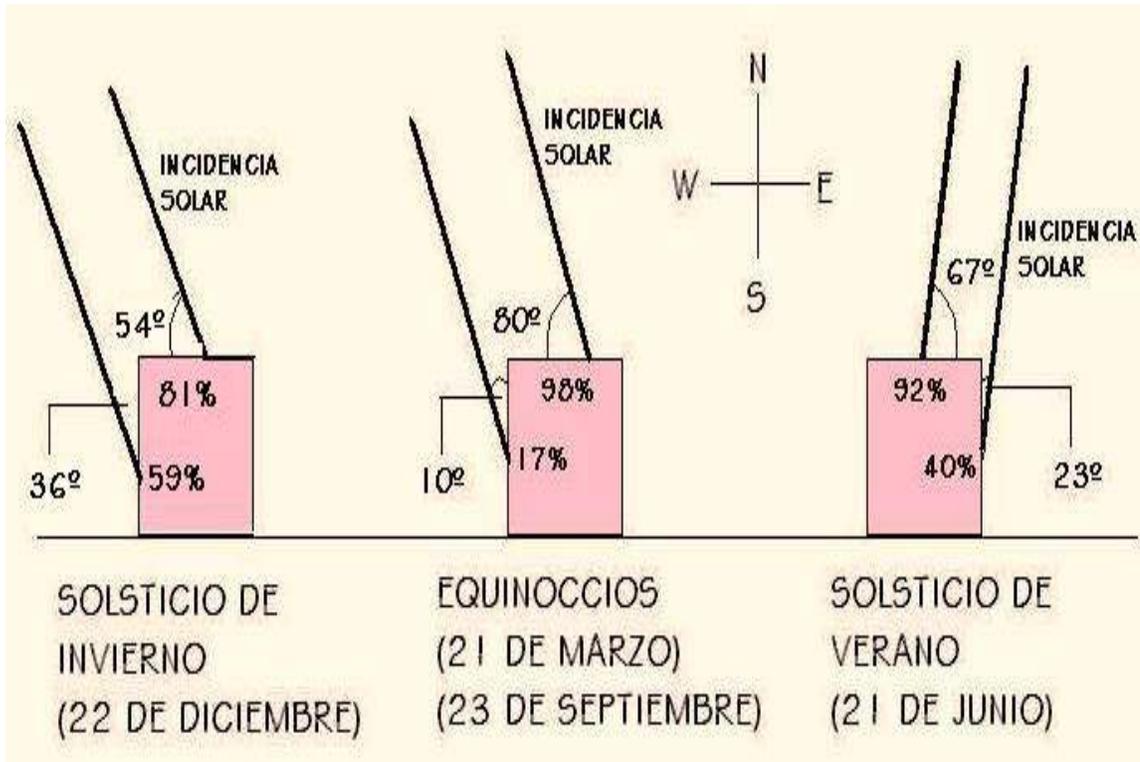
| | Angulo con Respecto a la vertical | Tejado | Fachada Sur | Fachada Norte |
|---|-----------------------------------|--------|-------------|---------------|
| Solsticio de invierno (22 de diciembre) | 36° | 0.81 | 0.59 | |

⁶⁰ Olgyay, Víctor "ARQUITECTURA Y CLIMA"; 2ª Edición; Editorial Gustavo Gili; 2002; Pág.: apéndice A-3

| | | | | |
|--|-----|------|------|------|
| Solsticio de verano (21 de junio) | 10° | 0.98 | | 0.17 |
| Equinoccios (21 de marzo) (23 de septiembre) | 23° | 0.92 | 0.40 | |

Gráficos de la incidencia solar sobre techos y fachadas para la ciudad de San Miguel.⁶¹

⁶¹ Elaborado en base a la aplicación de fórmula de incidencia solar



5.5 TRANSFERENCIA DE CALOR EN LAMINA DE FIBROCEMENTO⁶²

Para una vivienda con un área techada de 90 mt²

⁶² EJERCICIO ELABORADO POR LA SECCION DE FISICA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

$$\frac{550 \text{ cal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{día}} \times \frac{4.18 \text{ Joule}}{1 \text{ cal}} \times \frac{104 \text{ cm}^2}{1 \text{ m}^2} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg.}} = 266.08 \text{ Joule/M}^2 \cdot \text{seg.}$$

$$Q = KA(AT)T / e$$

$$e = 0.5 \text{ cm.} \times 1 \text{ M} / 102 \text{ cm}$$

$$e = 0.005 \text{ MT}$$

$$AT = \frac{Qe}{KAT} = \frac{266.08 \text{ Joule/M}^2 \cdot \text{seg.} \times 0.005 \text{ MT}}{0.640 \text{ Joule/seg.} \times 90.39 \text{ MT}^2 \text{ (seg.)}} = 1.33 / 57.85 = 0.023^\circ \text{C. SES}$$

$$\text{MT } ^\circ \text{C}$$

$$AT = \frac{0.023 \text{ }^\circ \text{f.}}{\text{seg}} \times \frac{3600 \text{ seg.}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{82.76 \text{ }^\circ \text{C}}{\text{h}} - t_{\text{interior}}$$

$$AT = T_f - t_o$$

Transferencia. Calor 45°C

Efecto de las sombra

Para conseguir un eficaz efecto de sombra los árboles deberán colocarse estratégicamente. A primera hora de la mañana y al atardecer el sol pasa muy bajo, por lo tanto los árboles proporcionan su mayor beneficio cuando se colocan en los lados sureste y suroeste, en verano y

al noreste y noroeste en invierno cuando el sol se encuentra en una posición baja, sus rayos producen sombras muy alargadas que protegen de forma eficaz aquellos lados del edificio que, de otra manera, sería muy dificultoso salvaguardar. Al medio día el sol se encuentra en lo alto y sus rayos pueden ser fácilmente interceptados con un voladizo. Las fotografías de la maqueta, que se presentan a continuación, muestran como arrojarán su sombra los árboles a lo largo de las horas de un día. En la ciudad de San Miguel.⁶³

80. Solsticio de verano (21 de julio)



6:00 M.

7:00 AM

⁶³ Maqueta experimental que muestra el efecto de las sombras a lo largo de un día durante los solsticios.



8.00 AM



9:00 AM



10:00 AM



11:00 AM



12:00 M



1:00 PM



2:00 PM



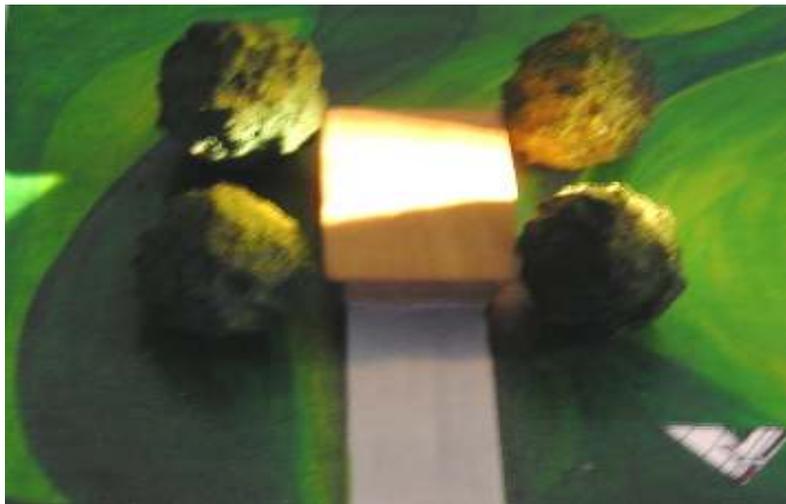
3:00 PM



4:00 PM



5:00 PM



6:00 PM

81. Solsticio de invierno (22 de diciembre)



6:00 AM



7:00 AM



8:00 AM



9:00 AM



10:00 AM



11:00 AM



12:00 M



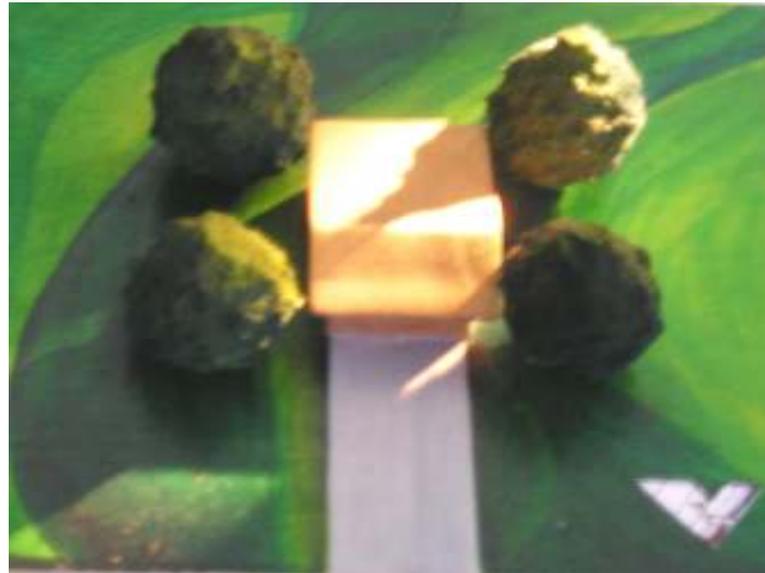
1:00 PM



2:00 PM



3:00 PM



4:00 PM



5:00 PM



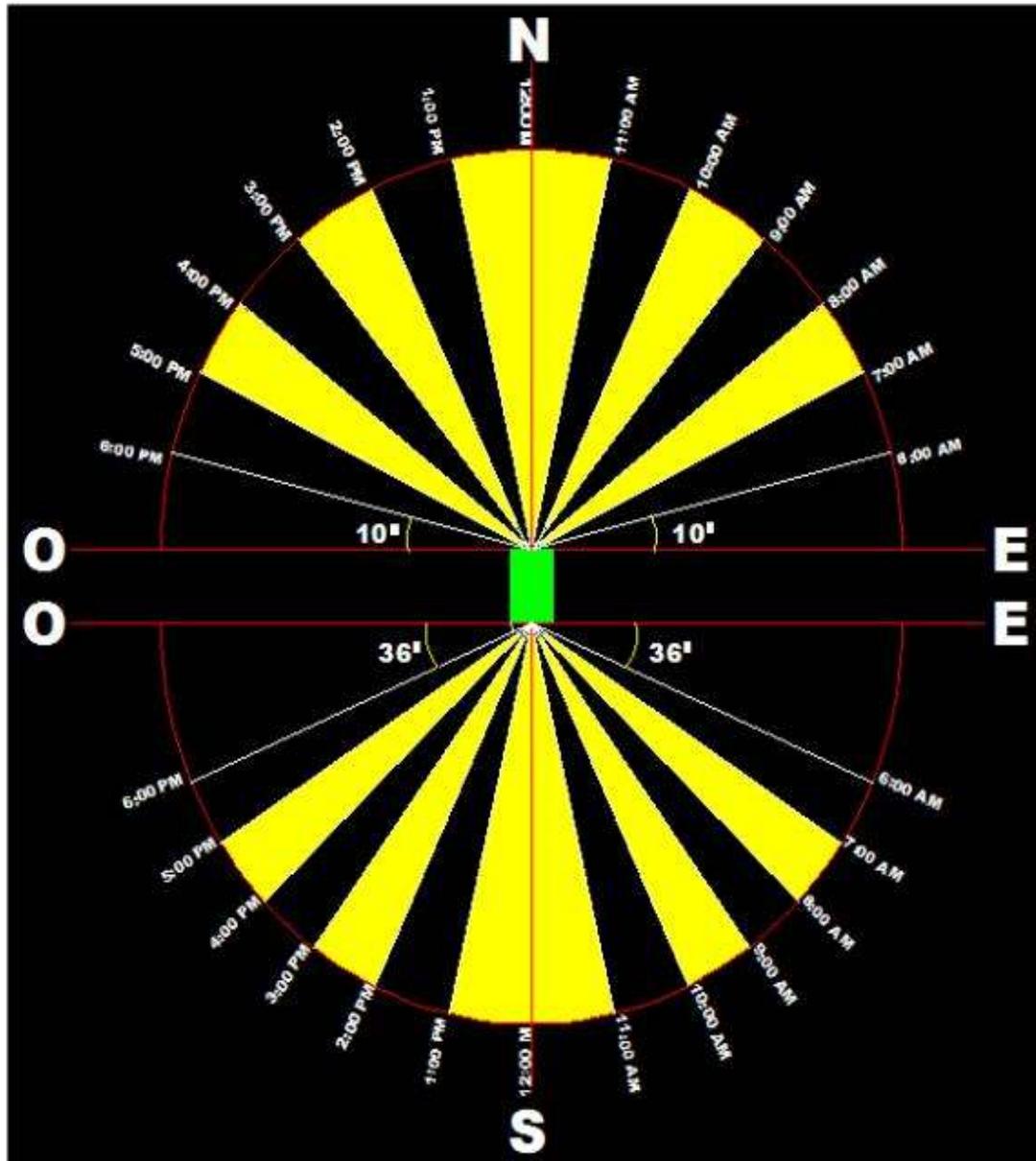
6:00 PM

DIFERENCIA DE TEMPERATURA, LADO SOBRE EL CUAL INCIDE EL SOL Y EL LADO DE SOMBRA. (Durante el solsticio de verano, 21 de junio), datos tomados a la 2:00 P.M. SOBRE LAMINA DE FIBROCEMENTO.

Lado de incidencia solar: 47.2°C

Lado sombreado: 36.7°C

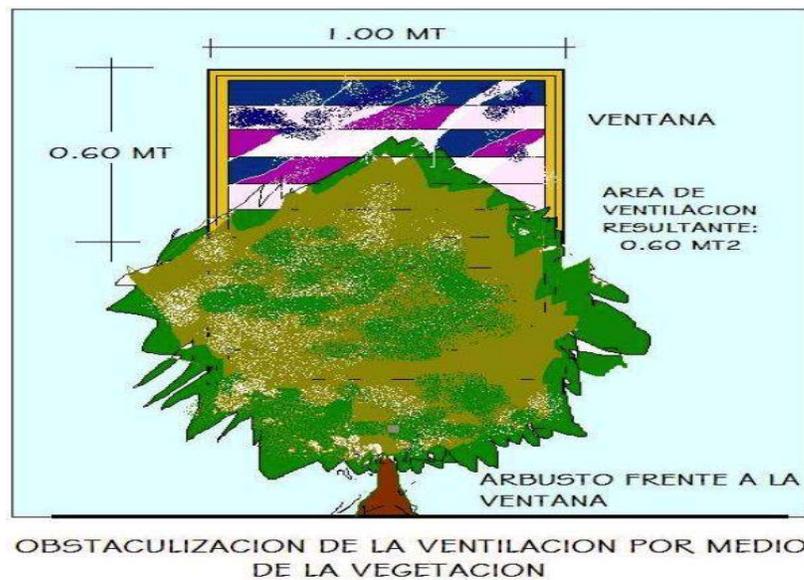
Diferencia: 10.5°C con un retraso calorífico para lamina de fibrocemento de $0.44^{\circ}\text{C} / \text{MIN}$.



82. En este grafico se observa la incidencia solar a lo largo del día sobre una vivienda orientada norte-sur en la ciudad de San Miguel en los solsticios

Evaluación del flujo de aire en vivienda mínima⁶⁴ (Ciudad de San miguel)

para una superficie en este caso de 51.39 m² (vivienda mínima promedio) y cuyo valor incrementado promedio a causa de la ampliación de espacios es de 90.39 m². Sabiendo que el volumen de la vivienda es de aproximadamente 271.17 m³, Considerando una velocidad media del viento de entre 2.22 m/s, y contando con una sección de entrada de 3.78 m², cuyo valor reducido es de 0.90 m²,(resultado de la obstaculización de las ventanas a causa de la vegetación y ampliación de áreas tales como cochera y habitaciones adicionales) se dispondrá de un caudal de aire de entre 7192.8 m³/h. 83. Imagen que muestra la obstaculacion de la ventana.



5.6

⁶⁴Información obtenida mediante el estudio realizado a una vivienda mínima promedio

CUADRO PROMEDIO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD A DIFERENTES HORAS EN ZONAS DE EXPANSIÓN HABITACIONAL DE LA CIUDAD DE SAN MIGUEL.

Zonas

| HORA 9:00AM | | | | | |
|--------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|
| ESPACIO | ESTE | SURESTE | NORTE | SUR | PROMEDIO |
| SALA COMEDOR | 29.9°C 83% | 27.1°C 81% | 28.9°C 82% | 28.7°C 81% | 29.1°C 82% |
| COCINA | 30.4°C 80% | 29.1°C 81% | 28.9°C 81% | 28.7°C 81% | 29.2°C 81% |
| HABITACION | 30.7°C 78% | 28.6°C 81% | 28.9°C 81% | 28.6°C 81% | 29.2°C 80% |
| BAÑO | 29.1°C 81% | 28.6°C 81% | 28.8°C 82% | 28.5°C 82% | 28.7°C 81% |
| PATIO | 30.6°C 79% | 28.6°C 84% | 28.6°C 83% | 28.6°C 84% | 29.1°C 82.5% |

Zonas

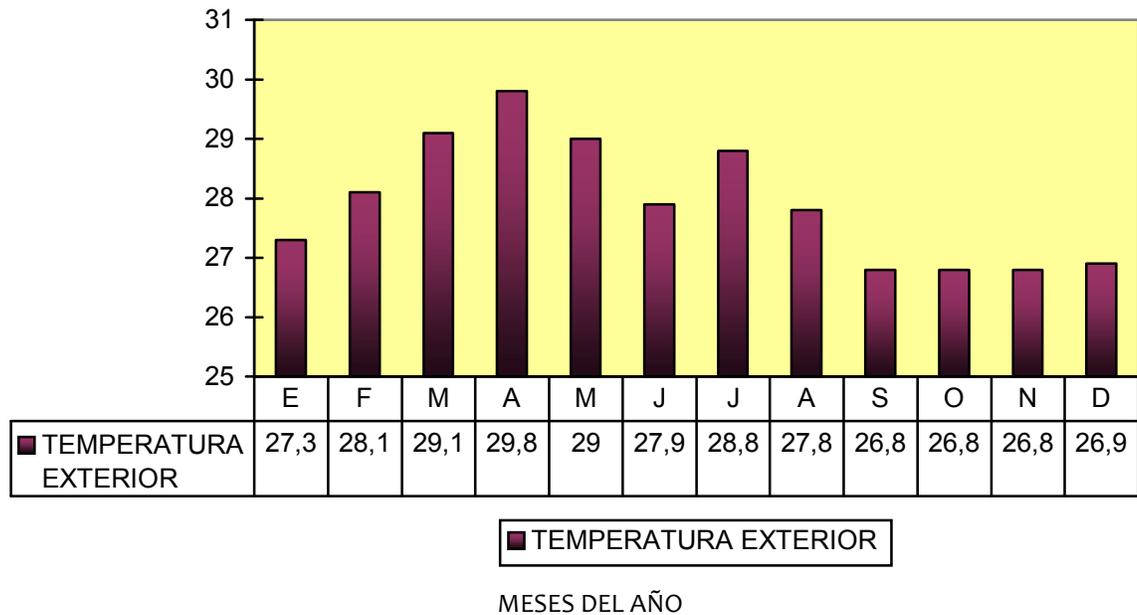
| HORA 12:00 M | | | | | |
|---------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|
| ESPACIO | ESTE | SURESTE | NORTE | SUR | PROMEDIO |
| SALA COMEDOR | 39.2 °c 70% | 42.1°C 64% | 41.1°C 67% | 41.5°C 65% | 40.9°C 66% |
| COCINA | 38.4°C 69% | 42.1°C 64% | 41.1°C 67% | 41.5°C 65% | 40.8°C 66% |
| HABITACION | 38.9°C 68% | 41.6°C 64% | 40.8°C 66% | 41.1°C 65% | 40.6°C 66% |
| BAÑO | 38.8°C 69% | 41.2°C 65% | 41°C 67% | 41.1°C 66% | 40.5°C 67% |
| PATIO | 38.4°C 68% | 40.0°C 67% | 40.9°C 67% | 41.0°C 67% | 40.3°C 67% |

Zonas

| HORA 3:00PM | | | | | |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| ESPACIO | ESTE | SURESTE | NORTE | SUR | PROMEDIO |
| SALA COMEDOR | 36.4°C 57% | 38.1°C 48% | 37.6°C 52% | 37.7°C 49% | 37.5°C 51% |
| COCINA | 36.8°C 57% | 38.1°C 48% | 37.5°C 52% | 38.7°C 49% | 37.8°C 51% |
| HABITACION | 37.3°C 57% | 38.7°C 48% | 37.3°C 51% | 37.4°C 49% | 37.9°C 51% |
| BAÑO | 36.3°C 57% | 37.3°C 50% | 37.3°C 50% | 37.3°C 50% | 37.0°C 52% |
| PATIO | 36.3°C 57% | 37.3°C 50% | 37.3°C 50% | 37.3°C 50% | 37.0°C 52% |

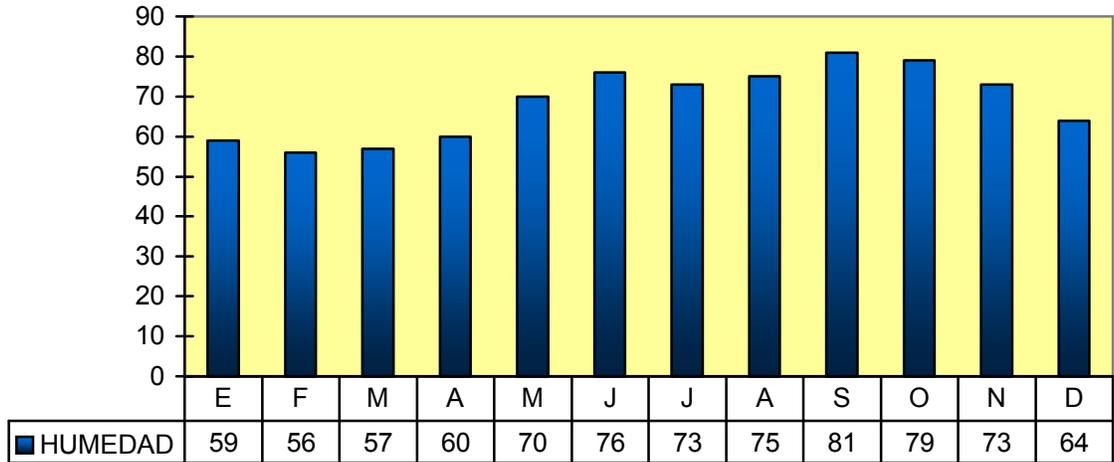
GRAFICO DE TEMPERATURA PROMEDIO EXTERIOR

TEMP. EN °C



PORCENTAJE DE HUMEDAD PROMEDIO EXTERIOR

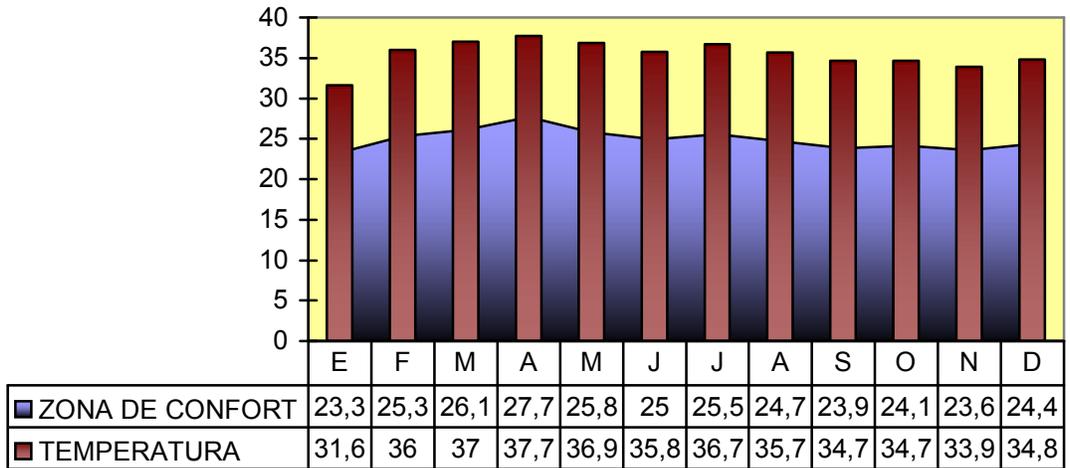
(%)



HUMEDAD

MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA INTERIOR PROMEDIO Y ZONA DE CONFORT



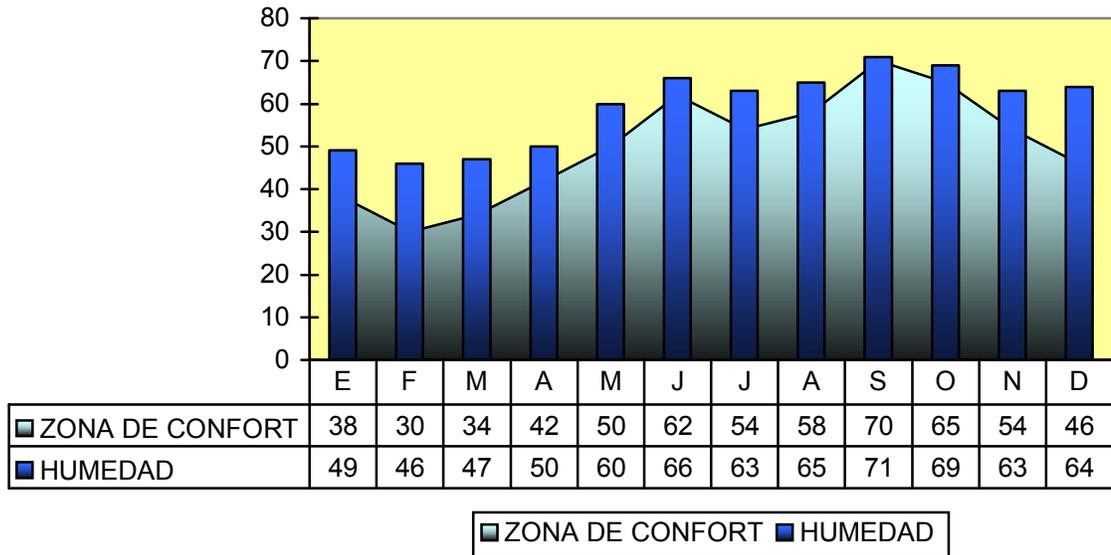
ZONA DE CONFORT TEMPERATURA

TEMP. EN °C

MESES DEL AÑO

PORCENTAJE DE HUMEDAD INTERIOR PROMEDIO Y ZONA DE CONFORT

(%)



MESES DEL AÑO

Los Graficos anteriores fueron obtenidos del estudio realizado en diferentes viviendas de la ciudad de San Miguel.

5.7 SITUACION ECONOMICA DE LA VIVIENDA MINIMA ACTUAL.

COSTO APROXIMADO DE VIVIENDA (Costos directos)

El costo de la vivienda mínima actual varía de acuerdo a la cantidad de m² construidos en esta, el costo promediado es de:

$$\text{\$177.14 /m}^2$$

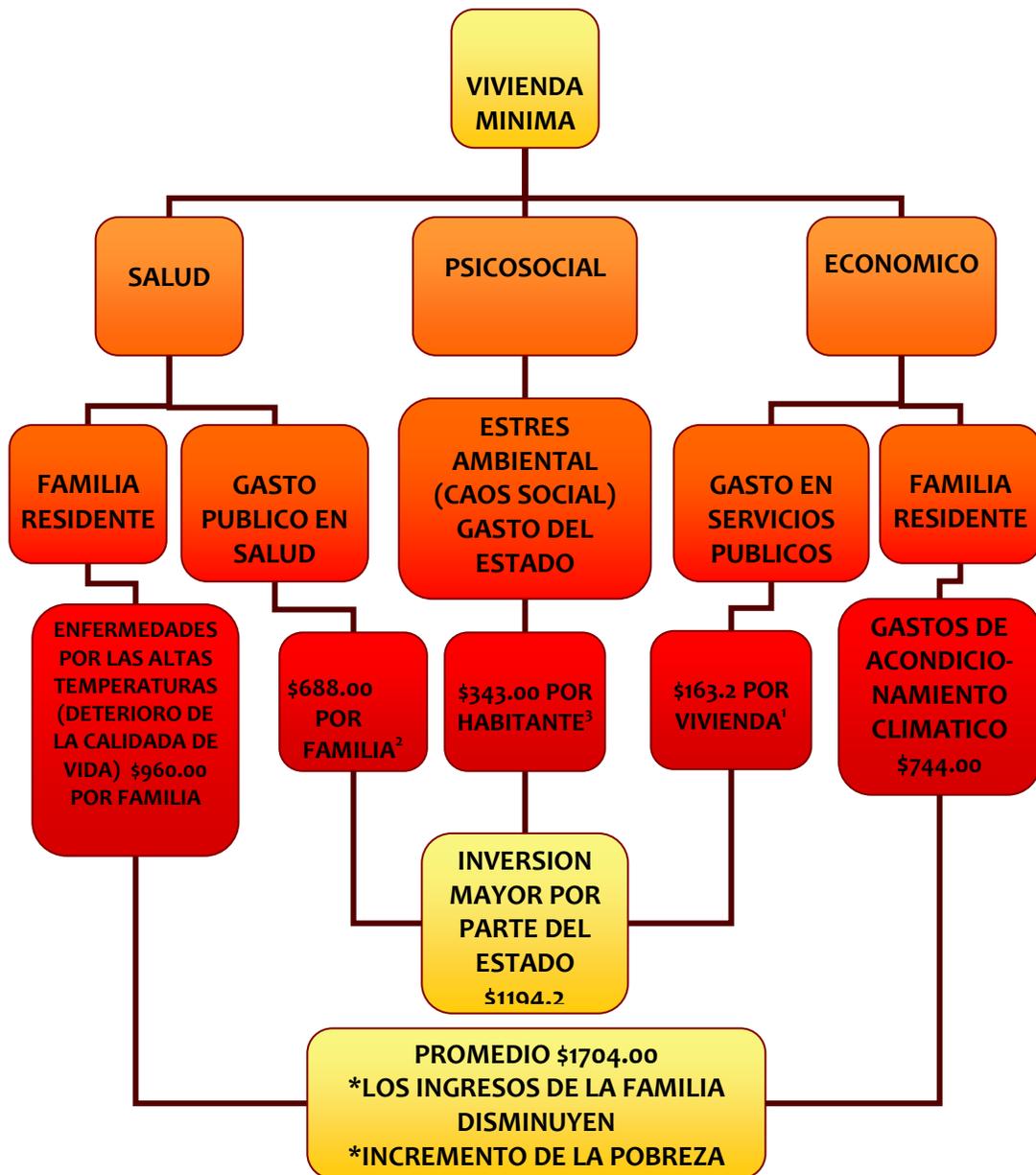
Para una vivienda de 7.00m x 15.00m, el área construida es aproximadamente de 51.39m² x \\$177.14 /m² =

$$\text{\$9,103.23*}$$

*Costos en base a presupuesto utilizados por la compañía “PROYECTOS Y OBRAS. SA de CV

SITUACION SOCIOECONOMICA DE LA VIVIENDA MINIMA ACTUAL (Costo promedio anual generado por la vivienda)

Nota: Explicación del grafico Pág. siguiente



1- ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGIA.

2- BOLETIN INFORMATIVO “CUENTA NACIONAL DE SALUD”. DIRECCION DE PLANIFICACION. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL.

3- FUENTE: ELABORADO CON BASE EN INFORMACIÓN DEL DIARIO OFICIAL DEL 22 DE DICIEMBRE DE 1995, P. 218.

El gráfico anterior se ha elaborado en base a una vivienda mínima promedio, habitada por cuatro personas, la cual posee un sistema de aire acondicionado, un ventilador de techo y un ventilador de piso, además de contar con electrodomésticos usuales.

La estructuración del diagrama se ha basado en tres factores, los cuales generan costos adicionales tanto a la familia residente como al estado.

- ✓ El factor salud: Representa los gastos en medicamentos y tratamientos, a causa de enfermedades relacionadas a la temperatura del microclima interior en la vivienda.
- ✓ El factor Psicosocial: representa los gastos relacionados al problema social generado por el deterioro psicológico, consecuencia del encerramiento y temperaturas elevadas dentro de la vivienda.
- ✓ El factor económico: Representa los gastos ocasionados por la tenencia de sistemas mecanizados de enfriamiento consumidores de energía eléctrica, y el uso excesivo de agua con el propósito de disminuir la temperatura.

6.0 “PRONOSTICO”

6.1 Situación actual.

Indicadores.

Población total del país: 6, 638,168 (2003)⁶⁵

Esperanza de vida al nacer: 70 años. (2000-2005)⁶⁶

6.2 Proyecciones.

La proyección de la propuesta de vivienda bioclimática se ha establecido a partir del periodo de residencia promedio del habitante.

Considerando que la adquisición de una vivienda por una persona se da a los 30 años en promedio, y teniendo en cuenta que la esperanza de vida al nacer en El Salvador es de 70 años.

Lo que dará como resultado un periodo habitable necesario de optimo funcionamiento en la vivienda propuesta, de 40 años.

Teniendo en cuenta que el periodo comenzará a partir de la construcción de la vivienda.

En todo caso para el desarrollo de este trabajo se tomara como año de inicio el 2005, por lo que las proyecciones se realizaran para el año 2045.

⁶⁵ Boletín sobre indicadores de salud, Ministerio de salud pública y asistencia social , Volumen 5 año 2003

⁶⁶ FESAL, 2002-2003, Cuentas Nacionales en Salud. 2000

6.3 Cambio Climático (proyecciones año 2045).

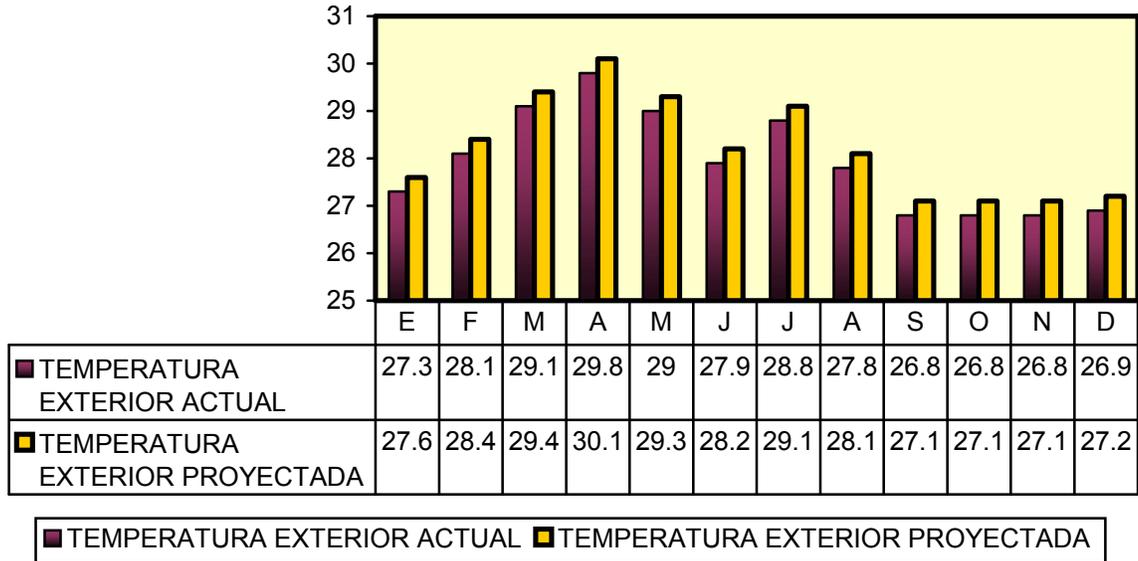
En enero de 2001 la Comisión Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre el Cambio Climático presentó un informe en el que se ponía de manifiesto que la temperatura media del planeta subirá entre 1,4 y 5,8 °C entre 1990 y 2100.

Sin embargo para uso de estudio se considerara el aumento máximo pronosticado. El cual es de 5,8 °C, en un periodo de 110 años, y que equivale a un aumento en la temperatura de: 0.053 °C / año. Entonces para el año 2045 la temperatura habrá aumentado: 2.4 °C. Y el grado de humedad en un 2%.

6.4 GRAFICAS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD QUE MUESTRAN EL INCREMENTO EN PERIODOS DE 5 AÑOS ,ENTRE LOS AÑOS 2005-2045.

GRAFICO DE TEMPERATURA PROMEDIO EXTERIOR PARA EL 2010

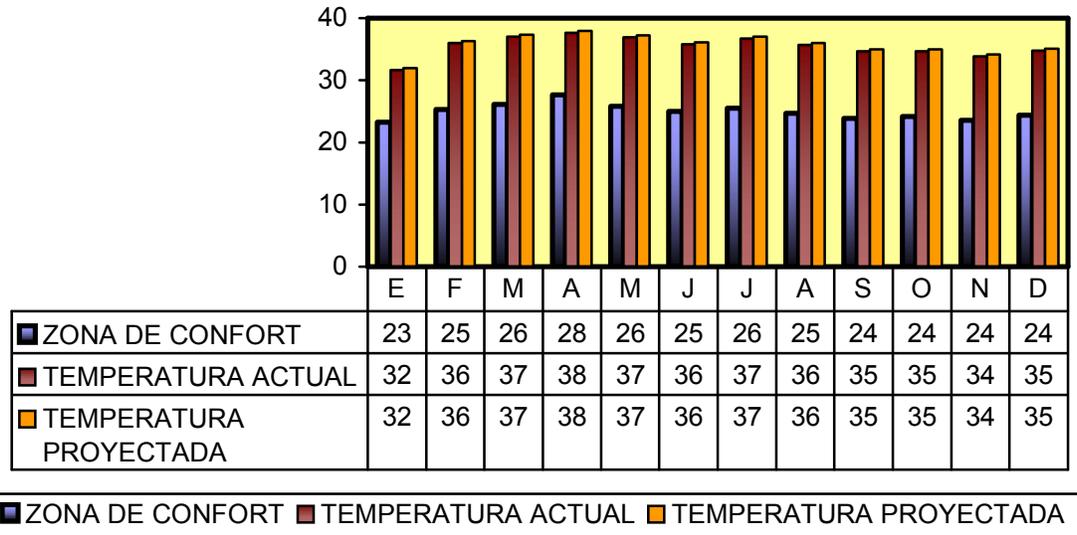
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA INTERIOR PROMEDIO PROYECTADA PARA EL AÑO 2010

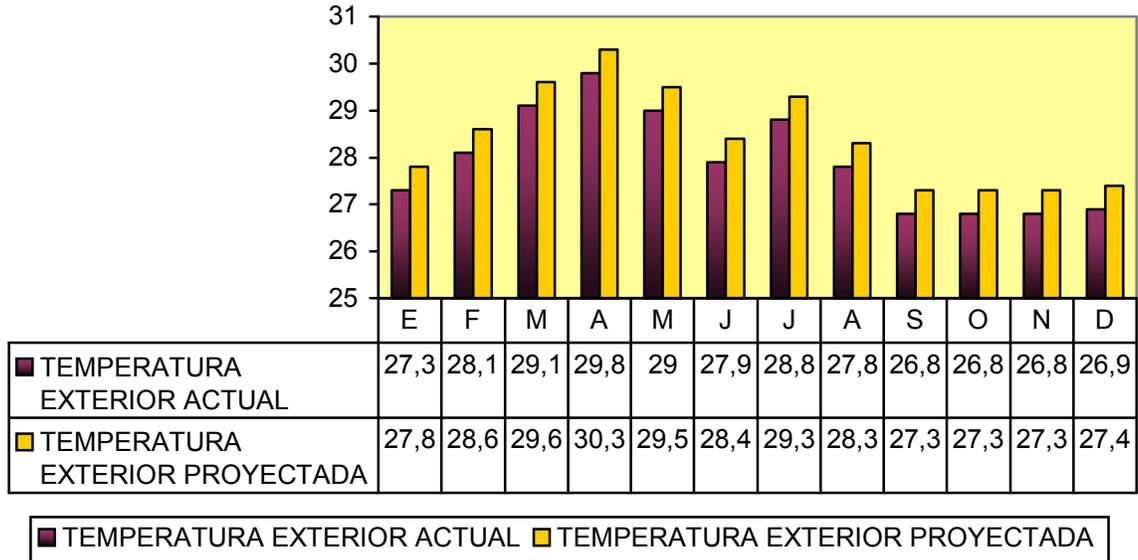
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA PROMEDIO EXTERIOR PROYECTADA PARA EL AÑO 2015

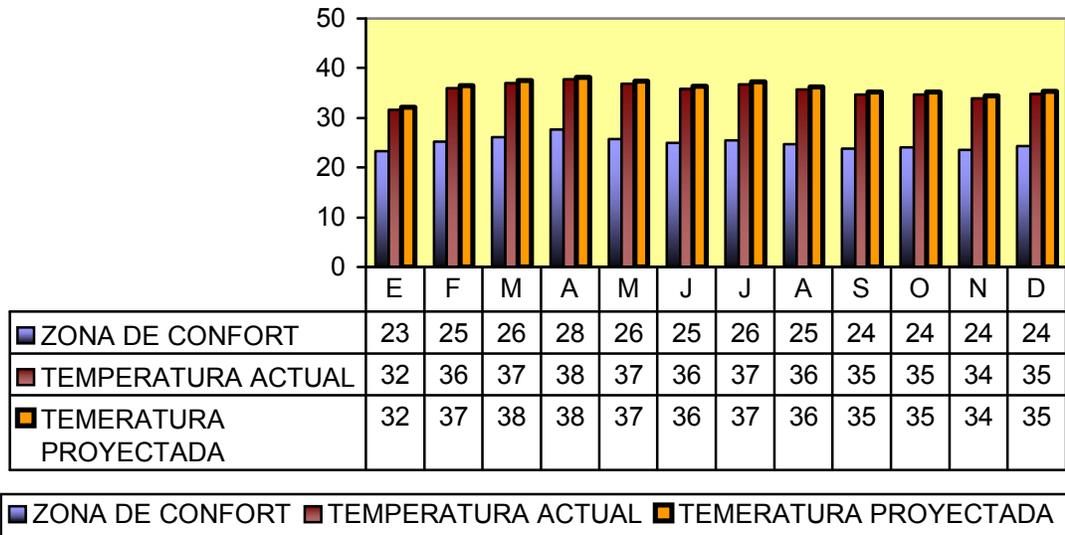
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA INTERIOR PROMEDIO PROYECTADA PARA EL AÑO 2015

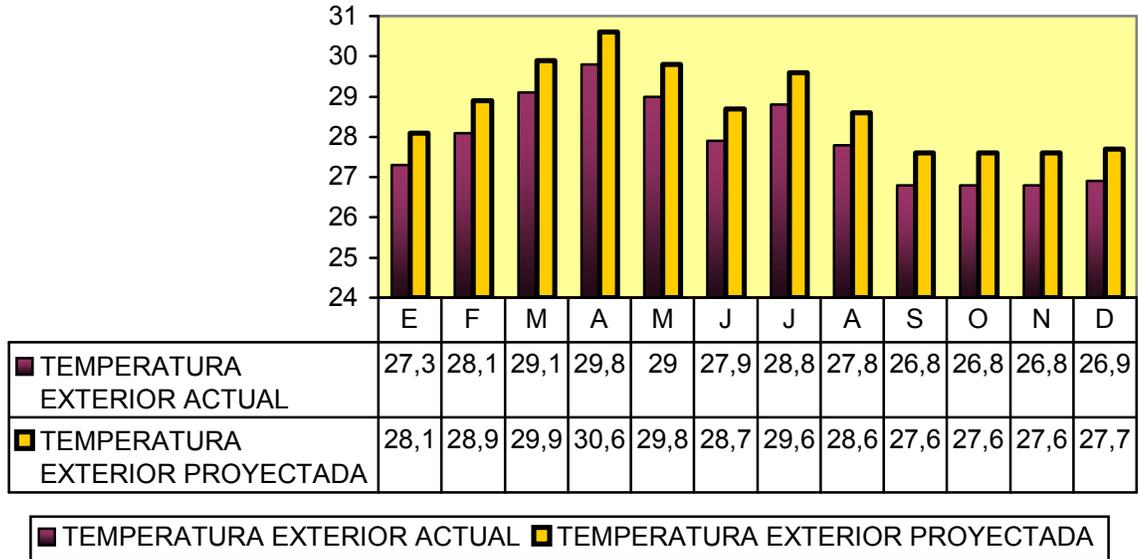
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA PROMEDIO EXTERIOR PROYECTADA PARA EL AÑO 2020

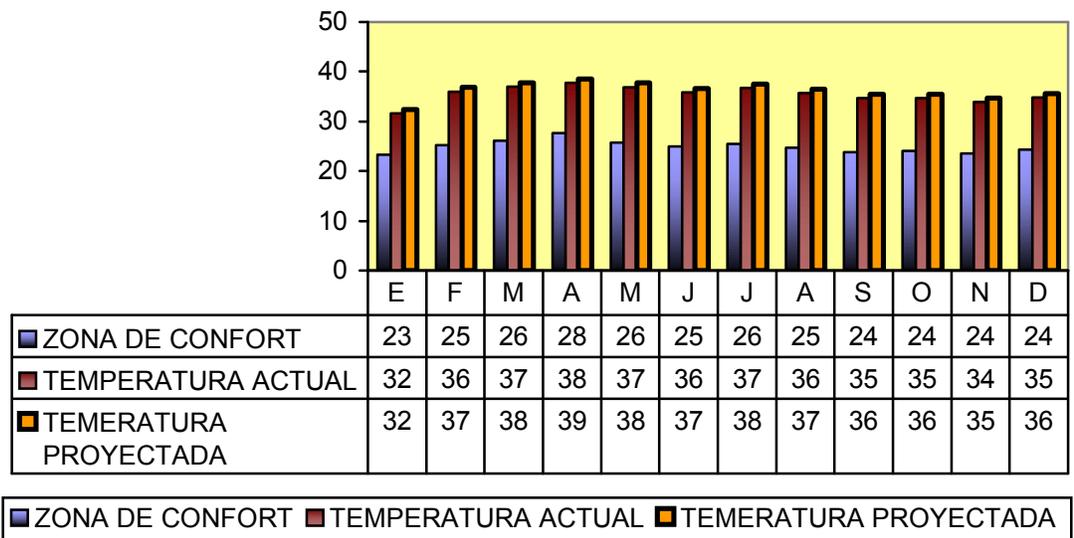
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA INTERIOR PROMEDIO PROYECTADA PARA EL AÑO 2020

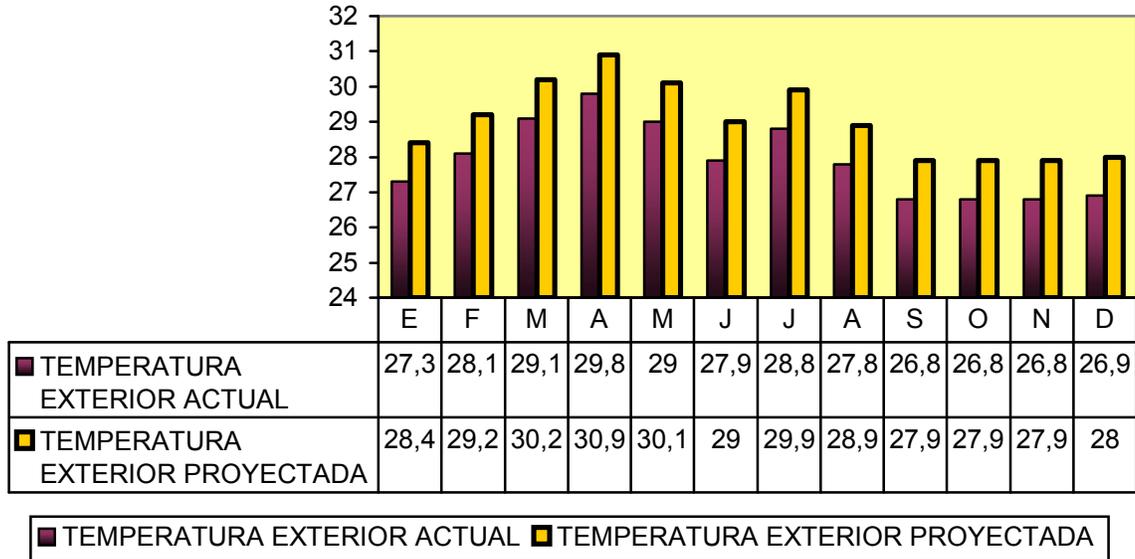
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA PROMEDIO EXTERIOR PROYECTADA PARA EL AÑO 2025

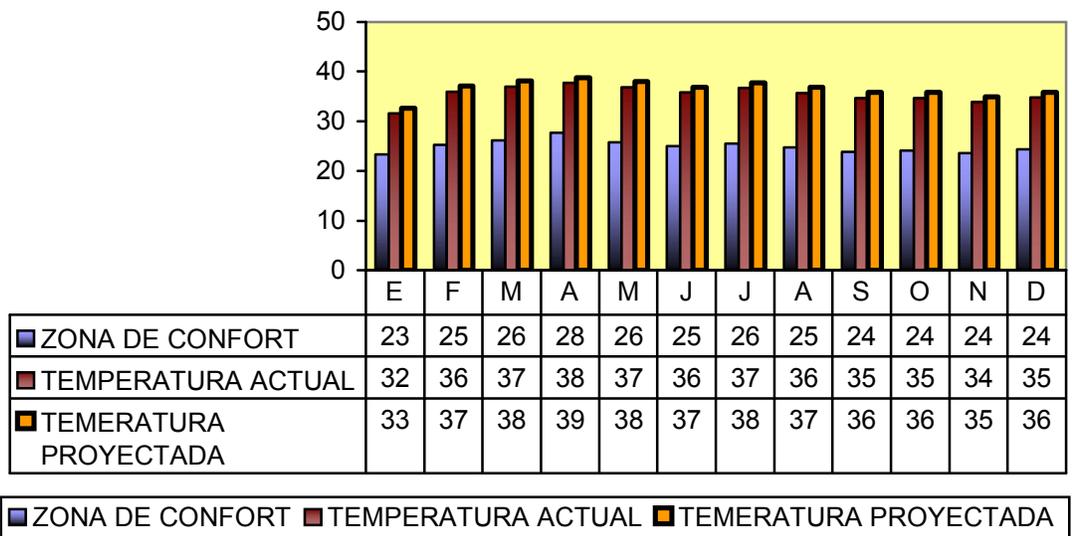
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA INTERIOR PROMEDIO PROYECTADA PARA EL AÑO 2025

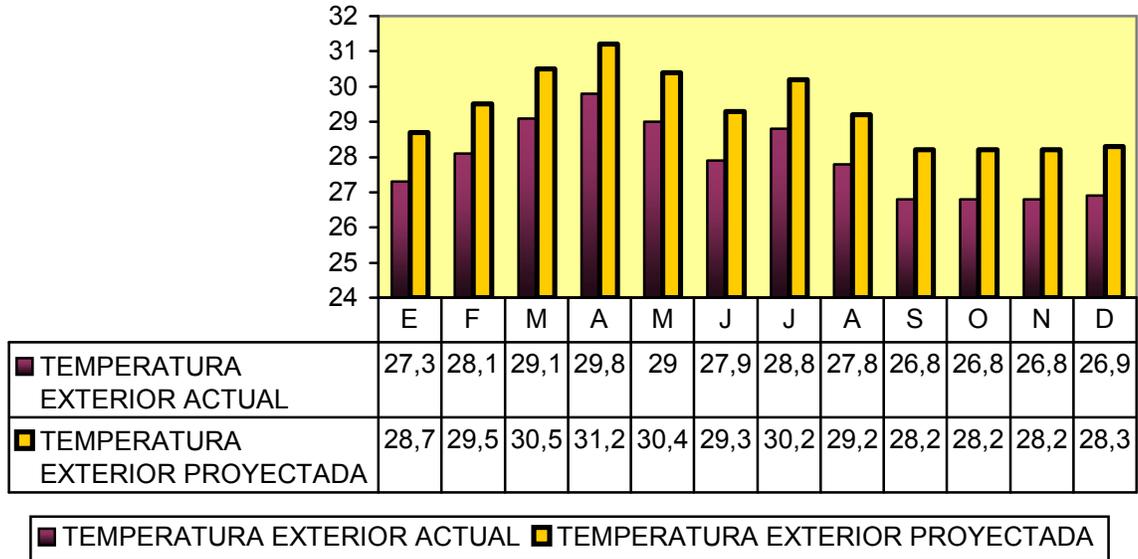
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA PROMEDIO EXTERIOR PROYECTADA PARA EL AÑO 2030

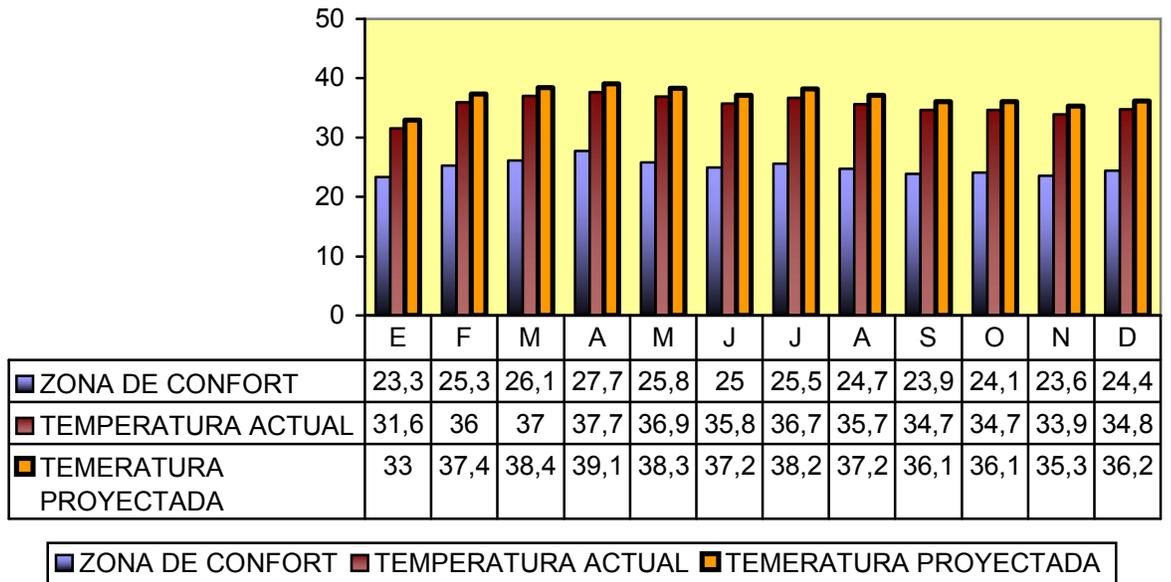
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA INTERIOR PROMEDIO PROYECTADA PARA EL AÑO 2030

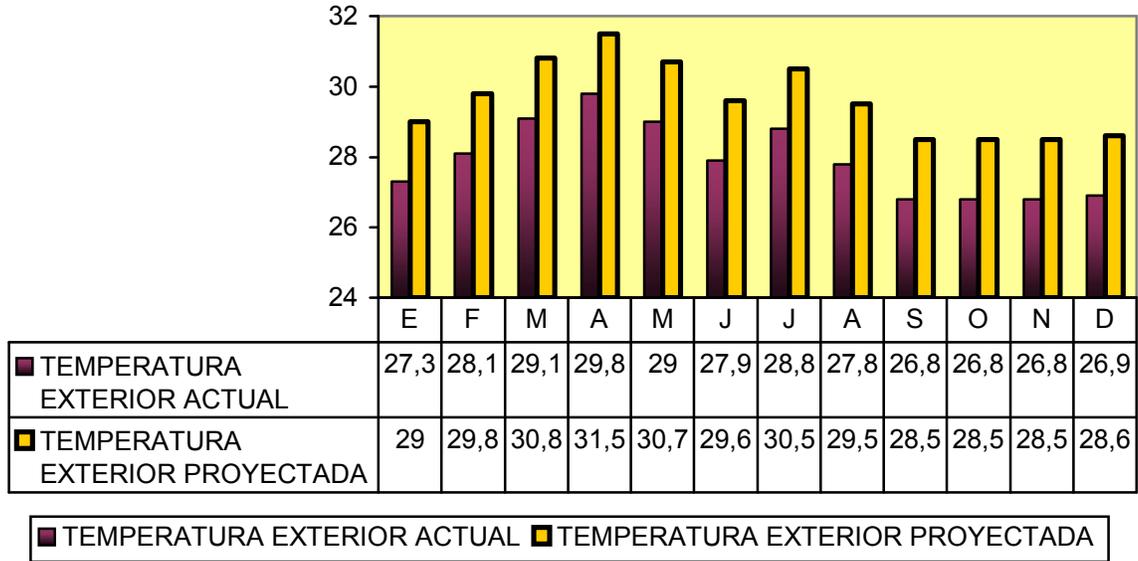
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA PROMEDIO EXTERIOR PROYECTADA PARA EL AÑO 2035

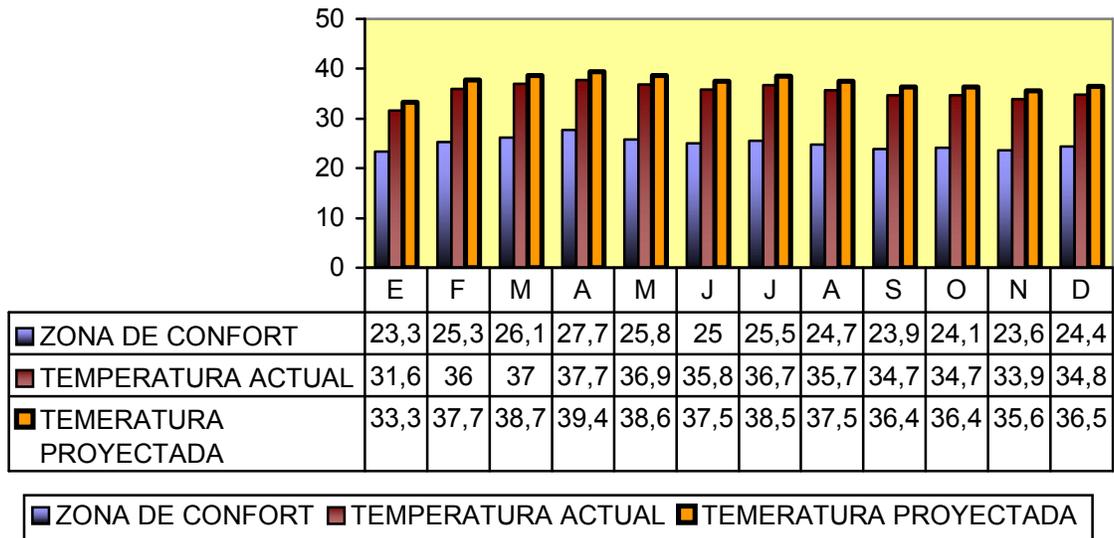
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA INTERIOR PROMEDIO PROYECTADA PARA EL AÑO 2035

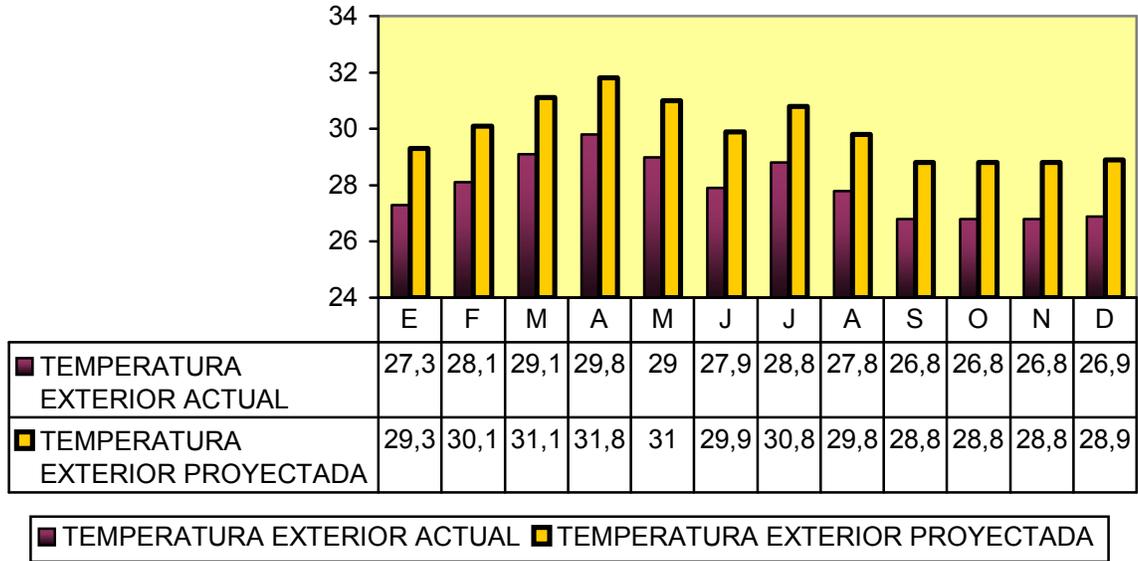
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA PROMEDIO EXTERIOR PROYECTADA PARA EL AÑO 2040

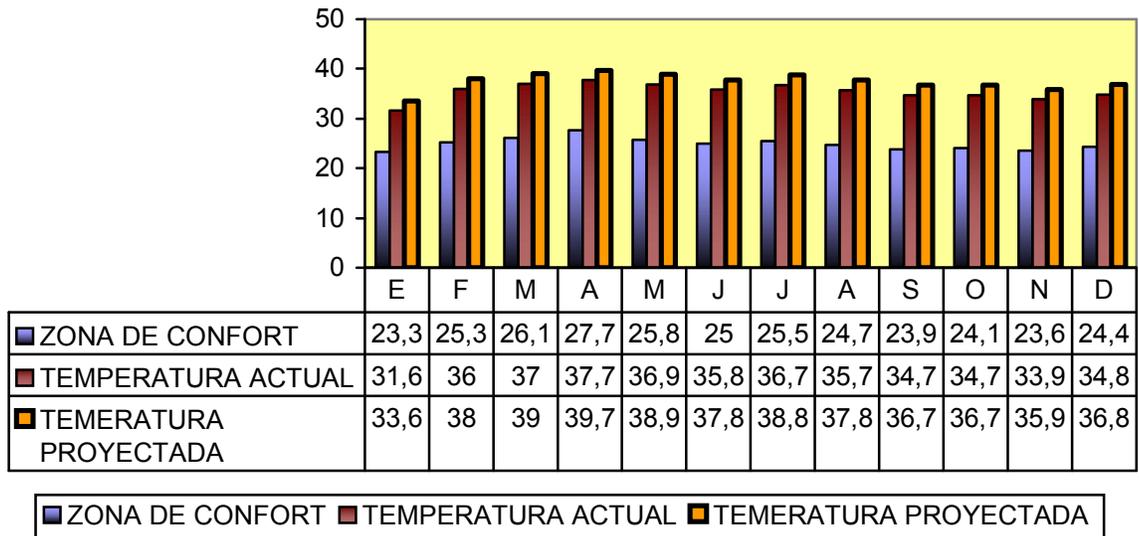
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA INTERIOR PROYECTADA PARA EL AÑO 2040

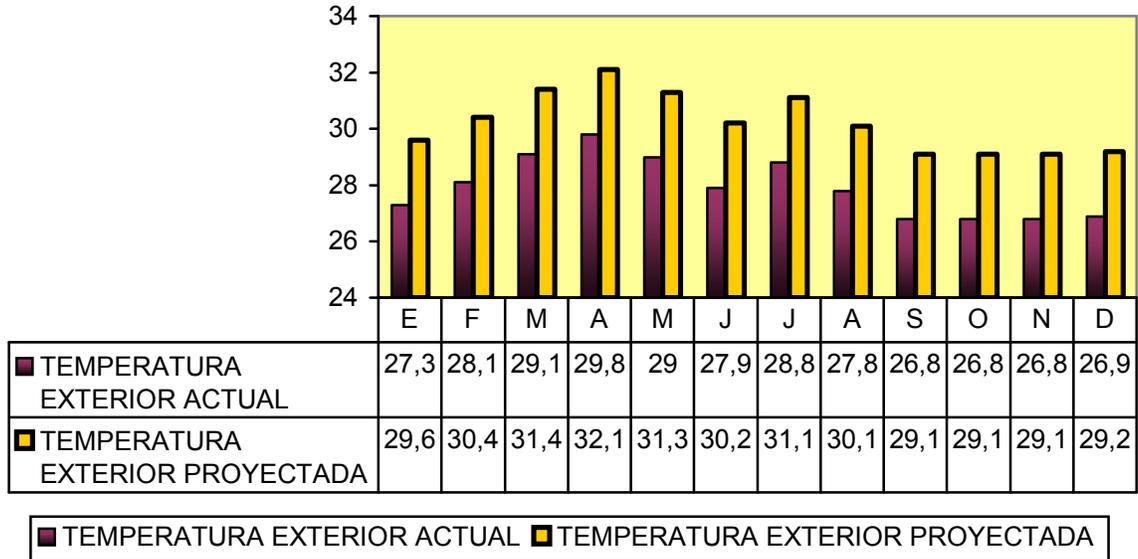
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA PROMEDIO EXTERIOR PROYECTADA PARA EL AÑO 2045

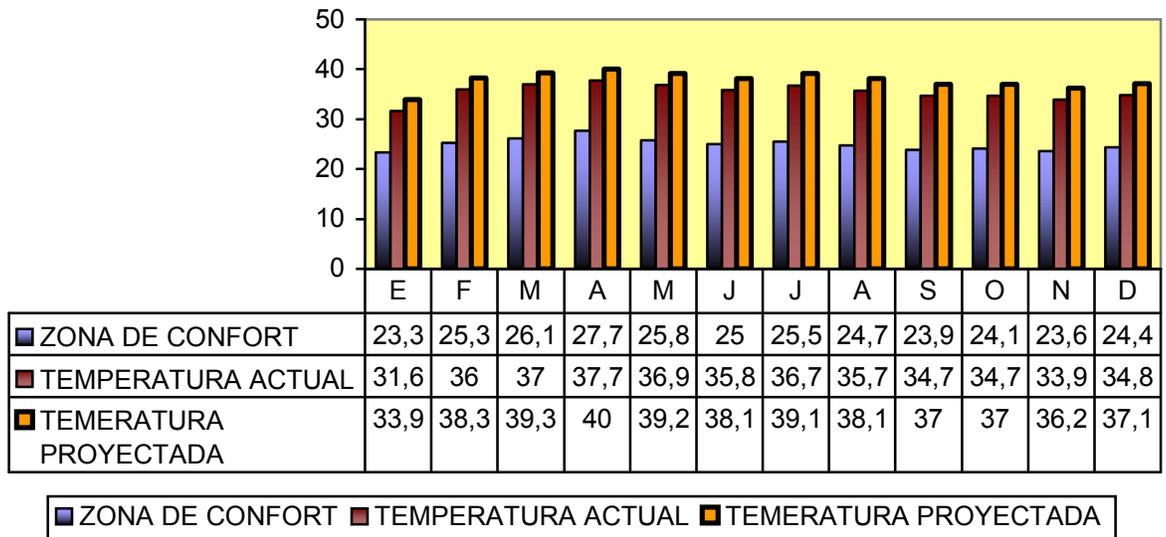
TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA PROMEDIO INTERIOR PROYECTADA PARA EL AÑO 2045

TEMP. EN °C



MESES DEL AÑO

GRAFICO DE TEMPERATURA PROMEDIO EXTERIOR PROYECTADA ENTER LOS AÑOS 2005- 2045

TEMP. EN °C

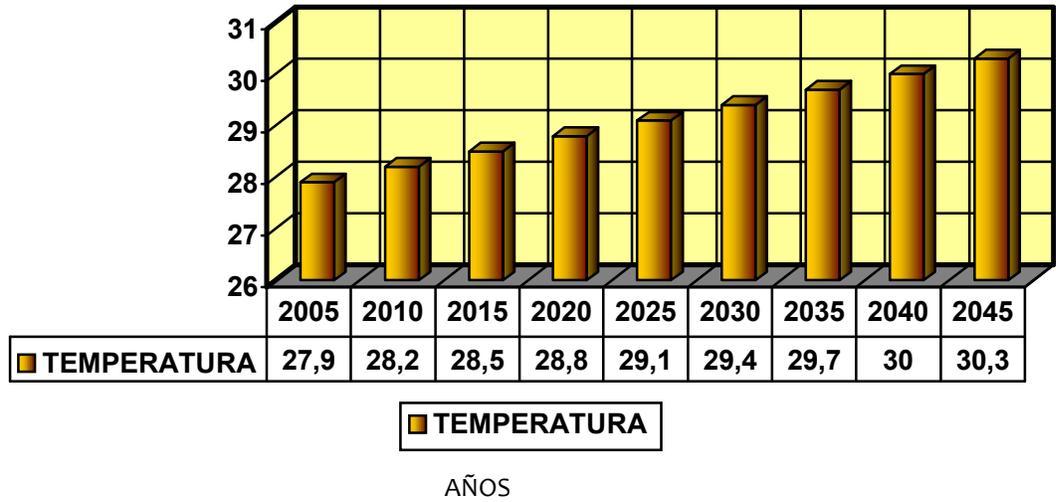
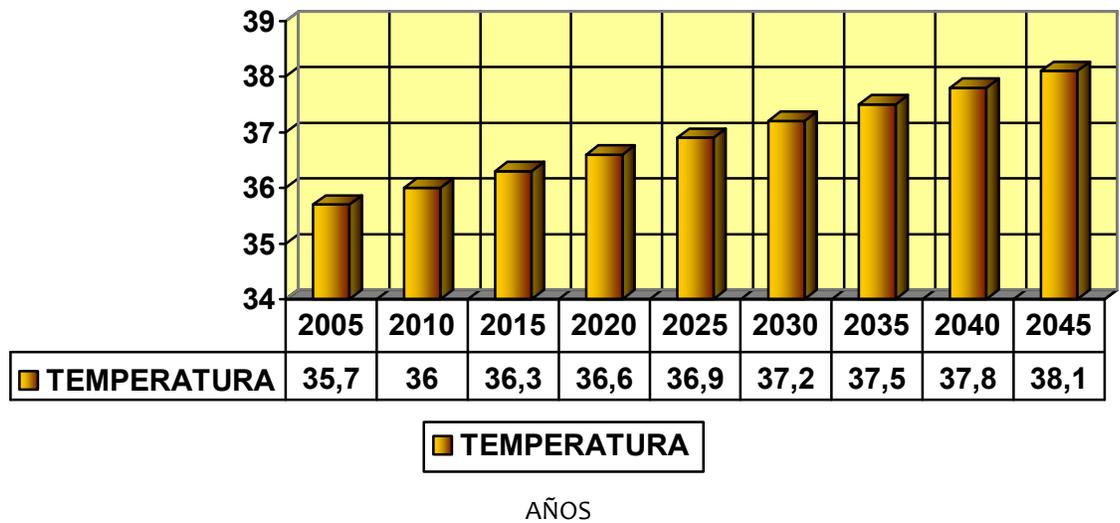


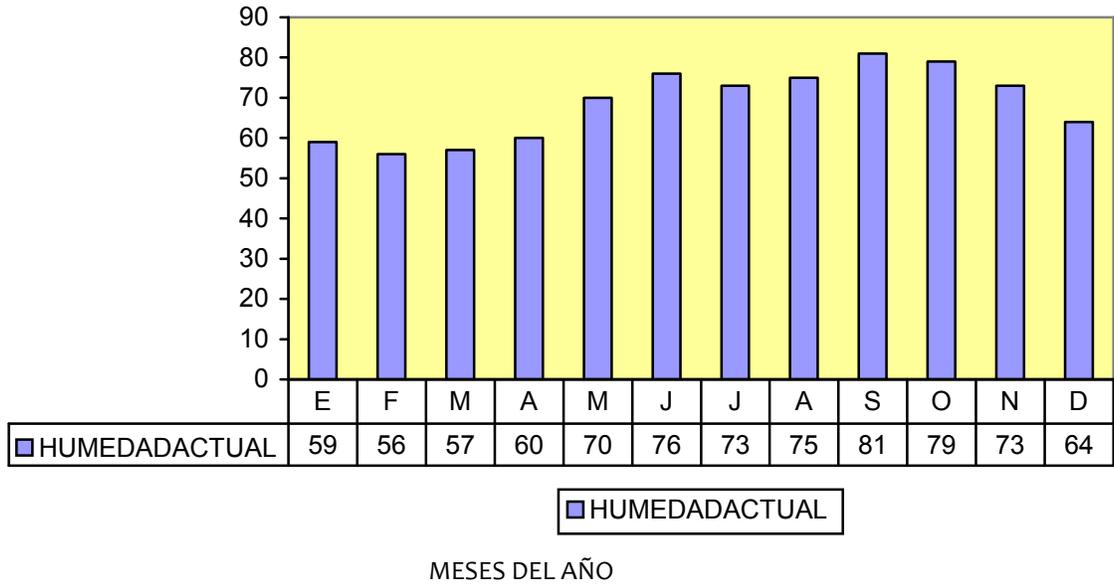
GRAFICO DE TEMPERATURA PROMEDIO INTERIOR PROYECTADA ENTRE LOS AÑOS
2005 - 2045

TEMP. EN °C



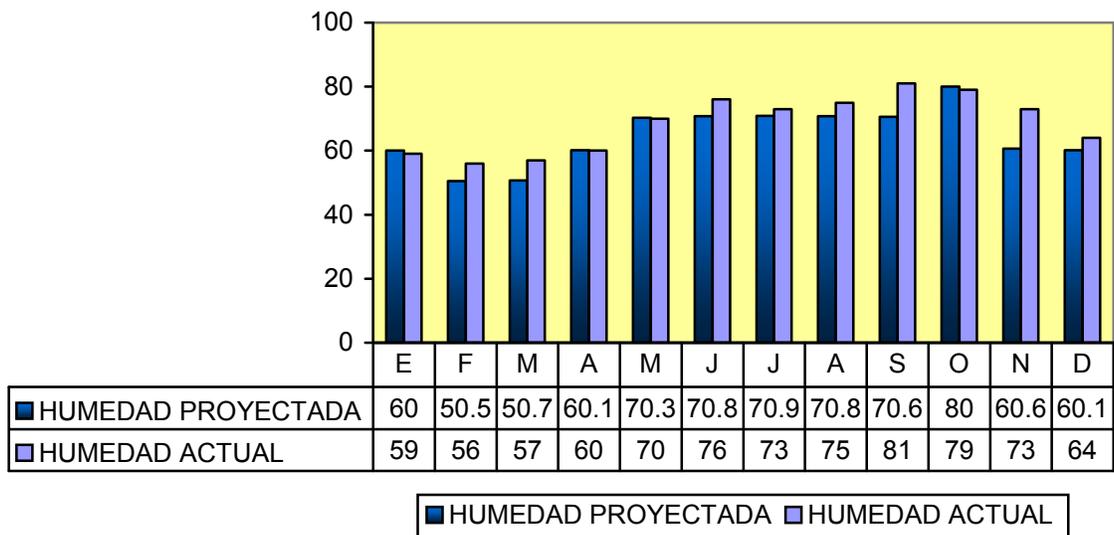
PORCENTAJE DE HUMEDAD PROMEDIO EXTERIOR (AÑO 2005)

(%)



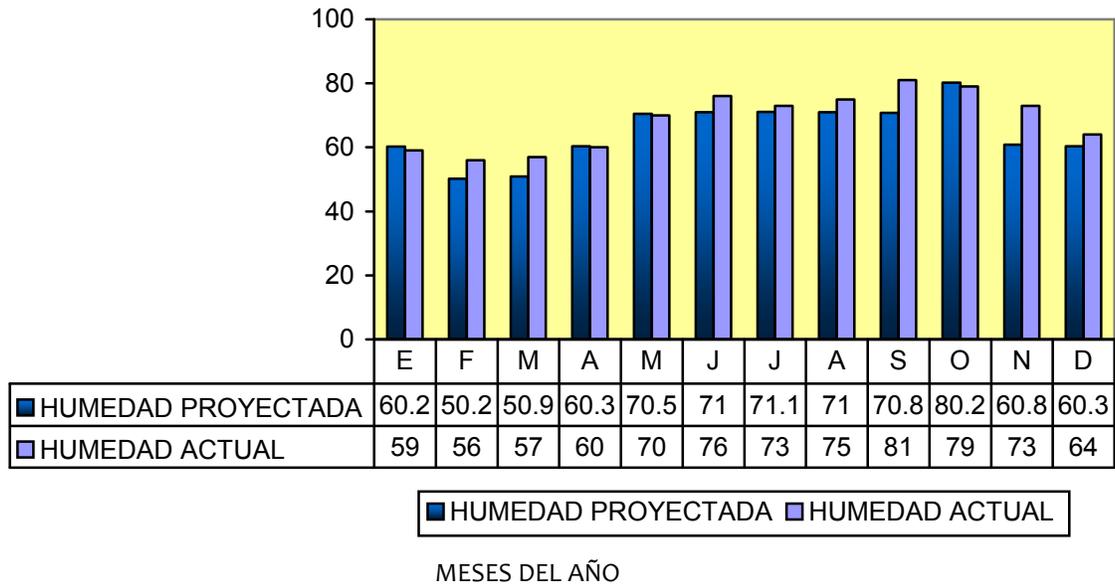
PORCENTAJE DE HUMEDAD PROMEDIO EXTERIOR (AÑO 2010)

(%)



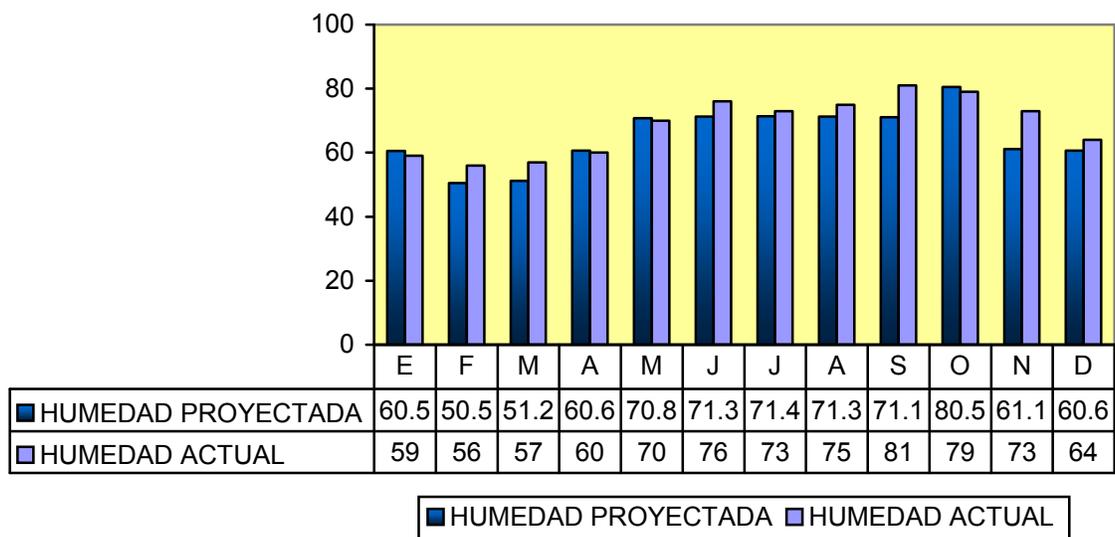
PORCENTAJE DE HUMEDAD PROMEDIO EXTERIOR (AÑO 2015)

(%)



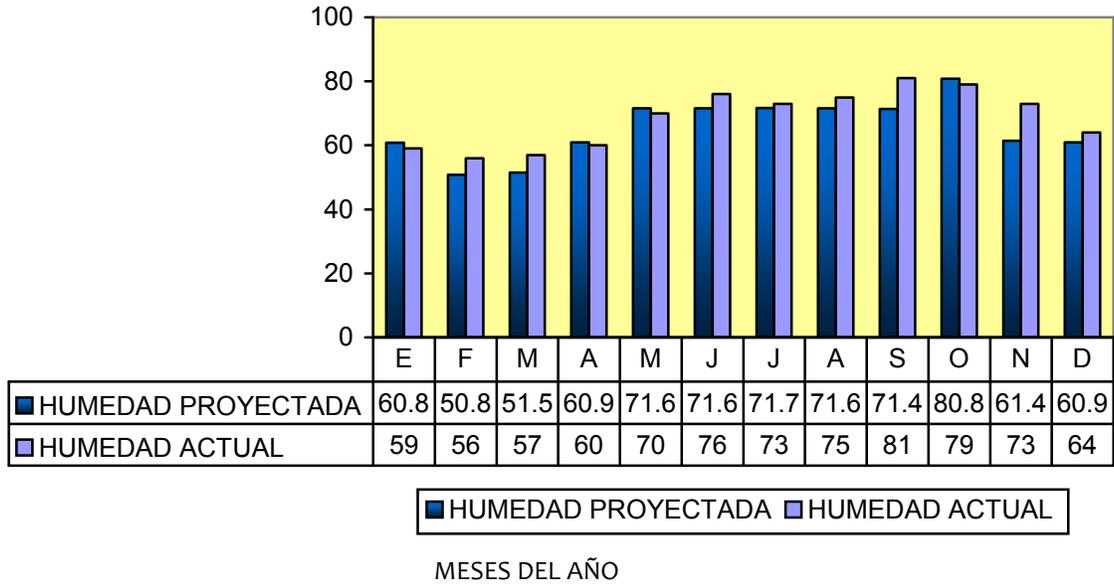
PORCENTAJE DE HUMEDAD PROMEDIO EXTERIOR (AÑO 2020)

(%)



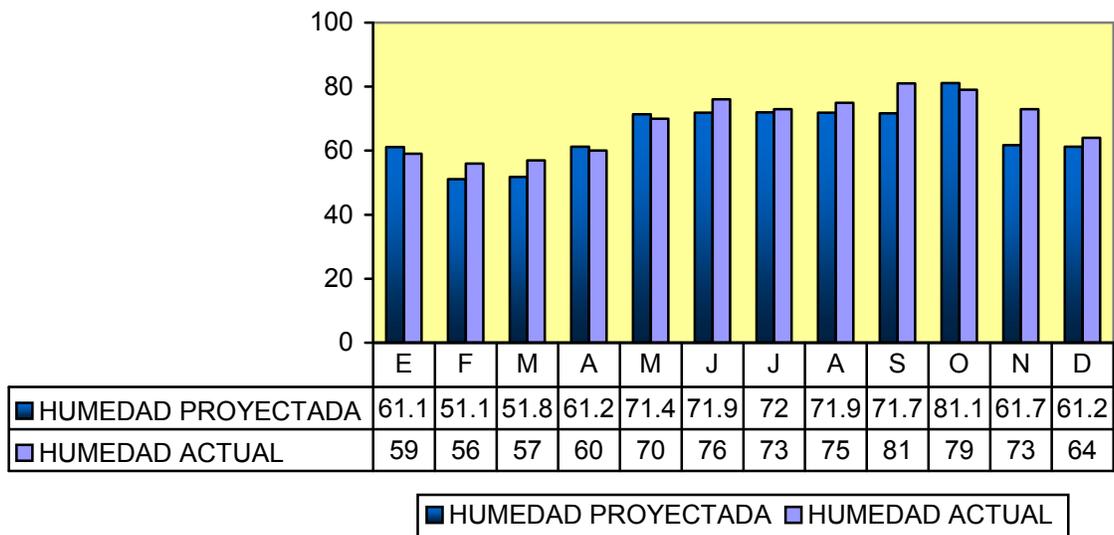
PORCENTAJE DE HUMEDAD PROMEDIO EXTERIOR (AÑO 2025)

(%)



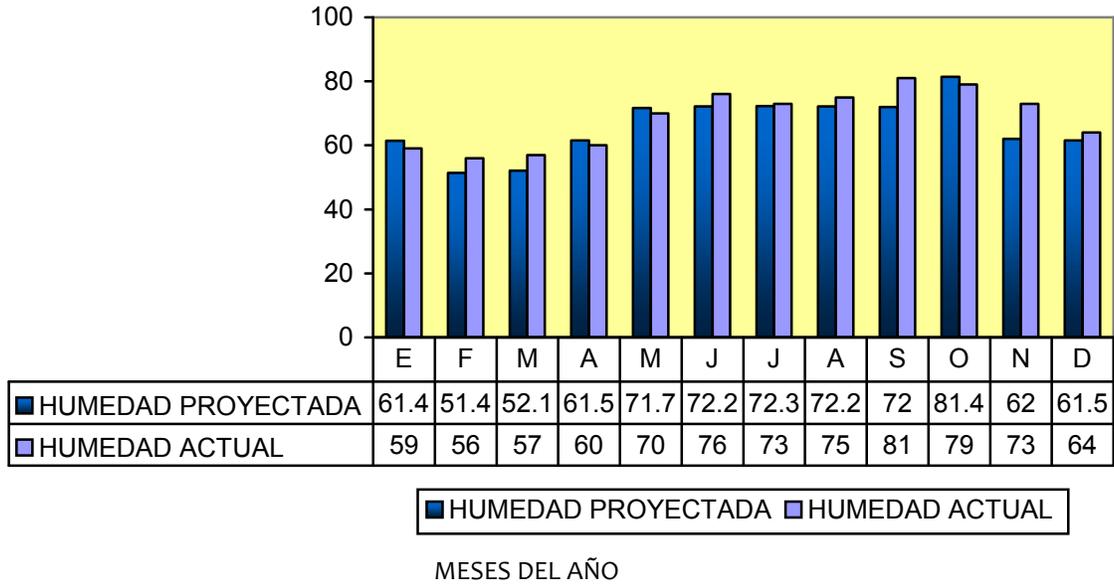
PORCENTAJE DE HUMEDAD PROMEDIO EXTERIOR (AÑO 2030)

(%)



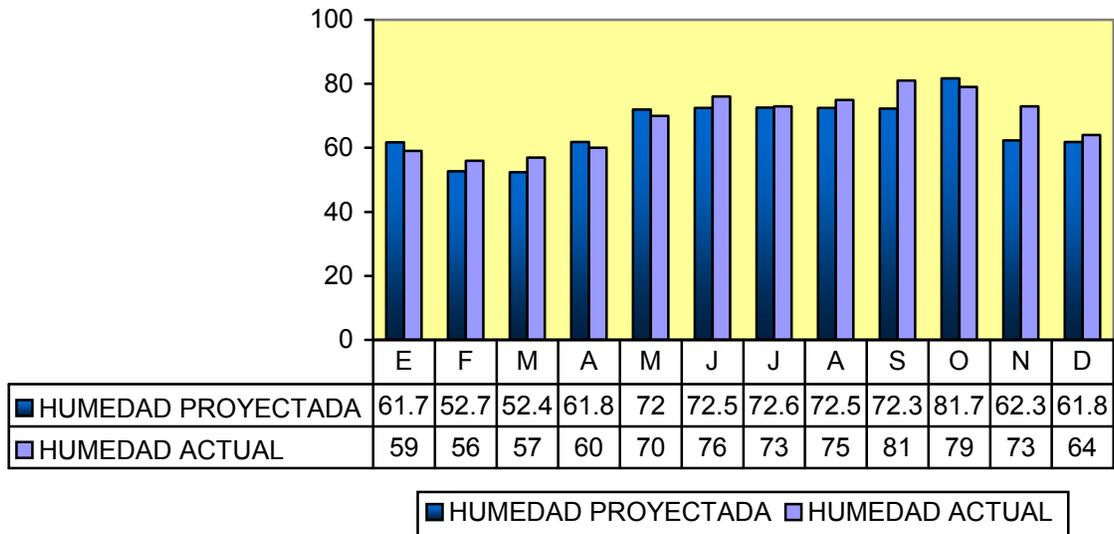
PORCENTAJE DE HUMEDAD PROMEDIO EXTERIOR (AÑO 2035)

(%)



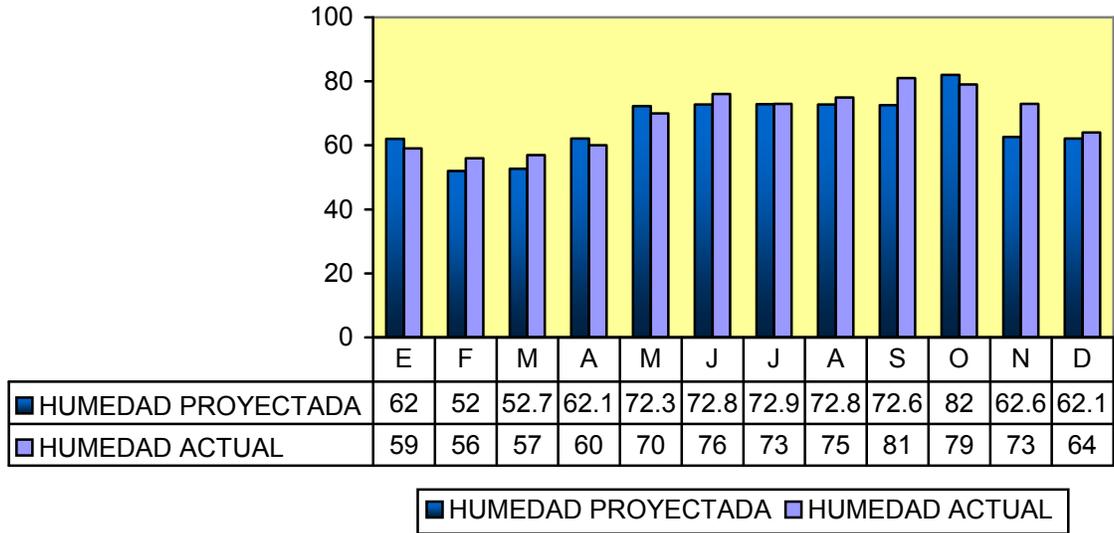
PORCENTAJE DE HUMEDAD PROMEDIO EXTERIOR (AÑO 2040)

(%)



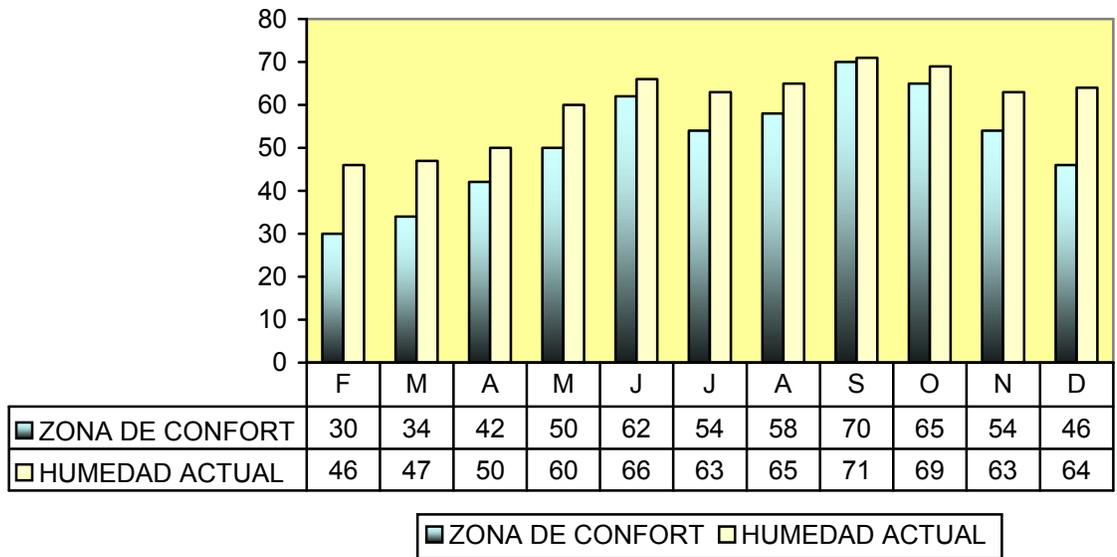
PORCENTAJE DE HUMEDAD PROMEDIO EXTERIOR (AÑO 2045)

(%)



**PORCENTAJE DE HUMEDAD INTERIOR PROMEDIO Y ZONA DE CONFORT
(AÑO 2005)**

(%)

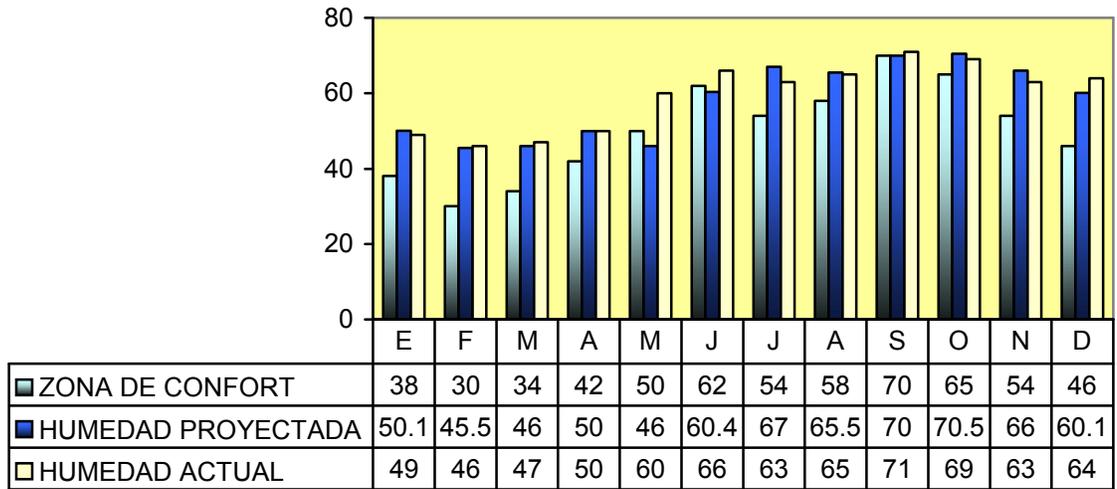


MESES DEL AÑO

PORCENTAJE DE HUMEDAD INTERIOR PROMEDIO Y ZONA DE CONFORT

(AÑO 2010)

(%)

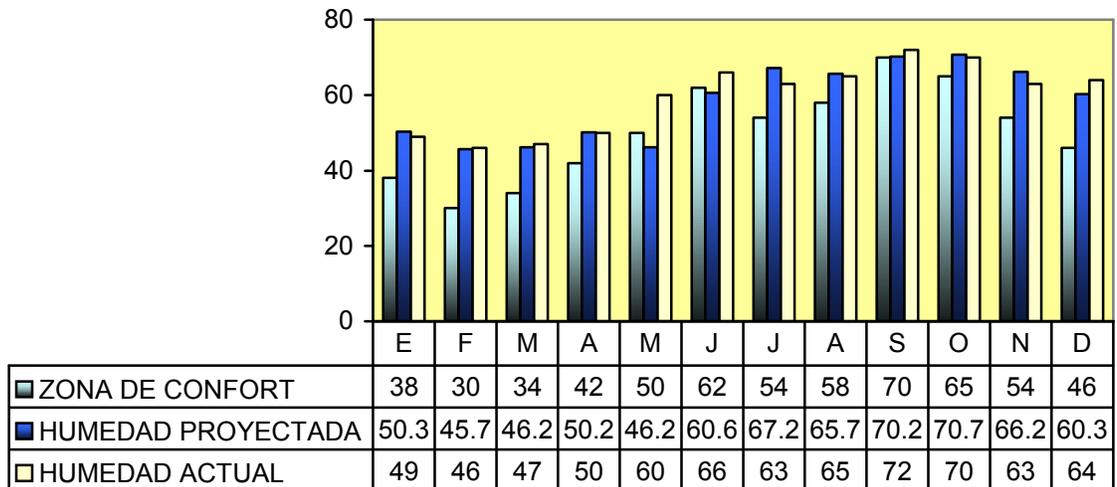


ZONA DE CONFORT HUMEDAD PROYECTADA HUMEDAD ACTUAL

MESES DEL AÑO

**PORCENTAJE DE HUMEDAD INTERIOR PROMEDIO Y ZONA DE CONFORT
(AÑO 2015)**

(%)



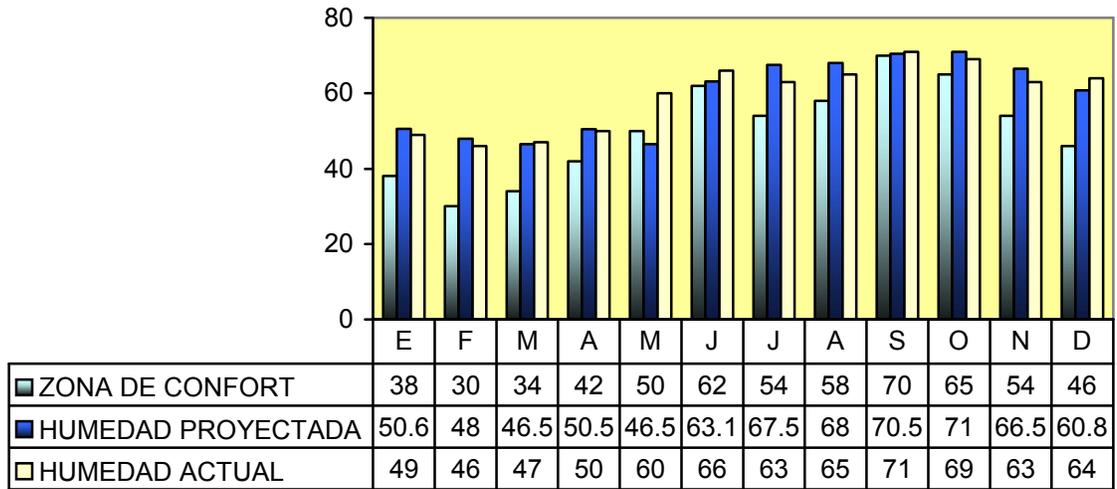
ZONA DE CONFORT HUMEDAD PROYECTADA HUMEDAD ACTUAL

MESES DEL AÑO

PORCENTAJE DE HUMEDAD INTERIOR PROMEDIO Y ZONA DE CONFORT

(AÑO 2020)

(%)

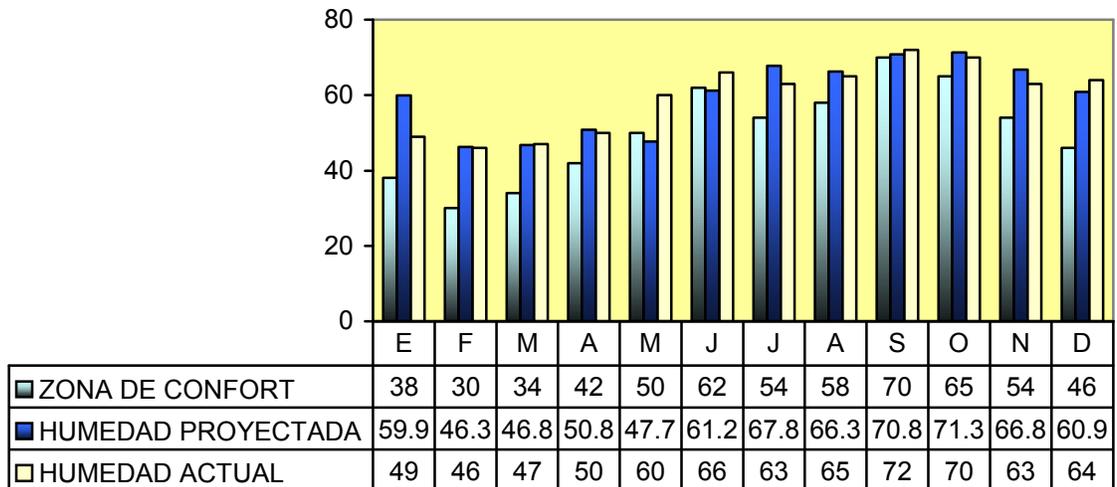


ZONA DE CONFORT HUMEDAD PROYECTADA HUMEDAD ACTUAL

MESES DEL AÑO

**PORCENTAJE DE HUMEDAD INTERIOR PROMEDIO Y ZONA DE CONFORT
(AÑO 2025)**

(%)

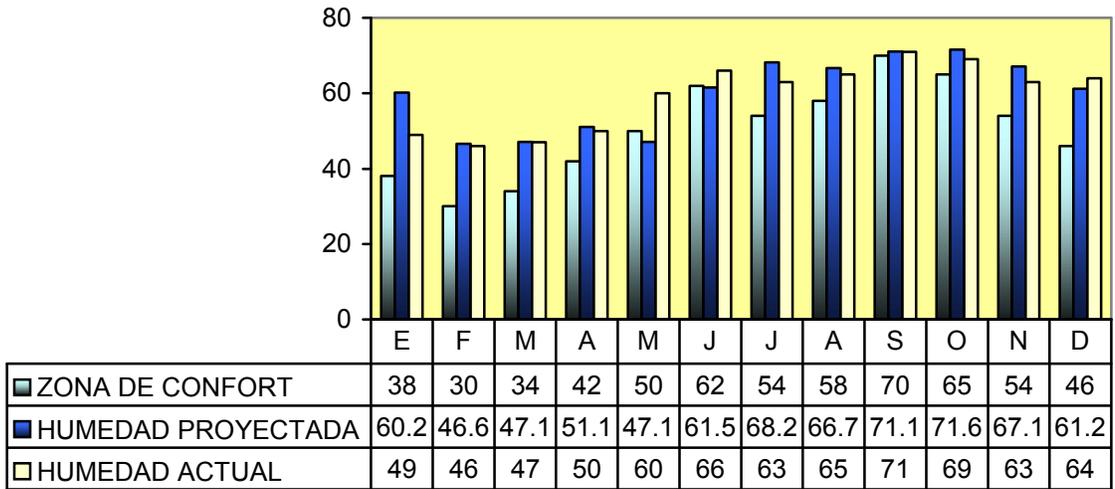


ZONA DE CONFORT HUMEDAD PROYECTADA HUMEDAD ACTUAL

PORCENTAJE DE HUMEDAD INTERIOR PROMEDIO Y ZONA DE CONFORT

(AÑO 2030)

(%)

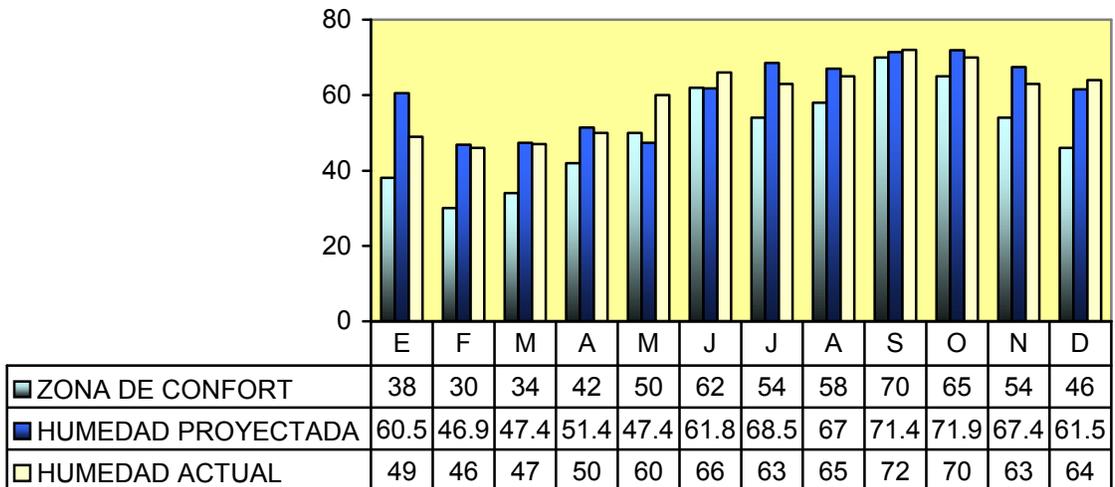


ZONA DE CONFORT HUMEDAD PROYECTADA HUMEDAD ACTUAL

MESES DEL AÑO

**PORCENTAJE DE HUMEDAD INTERIOR PROMEDIO Y ZONA DE CONFORT
(AÑO 2035)**

(%)

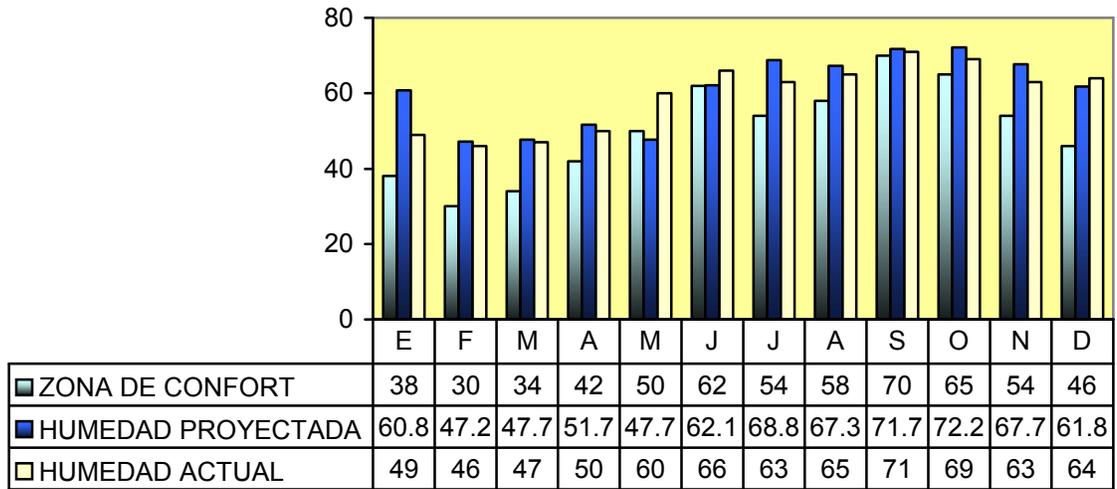


ZONA DE CONFORT HUMEDAD PROYECTADA HUMEDAD ACTUAL

PORCENTAJE DE HUMEDAD INTERIOR PROMEDIO Y ZONA DE CONFORT

(AÑO 2040)

(%)

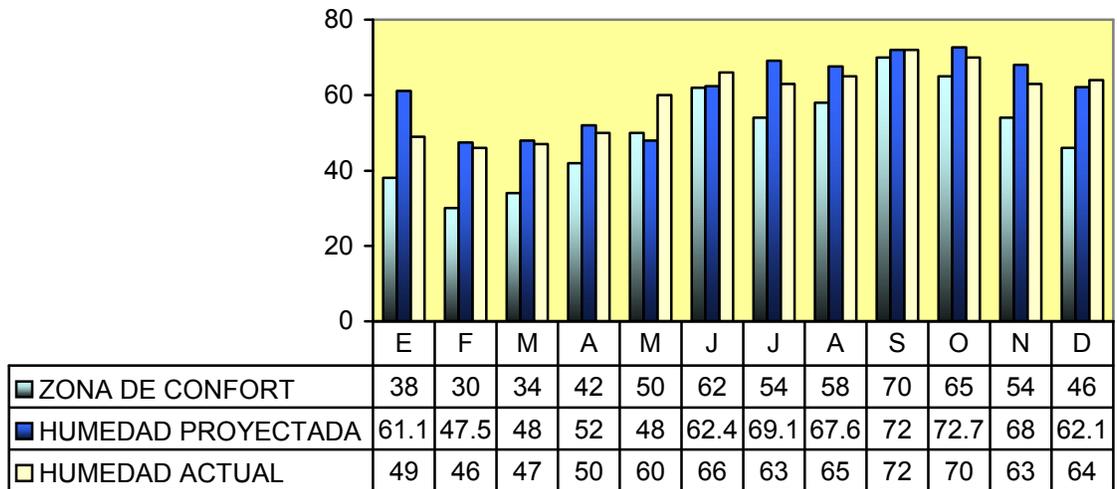


ZONA DE CONFORT HUMEDAD PROYECTADA HUMEDAD ACTUAL

MESES DEL AÑO

**PORCENTAJE DE HUMEDAD INTERIOR PROMEDIO Y ZONA DE CONFORT
(AÑO 2045)**

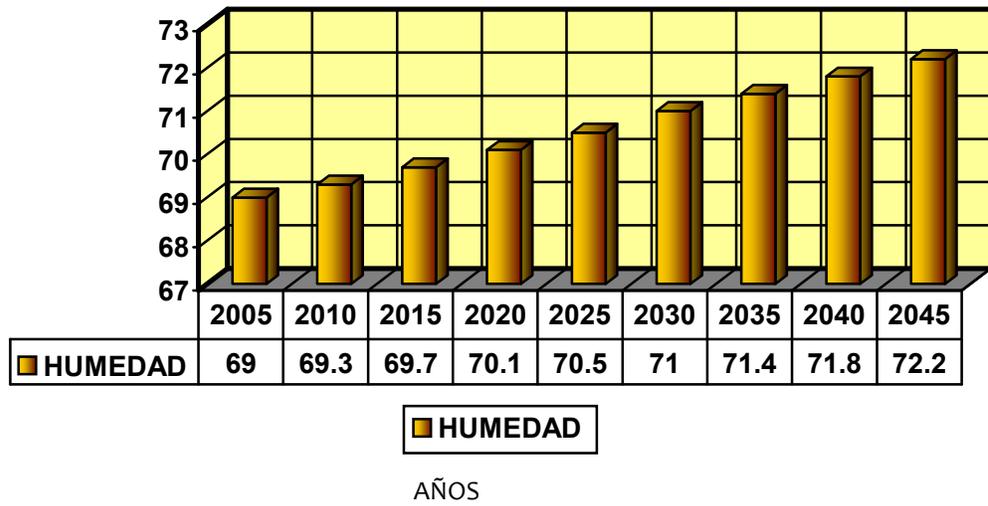
(%)



ZONA DE CONFORT HUMEDAD PROYECTADA HUMEDAD ACTUAL

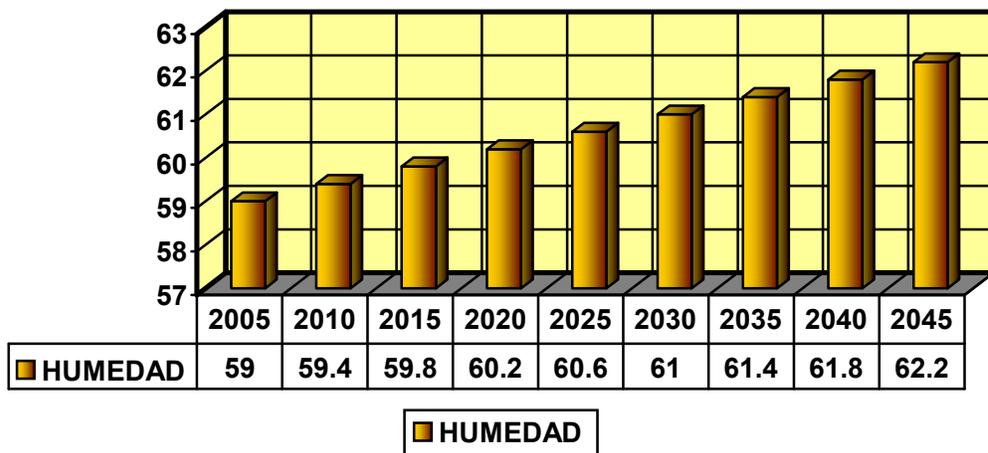
**GRAFICO DE HUMEDAD PROMEDIO EXTERIOR PROYECTADA ENTRE LOS AÑOS
2005 - 2045**

(%)



**GRAFICO DE HUMEDAD PROMEDIO INTERIOR PROYECTADA ENTRE LOS AÑOS
2005 - 2045**

(%)



7.0 "PROPUESTA"

Se realizaron dos propuestas de diseño bioclimático aplicado a vivienda mínima (lote de 7x15 MT) la primera propuesta presenta las mejores condiciones ya que está orientada de norte a sur, colindando al norte con las vías de circulación. La segunda propuesta presenta una solución a la peor orientación oeste-este. Colindando al oeste con las vías de circulación.

Debe tenerse presente que las propuestas mencionadas anteriormente pueden ser aplicadas en cualquier región de clima tropical sobre los 13° de la latitud norte.

Sin embargo se han desarrollado de una manera óptima para la ciudad de San Miguel.

**7.1 “PROPUESTA 1”
(Orientación norte-sur)**

VIVIENDA – DESCRIPCIÓN

(Planos ver anexos)

Área del terreno: 105.00 mt²

Área construida:

Primer nivel: 35.81 mt²

Segundo nivel: 36.90 mt²

Área verde: 69.19 mt²

**(iv) La forma y orientación de la casa
(v)**

La orientación de la casa solo tiene un requisito, y es tener en cuenta que la fachada más importante de la casa es la fachada Norte. Esta será la que haga confortable la casa, por eso es importante que esté orientada exactamente de norte a sur.

(vi)

Lo más económico y sencillo, por supuesto, es la forma rectangular, y es esa forma la que se ha adoptado.

(vii)

(viii)

(ix) Y siendo un rectángulo queda una última consideración: ¿Que forma tendrá ese rectángulo? ¿Alargado de Este a Oeste o de Norte sur?.

(x)

- (xi)
- (xii)
- (xiii)
- (xiv)
- (xv)
- (xvi)
- (xvii)
- (xviii)



84.
sur,

Vivienda
norte-
fachada
norte



85. Vivienda norte-sur, fachada sur.

La solución parece obvia: En los climas calurosos es mejor tener un es preferible orientar la casa de Norte a Sur, de forma que el muro Sur sea de los cortos.

Parece obvio, pero tengamos presente que si la distancia es muy larga, el calor del muro Sur no llegará nunca hasta toda la casa.

APLICACION DE LAS TÉCNICAS BÁSICAS DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

UBICACION

A la hora de construir una vivienda bioclimática es imprescindible tener en consideración el lugar en el que se llevara a cabo, pues las temperaturas, la pluviometría, la radiación solar, la dirección del viento y su velocidad media, la pendiente del terreno, la existencia de masas de agua y masas boscosas y la existencia de edificios, inciden de forma crucial en el confort térmico del interior de la vivienda.

La propuesta norte-sur posee un diseño de óptimo funcionamiento para ser aplicado en zonas de expansión habitacional de la ciudad de San Miguel.

ORIENTACION



86. Vivienda norte-sur, primer nivel

La vivienda esta orientada de norte a sur para aprovechar los vientos predominantes, y protegerse de la radiación este-oeste la fachada este presenta un corredor de vegetacion, dejando los espacios: escalera, baño tendadero en el lado oeste de la vivienda.



87. Vivienda norte-sur, segundo nivel.

PROTECCION CONTRA LA RADIACION.

Orientación.



88. Vivienda norte-sur, fachada nor-oeste

La misma orientación de la vivienda colabora con el aislamiento de los espacios ya que se cierra al este y oeste lo que minimiza la posible entrada de radiación en la vivienda.

Paredes.



89. Vivienda norte-sur

Las paredes de bloque de concreto se han pintado de color blanco con el objetivo de reflejar la radiación directa y reflejada y evitar un sobrecalentamiento.

Utilización de aleros



90. Vivienda norte-sur, acceso principal fachada norte

La fachada norte presenta la utilización de aleros de 0.60 mt de ancho sobre la ventana en el segundo nivel y sobre la entrada a la vivienda en el primer nivel. Cabe mencionar que el funcionamiento de estos aleros se presenta durante el verano cuando el sol esta mas al norte y en la hora de mayor insolación. 12.00 m

Árboles generadores de sombra.



91. Vivienda norte-sur, fachada este.

Sin embargo como protección contra la radiación durante las diferentes horas de la mañana y de la tarde se han utilizado árboles estratégicamente ubicados.

Utilización de celosías fijas.



92. Vivienda norte-sur, fachada sur

En la fachada sur se han utilizado celosías fijas de concreto prefabricado. Evitan la radiación pero permiten la circulación del aire.

Techos



93. Vivienda norte sur, planta de techos.

Sobre la lámina se utilizarán palmas de castilla, lo que funcionará con un revestimiento contra la radiación.

VENTILACION.

Las funciones de la ventilación son:

- * Renovación del aire
- * Incrementar el confort térmico en verano creando pequeñas corrientes de aire
- * Climatización

La natural es la creada a través de las corrientes de aire producidas por la apertura de ventanas

La convectiva consiste en el reemplazo del aire caliente en su ascensión por aire más frío. Con aperturas en las partes altas de la casa se consigue la ventilación convectiva.

VENTILACION NATURAL



94. Vivienda norte-sur, enfatizando ventanería.

La ventilación Natural se logra maximizar con la orientación de las ventanas en dirección hacia los vientos predominantes.

Con las mayores aberturas en la fachada norte. Donde en el segundo nivel se presenta las ventanas solaire y adicional el uso de celosías fijas de concreto prefabricado.

- ✓ Ventilación sin obstaculización lo que permite mayor flujo de aire hacia el interior.

Ventilación Convectiva



95. Vivienda norte-sur, salidas de aire caliente.



96. Vivienda norte-sur, salidas de aire caliente.

- ✓ La vivienda posee aberturas en la parte superior que funcionan como salidas de aire caliente
- ✓ La inclinación del techo agiliza la evacuación de aire caliente
- ✓ Aberturas en la parte inferior de la sala y la utilización de celosías fijas en el espacio comedor colocadas en la elevación este permiten la entrada de aire frío para la realización de la circulación convectiva.

Ventilación cruzada

Todos los espacios poseen ventilación cruzada lo que permite la entrada y circulación de la ventilación.

Un vano ubicado en el centro de la vivienda facilita la circulación del aire a la vez que permite la entrada de aire adicional a la vivienda.

La habitación compartida presenta mayor altura con respecto a la habitación principal con el objeto de funcionar como pantalla de choque de los vientos predominantes del norte. Y que a la vez direcciona el aire hacia la vivienda.



97. Vivienda norte-sur, ejemplo de ventilación cruzada.

**Evaluación del flujo de aire en la propuesta de vivienda bioclimática de
orientación norte-sur
(Ciudad de San miguel)
Primer nivel**

Para una superficie en este caso de 35.81 m² Sabiendo que el volumen es de aproximadamente 100.26 m³, Considerando una velocidad media del viento de entre 2.22 m/s, y contando con una sección de entrada de 11 m², se dispondrá de un caudal de aire de entre 87912 m³/h.

SISTEMAS EVAPORATIVOS DE REFRIGERACION

El calor puede ser utilizado para refrigerar a través de la evaporación del agua –efecto que enfría el ambiente– ya que cuando un cuerpo pasa de estado líquido a gaseoso necesita absorber una cantidad de calor–calor de vaporización–.

Así, el agua al evaporarse absorbe calor de su alrededor y éste se enfría al ser liberado de una cantidad de calor. Por otra parte, la vegetación, al transpirar agua, también es un elemento refrigerador, lo que hace que unidos agua y vegetación se obtenga un poderoso principio contra el calor.

Al rededor de la vivienda se ha colocado plantas sobre las cuales se realiza el sistema de riego para lograr la evaporación artificial. dicho riego se realizara empleando agua de lluvia que será almacenada en un tanque de captación.

CANTIDAD DE AGUA EVAPORADA*

VIVIENDA ORIENTACION NORTE-SUR AREA DE RIEGO: 38.40 M²

REGLA DE TRES:

$$38.32 \text{ M}^2 = \underline{V= 0.16 \text{ M}^3/\text{ Hora}}$$

$$38.40 \text{ M}^2 = X$$

PARA UN AREA DE RIEGO DE 38.40 M²

SE NECESITA UN VOLUMEN DE V= 0.16 M³/ Hora lo que disminuye 2° C

* Ver ejemplo detallado para vivienda oeste-este realizado por la sección de física

OBTENCION DEL VOLUMEN DEL TANQUE DE CAPTACION
DE AGUAS LLUVIAS

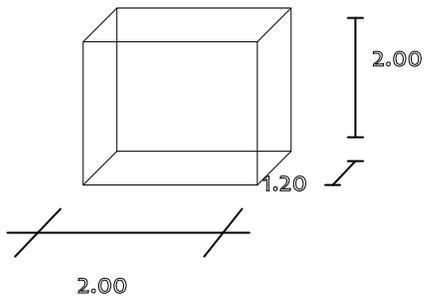
Se necesitan:

$V \equiv 0.016 \text{ M}^3/\text{Hora}$
(Temperaturas máximas)

$0.016 \text{ M}^3 \times 3 \text{ horas diarias} = 0.048 \text{ M}^3/\text{día}$

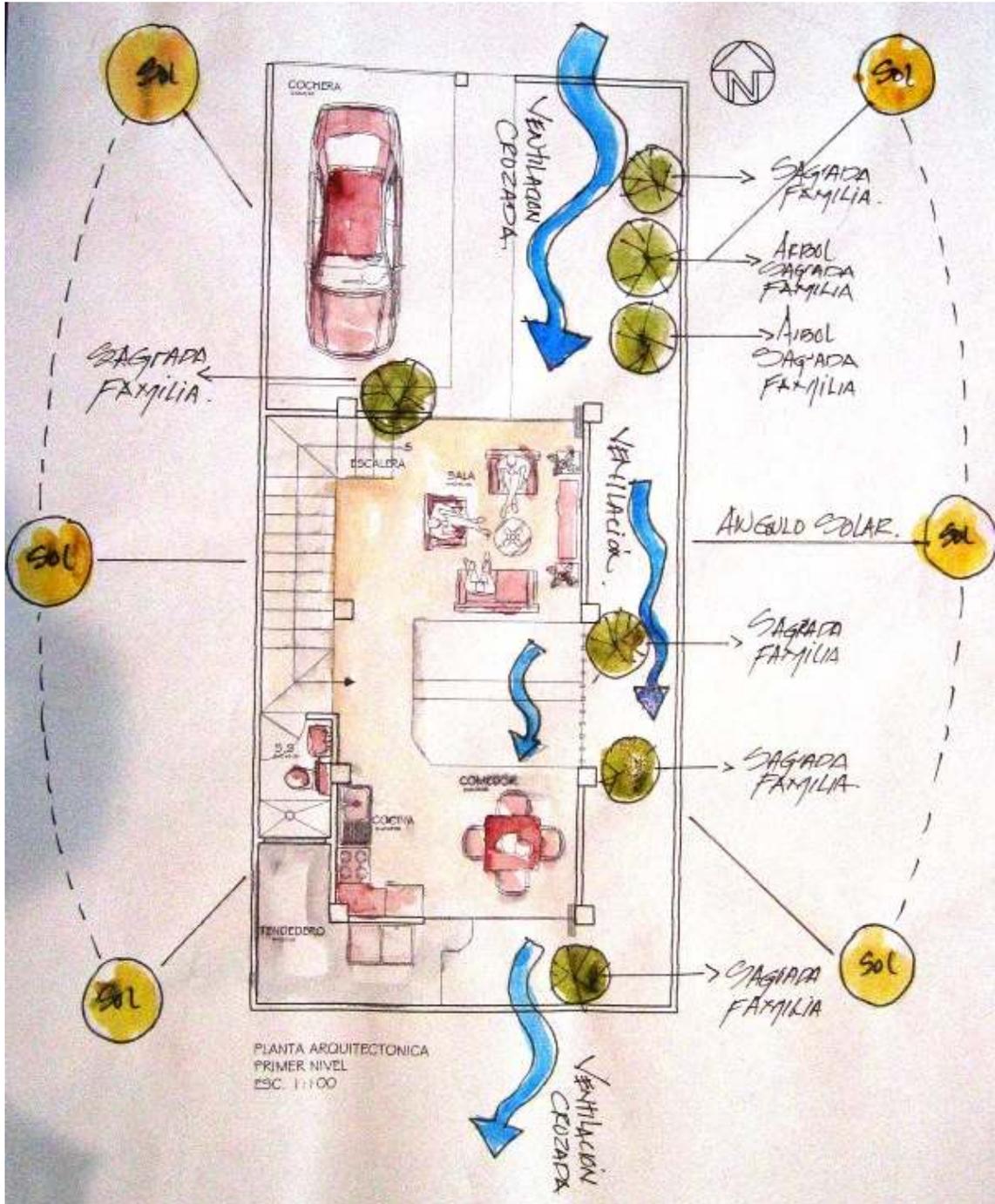
$0.048 \text{ M}^3/\text{día} \times 90 \text{ días} = 4.32 \text{ M}^3$
(3 meses más calurosos)

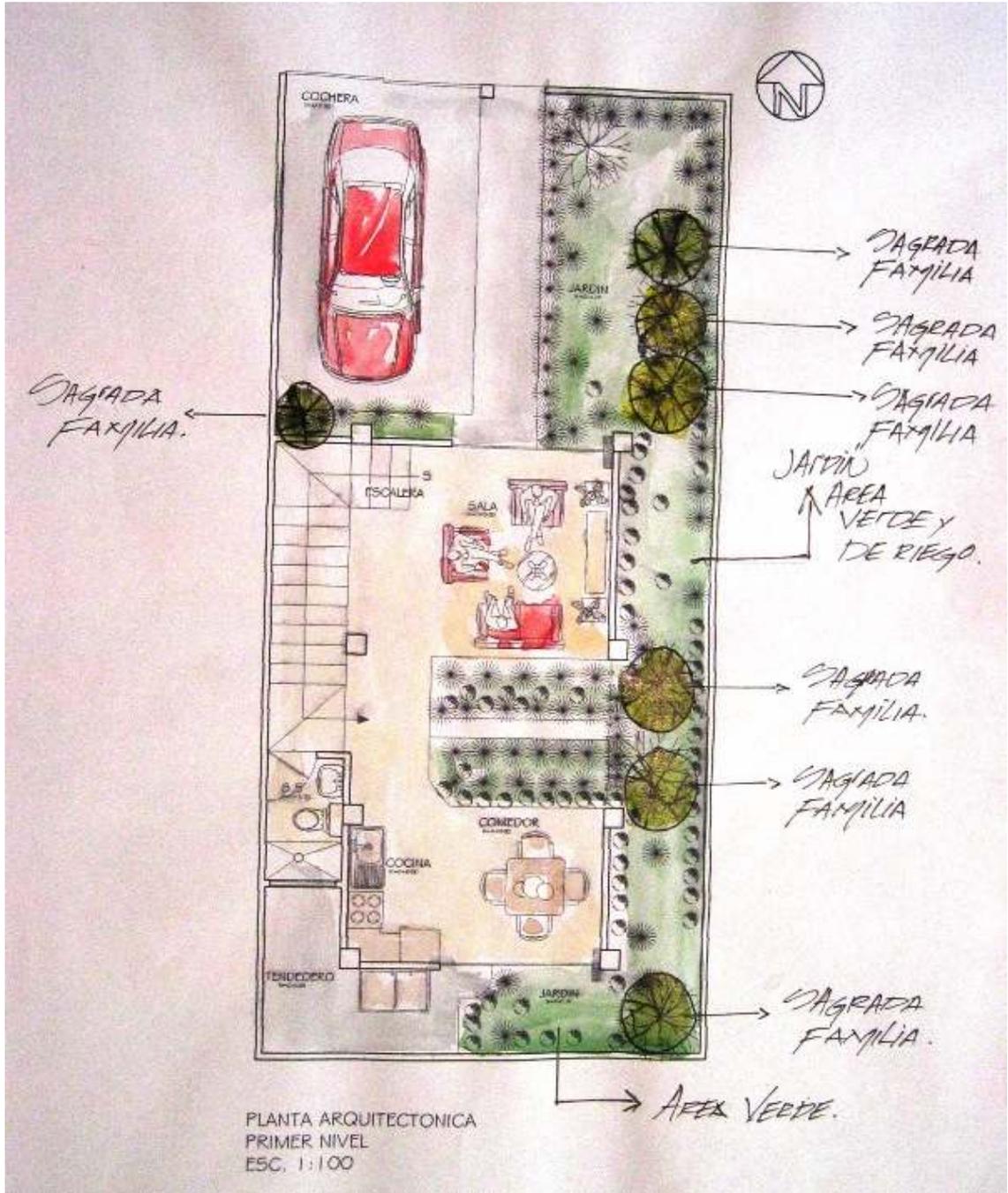
En vivienda Norte-Sur

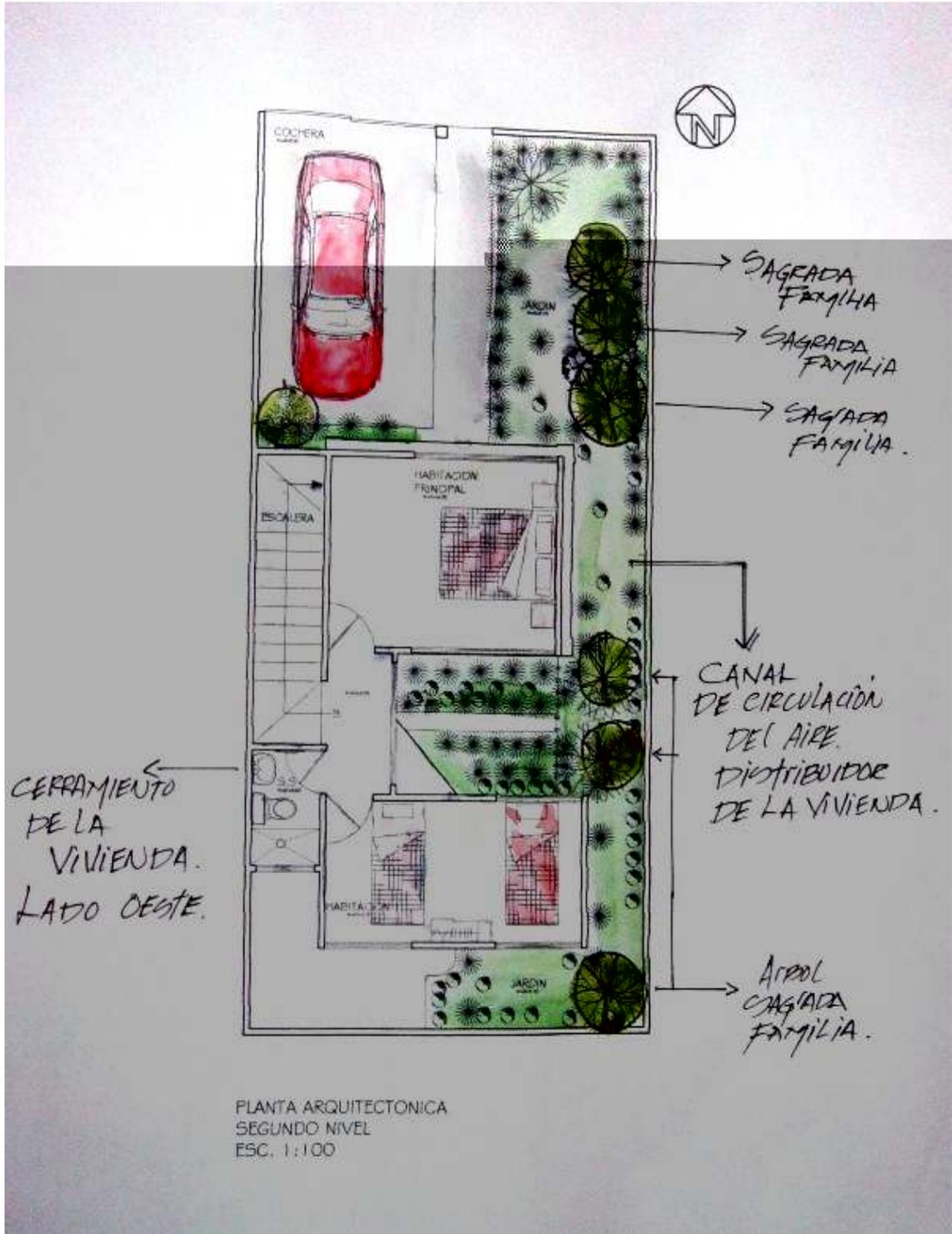


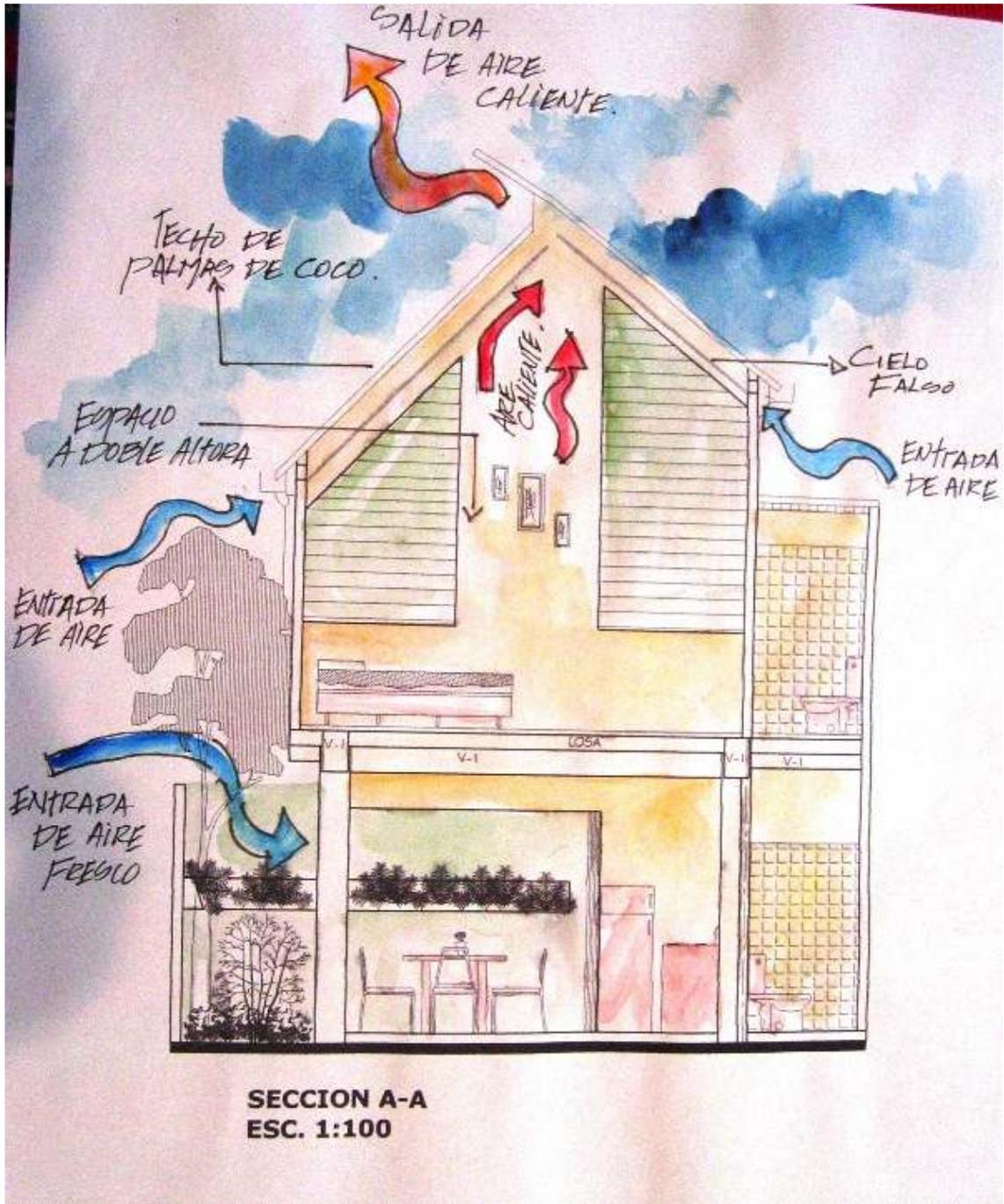
Volumen: 4.8 M³

ANÁLISIS.

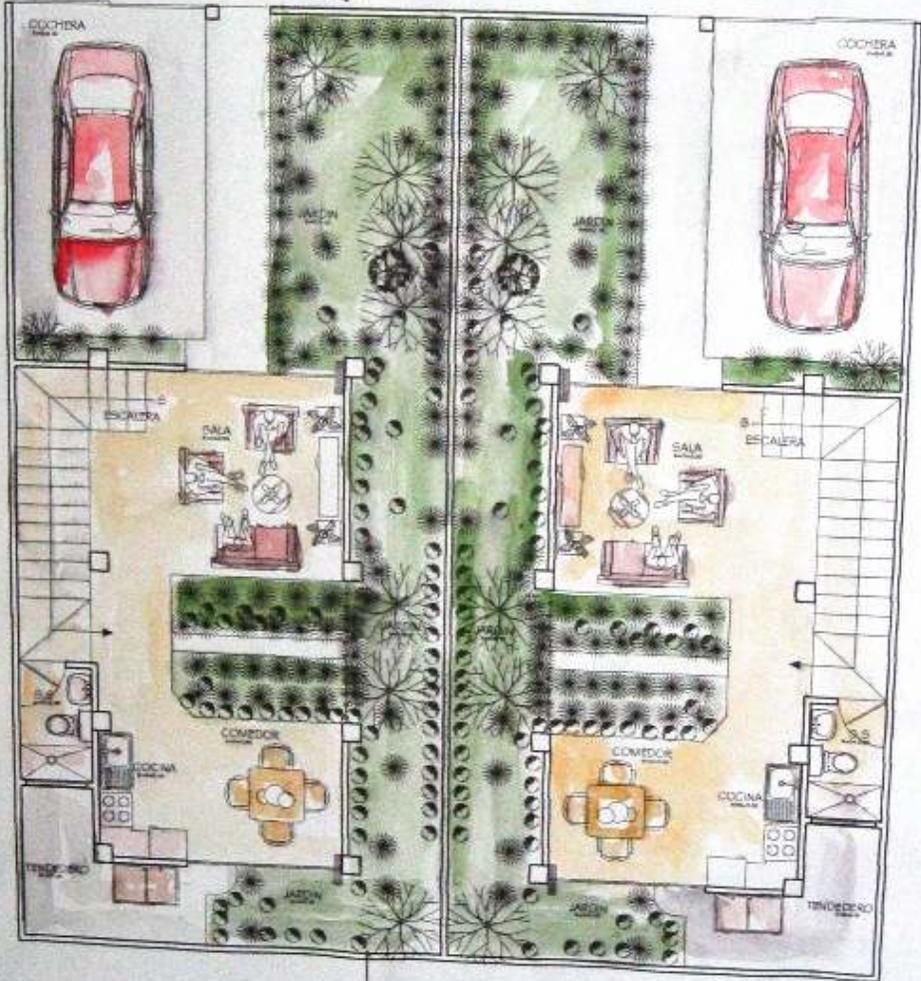








Mayor Area VERDE EN LA URBANIZACIÓN.



AUMENTO DEL AREA VERDE.

**7.2 “PROPUESTA 2”
(Orientación oeste-este)**

VIVIENDA – DESCRIPCIÓN

(Planos ver anexos)

Área del terreno: 105.00 mt²

Área construida:

Primer nivel: 30.19 mt²

Segundo nivel: 36.64 mt²

Área verde: 73.03 mt²

(xix)

(xx)

(xxi)

(xxii)

(xxiii)

(xxiv)

(xxv)

(xxvi)

(xxvii)

(xxviii)

(xxix)

(xxx) La forma y orientación de la casa

(xxxi)

(xxxii)

- (xxxiii)
- (xxxiv)
- (xxxv)
- (xxxvi)
- (xxxvii)
- (xxxviii)
- (xxxix)
- (xl)
- (xli)
- (xlii)
- (xliii)
- (xliv)
- (xlv)
- (xlvi)
- (xlvii)
- (xlviii)



(xlix) 98. Vivienda oeste-este, primer nivel.

(I)

(li)
(lii)



99.

Vivienda oeste-este, segundo nivel.



100. Vivienda oeste-este, fachada sur.



101. Vivienda oeste-este, fachada norte.

La orientación de la casa solo tiene un requisito, y es tener en cuenta que la fachada más importante de la casa es la fachada Norte. Esta será la que haga confortable la casa, por ello las fachadas oeste-este se deben proteger de la radiación solar, lo cual obliga ubicar la ventanearía y accesos en las fachadas mas largas de la vivienda, las cuales son norte-sur.

Lo más económico y sencillo, por supuesto, es la forma rectangular, y es esa forma la que se ha adoptado.

Y siendo un rectángulo queda una última consideración: ¿Que forma tendrá ese rectángulo? ¿Alargado de Este a Oeste o de Norte a Sur?. Este caso es especial, ya que el lote esta ubicado de oeste-este, lo que significa que su fachada principal esta en el lado oeste.

APLICACION DE LAS TÉCNICAS BÁSICAS DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

UBICACION

A la hora de construir una vivienda bioclimática es imprescindible tener en consideración el lugar en el que se llevara a cabo, pues las temperaturas, la pluviometría, la radiación solar, la dirección del viento y su velocidad media, la pendiente del terreno, la existencia de masas de

agua y masas boscosas y la existencia de edificios, inciden de forma crucial en el confort térmico del interior de la vivienda.

La propuesta oeste-este se ha realizado con el proposito de resolver aspectos de uno de los mas graves casos de ubicación a la hora de construir en serie y que el terreno o las circunstancias nos obliguen .

ORIENTACION

La vivienda esta orientada de oeste-este, ubicando la ventaneria en sus extremos mayores para aprovechar los vientos predominantes del norte, y protegerse de la radiación este-oeste. La fachada este, presenta paredes selladas.

PROTECCION CONTRA LA RADIACION.

Orientación.

La vivienda se ha optimizado, para funcionar en esta ubicación, ya que se cierra al este y oeste lo que minimiza la posible entrada de radiación en la vivienda.



102. Fachada oeste de la vivienda.



103. Fachada este de la vivienda.

Paredes.

Las paredes de bloque de concreto se han pintado de color blanco con el objetivo de reflejar la radiación directa y reflejada y evitar un sobrecalentamiento.



104. Color blanco en paredes.

105. Utilización de aleros



La fachada norte presenta la utilización de aleros de 0.60 mt de ancho sobre la ventana en el segundo nivel y sobre la entrada a la vivienda en el primer nivel. Cabe mencionar que el funcionamiento de estos aleros se presenta durante el verano cuando el sol esta mas al norte y en la hora de mayor insolación. 12.00 m

106. Árboles generadores de sombra.



Sin embargo como protección contra la radiación durante las diferentes horas de la mañana y de la tarde se han utilizado árboles estratégicamente ubicados.

107. Utilización de celosías fijas.



En la fachada sur se han utilizado celosías fijas de concreto prefabricado. Evitan la radiación pero permiten la circulación del aire.

108. Techos



Sobre la lámina se utilizaran palmas de castilla, lo que funcionara con un revestimiento contra la radiación.

VENTILACION.

Las funciones de la ventilación son:

- * Renovación del aire
- * Incrementar el confort térmico en verano creando pequeñas corrientes de aire
- * Climatización

La natural es la creada a través de las corrientes de aire producidas por la apertura de ventanas

La convectiva consiste en el reemplazo del aire caliente en su ascensión por aire más frío. Con aperturas en las partes altas de la casa se consigue la ventilación convectiva.

109. VENTILACION NATURAL



109. La ventilación Natural se logra maximizar con la orientación de las ventanas en dirección hacia los vientos predominantes.

Con las mayores aberturas en la fachada norte. Donde en el segundo nivel se presenta las ventanas solaire y adicional el uso de celosías fijas de concreto prefabricado.

Ventilación sin obstaculización lo que permite mayor flujo de aire hacia el interior.

Ventilación Convectiva



110. Ventilación convectiva.

- ✓ La vivienda posee aberturas en la parte superior que funcionan como salidas de aire caliente
- ✓ La inclinación del techo agiliza la evacuación de aire caliente
- ✓ Aberturas en la parte inferior de la sala y la utilización de celosías fijas en el espacio comedor colocadas en la elevación este permiten la entrada de aire frío para la realización de la circulación convectiva.

111. Ventilación cruzada



Todos los espacios poseen ventilación cruzada lo que permite la entrada y circulación de la ventilación.

Un vano ubicado en el centro de la vivienda facilita la circulación del aire a la vez que permite la entrada de aire adicional a la vivienda.

La habitación compartida presenta mayor altura con respecto a la habitación principal con el objeto de funcionar como pantalla de choque de los vientos predominantes del norte. Y que a la vez direcciona el aire hacia la vivienda.

Evaluación del flujo de aire en la propuesta de vivienda bioclimática de orientación oeste-este

Primer nivel y segundo nivel

Para una superficie en este caso de 30.19 m². Sabiendo que el volumen es de aproximadamente 84.53 m³, Considerando una velocidad media del viento de entre 2.22 m/s, y contando con una sección de entrada de 11 m², se dispondrá de un caudal de aire de entre **87912 m³/h.**

CANTIDAD DE AGUA EVAPORADA

VIVIENDA ORIENTACION OESTE-ESTE AREA DE RIEGO: 38.32 M²

Si el calor por radiación es 550 cal/cm² y la cantidad de calor que se necesita para evaporar un gramo de agua es de 540 cal/gr.

$$\frac{550 \text{ cal} \times 10^4 \text{ cm}^2 \times 1 \text{ día}}{\text{Cm}^2 \times \text{día} \quad 1\text{M}^2} = \frac{22.92 \times 10^4 \text{ cal}}{24 \text{ hrs.} \quad \text{M}^2 \times \text{Hora}}$$

22.92x 10⁴ cal Son las calorías que se deberán utilizar para

M² x Hora convertir cierta cantidad de agua a vapor para mantener el ambiente fresco.

Tomando en cuenta el área de terreno el calor total será

$$\frac{22.92 \times 10^4 \text{ cal} \times 38.32 \text{ M}^2}{\text{M}^2 \times \text{Hora}} = 878.29 \times 10^4 \text{ cal/Hora}$$

Como el calor latente de vaporización es 540 cal/gr.

Se calcula la cantidad de agua que se necesita para evacuar estas calorías

$$878.29 \times 10^4 \text{ cal/Hora} \times 1/540 \text{ cal/gr.} = 1.6 \times 10^4 \text{ gr/día} = 16000 \text{ gr. /Hora}$$

$$16000 \text{ gr. /Hora} \times 1\text{Kg}/ 1000 \text{ gr.} = 16 \text{ Kg. / Hora}$$

Si el volumen es

$$G = m/v$$

$$V = m/g = \frac{16 \text{ Kg. /día}}{1000\text{Kg}/ \text{M}^3}$$

$$G_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ Kg. / M}^3$$

G= Densidad de H₂O

M= Masa de H₂O

V= Volumen de H₂O

V= 0.16 M³/ Hora necesaria para evacuar las calorías por hora lo que disminuye 2° C

OBTENCION DEL VOLUMEN DEL TANQUE DE CAPTACION DE AGUAS LLUVIAS

Se necesitan:

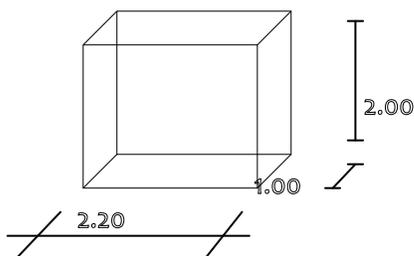
V = 0.016 M³/Hora
(Temperaturas máximas)

$$0.016 \text{ M}^3 \times 3 \text{ horas diarias} = 0.048 \text{ M}^3/\text{día}$$

$$0.048 \text{ M}^3/\text{día} \times 90 \text{ días} = 4.32 \text{ M}^3$$

(3 meses más calurosos)

En vivienda Oeste-Este.



Volumen: 4.4 M³

TRANSFERENCIA DE CALOR EN TECHOS REVESTIDOS CON PALMA DE CASTILLA O PALMA DE COCO

Para una vivienda con un área techada de 36.90 mt²

$$\frac{550 \text{ cal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{día}} \times \frac{4.18 \text{ Joule}}{1 \text{ cal}} \times \frac{104 \text{ cm}^2}{1 \text{ m}^2} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ horas}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg.}} = 266.08 \text{ Joule/M}^2 \cdot \text{seg.}$$

$$Q = KA(AT)T / e$$

$$e = 0.5 \text{ cm.} \times 1\text{M}/102\text{cm}$$

$$e = 0.005 \text{ MT}$$

$$AT = \frac{Qe}{KAT} = \frac{266.08 \text{ Joule/M}^2 \cdot \text{seg.} \times 0.005 \text{ MT}}{2.05 \frac{\text{Joule/seg.}}{\text{MT}^{\circ}\text{C}} \times 36.90 \text{ MT}^2 (\text{seg.})} = 1.33/75.64 = 0.017^{\circ}\text{C.SES}$$

$$AT = \frac{0.017^{\circ}\text{C/seg.} \times 3600 \text{ seg}}{1 \text{ h}} \times \frac{63.29^{\circ}\text{C}}{h} - t_{\text{interior}}(35.7) = 27.5^{\circ}$$

$$AT = T_f - t_o$$

Transferencia. Calor 27.5°C



Tipos de plantas y su función, utilizadas en el área verde

112. Árbol de hojas perennes conocido con el nombre de “sagrada familia” (nombre científico *Licamia phatypus*) alcanza los 8mt de altura, sus características principales son:

Hojas alargadas, No poseen ramas, el tronco en un árbol maduro alcanza los 30 CMT, raíz vertical. Y se adapta

Agrupación de plantas

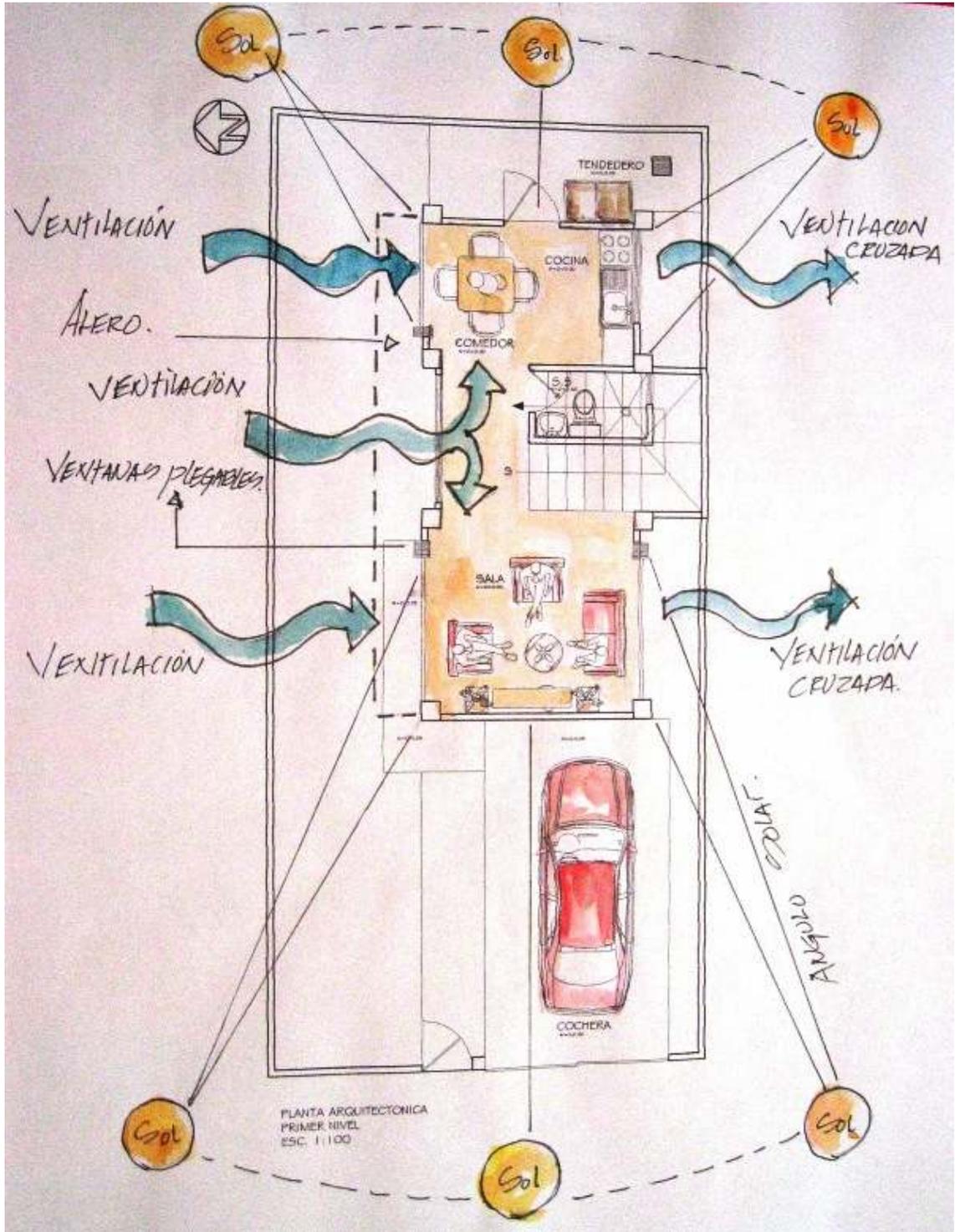
Las plantas agrupadas generan un microclima, guardan mayor humedad lo que enfría el aire que atraviesa el jardín, y proporcionan oxígeno.

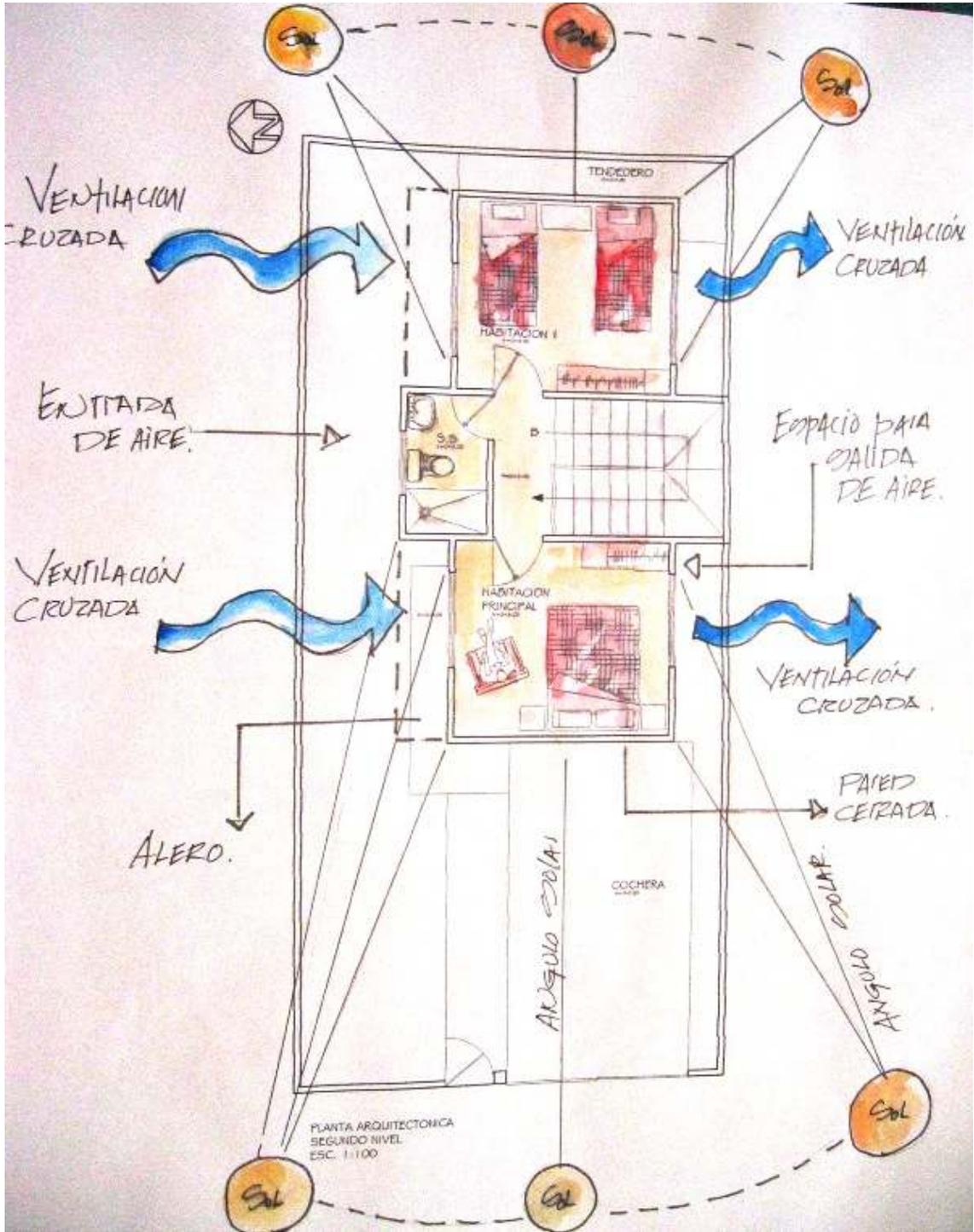
113. Amontonamiento de plantas.

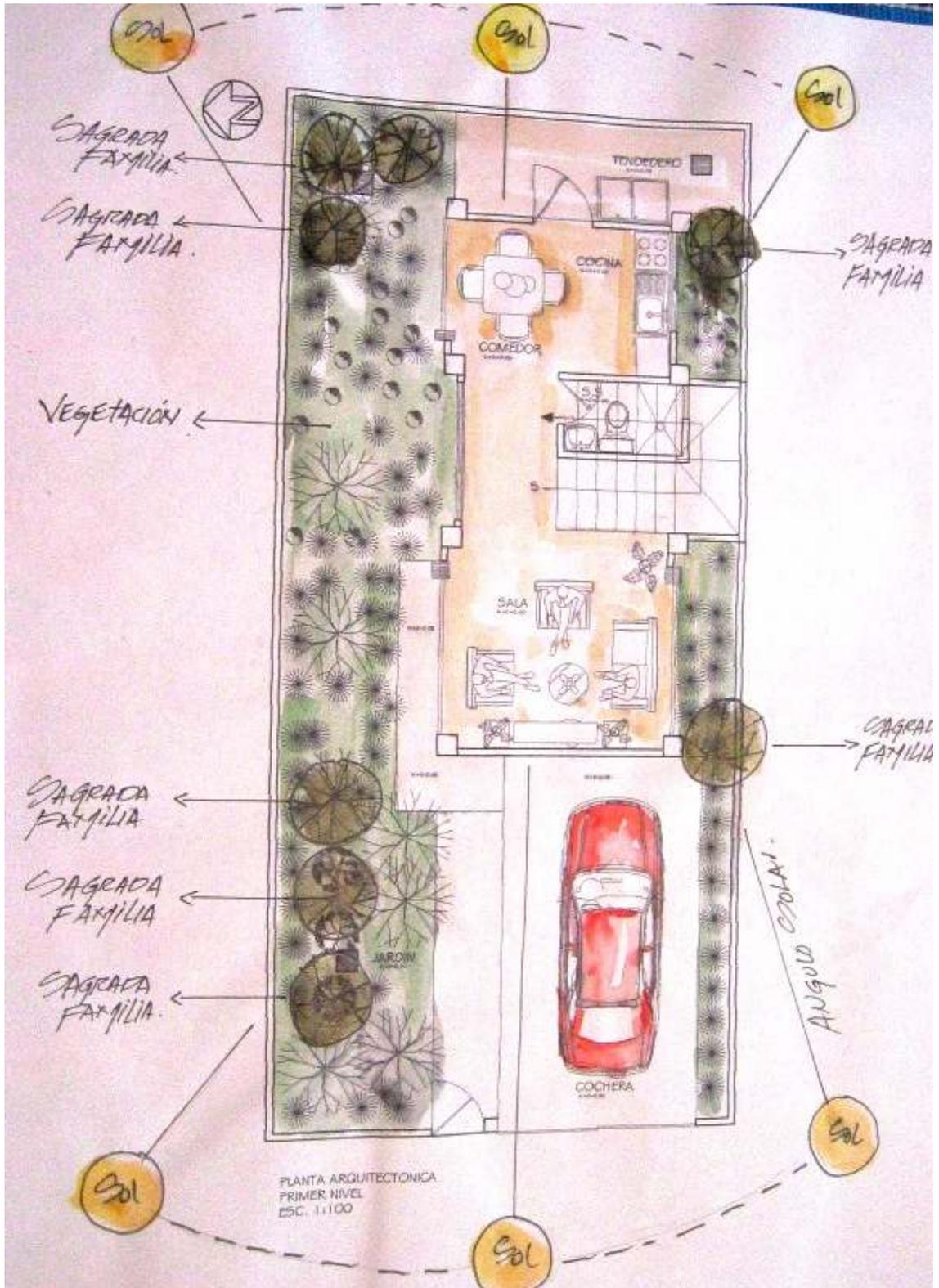


En el área verde se plantara la planta conocida con el nombre de trepadora de oro (nombre científico *Crescentia Allathia*) mantiene la humedad y a la vez es una planta aérea y terrestre.

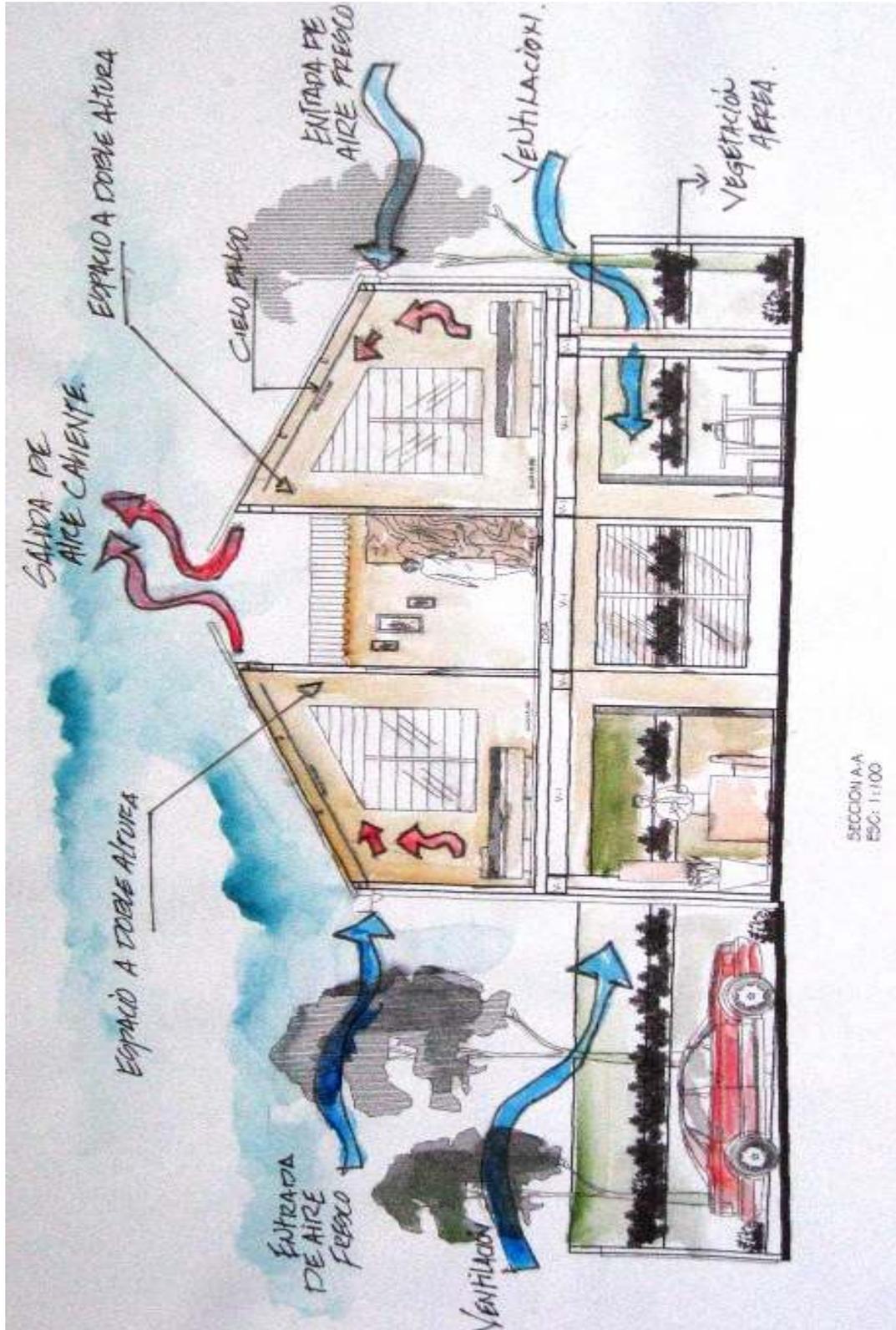
ANALISIS.











7.3 SOLUCION AL ASPECTO PSICO-SOCIAL. Jardinería y salud con las plantas⁶⁷

- El trabajo en el jardín reduce el estrés y es "terapéutico". No en vano, el cuidado de jardines es habitual en la rehabilitación de pacientes con problemas de droga o de sociabilización, en centros para personas con discapacidades físicas, de ataque cardíacos o las instituciones que trabajan con personas con retrasos mentales.

Nosotros cuidamos el jardín y él nos cuida a nosotros. Diversos estudios científicos señalan sus efectos sobre la salud: disminuye la presión arterial, favorece el funcionamiento del corazón, relaja los músculos, reduce el estrés, da nuevas energías y ayuda a darle una nueva perspectiva a las cosas.

- Se ejercitan los grupos musculares más importantes de nuestro cuerpo, los que queman más calorías. Así, piernas, glúteos, hombros, estómago, brazos, cuello, y espalda se ven sometidos a sesiones de gimnasia. Cuidar el jardín también aumenta la flexibilidad y refuerza las articulaciones.
- Sin embargo, como con cualquier otro ejercicio, es la actividad moderada y practicada en forma regular la que proporciona los mayores beneficios. Ve despacio al principio para ir ganando en resistencia con el tiempo.

⁶⁷ WWW/infojardin.com

Utilidades de los árboles⁶⁸

1.- Proporcionan sombra

¿Qué sería de nuestros jardines particulares y parques públicos sin esa cubierta arbórea en los meses de calor? dudablemente, necesitamos su sombra.

2.- Humedecen el ambiente

Las plantas están constantemente soltando vapor de agua por las hojas. Este fenómeno se llama **transpiración** (una especie de "sudor"). Refrescan el aire, lo humedecen y nosotros nos beneficiamos de ello.

3.- Oxigenan el aire

Una encina, de mediano tamaño, produce diariamente oxígeno para 10 personas. El dato lo dice todo. Los árboles, con su gran masa de hojas, producen oxígeno que necesitamos todos los seres vivos.

⁶⁸ WWW/infojardin.com

4.- Disminuyen la contaminación

Retienen en sus hojas el polvo y las partículas que flotan en el aire. Gracias a esto no las inhalamos al respirar. En otoño cuando tiran las hojas, éstas se recogen y van a vertedero, llevando con ellas el polvo contaminante. Hay datos de las toneladas y toneladas de polvo y todo tipo de partículas que retienen los árboles urbanos.

En las ciudades abundan los gases debido a los coches y a las calefacciones en invierno. Los árboles limpian el aire de las ciudades.

7.4 COSTOS

COSTO APROXIMADO DE VIVIENDA DE ORIENTACION NORTE-SUR

(Costos directos) PRESUPUESTO (VER ANEXOS)

El costo de la vivienda propuesta de orientación norte-sur con un área de: según el presupuesto promediado (ver anexos) es de:

\$15789.18*

COSTO APROXIMADO DE VIVIENDA DE ORIENTACION OESTE-ESTE

(Costos directos) PRESUPUESTO (VER ANEXOS)

El costo de la vivienda propuesta de orientación norte-sur con un área de: según el presupuesto promediado (ver anexos) es de:

\$13525.70*

*** NO INCLUYE ACCESORIOS ESPECIALES NI MURO PERIMETRAL**

7.5 INTERPRETACION DE RESULTADOS.

En conclusión las propuestas de diseño bioclimático para vivienda mínima, Teóricamente presentan un nivel de mejoramiento en el microclima interior.

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la aplicación de técnicas bioclimaticas y caculos se concluye que la temperatura en el interior de las propuestas es aproximadamente de 27.5° C en promedio. Y mediante la aplicación del sistema de enfriamiento evaporativo la temperatura alcanza los 25° C lo que permite estar dentro de los estándares de confort establecidos.

COMPARACION ENTRE LOS FACTORES SOCIOECONOMICOS DE LA VIVIENDA MINIMA ACTUAL Y LAS PROPUESTAS BIOCLIMATICAS.

FACTOR SALUD

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| FAMILIA RESIDENTE | GASTO PÚBLICO EN SALUD |
| VIVIENDA MINIMA ACTUAL | VIVIENDA MINIMA ACTUAL |
| \$960.00 por familia | \$688.00 por familia |
| PROPUESTAS BIOCLIMATICAS | PROPUESTAS BIOCLIMATICAS |
| \$743.7 por familia | \$532.9 por familia |

FACTOR PSICOSOCIAL

GASTO DEL ESTADO

VIVIENDA MINIMA ACTUAL

\$343.00 por habitante

PROPOUESTAS BIOCLIMATICAS

\$ 265.7 por habitante

FACTOR ECONOMICO

FAMILIA RESIDENTE

GASTO EN SERVICIOS PUBLICOS

VIVIENDA MINIMA ACTUAL

VIVIENDA MINIMA ACTUAL

\$744.00 por familia

\$163.2 por familia

PROPUESTAS BIOCLIMATICAS

PROPUESTAS BIOCLIMATICAS

\$576.3 por familia

\$126.4 por familia

INVERSION POR PARTE DEL ESTADO

VIVIENDA MINIMA ACTUAL

\$1194.2

PROPUESTAS BIOCLIMATICAS

\$925.10

INGRESOS POR FAMILIA

VIVIENDA MINIMA ACTUAL

\$1704.00

PROPUESTAS BIOCLIMATICAS

\$1320.0

BIBLIOGRAFIA

Olgyay, Víctor “ARQUITECTURA Y CLIMA”; 2ª Edición; Editorial Gustavo Gili; 2002.

Sección de Física de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria
Oriental

Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft
Corporación

Con¹ orporaciBiblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004
Microsoft

Barcelona: Prensa Científica, mayo, 1997.

Fuente: Seymour, Roger S. Plantas endotérmicas. Investigación y Ciencia.

[http/ www.Ambientum.com/revista/2003-4/Arquitectura](http://www.Ambientum.com/revista/2003-4/Arquitectura)

<http://www.abilconstruccion.com/cast/pag/bioclimati>

<http://www.maslibertad.com/huerto/calefaccion.htm>

<http://mega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/085/htm/mct7.htm>

<http://www.Ambientum.com/revistanueva/2004-12/evidenciacambio>

Web: www.metas.com.mx

ANEXOS

ANEXO1.

ENTREVISTA.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA E INGENIERA.
SEMINARIO DE GRADUACIÓN.

ENTREVISTA A: _____.

OBJETIVO: RECABAR INFORMACIÓN

1) ¿CARGO QUE POSEE?

ANEXO 2.

GUÍA DE OBSERVACION

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL.
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA E INGENIERA.
SEMINARIO DE GRADUACIÓN.

GUIA DE OBSERVACIÓN

OBJETIVO: RECABAR INFORMACIÓN A TRAVÉS DE LA OBSERVACIÓN FÍSICA Y PERSONAL DE LOS FENÓMENOS RELACIONADOS AL TEMA DE ESTUDIO.

FECHA: _____.

LUGAR: _____.

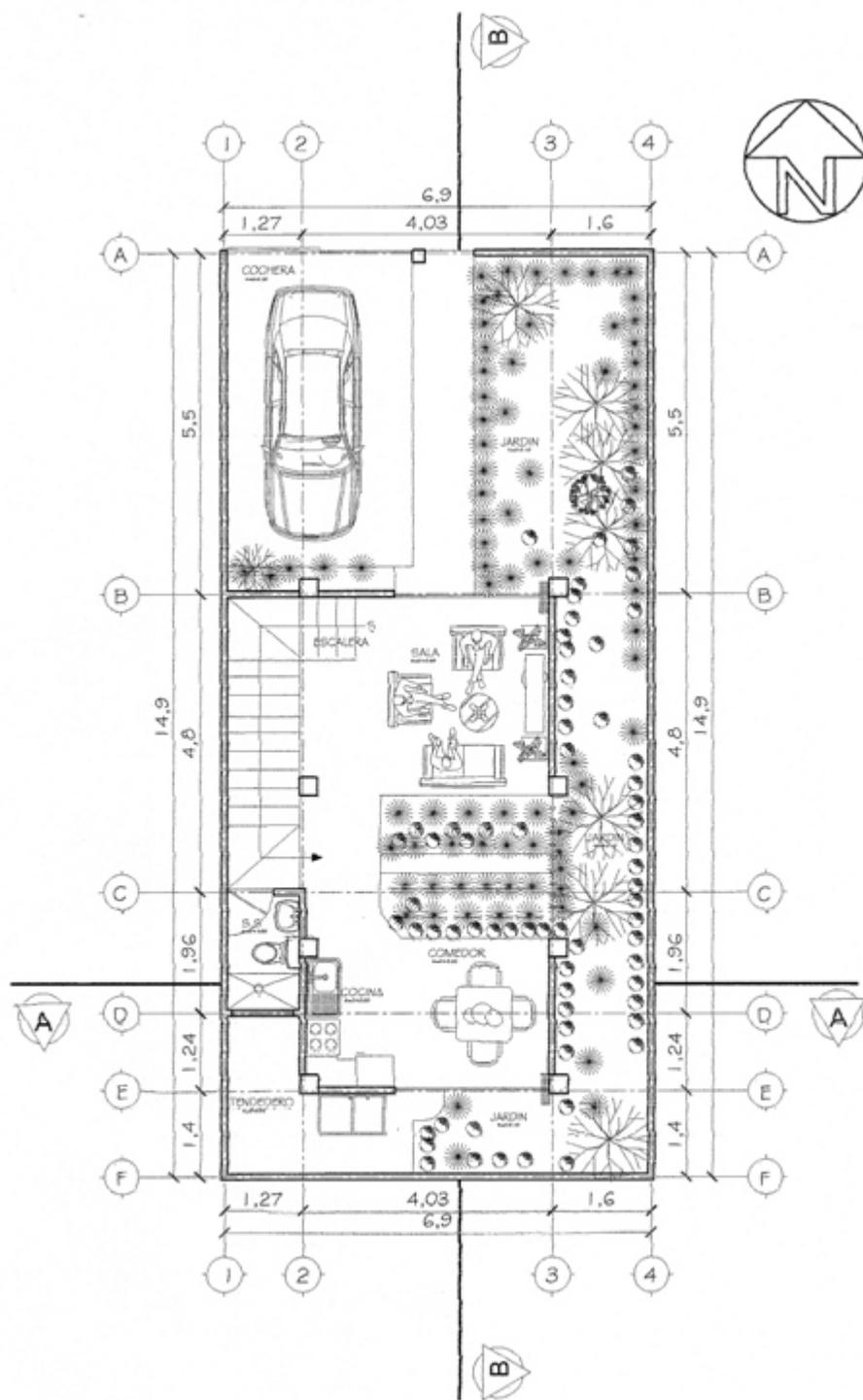
INDICACIONES:

OBSERVAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

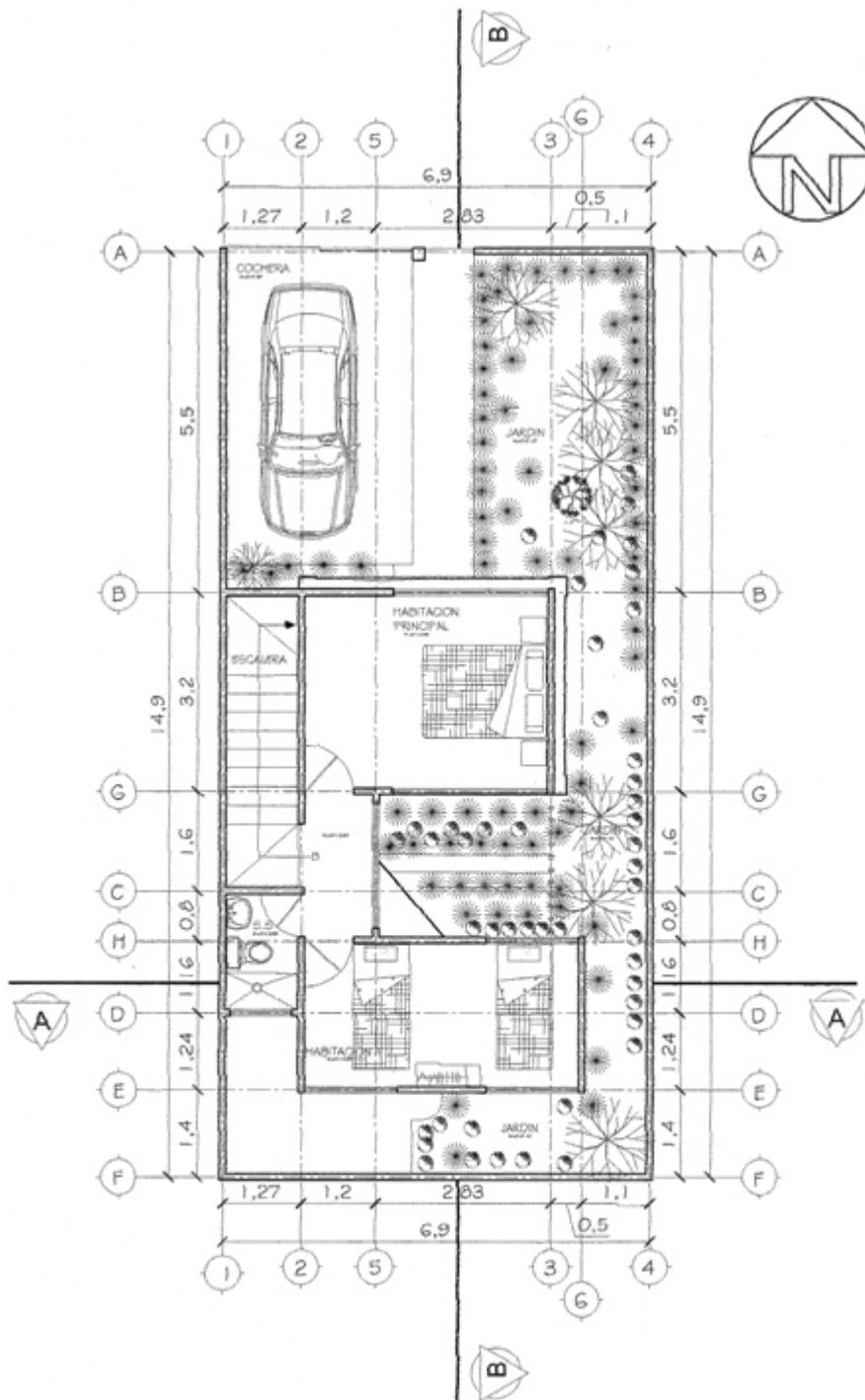
- 1) DETERMINAR EL TIPO DE MATERIALES DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS:

- 2) VERIFICAR LAS UBICACIONES DE LAS VIVIENDAS:

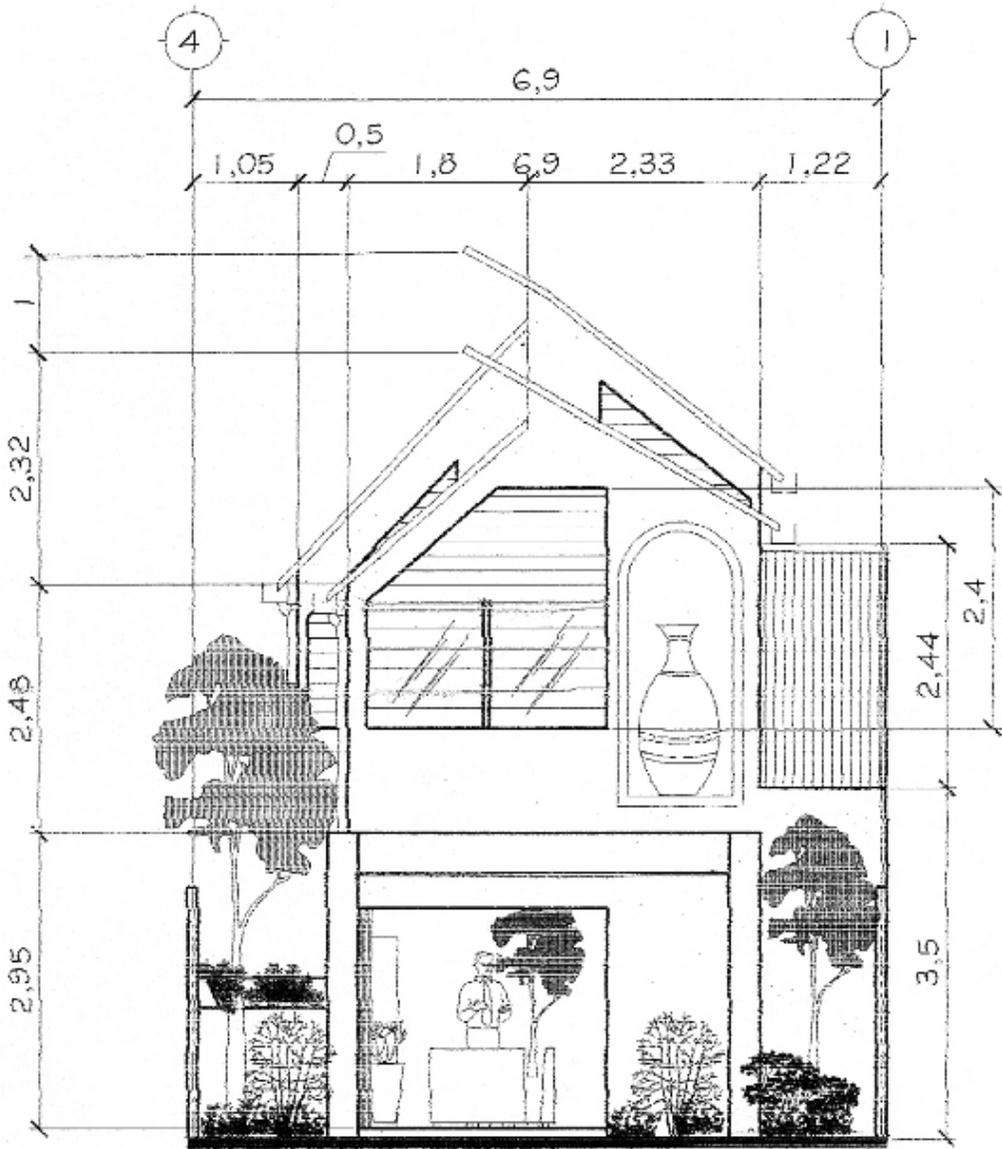
**VIVIENDA
BIOCLIMATICA
ORIENTACION:
NORTE-SUR**



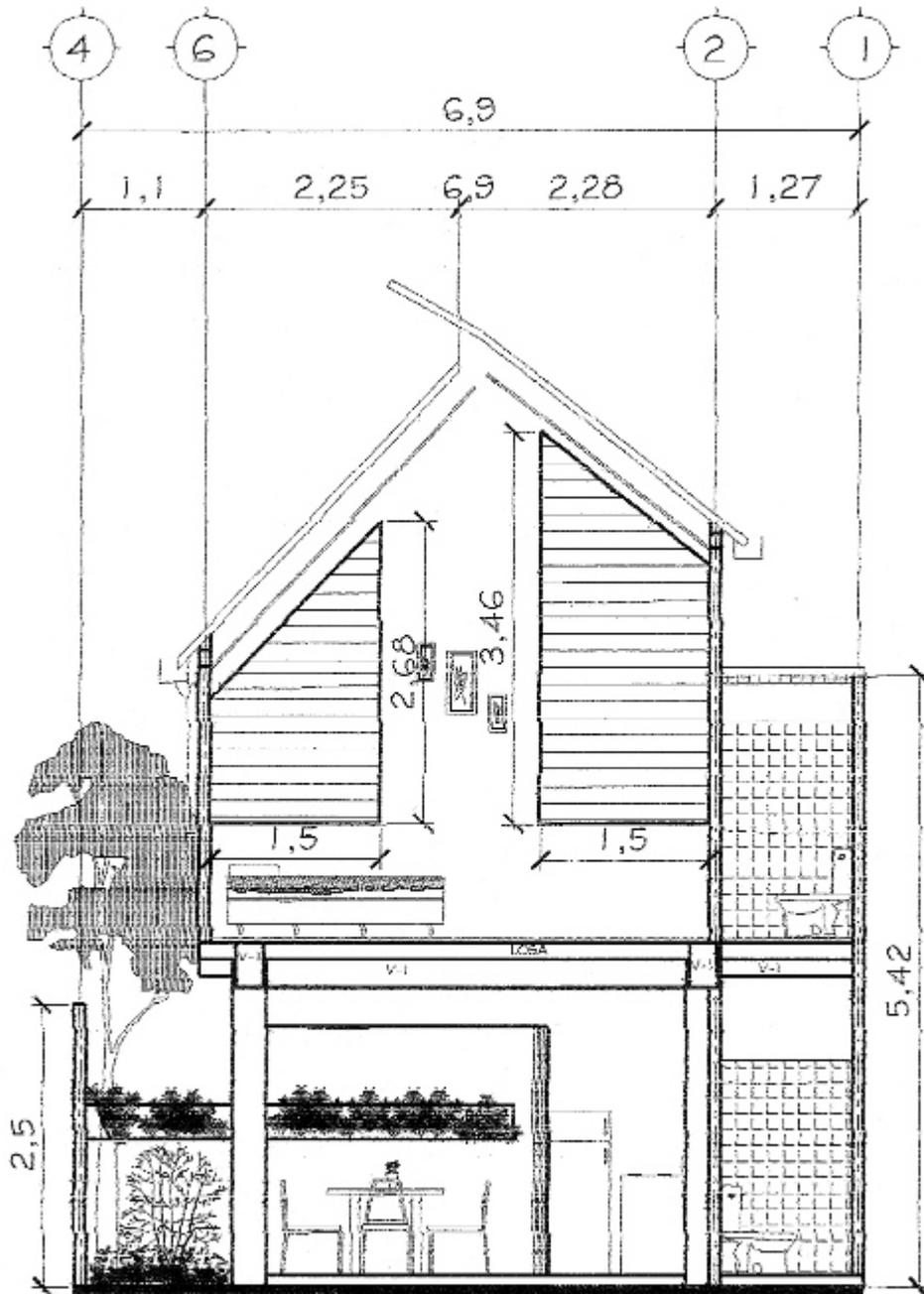
PLANTA ARQUITECTONICA
PRIMER NIVEL
ESC. 1:100



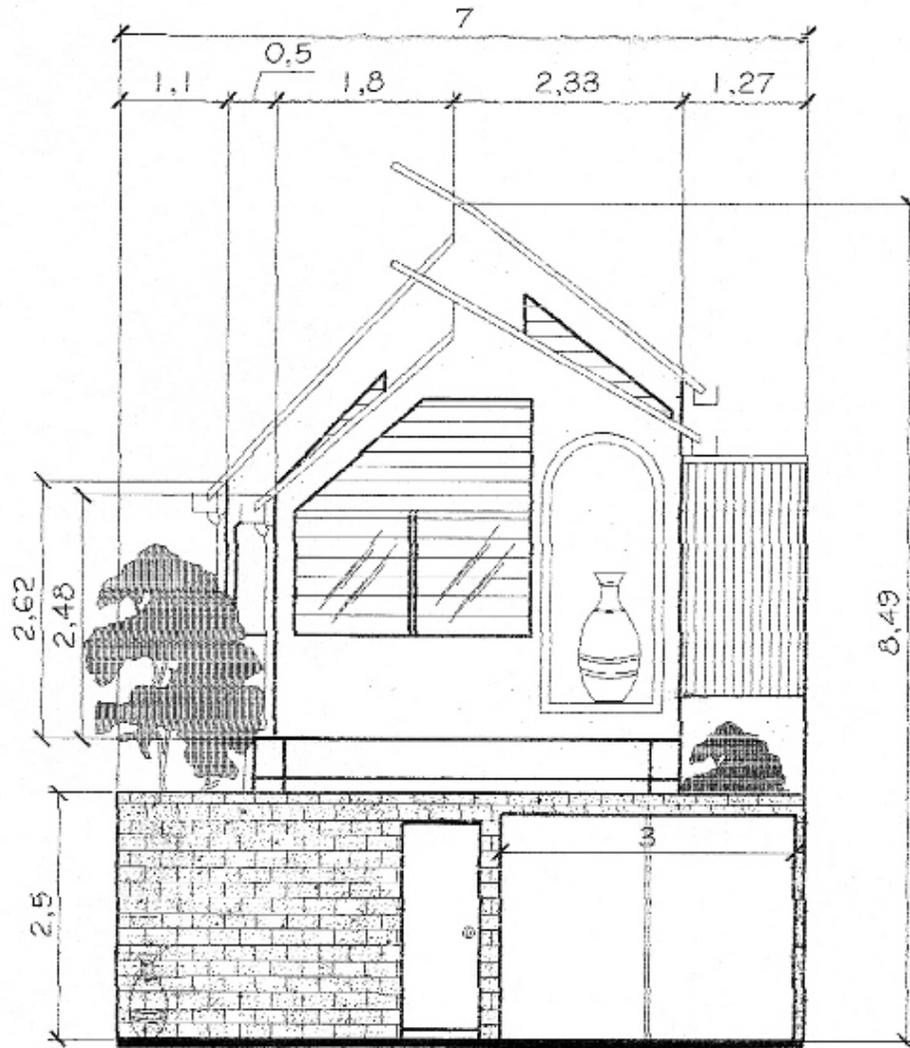
PLANTA ARQUITECTONICA
 SEGUNDO NIVEL
 ESC. 1:100



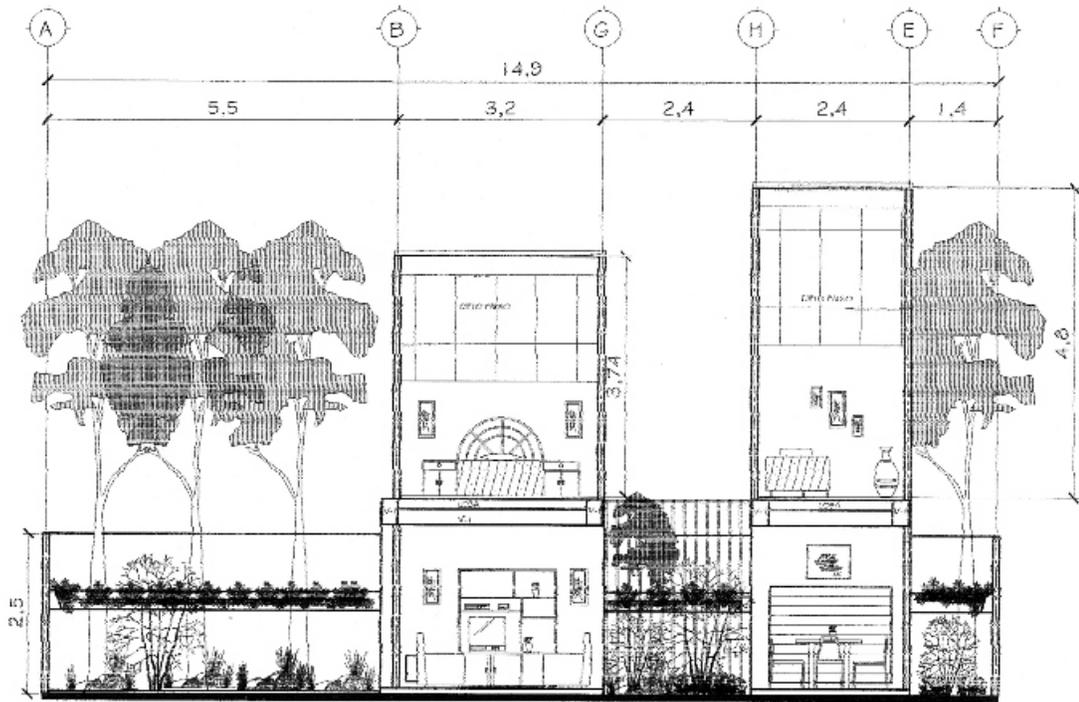
ELEVACION NORTE
ESC. 1:100



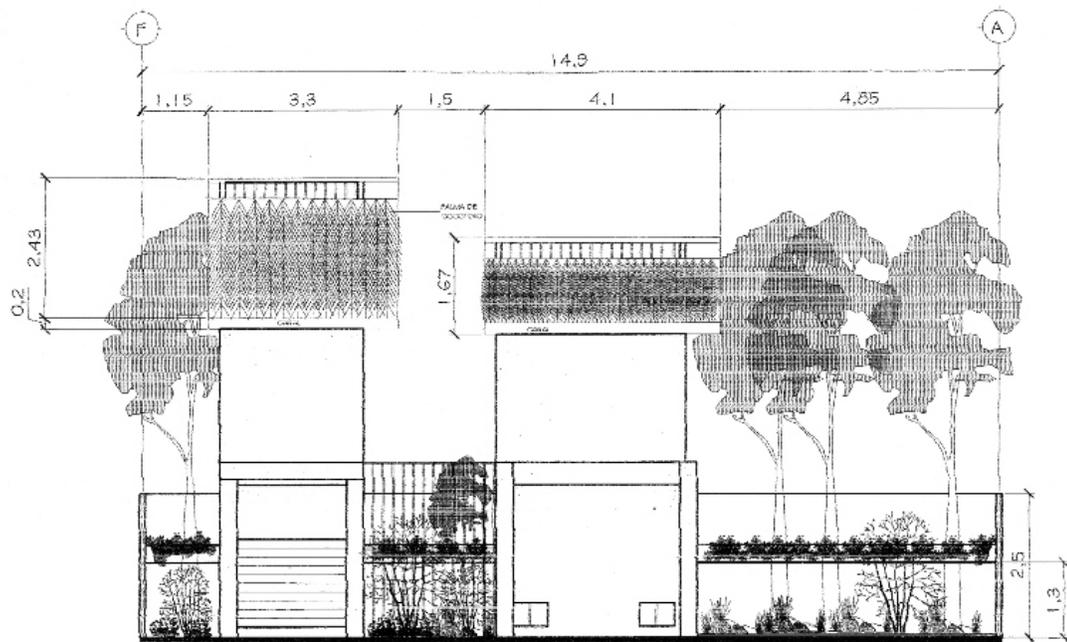
 **SECCION A-A**
ESC. 1:100



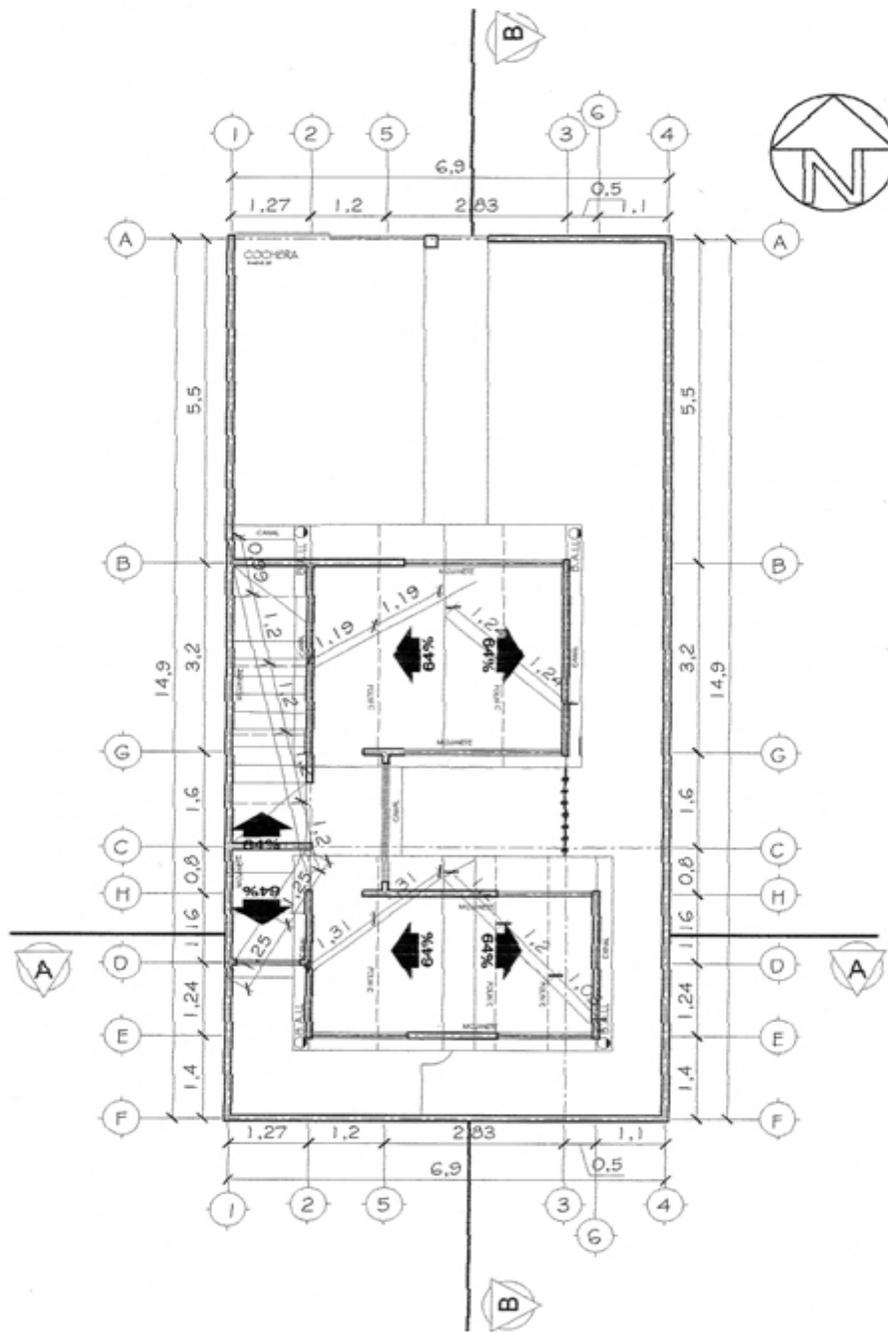
**FACHADA PRINCIPAL
DETALLE DE MURO
ESC. 1:100**



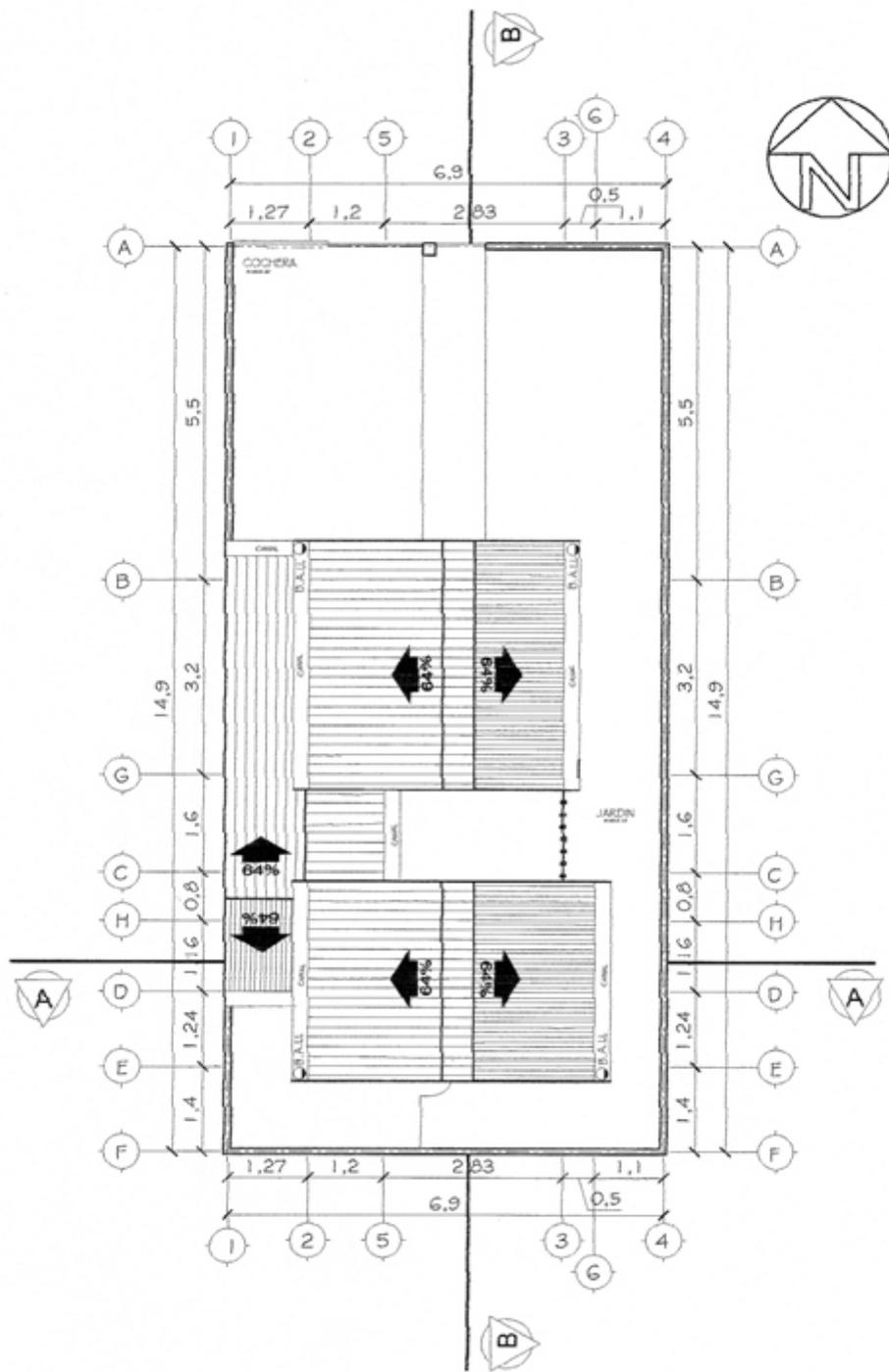
SECCION B-B
ESC. 1:100



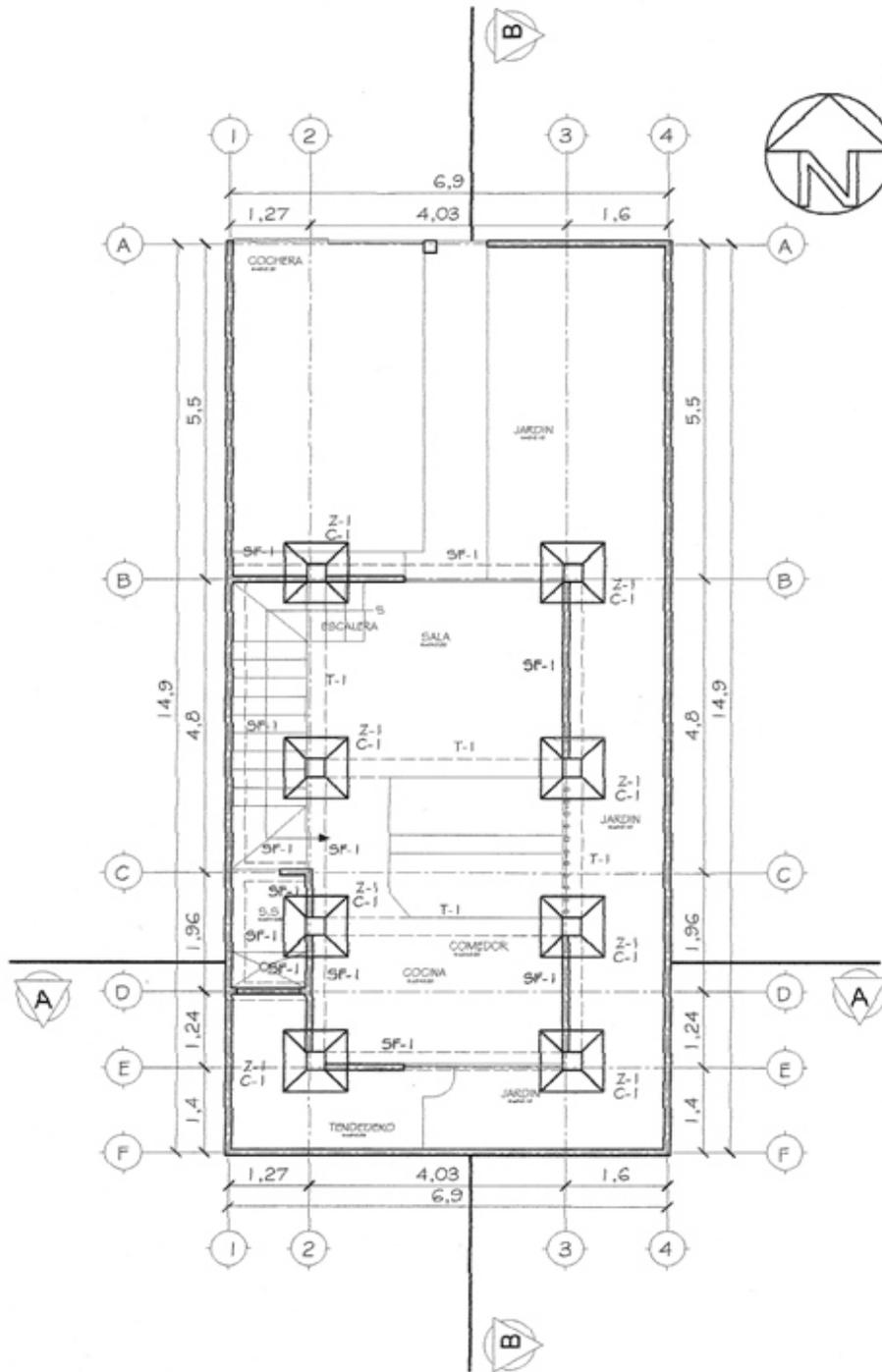
 **ELEVACION ESTE**
ESC. 1:100



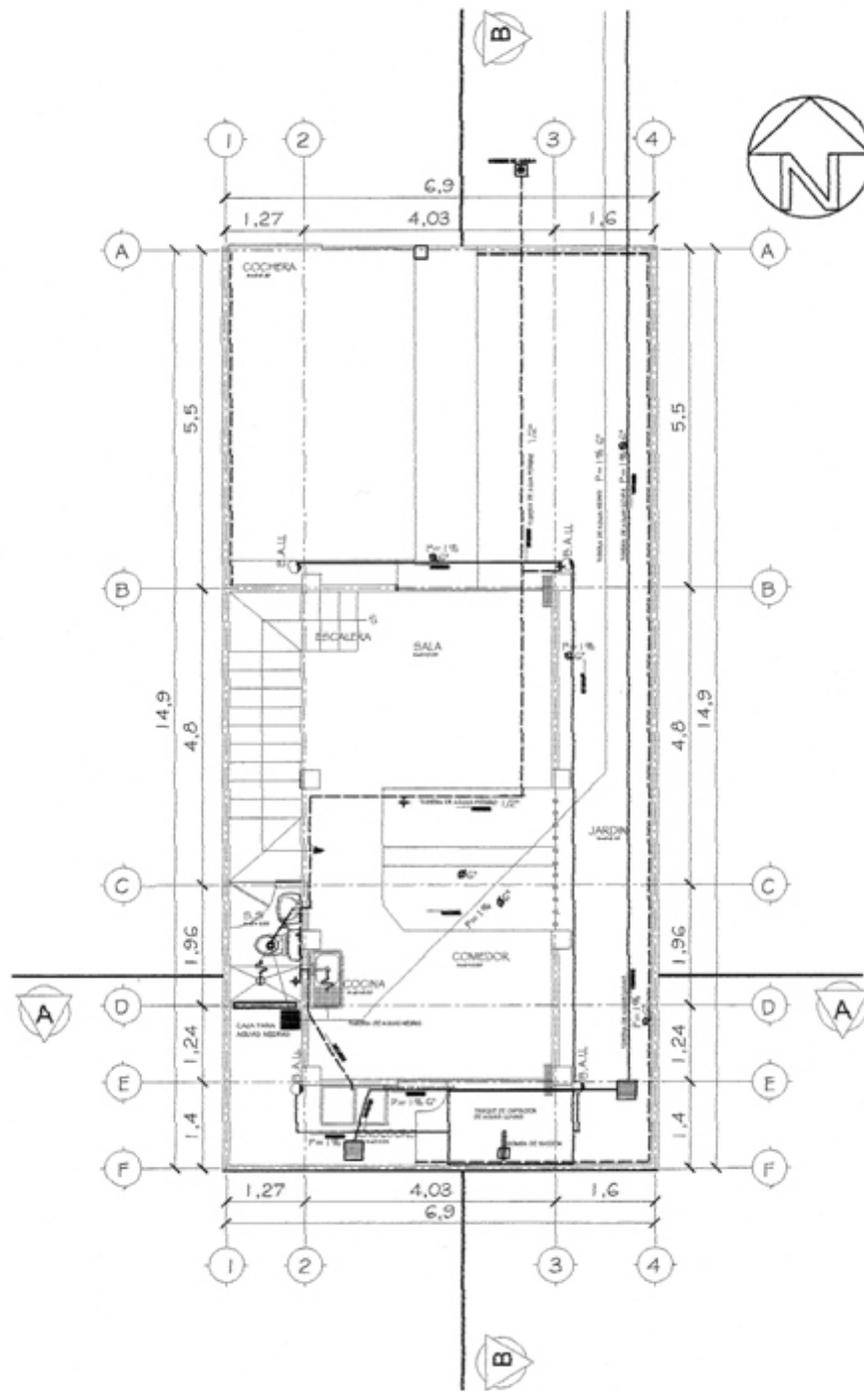
PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHO
 ESC. 1:100



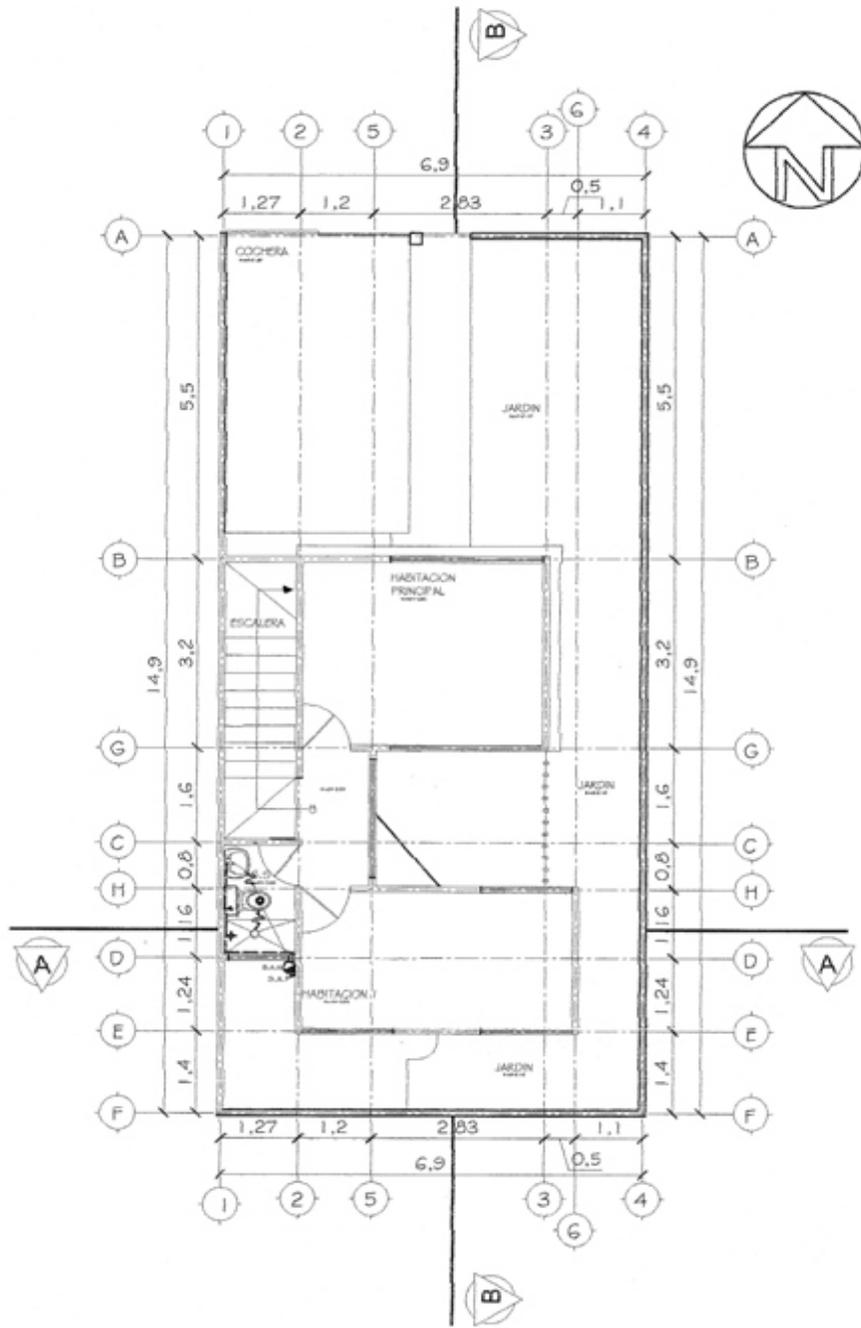
PLANTA DE TECHOS
 ESC. 1:100



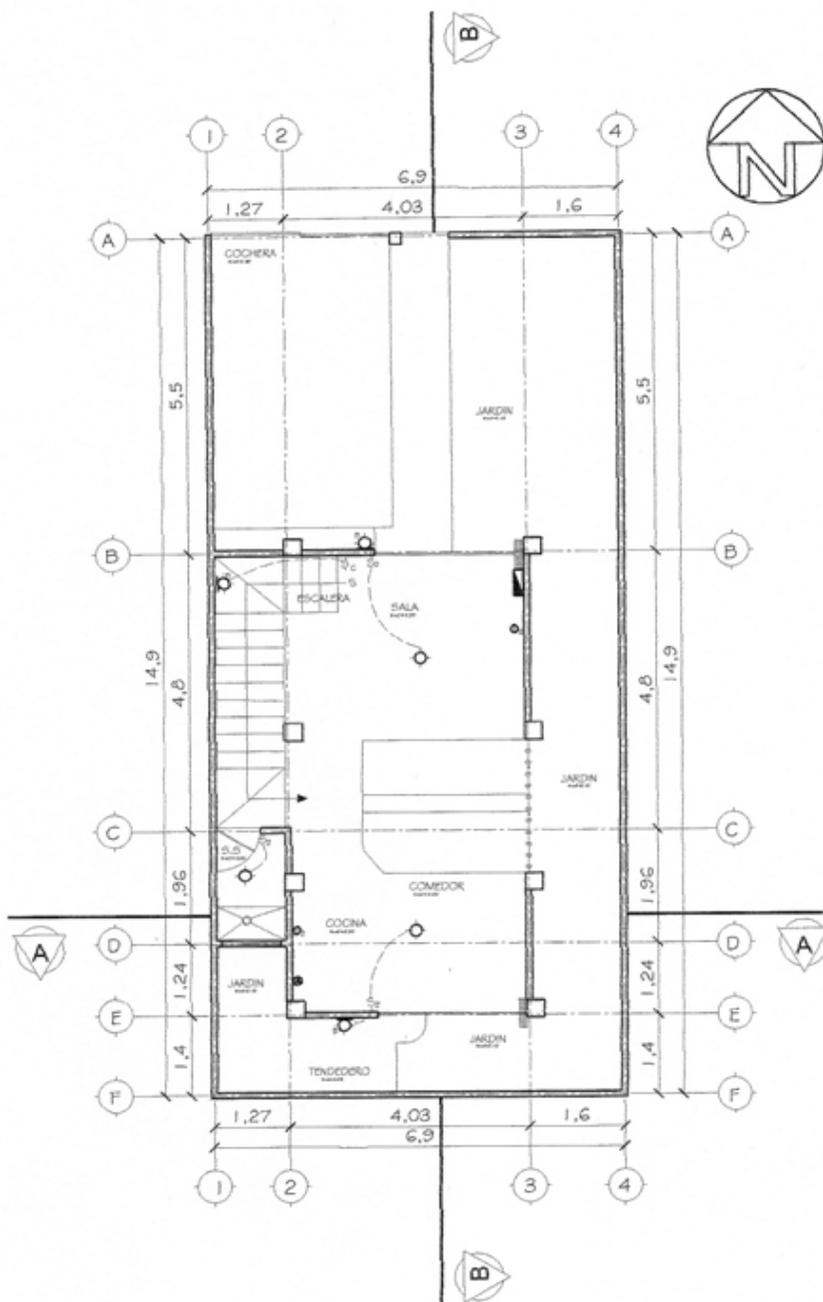
PLANTA DE FUNDACIONES
 ESC. 1:100



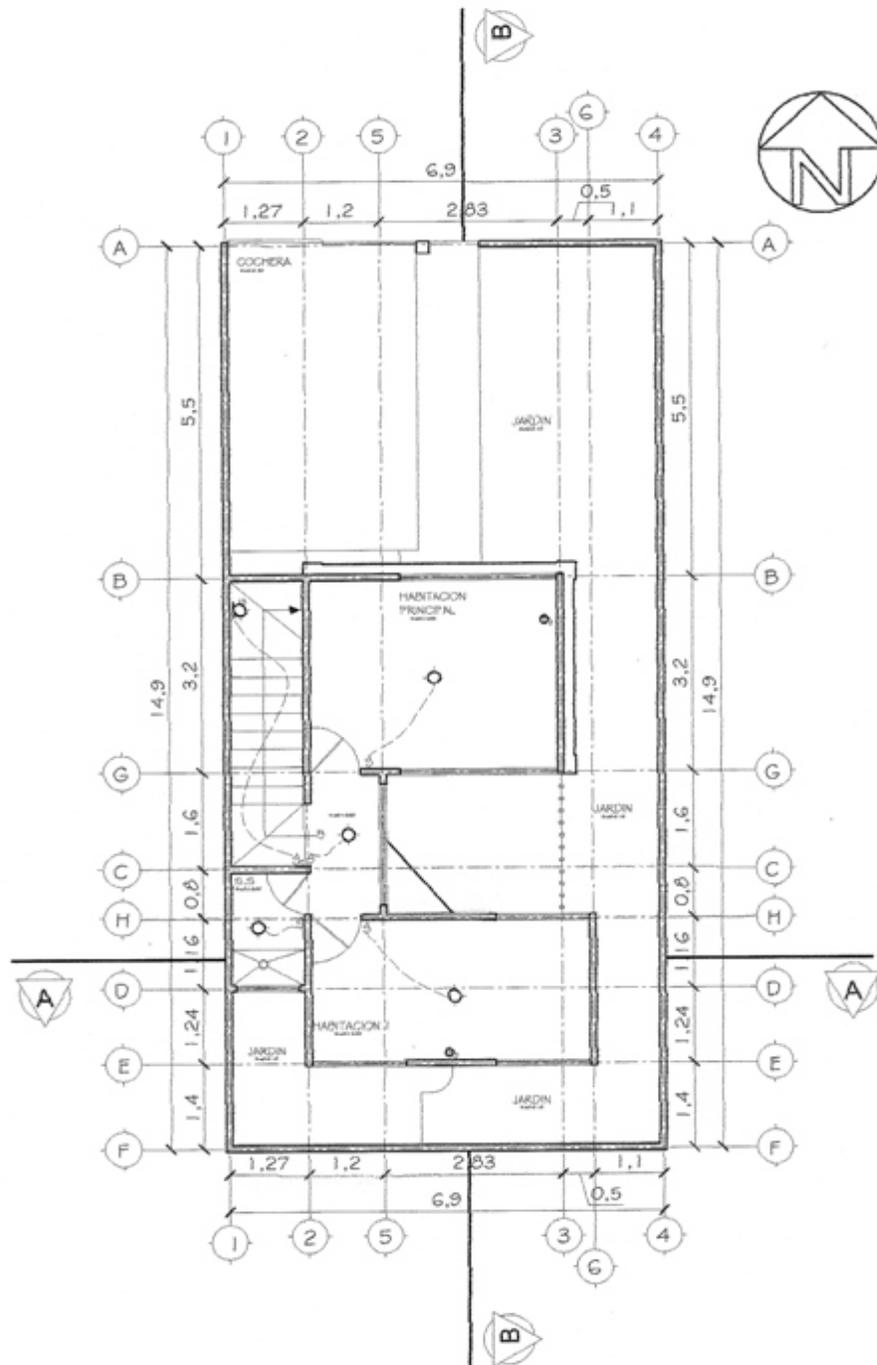
PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS
PRIMER NIVEL
ESC. 1:100



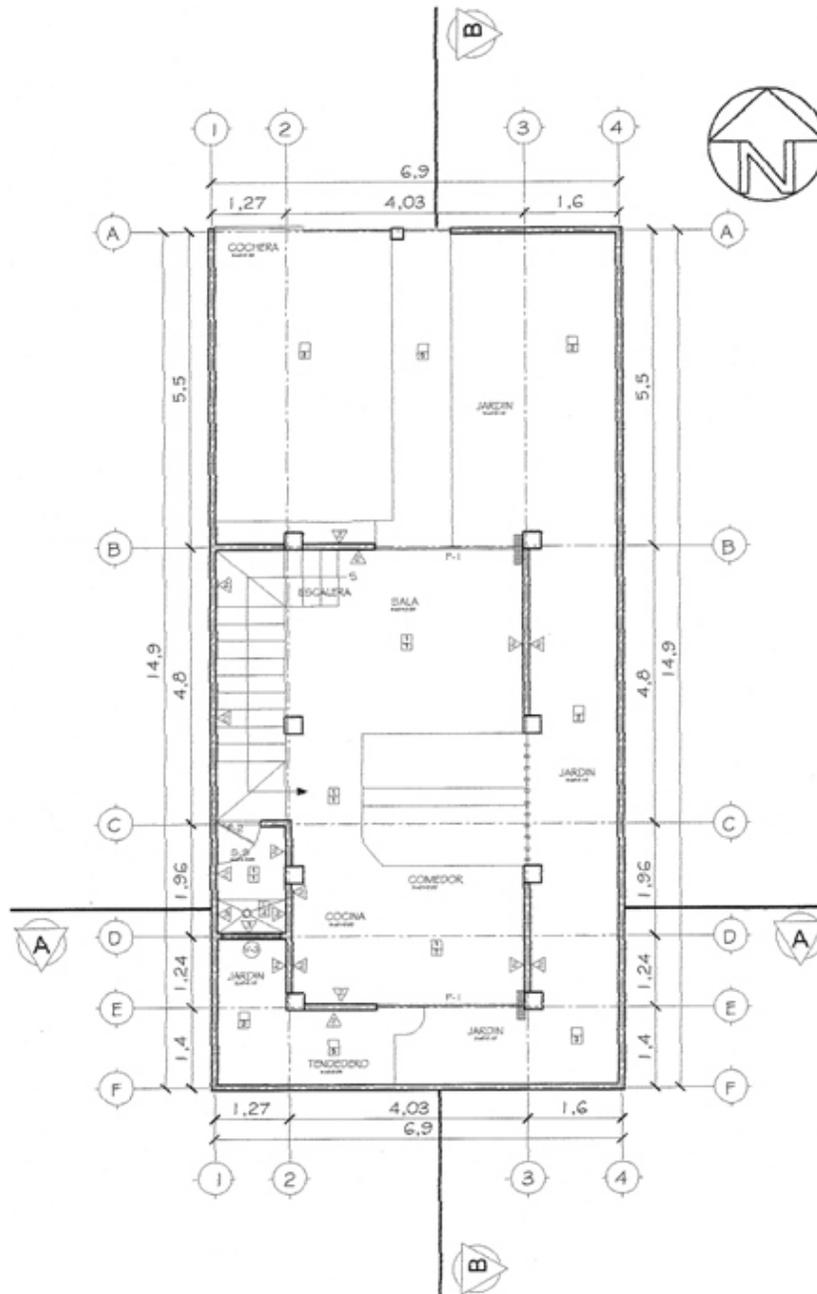
PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS
 SEGUNDO NIVEL
 ESC. 1:100



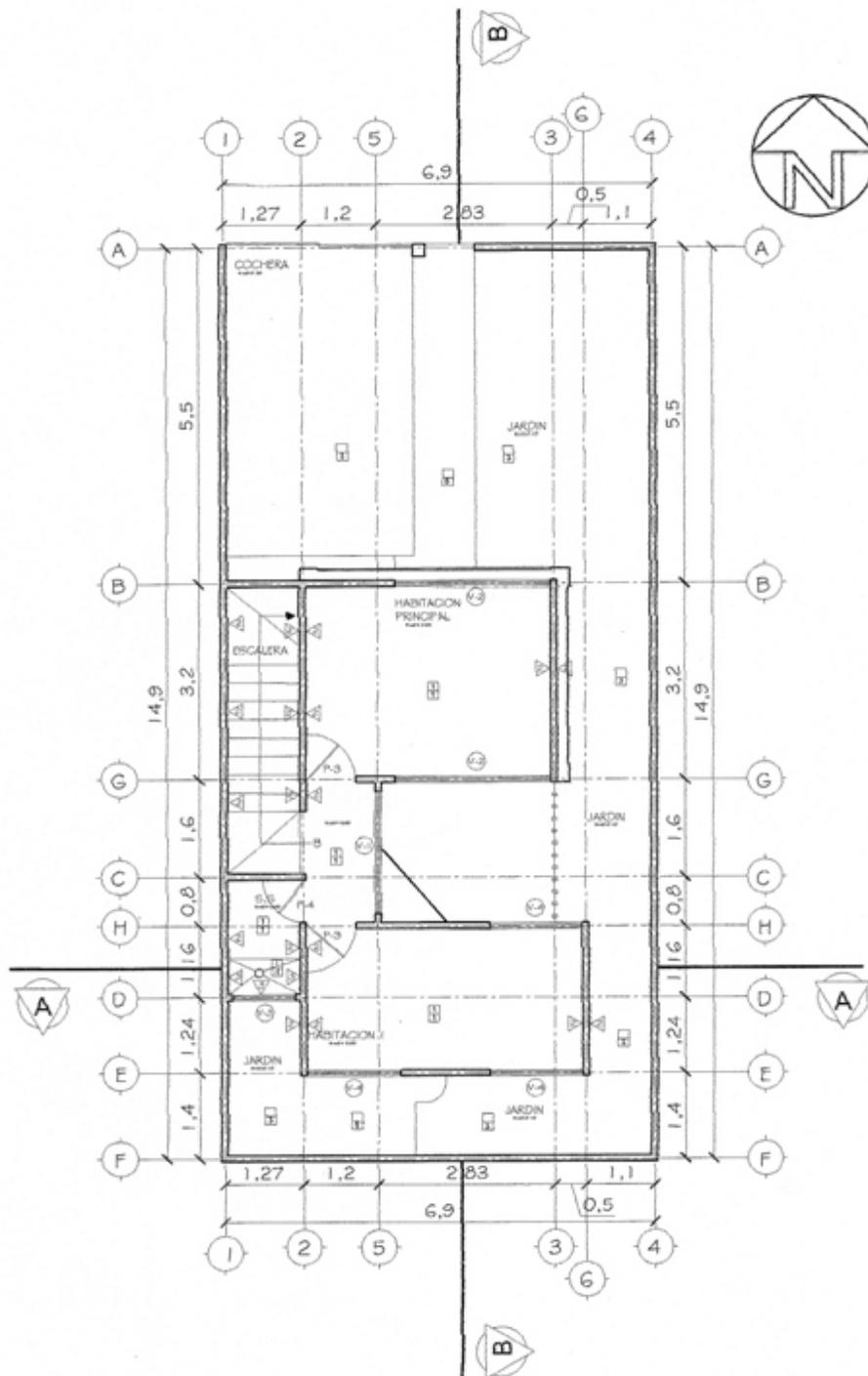
PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS
PRIMER NIVEL
ESC. 1:100



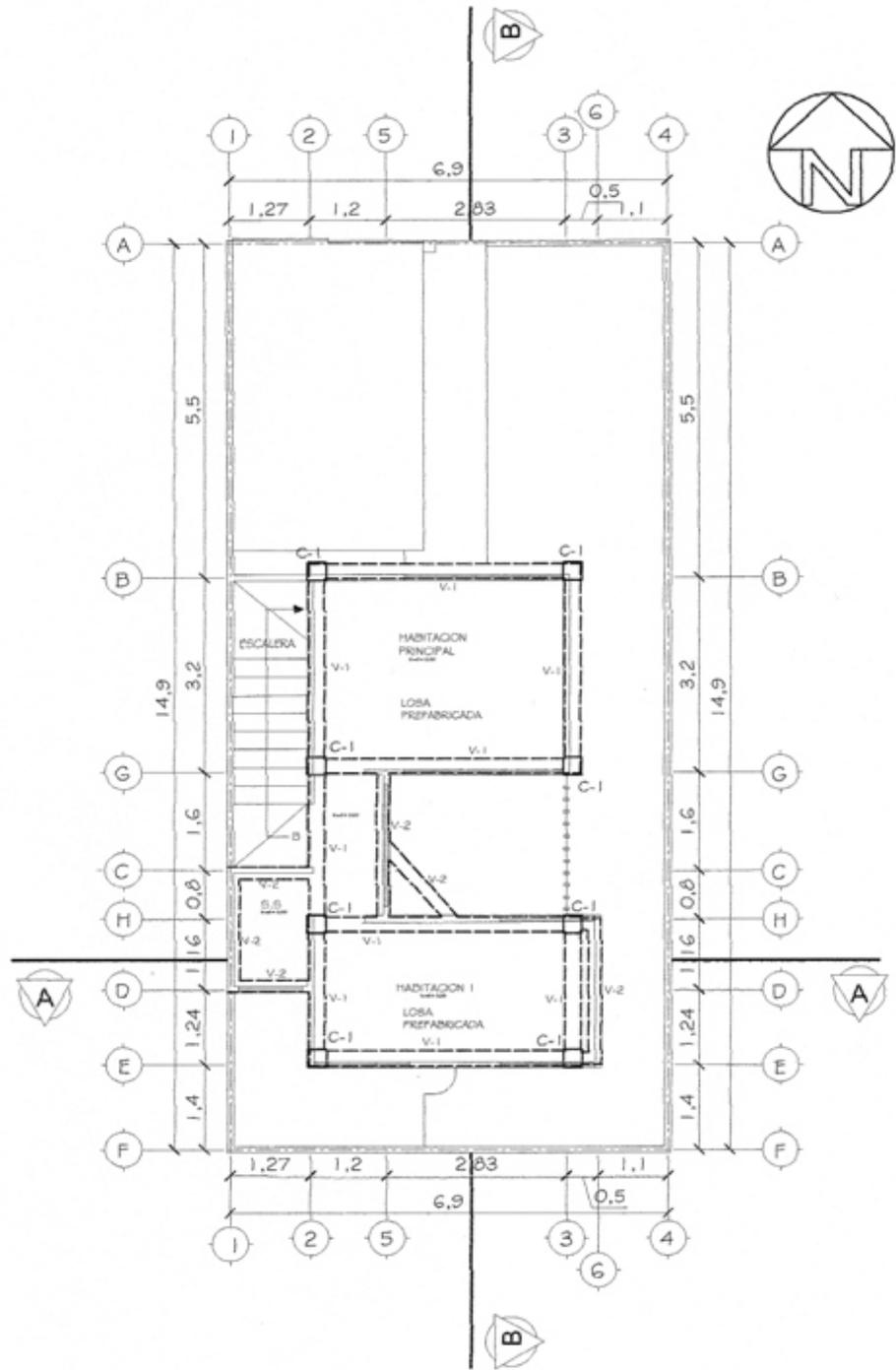
PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS
 SEGUNDO NIVEL
 ESC. 1:100



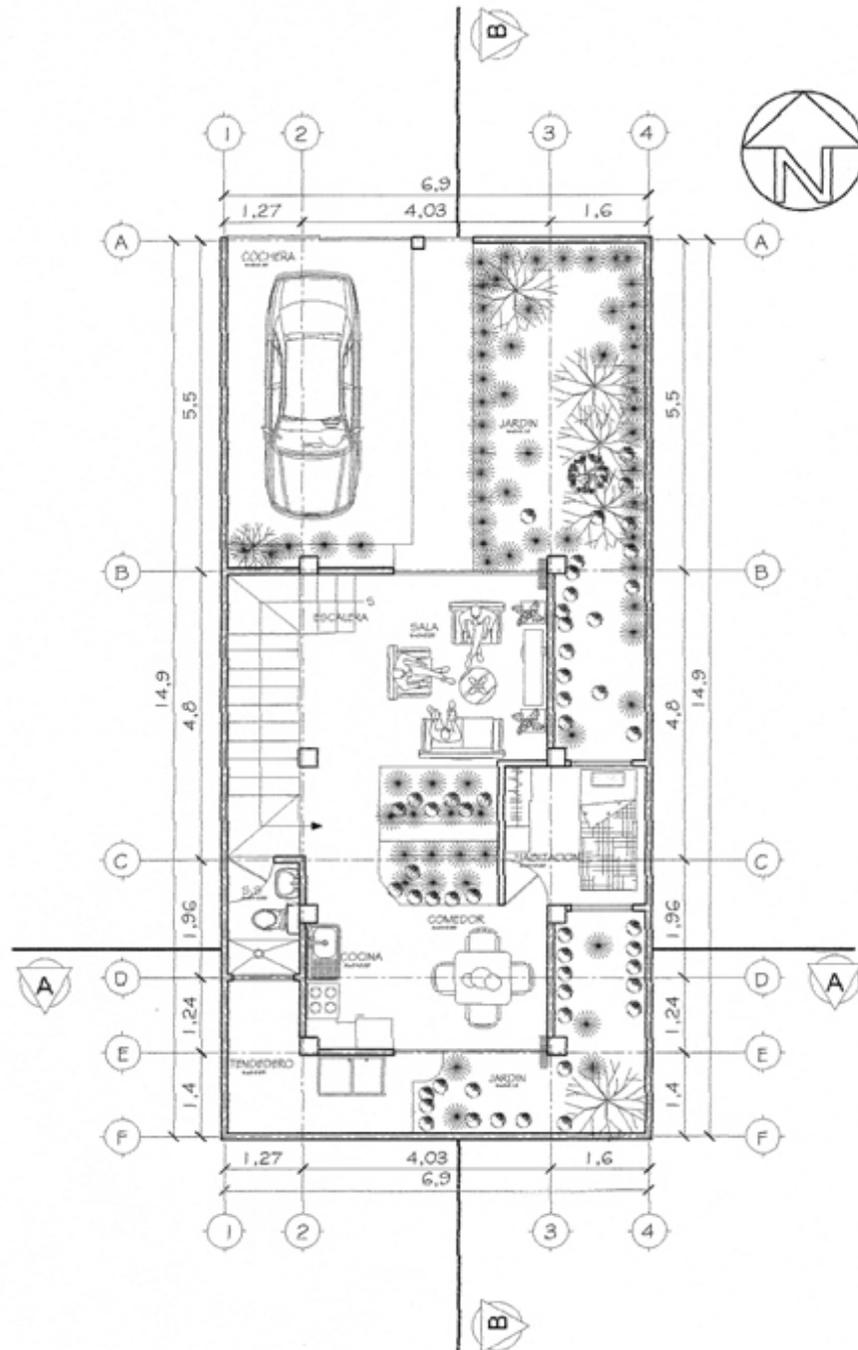
PLANTA DE ACABADOS
PRIMER NIVEL
ESC. 1:100



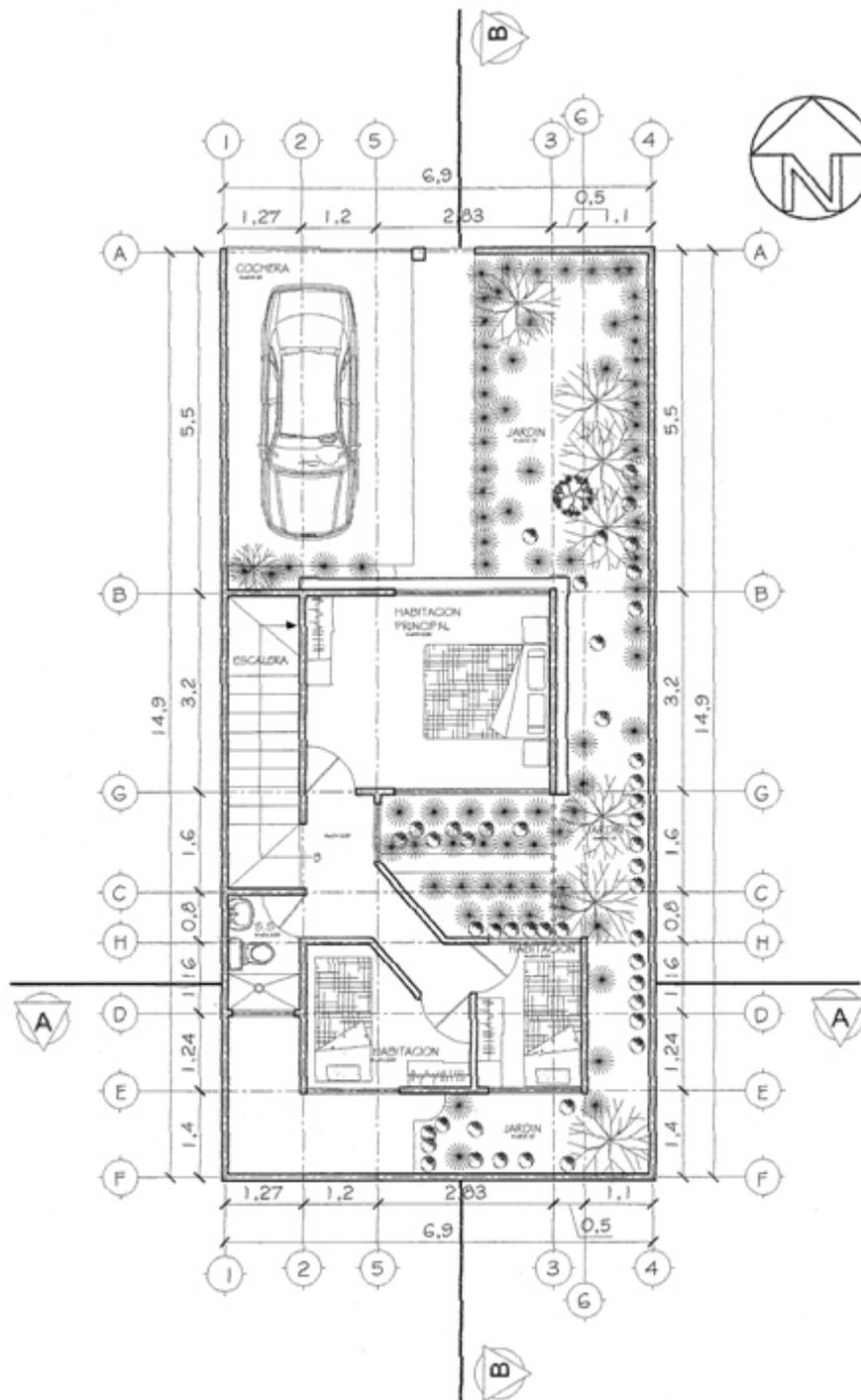
PLANTA DE ACABADOS
SEGUNDO NIVEL
ESC. 1:100



PLANTA DE ENTREPISO
 ESC. 1:100

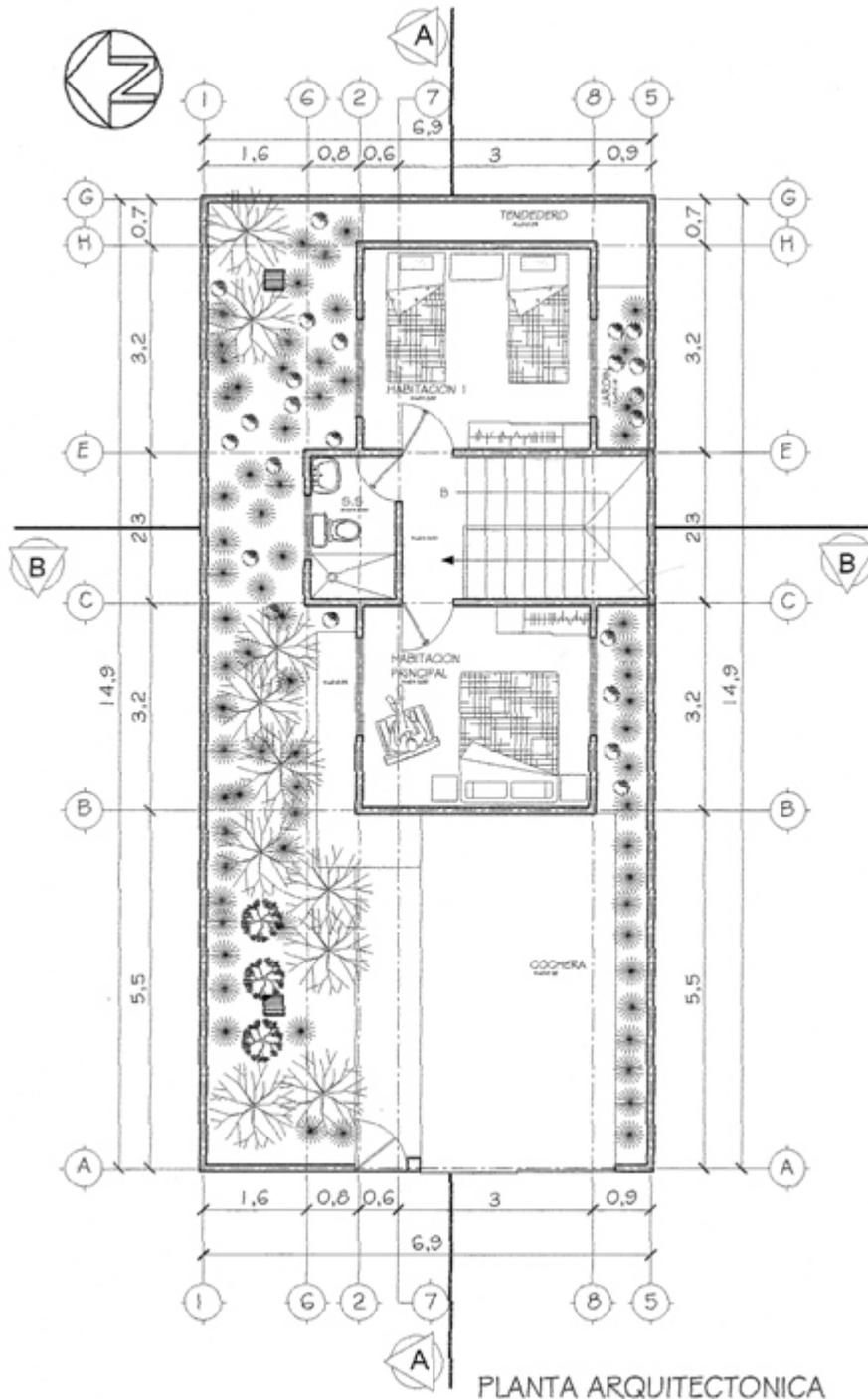


PLANTA ARQUITECTONICA (PROYECCION DE HABITACIONES)
PRIMER NIVEL
ESC. 1:100

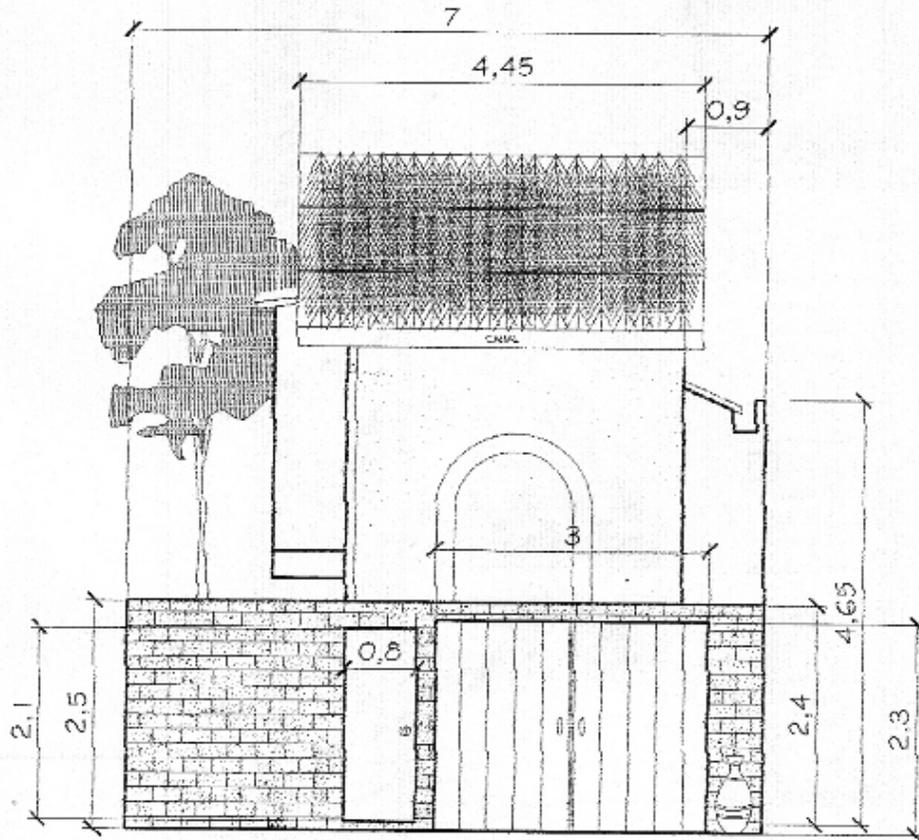


PLANTA ARQUITECTONICA (PROYECCION DE
 HABITACIONES)
 SEGUNDO NIVEL
 ESC. 1:100

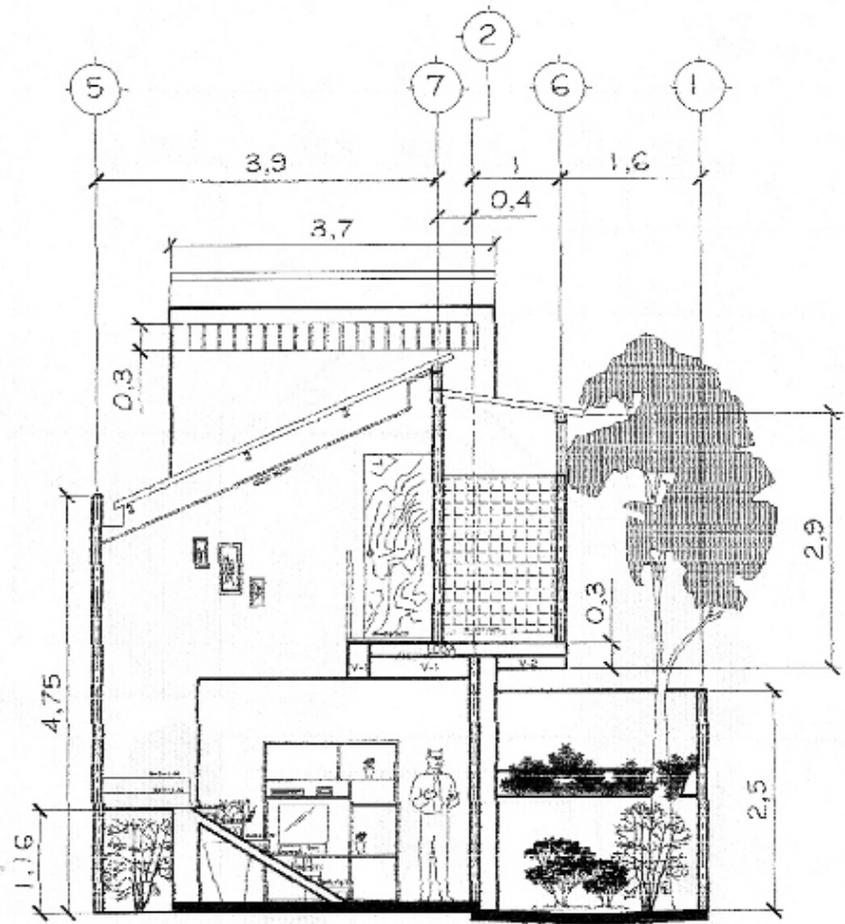
**VIVIENDA
BIOCLIMATICA
ORIENTACION:
OESTE-ESTE**



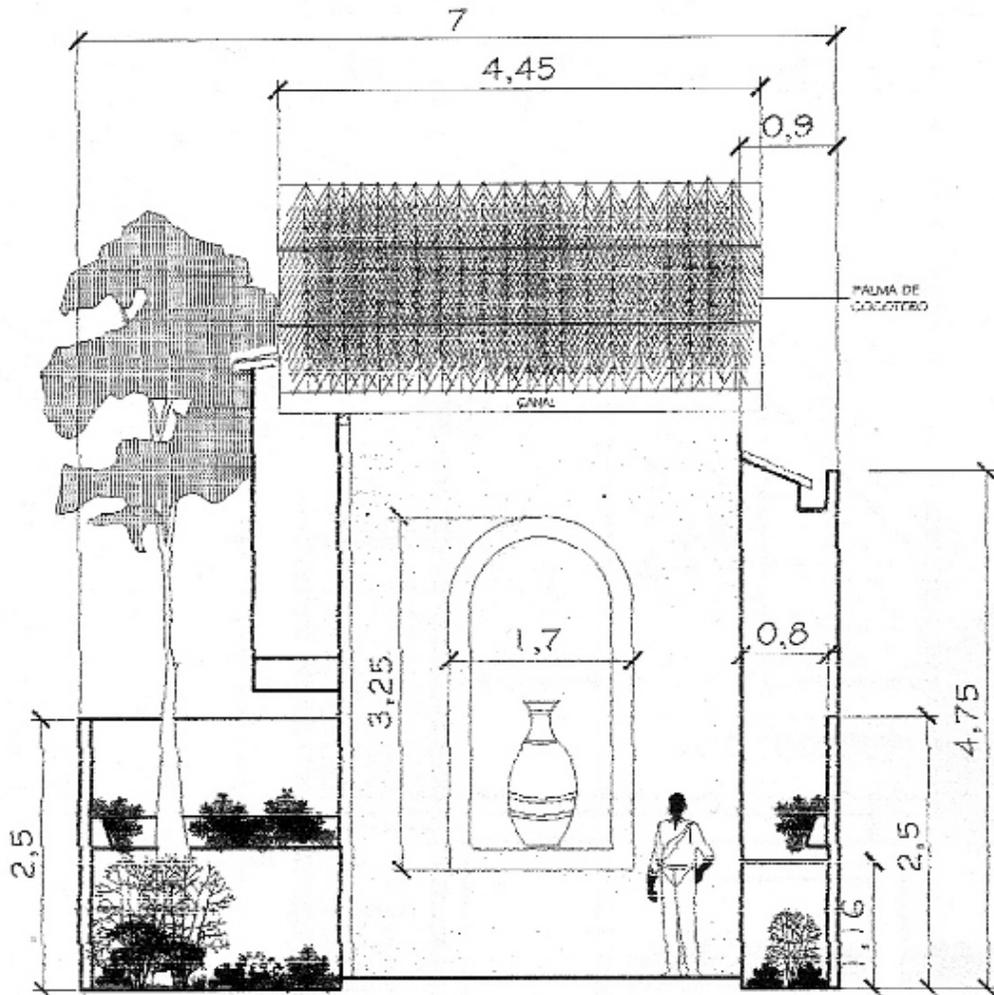
PLANTA ARQUITECTONICA
 SEGUNDO NIVEL
 ESC. 1:100



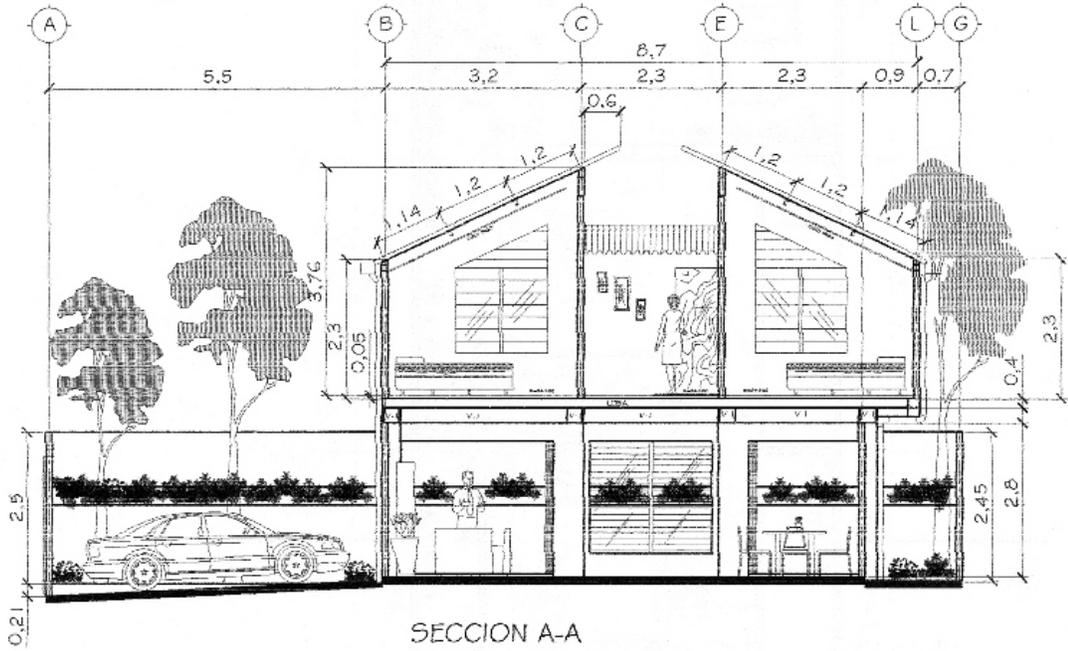
FACHADA EXTERIOR
DETALLE DE MURO
ESC: 1:100



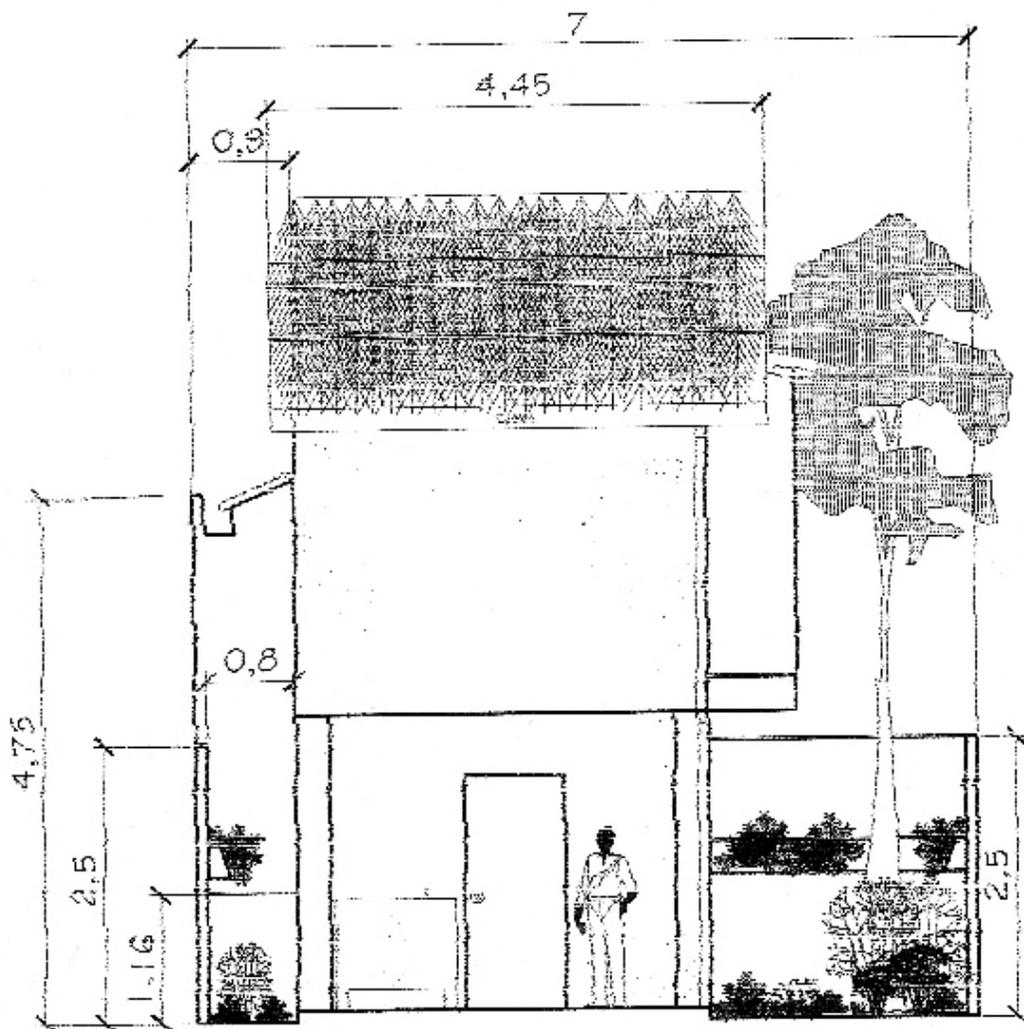
SECCION B-B
 ESC: 1:100



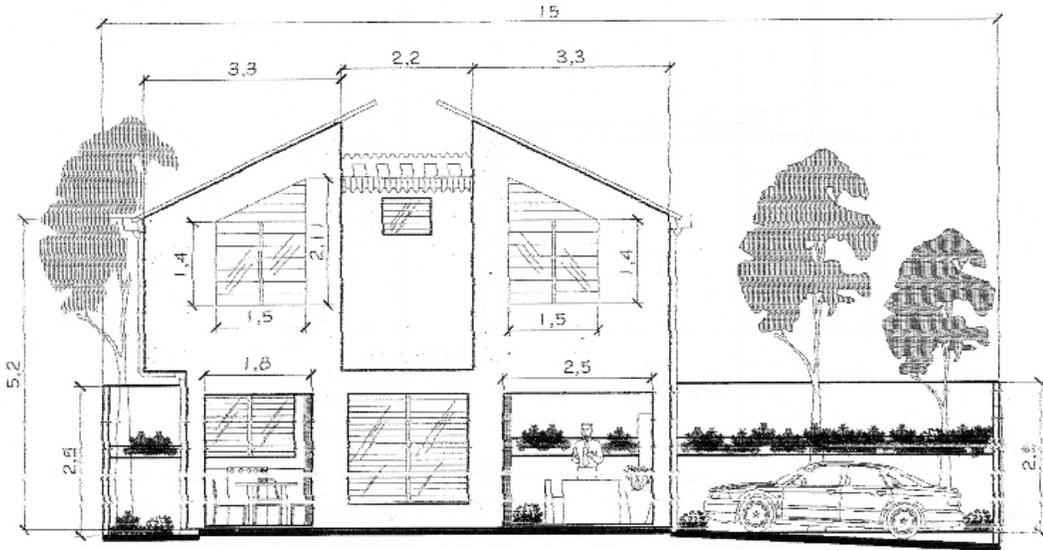
ELEVACION OESTE
 ESC: 1:100



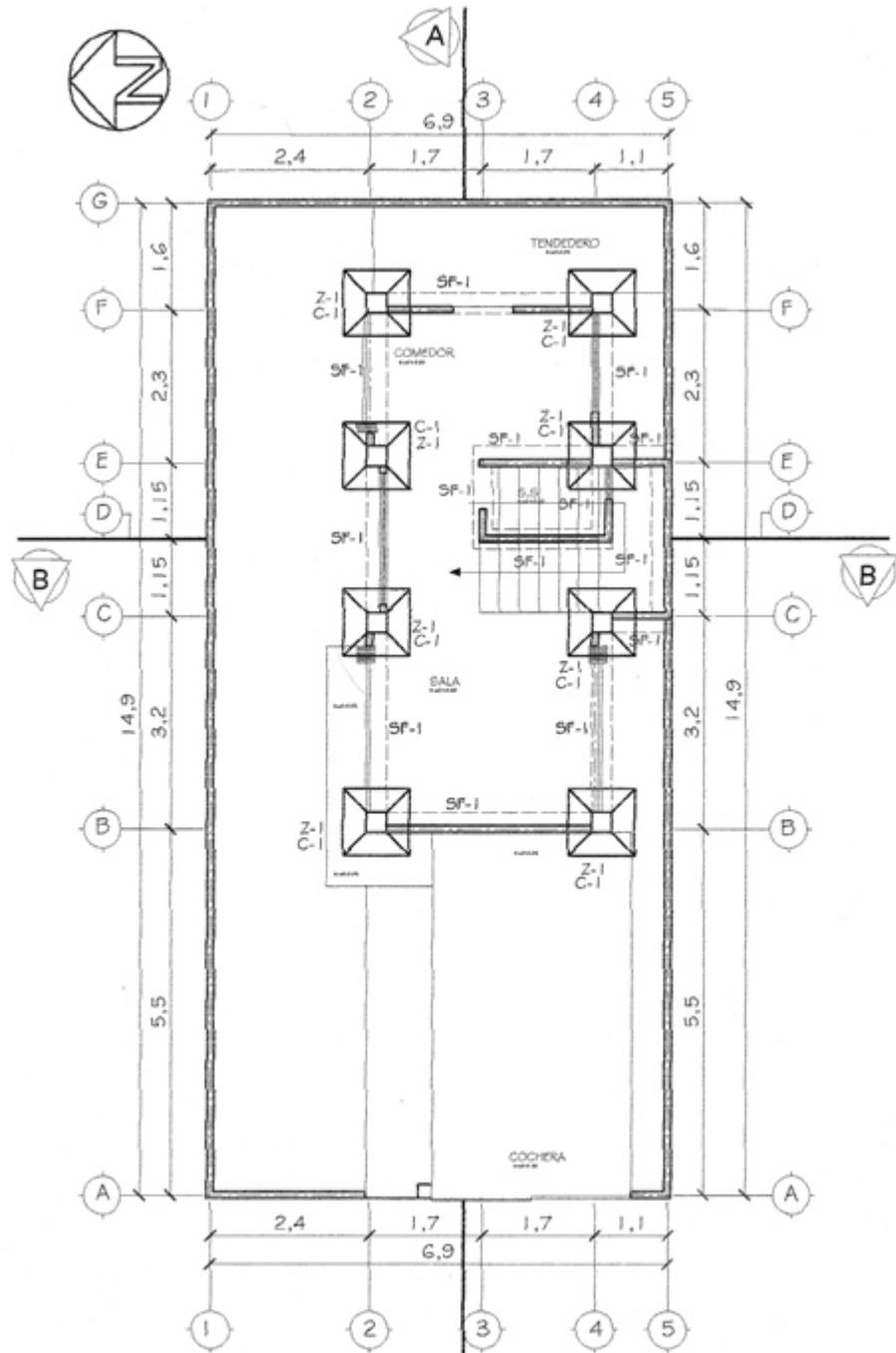
SECCION A-A
 ESC: 1:100



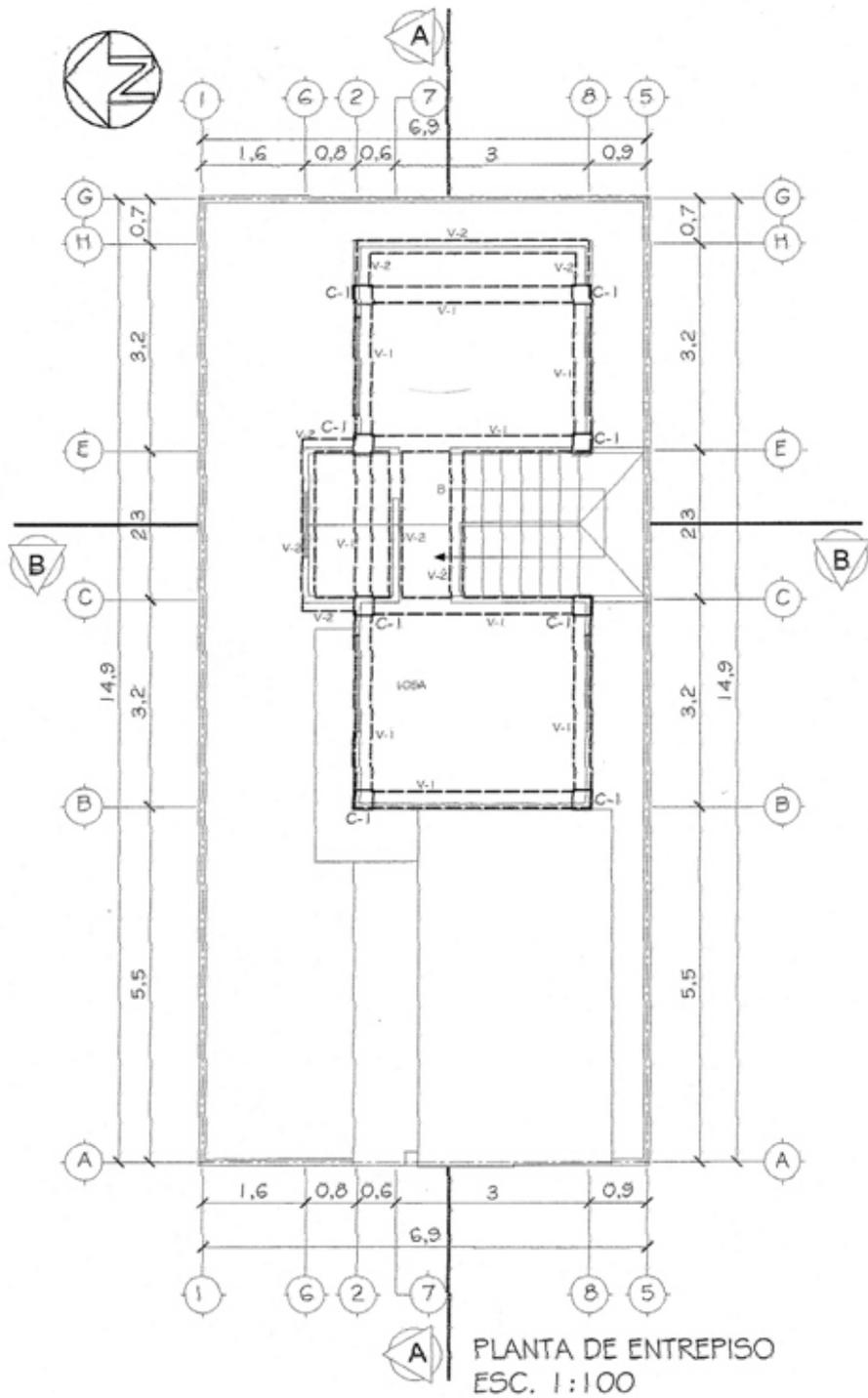
ELEVACION ESTE
ESC: 1:100

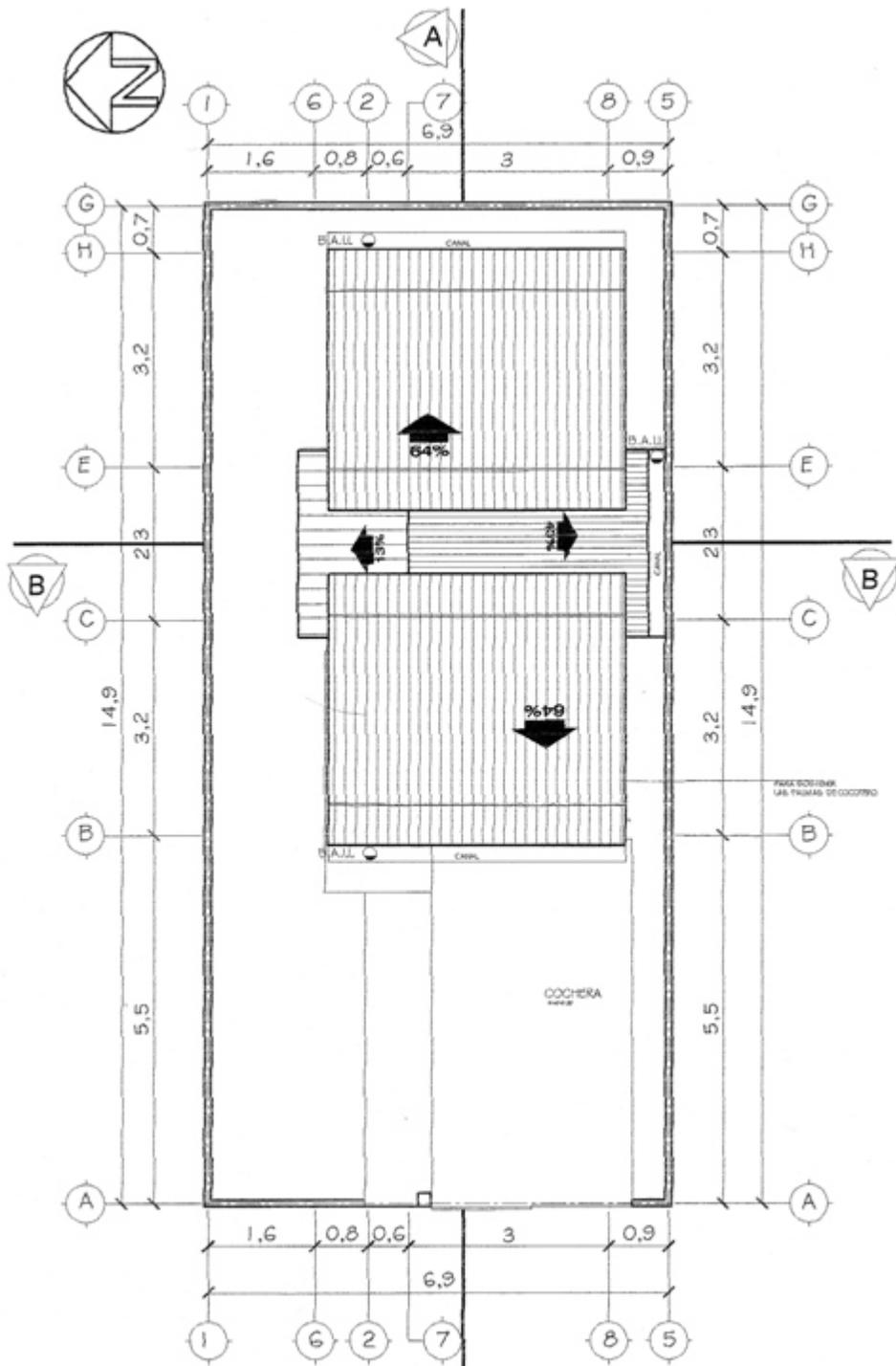


ELEVACION NORTE
ESC: 1:100

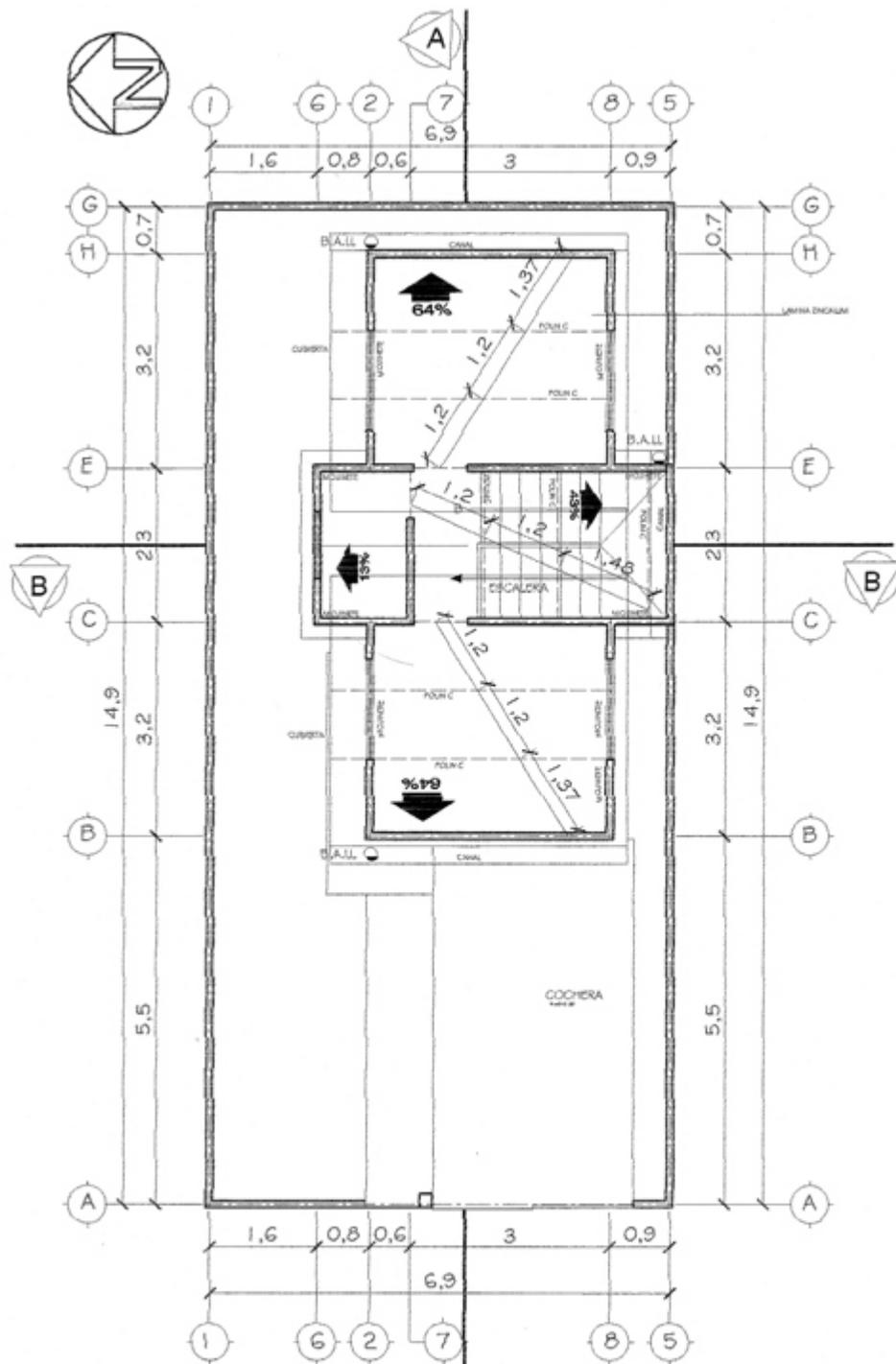


A PLANTA DE FUNDACIONES
ESC. 1:100

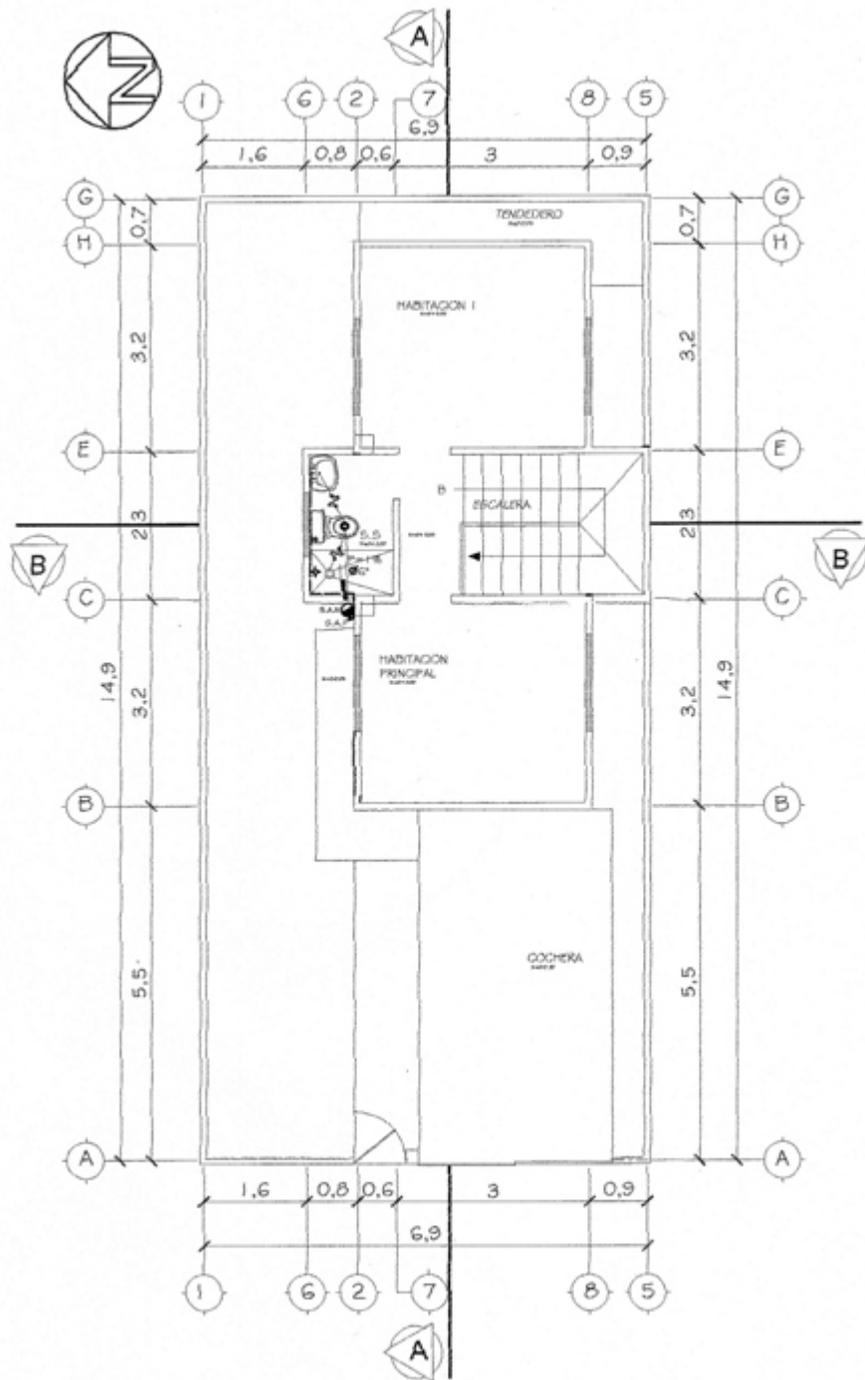




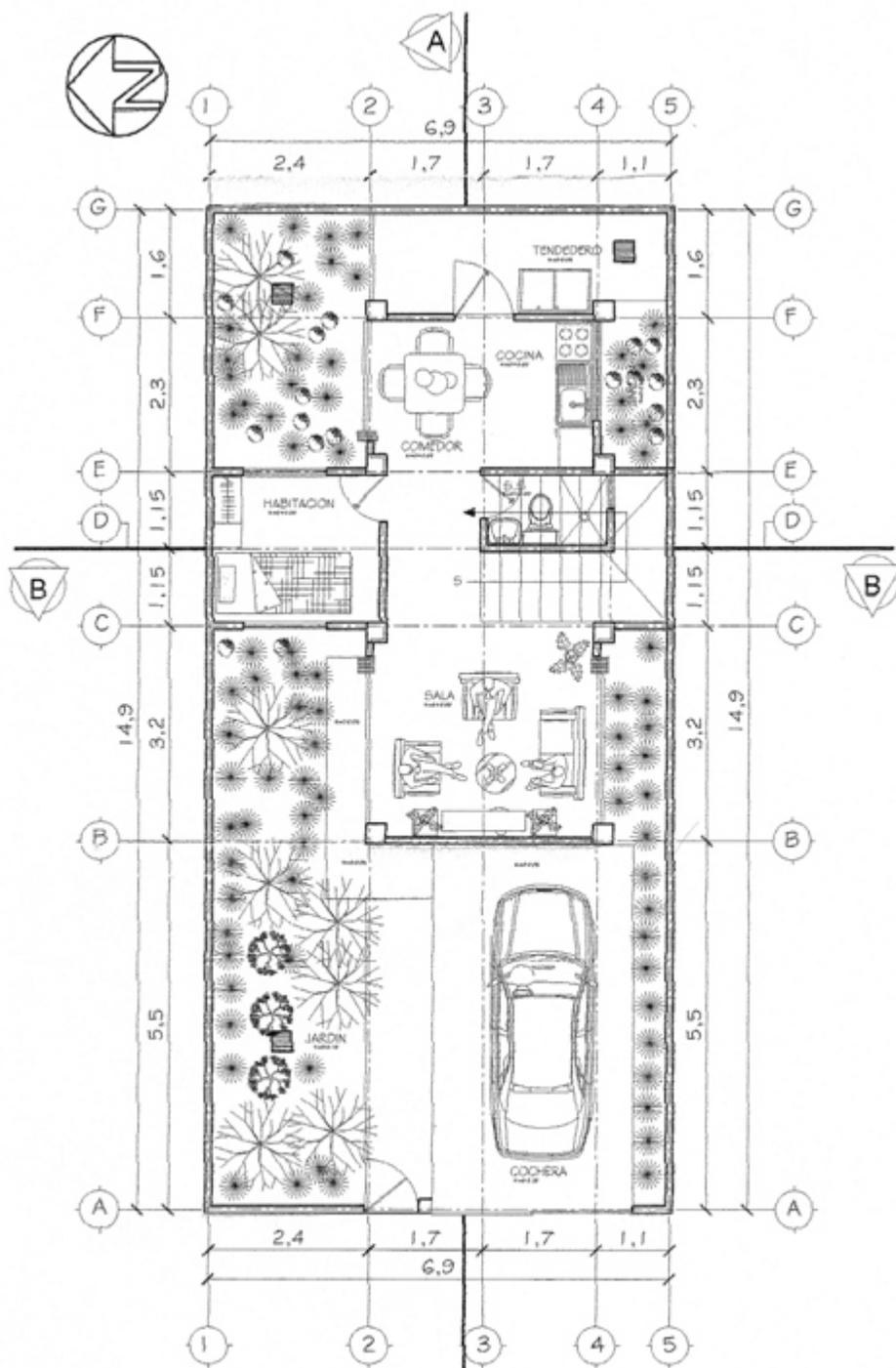
PLANTA DE TECHO
 ESC. 1:100



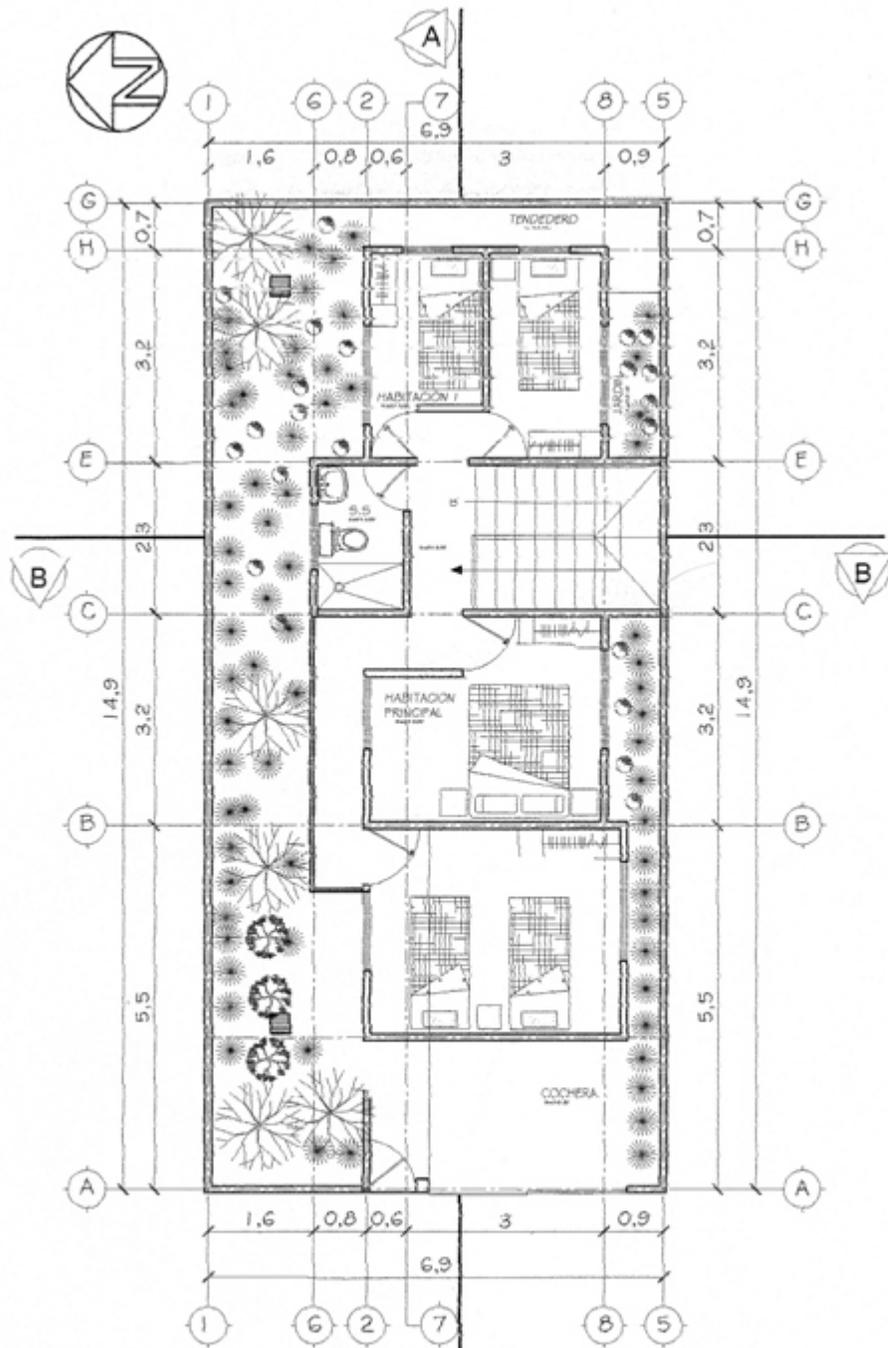
A PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHO
 ESC. 1:100



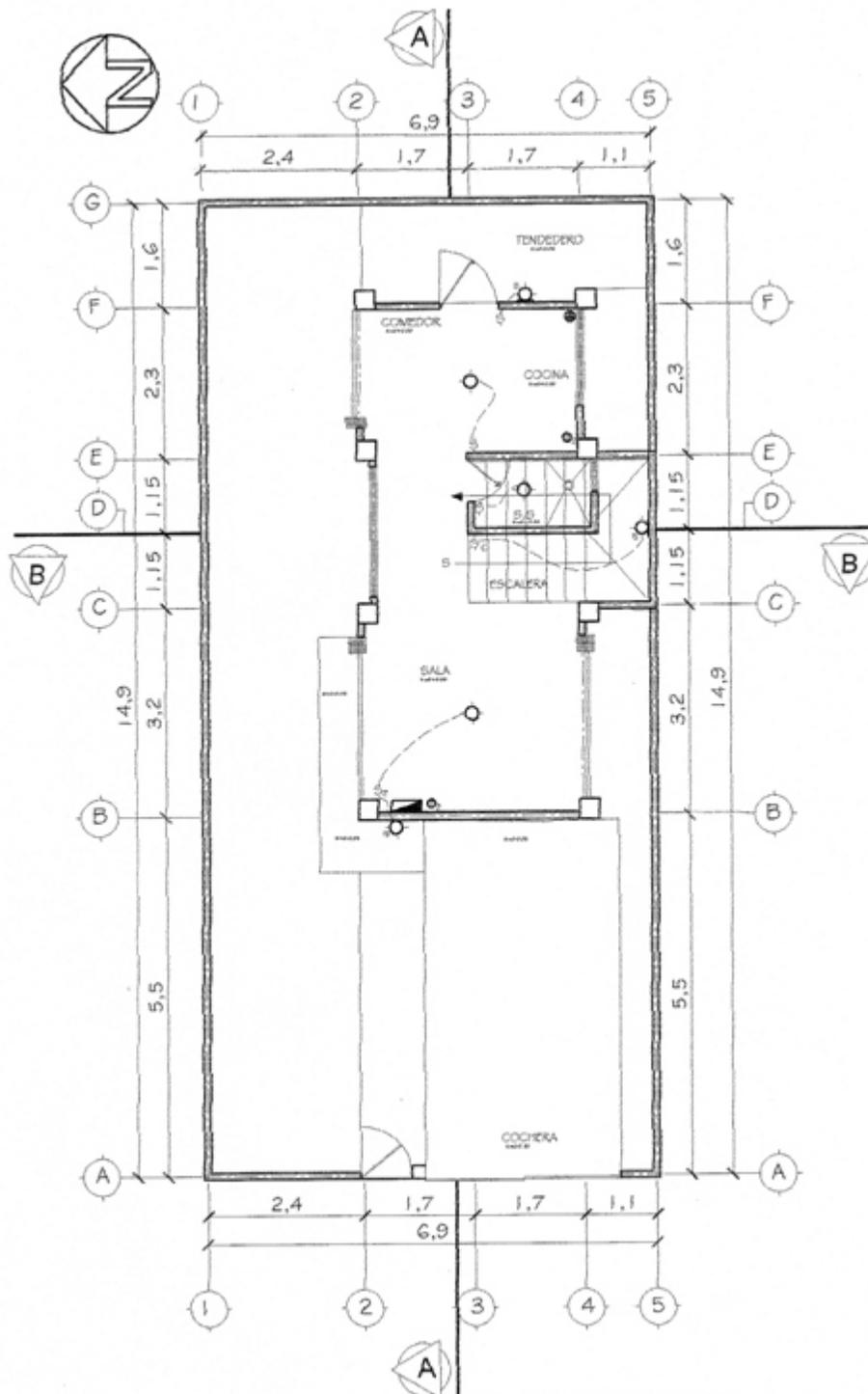
PLANTA DE INSTALACIONES HIDRAULICAS
 SEGUNDO NIVEL
 ESC. 1:100



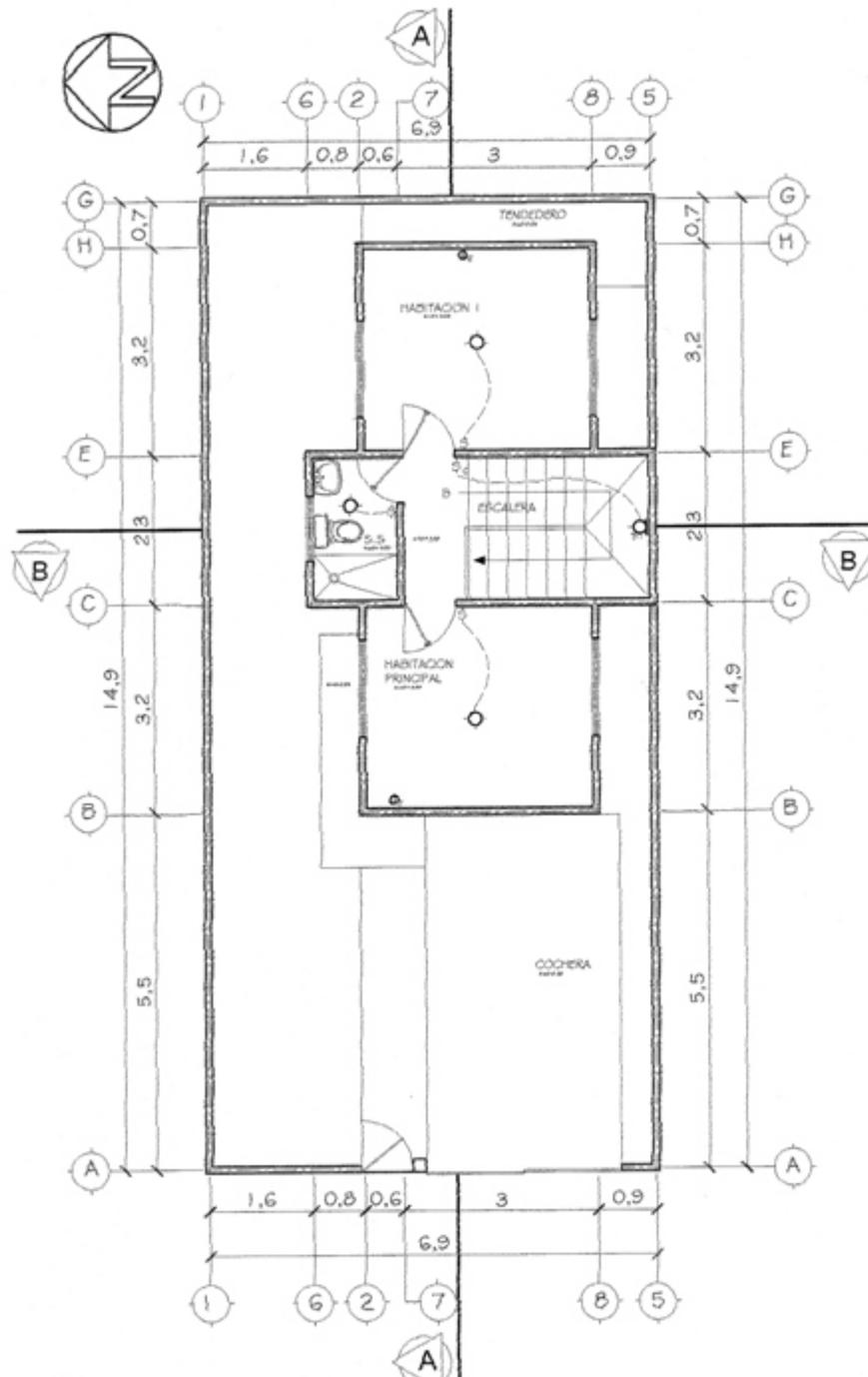
PLANTA ARQUITECTONICA
 (PROYECCION DE HABITACION)
 PRIMER NIVEL
 ESC. 1:100



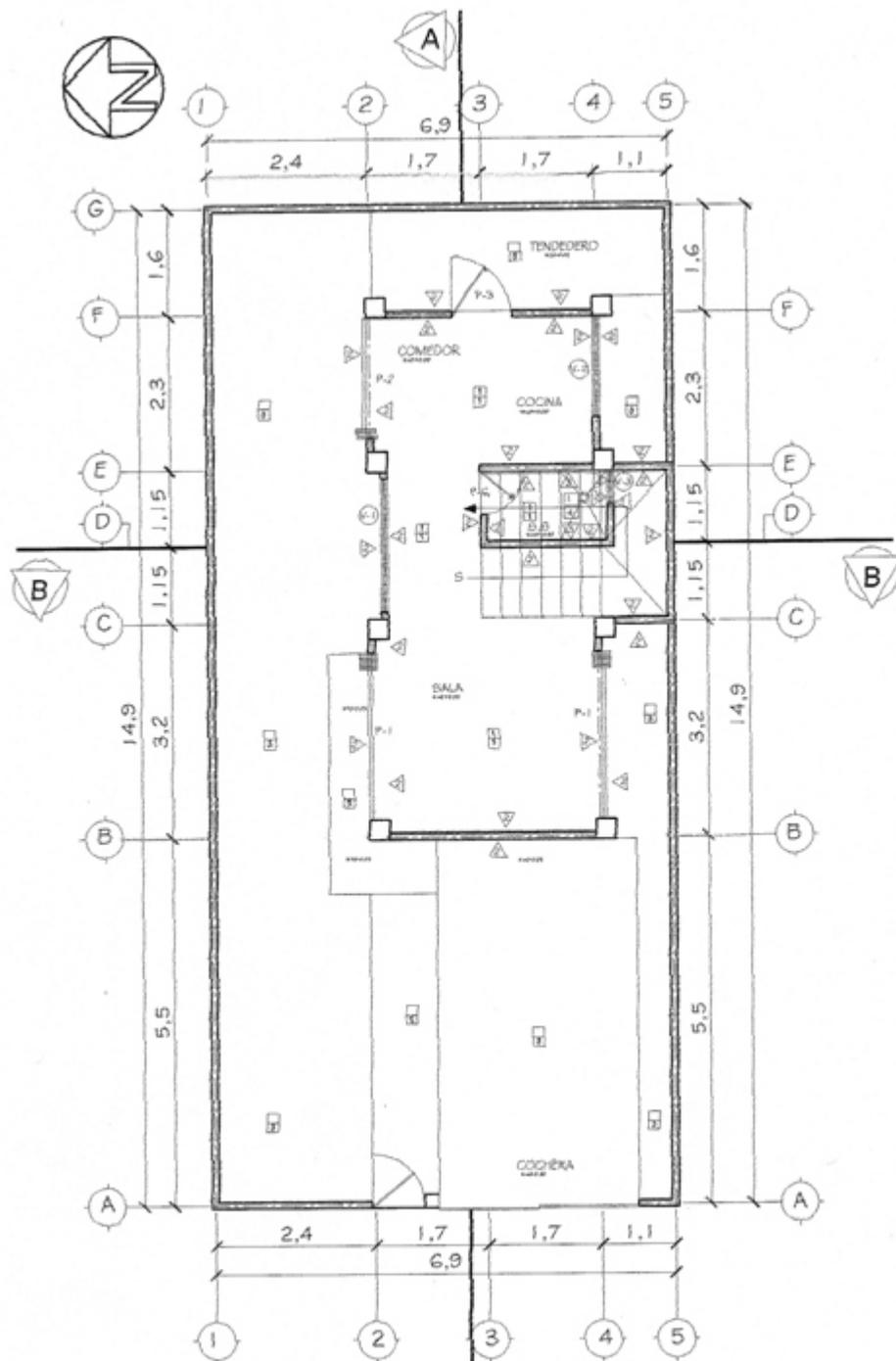
PLANTA ARQUITECTONICA
 (PROYECCION DE HABITACIONES)
 SEGUNDO NIVEL
 ESC. 1:100



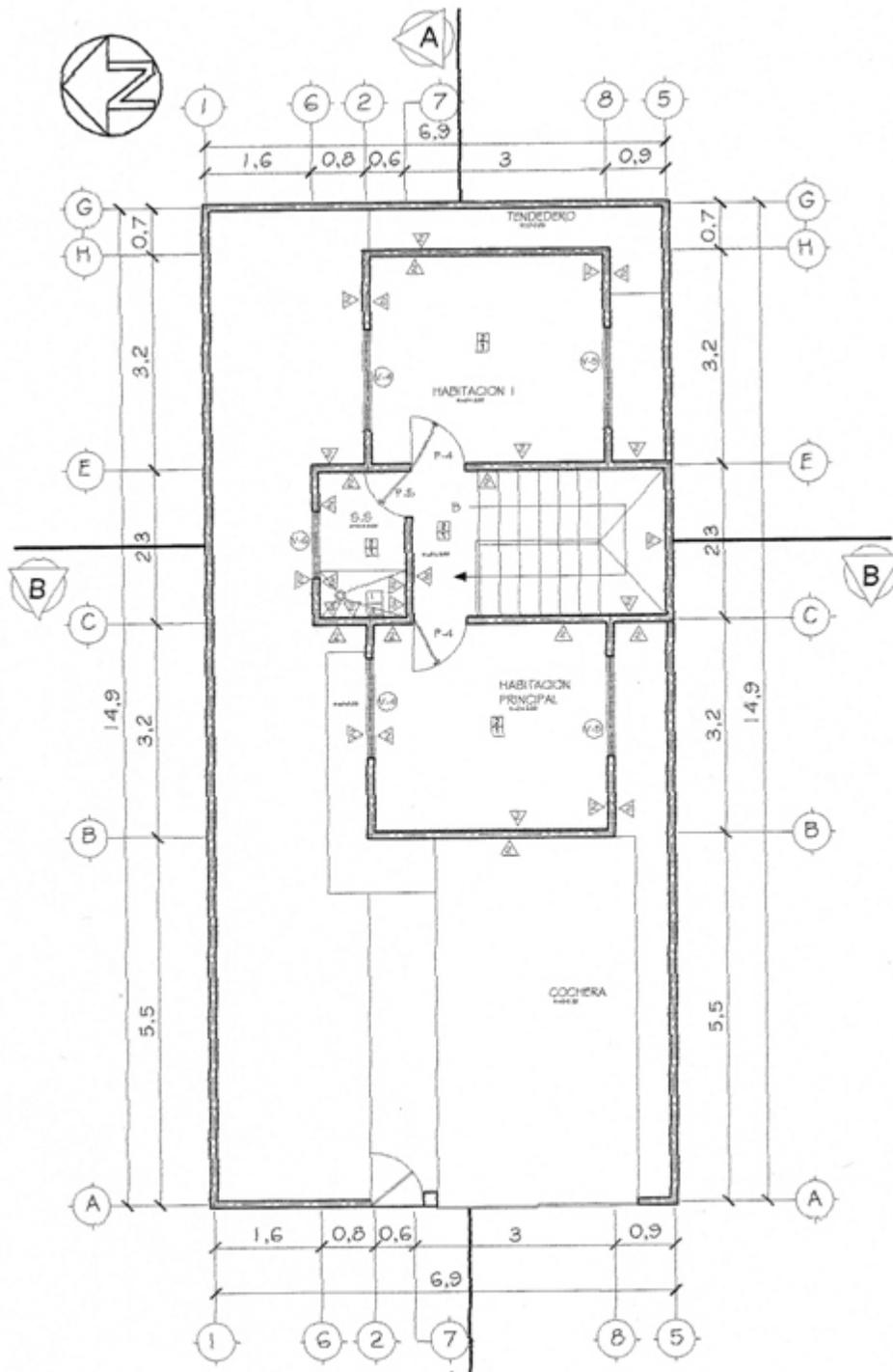
PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS
PRIMER NIVEL
ESC. 1:100



PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS
 SEGUNDO NIVEL
 ESC. 1:100




**PLANTA DE ACABADOS
PRIMER NIVEL
ESC. 1:100**



PLANTA DE ACABADOS
SEGUNDO NIVEL
ESC. 1:100

| C U A D R O D E P U E R T A S . | | | | | |
|---------------------------------|-------|-------|--------|------|---------------------------|
| SIMBOLO | CANT. | ALTO. | ANCHO. | AREA | DESCRIPCION. |
| P-1 | 2 | 2.20 | 2.90 | 5.50 | PUERTA PLEGABLE DE HIERRO |
| P-2 | 1 | 2.10 | 0.75 | 1.57 | PUERTA METALICA |
| P-3 | 2 | 2.10 | 0.80 | 1.68 | PUERTA DE PLYWOOD |
| P-4 | 1 | 2.10 | 0.70 | 1.47 | PUERTA DE PLYWOOD |

| C U A D R O D E V E N T A N A S . | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|-------|--------|---------|---------|-------------------------------------|
| SIMBOLO | CANT. | ALTO. | ANCHO. | REPISA. | AREA | DESCRIPCION. |
| | 1 | 1.85 | 2.00 | 0.40 | 3.70 M2 | MARCO DE ALUMINO Y CELOSIA DE VIDRO |
| | 1 | 1.20 | 2.50 | 0.40 | 3.00 M2 | MARCO DE ALUMINO Y CELOSIA DE VIDRO |
| | 1 | 0.80 | 1.00 | 0.80 | 1.60 M2 | MARCO DE ALUMINO Y CELOSIA DE VIDRO |
| | 2 | 2.11 | 1.50 | 0.56 | 3.18 M2 | VENTANA PLEGABLE DE HIERRO |

| INSTALACIONES HIDRAULICAS | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| SIMBOLOGIA | DESCRIPCION |
| | TUBERIA DE AGUA POTABLE #1/2" |
| | BAJADA DE AGUAS NEGRAS |
| | CHORRO O DUCHA |
| | TUBERIA DE AGUAS NEGRAS |
| | MEDIDOR DE A.N.D.A |
| | SIFON |
| | TUBERIA DE AGUAS LLUVIAS |
| | CAJA RESUMIDERO A LL. 30x30cm |
| | BAJADA DE AGUAS LLUVIAS |
| | SUBIDA DE AGUA POTABLE |
| | CAJA PARA AGUAS NEGRAS |
| | TAPON INODORO (SUMIDERO DE PISO) |
| INSTALACIONES ELECTRICAS | |
| SIMBOLOGIA | DESCRIPCION |
| | ALAMBRAO DE INTERRUPTOR A LUMINARIAS |
| | TOMA TRIFILAR |
| | TABLERO GENERAL |
| | LUMINARIA |
| | LUMINARIA EN PARED |
| | INTERRUPTOR SIMPLE |
| | INTERRUPTOR DOBLE |
| | INTERRUPTOR DE CAMBIO |
| | TOMA CORRIENTE DOBLE |

| CUADRO DE ACABADOS | |
|--------------------|---|
| P I S O S | |
| SIMBOLO | DESCRIPCION |
| | PISO DE LADRILLO DE BARRO BARNIZADO DE 0.25X0.25 MT |
| | AREA DE JARDIN CON GRAMA TPO SAN AGUSTIN |
| | PISO DE LADRILLO CERAMICA ANTIDESLIZANTE 0.30x 0.30 |
| | PISO DE PIEDRA BOLA |
| C I E L O S | |
| SIMBOLO | DESCRIPCION |
| | TECHO DE LOSA REPELLADA AFINADA Y PINTADA |
| | CIELO FALSO DE LOSETAS DE PLYWOOD EN SUSTENCOON DE ALUMINO. |
| P A R E D E S | |
| SIMBOLO | DESCRIPCION |
| | PARED DE BLOQUE DE SUELO CEMENTO (10 CM) VISTO |
| | PARED DE BLOQUE (10 CM) AFINADO, REPELLADO, Y PINTADO |
| | PARED CON ENCHAPE DE AZULEJO 15X15 CMS. (Ø=1.80 EN DUCHAS.) |

PRESUPUESTO VIVIENDA NORTE-SUR

PROYECTO :
PROPIETARIO :
FECHA :

PRESUPUESTO GENERAL
VIVIENDA BIOCLIMATICA (7 X 15 MTS)
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
JUNIO DE 2006

| PARTIDAS | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNIT. | PRECIO PARCIAL | TOTAL |
|---|--|---------------------------------|--|---|----------|
| 1 EXCAVACION Excavacion Compactacion Desalojo | 4,97 4,64 3,48 | M3. M3. M3. | 15,00 10,00 15,00 | 74,55 46,40 52,20 | 173,15 |
| 2 CIMIENTOS Solera de fundacion | 4,97 | M3. | 22,90 | 113,81 | 113,81 |
| 3 PAREDES bloque conc.10 cms bloque conc.15 cms | 284,12 | M2. M2. | 9,50 | 2.699,14 0,00 | 2.699,14 |
| 4 DIVISIONES | - | M2. | | | |
| 5 ENTREPISOS Losa tipo copresa concreto estructural | 26,14 3,92 | M2. M3. | 108,57 85,71 | 2.838,02 335,98 | 3.174,00 |
| 6 TECHOS Lamina Zincaalum Estructura metalica | 43,06 50,00 | M2. M2 | 15,00 11,00 | 645,90 550,00 | 1.195,90 |
| 7 CIELOS Cielo Falso Fascia | 26,14 19,02 | M2. M1. | 10,00 9,74 | 261,40 185,25 | 446,65 |
| 8 DESAGUES A.negras PVC 6" Cajas de conexion A.lluvias pvc 4" Cajas con parrilla Sifones | 20,00 2,00 20,00 5,00 4,00 | ML. UN. ML. UN. UN. | 2,86 12,80 3,00 15,66 7,74 | 57,20 25,60 60,00 78,30 30,96 | 252,06 |
| 9 AGUA POTABLE Tuberia pvc 1/2" | 20,00 | ML. | 3,41 | 68,20 | 284,48 |

| | | | | | |
|-----------------------------|--------|-----|--------|----------|----------|
| Chorros con rosca | 2,00 | UN. | 3,43 | 6,86 | |
| Valvula de control | 5,00 | UN. | 4,00 | 20,00 | |
| Accesorios | 11,00 | SG | 17,22 | 189,42 | |
| 10 PISOS | | | | | 921,86 |
| Piso ceramico | 58,68 | M2. | 10,00 | 586,80 | |
| Encementado | 58,68 | M2. | 5,71 | 335,06 | |
| 11 REPELLOS Y AFINADOS | | | | | 833,57 |
| Bloque sacado | 128,78 | M2. | 5,41 | 696,70 | |
| Texturizado losa | 23,97 | M2. | 5,71 | 136,87 | |
| 12 PINTURA | | | | | 835,68 |
| Paredes int. y ext | 182,78 | M2. | 4,00 | 731,12 | |
| En losa | 26,14 | M2. | 4,00 | 104,56 | |
| 13 PUERTAS | | | | | 800,00 |
| Puertas corredizas | 2,00 | UN. | 250,00 | 500,00 | |
| P.mco.madera plywood | 4,00 | UN. | 75,00 | 300,00 | |
| 14 VENTANAS | | | | | 2.177,28 |
| Cel.vidrio y alum. | 15,32 | M2. | 28,57 | 2.125,00 | |
| Celosisa concreto | 6,10 | M2. | 8,57 | 52,28 | |
| 15 INSTALACIONES ELECTRICAS | | | | | 120,07 |
| Acometida | 1,00 | UN. | 22,86 | 22,86 | |
| Tablero general | 1,00 | UN. | 28,57 | 28,57 | |
| Unidades | 24,00 | UN. | 2,86 | 68,64 | |
| 16 APARATOS Y EQUIPOS | | | | | 287,66 |
| Lavamanos blanco | 2,00 | UN. | 40,00 | 80,00 | |
| Pila y lavadero | 1,00 | UN. | 35,00 | 35,00 | |
| Tapon inodoro | 2,00 | UN. | 5,83 | 11,66 | |
| Duchas y valv | 2,00 | UN. | 15,00 | 30,00 | |
| Inodoro economico | 2,00 | UN. | 65,50 | 131,00 | |
| 17 CLOSET | | | | | 0,00 |
| Metalicos | | ML. | | 0,00 | |
| 18 GABINETES | | | | | 0,00 |
| Pantry | | UN. | | 0,00 | |

| | | | | | |
|---|--|--|---------------------------------------|--|----------|
| 19 ACABADOS ESPECIALES Azulejos para baño | 9,13 | M2. | 13,14 | 119,97 | 119,97 |
| 20 ESCALERAS Concreto | 1,43 | M3. | 145,00 | 207,35 | 207,35 |
| 21 ACERAS, PATIOS Y ENTRADAS Concreto corriente | 24,89 | M2. | 5,71 | 142,12 | 142,12 |
| 22 VERJAS, MUROS Y TAPIALES Bloque de concreto Solera de fundacion Excavacion Compactacion Desalojo | 101,34 7,92 7,92 1,32 5,54 | M2. M3. M3. M3. M3. | 8,45 13,00 2,93 2,30 3,43 | 856,32 102,96 23,21 3,04 19,00 | 1.004,53 |
| 23 NIVELACION Y JARDINES Engramados | 42,46 | M2. | | 0,00 | 0,00 |
| 24 PARTES NO INCLUIDAS Bodega Instalaciones prov. Consumo electric.y agua Trazo Herramientas y otros Limpieza final | - - - - - - | S.G. S.G. S.G. S.G. S.G. S.G. | | 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 | |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS | | | | | |
| COSTOS INDIRECTOS Planificacion y direccion Administracion general Gastos financieros Imprevistos | - - - - | S.G. S.G. S.G. S.G. | | | |
| TOTAL COSTOS INDIRECTOS | | | | | 0,00 |

GRAN TOTAL

15.789,28

METRO CUADRADO = \$ 213.77

PRESUPUESTO VIVIENDA OESTE-ESTE

PRESUPUESTO GENERAL

PROYECTO : VIVIENDA (7 X 15 MTS)
PROPIETARIO : UES

| PARTIDAS | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNIT. | PRECIO PARCIAL | TOTAL |
|--|------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|----------|
| 1 EXCAVACION Excavacion Compactacion Desalojo | 9,46 0,95 6,62 | M3. M3. M3. | 15,00 10,00 15,00 | 141,90 9,50 99,30 | 250,70 |
| 2 CIMIENTOS Solera de fundacion | 9,46 | M3. | 22,90 | 216,63 | 216,63 |
| 3 PAREDES bloque conc.10 cms bloque conc.15 cms | 102,50 | M2. M2. | 9,50 | 973,75 0,00 | 973,75 |
| 4 DIVISIONES | - | M2. | | | |
| 5 ENTREPISOS Losa tipo copresa concreto estructural | 28,62 6,75 | M2. M3. | 108,57 85,71 | 3.107,27 578,54 | 3.685,82 |
| 6 TECHOS Lamina Zincaalum Estructura metalica | 41,85 50,00 | M2. M2 | 15,00 11,00 | 627,75 550,00 | 1.177,75 |
| 7 CIELOS Cielo Falso Fascia | 28,62 11,42 | M2. Ml. | 10,00 9,74 | 286,20 111,23 | 397,43 |
| 8 DESAGUES A.negras PVC 6" Cajas de conexion A.lluvias pvc 4" | 19,80 2,00 19,14 | ML. UN. ML. | 2,86 12,80 3,00 | 56,63 25,60 57,42 | 209,85 |

| | | | | | | |
|----|--------------------------|--------|-----|--------|----------|----------|
| | Cajas con parrilla | 3,00 | UN. | 15,66 | 46,98 | |
| | Sifones | 3,00 | UN. | 7,74 | 23,22 | |
| 9 | AGUA POTABLE | | | | | 274,25 |
| | Tuberia pvc 1/2" | 17,00 | ML. | 3,41 | 57,97 | |
| | Chorros con rosca | 2,00 | UN. | 3,43 | 6,86 | |
| | Valvula de control | 5,00 | UN. | 4,00 | 20,00 | |
| | Accesorios | 11,00 | SG | 17,22 | 189,42 | |
| 10 | PISOS | | | | | 653,19 |
| | Piso ceramico | 63,76 | M2. | 10,00 | 637,60 | |
| | Encementado | 2,73 | M2. | 5,71 | 15,59 | |
| 11 | REPELLOS Y AFINADOS | | | | | 860,12 |
| | Bloque sacado | 128,78 | M2. | 5,41 | 696,70 | |
| | Texturizado losa | 28,62 | M2. | 5,71 | 163,42 | |
| 12 | PINTURA | | | | | 514,56 |
| | Paredes int. y ext | 102,50 | M2. | 4,00 | 410,00 | |
| | En losa | 26,14 | M2. | 4,00 | 104,56 | |
| 13 | PUERTAS | | | | | 800,00 |
| | Puertas corredizas | 2,00 | UN. | 250,00 | 500,00 | |
| | P.mco.madera plywood | 4,00 | UN. | 75,00 | 300,00 | |
| 14 | VENTANAS | | | | | 2.177,28 |
| | Cel.vidrio y alum. | 11,85 | M2. | 28,57 | 2.125,00 | |
| | Celosia concreto | 6,10 | M2. | 8,57 | 52,28 | |
| 15 | INSTALACIONES ELECTRICAS | | | | | 120,07 |
| | Acometida | 1,00 | UN. | 22,86 | 22,86 | |
| | Tablero general | 1,00 | UN. | 28,57 | 28,57 | |
| | Unidades | 24,00 | UN. | 2,86 | 68,64 | |
| 16 | APARATOS Y EQUIPOS | | | | | 287,66 |
| | Lavamanos blanco | 2,00 | UN. | 40,00 | 80,00 | |
| | Pila y lavadero | 1,00 | UN. | 35,00 | 35,00 | |
| | Tapon inodoro | 2,00 | UN. | 5,83 | 11,66 | |
| | Duchas y valv | 2,00 | UN. | 15,00 | 30,00 | |
| | Inodoro economico | 2,00 | UN. | 65,50 | 131,00 | |

| | | | | | |
|---|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--|--------|
| 17 CLOSET Metalicos | | ML. | | 0,00 | 0,00 |
| 18 GABINETES Pantry | | UN. | | 0,00 | 0,00 |
| 19 ACABADOS ESPECIALES Azulejos para baño | 8,10 | M2. | 13,14 | 106,43 | 106,43 |
| 20 ESCALERAS concreto | 1,40 | M3. | 145,00 | 203,00 | 203,00 |
| 21 ACERAS, PATIOS Y ENTRADAS Concreto corriente | 28,48 | M2. | 5,71 | 162,62 | 162,62 |
| 22 VERJAS, MUROS Y TAPIALES Bloque de concreto Solera de fundacion Excavacion Compactacion Desalojo | 35,42 7,92 7,92 4,40 5,54 | M2. M3. M3. M3. M3. | 8,45 13,00 2,93 2,30 3,43 | 299,30 102,96 23,21 10,12 19,00 | 454,59 |
| 23 NIVELACION Y JARDINES Engramados | | M2. | | 0,00 | 0,00 |
| 24 PARTES NO INCLUIDAS Bodega Instalaciones prov. Consumo electric.y agua Trazo Herramientas y otros Limpieza final | - - - - - | S.G. S.G. S.G. S.G. S.G. S.G. | | 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 | |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS | | | | | |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | | |
| Planificacion y direccion Administracion general | - - | S.G. S.G. | | | |

| | | | | | |
|-------------------------|---|------|--|--|--------------|
| Gastos financieros | - | S.G. | | | |
| Imprevistos | - | S.G. | | | |
| TOTAL COSTOS INDIRECTOS | | | | | 0,00 |
| GRAN TOTAL | | | | | \$ 13,525.70 |

METRO CUADRADO = \$ 212.13