

00164  
4  
297

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA  
EFICIENCIA ENERGÉTICA, UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN  
SANCTORUM TLAXCALA.

TESIS QUE PRESENTA EL ARQ. VICENTE FEDERICO HERNANDEZ HUERTA  
PARA OBTENER LA MAESTRÍA EN ARQUITECTURA TECNOLOGÍA



DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA



MÉXICO D.F. 1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA  
EFICIENCIA ENERGÉTICA , UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN  
SANCTORUM TLAXCALA .**

**ÍNDICE :**

**INTRODUCCIÓN**

**OBJETIVO**

**CAPITULO I LA ARQUITECTURA VERNÁCULA**

**CAPITULO II LA COMODIDAD TÉRMICA Y EL BIOCLIMATISMO**

**CAPITULO III RESCATE DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA.**

**CAPITULO IV CASO DE ESTUDIO**

**CAPITULO V ANÁLISIS DEL CLIMA**

**CAPITULO VI ESTRATEGIAS DE DISEÑO ADECUADO AL CLIMA**

**CAPITULO VII ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS DEL DISEÑO VERNÁCULO**

**CAPITULO VIII TIPOLOGÍA URBANA**

**CAPITULO IX TIPOLOGÍA DE LA CASA VERNÁCULA**

**CAPITULO X SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA  
VIVIENDA VERNÁCULA**

**CAPITULO XI COMPARACIÓN DE COSTOS ENTRE LA ARQUITECTURA  
VERNÁCULA Y LOS SISTEMAS TRADICIONALES DE  
CONSTRUCCIÓN**

**CAPITULO XII RESULTADOS**

**CAPITULO XIII CONCLUSIONES**

**GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**BIBLIOGRAFÍA.**

## INTRODUCCIÓN

El propósito de esta investigación es recuperar la conciencia histórica cultural de la arquitectura vernácula acentuando, para ello, el carácter vivo de las tradiciones.

Este es el punto de vista que nos permitirá entender sus peculiaridades y variantes en los diferentes ejemplos que aquí presentamos. Con esto, se le dará el lugar que le corresponde y que ya ha ganado en la historia.

Este es el tipo de arquitectura que no figura generalmente en los inventarios oficiales porque se considera que pertenece a una categoría arquitectónica secundaria, carente de "*monumentalidad*" y que de manera paradójica representa la mayor parte del patrimonio arquitectónico construido en nuestro país.

Proponer técnicas alternas de construcción no implica necesariamente establecer una diferencia entre lo que es la arquitectura vernácula y la arquitectura "culto, académica", ya que la definición de la primera escapa a patrones bien establecidos, precisamente por no ser académica.

Por otra parte consideramos que es importante rescatar las técnicas tradicionales de construcción con un nuevo enfoque, tanto del aspecto técnico como del analítico.

En estos momentos se presenta como un problema grave la pérdida vertiginosa del patrimonio nacional con este tipo de arquitectura.

Por ello mismo, se torna urgente el protegerlo mediante aquellos mecanismos que permitan su conservación y difusión.

## OBJETIVO

Nos proponemos mostrar, mediante el estudio de un caso en particular, los índices de comodidad térmica que la arquitectura vernácula ha alcanzado, con ello queremos señalar dos cosas: una, su importancia histórica y dos, su aportación al heliodiseño y a las técnicas de climatización.

(A las construcciones de este tipo de arquitectura se le puede comparar con edificios confortables de máxima eficiencia energética.)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Con estos términos nos referimos a aquellos edificios que se calculan para determinar su comportamiento en el intercambio de calor, utilizando técnicas alternas para la producción, conducción y almacenamiento de la energía no convencional por medio de sistemas pasivos, activos o híbridos.

## CAPITULO I

### LA ARQUITECTURA VERNÁCULA

Para hablar de la arquitectura vernácula es necesario referirnos a sus orígenes, es decir, a la vivienda indígena tanto de México como de todo el mundo. Este tipo de vivienda, con sus materiales, técnicas y procedimientos, además de la importante aportación que hace al análisis arquitectónico para su adecuación al medio, nos lega el carácter vivo de una tradición que tiende a desaparecer; sin embargo, no por ello disminuye su valor cultural e histórico ya probado.

Las aplicaciones constructivas por parte del estado se han caracterizado por tomar al ser humano como un objeto; a éste se le ha tratado de igual manera en condiciones climáticas extremas que aceptables y se ha reducido al máximo el espacio construido en el que se ha implantado, desnaturalizado y desligado de su medio. Se han olvidado las características de nuestro país: su riqueza cultural en cuanto a tradiciones y costumbres, sus características sociales, así como la participación de los individuos en la solución de problemas y los cambios generados en el espacio con el que se cuenta.

La adaptación de los seres humanos al medio, con una característica climática, se refleja en el estilo arquitectónico que éstos favorecen.

La mayor parte del acervo construido en nuestro país es de tecnología de tierra sin cocimiento; esta ha sido ignorada al igual que las características físicas del material empleado.

En algunas ocasiones, el estado ha protegido y protege este tipo de espacios con fines turísticos. Este es el caso, por ejemplo, de poblaciones como San Miguel Allende, Dolores Hidalgo y Guanajuato en el estado de Guanajuato o la delegación de Coyoacán y el centro histórico en el D.F. Sin embargo, estos son casos aislados cuya protección es solo parcial. Dicha protección se presenta algunas veces, con un disfraz socio-cultural que oculta un propósito meramente económico. En cuanto a los medios que se emplean para proteger este tipo de patrimonio, existen divergencias, deficiencias y diferencias muy severas, ya que no se cuenta con un reglamento establecido para este fin.

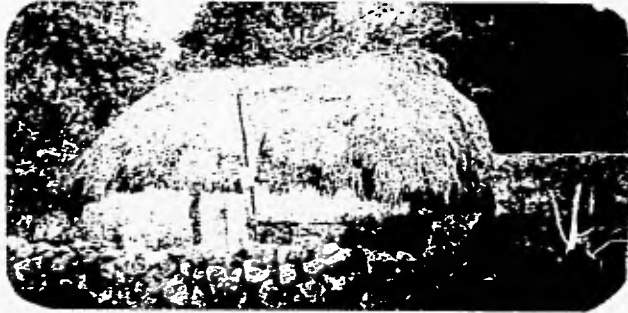
Si un gran porcentaje del acervo construido en México presenta estas características, entonces se vuelve necesario realizar un estudio de las tipologías existentes y preservarlas; de lo contrario, éstas se perderán.

Al ser este patrimonio representante de una arquitectura no académica, "no culta", es imperioso rescatar dicha arquitectura desde el punto de vista cultural como tecnológico y difundir su aportación histórica. Corresponde a los arquitectos efectuar tal tarea.

Para lograr este propósito, pretendemos mostrar la metodología para la investigación y tipificación de este tipo de arquitectura.

El análisis del caso que aquí presentamos, en cuanto a los requerimientos climáticos y a los aspectos constructivos de esta tecnología, se lleva a cabo con el objeto de comparar los resultados obtenidos con los de un edificio climatizado de manera natural. Así, se podrán mostrar los índices de comodidad térmica alcanzados empíricamente, que pueden estar dentro de los rangos permisibles de comodidad térmica. De esta manera se mostrará, técnicamente, que hay buenas razones para rescatar la arquitectura vernácula.

" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA  
UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM, TLAXCALA "



Vivienda indígena maya  
Hecelchakan, Campeche, 1993,  
Tipología de tecnología de tierra sin cocimiento .



Detalle de muro  
Vivienda indígena maya  
Técnica de bajareque



Interior de la vivienda

## CAPITULO II

### LA COMODIDAD TÉRMICA Y EL BIOCLIMATISMO.

El problema de la carencia de comodidad térmica se manifiesta de muy distintas formas de acuerdo con los asentamientos de que se trate: rurales o urbanos.

En los primeros, la reducida escala de intervención espacial no da lugar a cambios importantes mesoclimáticos que pudieran empeorar las condiciones naturales. En los segundos, según el tipo específico de asentamiento, se puede mostrar los cambios climáticos que se producen.

Por otra parte, en el medio rural subsisten técnicas de construcción que se han pulido a lo largo de muchos años y que garantizan un cierto nivel de adecuación al medio; en particular, a las variables climáticas locales.

Sin embargo el uso indiscriminado de éstas no constituyen una solución automática al problema de la comodidad térmica de la vivienda.

La tradición del diseño vernáculo, que ha través de largos procesos de adaptación había logrado adecuar el entorno construido con el medio ambiente, entronca ahora con el bioclimatismo, esto es, con los procesos que vinculan al clima con los seres humanos en cuanto a su comodidad térmica. De esta manera, entre la arquitectura folklórica, no académica y el bioclimatismo se presenta una continuidad de la solución al problema de la carencia de comodidad térmica.

Los índices que se utilizan para éste fin son de tipo biometeorológico ( como el índice de incomodidad ) y con los cuales pueden delimitarse acusadas zonas climáticas. Para ello también se puede utilizar el diagrama psicométrico.

Sin embargo, para el ecodiseño no es suficiente la eficiencia de los lentos procesos empíricos y necesita basarse en un sólido acervo de conocimientos científicos, mismos que le permiten alcanzar un producto muy concreto: " *un edificio térmicamente confortable y eficiente en términos energéticos.*"<sup>2</sup>

La consideración bioclimática del diseño surge de la posibilidad de que éste se configure como una de las determinantes institucionalizadas de la producción de espacios en los asentamientos; por ello mismo, se encuentra vinculado a una serie de cambios sociales, para lo cual a su vez requiere que se hagan substanciales replanteamientos de algunas prácticas profesionales.<sup>3</sup>

Ahora bien, en torno al diseño bioclimático se han efectuado una serie de estudios y análisis en los cuales se realizan cálculos en cuanto a la comodidad térmica. Para esto último se ha tomado como base el análisis de las características de los materiales que se emplean, así como los del entorno climático<sup>4</sup>; sin prescindir del cuidado de los rangos energéticos ( utilizando para ello las llamadas energías alternas<sup>5</sup> ).

---

<sup>2</sup> Con este termino nos referimos a aquellos edificios que son calculados para determinar de antemano su comportamiento en el intercambio de calor.

<sup>3</sup> En la actualidad, la "moda" es la de emplear materiales aparentes, esto es, materiales que no prestan ningún servicio en cuanto a sus características térmicas y solo se utilizan como elementos decorativos. Este es el caso, por ejemplo, de las fachadas de adobe.

<sup>4</sup> Nos referimos, aquí, a características tales como :temperatura del aire, humedad del ambiente, la radiación de los pisos, paredes techos, ventanas, así como de la ventilación..

<sup>5</sup> Las energías alternas son aquellas que se producen por medios no convencionales como lo son, por ejemplo, la energía del aire, del agua y del sol, para este caso.

De esta manera podemos afirmar que sí es posible obtener un edificio térmicamente confortable. Y lo es porque los flujos de energía que tienen lugar en el mismo no son instantáneos y gracias a ello se puede obtener una diferencial térmica.

El bioclimatismo permite una participación directa y activa del usuario para lograr el control adecuado de los niveles de comodidad deseados, sin llegar a la automatización mecánica del tipo de la ingeniería del aire acondicionado. El que esto último pudiera darse haría que se entrara en contradicción con lo que el bioclimatismo propone, salvo en los casos en los cuales los rangos permisibles fueran rebasados <sup>6</sup>

Creemos, pues, que se hace evidente la necesidad de una aplicación concreta, consciente y precisa de las energías alternas para contribuir, así, con las estrategias del diseño bioclimático.

Por ello mismo también necesitamos conocer las características físicas de los materiales, sus antecedentes culturales, su adecuación en el tiempo y espacio en una región determinada, etc.

Dentro de las características que presenta la arquitectura vernácula, bajo el punto de vista de su análisis térmico, encontramos su masividad, el tipo de materiales que se emplean y la calidad de los mismos. Este es el caso, por ejemplo, del uso de ( las técnicas constructivas de ) tierra sin cocimiento "*adobe*"<sup>7</sup>

Esta masividad permite el control, de manera empírica, de la inercia térmica con el objeto de alcanzar el punto óptimo de las sensaciones biotérmicas de comodidad, teniendo especial cuidado con el manejo de los aspectos microclimáticos ( humedad, radiación, ventilación, temperatura del aire, vegetación, etc.) que se derivan del entorno natural.

La transferencia de la energía calorífica se hace por conducción, convección y radiación en los sistemas que este tipo de arquitectura emplea.

Los materiales que comúnmente se utilizan son seleccionados de manera empírica gracias al papel que éstos han jugado en la cultura y a su importancia histórica. Aquí se desconocen fenómenos tales como la transmitancia térmica o de los efectos de la humedad del medio ambiente.

Sin embargo, la arquitectura vernácula ha llegado a una solución armónica de manera intuitiva.

Al efectuar un consenso de estos factores y la importancia que revisten, la arquitectura bioclimática los retoma, bajo una interpretación científica, dentro de sus patrones de diseño.

Así pues, la arquitectura bioclimática emplea y desarrolla un lenguaje matemático de causa y efecto en las soluciones a los distintos problemas que se le presentan, mismo que se encuentra implícito pero ignorado en las que da la arquitectura vernácula.

Los índices biometeorológicos combinan ecuaciones o diagramas de datos biológicos y meteorológicos, los cuales definen la llamada zona de confort en una diagrama psicométrico.

Así otra característica más de la arquitectura vernácula es el sentido ecológico y autosuficiente que tiene al integrarse a su entorno sin causar graves alteraciones al medio ambiente.

La arquitectura bioclimática plantea toda una metodología para lograr, con cierto grado de precisión, el rango de comodidad que se desee al incluir tecnologías tendientes a racionalizar y hacer más eficientes los recursos energéticos.

---

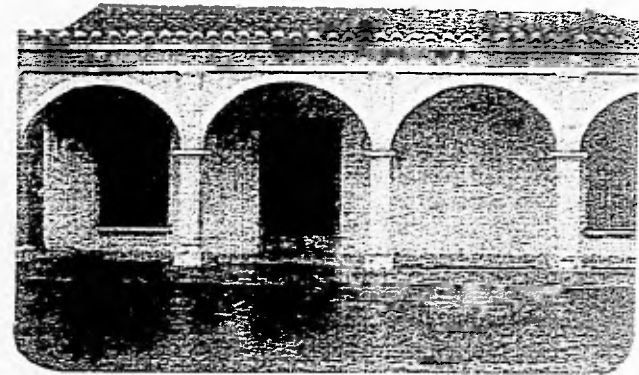
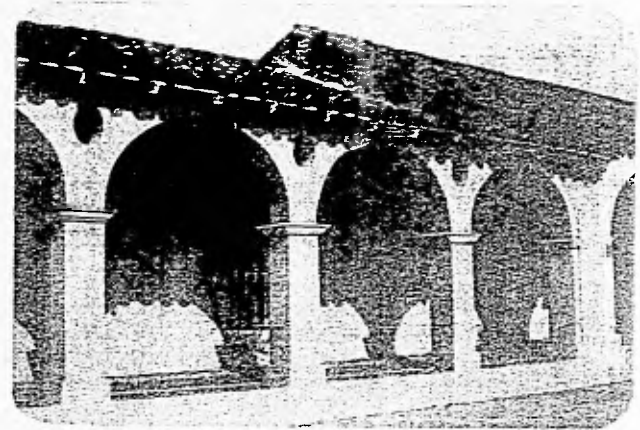
<sup>6</sup> Ver tablas de comodidad térmica y especificaciones de la ASHRAE.

<sup>7</sup> Ver anexo : características del adobe



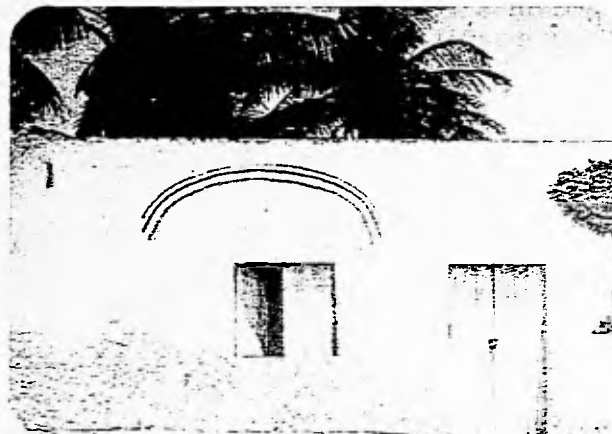
" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA  
UN ANÁLISIS COMPARATIVO, EN SANCTORUM TLAXCALA "

Tipología de la Arquitectura vernácula  
presencia de color, textura y materiales  
Tlacotalpan, Veracruz, 1991.



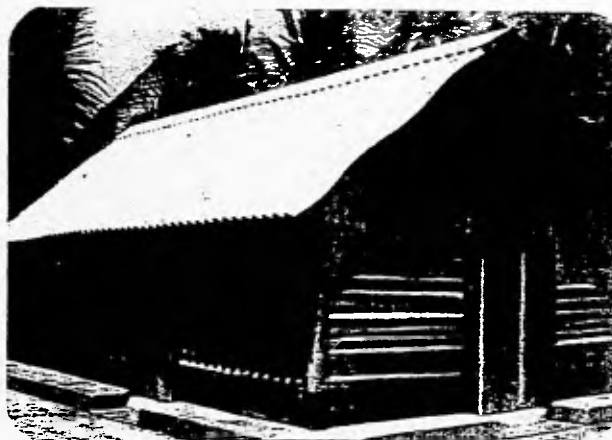
# " DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

Variantes tipológicas Arquitectura vernácula  
Tecnología de tierra sin cocimiento  
Sta. Clara, Yucatán, 1993.



7

Casa de madera, materiales varios  
Rio Lagartos, Yucatan, 1993.



## CAPITULO III

### RESCATE DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA

Con el objeto de valorar y rescatar las contribuciones históricas hechas por la arquitectura vernácula, encontramos que el primer esfuerzo que se realiza con éste propósito se encuentra plasmado dentro de la recopilación de datos de la exposición de Arquitectura Mexicana de 1952.

Así encontramos que el Arq. Enrique Yañez, en su comentario de la obra *Arquitectura Popular Mexicana 1952* de Gabriel García Marotto, señala: "CORRESPONDE AL DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA DEL INBA, PROMOVER EL INTERÉS SOBRE TEMAS ARQUITECTÓNICOS QUE NO POR POCO EXPLOTADOS DEJAN DE SER URGENTES, CON LA ESPERANZA FUNDADA DE QUE LOS ESPECIALISTAS, HISTORIÓGRAFOS, INVESTIGADORES O CRÍTICOS DE ARTE EXTRAIGAN LOS VALORES Y LAS CONSTANTES QUE A MENUDO LOS ARQUITECTOS SOLO PRESENTAMOS." más adelante nos dice que: "CONSIDERANDO QUE LA ARQUITECTURA NO HA SIDO DEBIDAMENTE TOMADA EN CUENTA Y QUE ES, SIN DUDA, UNO DE LOS MATERIALES DE ESTUDIO MAS INTERESANTES POR LA RAZÓN DE SU ESPONTANEIDAD Y LIMPIEZA DE EXPRESIÓN, IMPLÍCITA EN LOS PRODUCTOS DE ARTISTAS NATOS DEL PUEBLO. LA VIVIENDA DE LOS MEXICANOS DEBE DE ESTUDIARSE Y CONOCERSE, PARTIENDO DE LA ARQUITECTURA POPULAR LA QUE CONTIENE VALORES DE CALIDAD AUN VIGENTES Y QUE ES NECESARIA DE ANALIZAR."

En otra de las publicaciones que se encontraron al respecto es el artículo tecnología constructiva de la revista obras 1973 del Arq. Raúl Díaz Gómez:

*"TIERRA, SUELO, LODO, BARRO, TECNOLOGÍAS APROPIADAS, NUEVOS ENFOQUES DE UN ANTIGUO RECURSO DE CONSTRUCCIÓN".*

*"ACTUALMENTE TAL VEZ SOLAMENTE LA TIERRA, EL SUELO, EL BARRO O EL LODO (COMO SE QUIERA DENOMINAR ESE RECURSO) OFRECE LA ÚNICA OPCIÓN PARA CONSTRUIR 500 MILLONES DE CASAS QUE SE VAN A NECESITAR EN LOS PRÓXIMOS 20 AÑOS.) LA TIERRA, EL BARRO O EL SUELO ES EL MATERIAL MAS AMPLIAMENTE USADO Y EL MAS OLVIDADO. AUNQUE MAS DE LA MITAD DE LA POBLACIÓN DEL TERCER MUNDO VIVE ACTUALMENTE EN VIVIENDAS DE TIERRA; EN CUALQUIERA DE SUS MODALIDADES, CONSTRUCTORES, PLANEADORES Y AUTORIDADES NO ESTÁN REALMENTE INTERESADOS EN EL MATERIAL, YA QUE ES CONSIDERADO DE BAJO STATUS. ENTRE LAS CUALIDADES DE ESTE MATERIAL SE PUEDEN CITAR SU ECONOMÍA Y DISPONIBILIDAD EN CUALQUIER PARTE, LO QUE LO HACE EL MAS AMPLIAMENTE USADO Y PROPORCIONA UN MAGNIFICO AISLAMIENTO POR OTRO LADO TAMBIÉN TIENE DESVENTAJAS: SE EROSIONA FÁCILMENTE CON EL AGUA, LO QUE LO HACE POCO RECOMENDABLE EN ZONAS DE FUERTES LLUVIAS O EN ZONAS DE POSIBLES INUNDACIONES, TIENE Poca RESISTENCIA A LAS TENSIONES, LO QUE SIGNIFICA QUE LAS CUBIERTAS SON DIFÍCILES DE REALIZAR CON ESTE MATERIAL, YA QUE ES FÁCILMENTE DELEZNABLE, AUN LOS ROEDORES PUEDEN HACER HUECOS EN LAS PAREDES Y LAS PAREDES MISMAS ABSORBEN AGUA. MUCHAS DE ESTAS DESVENTAJAS SE PUEDEN SUPERAR A TRAVÉS DEL DISEÑO Y LA TÉCNICA. LAS SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS SE PUEDEN APROVECHAR PARA AUMENTAR LAS VENTAJAS DE ESTOS MATERIALES Y REDUCIR SUS DESVENTAJAS"*

Cabe señalar que los análisis publicados a la fecha únicamente han sido de carácter gráfico descriptivo, sin atender a las características físicas de los materiales empleados.

Otra de las publicaciones que encontramos, que plantea un punto de vista para el análisis de sus orígenes de la arquitectura vernácula es la de Francisco Javier López Morales en su obra *La vivienda indígena en México y el mundo*, y que sin embargo no deja de ser de carácter descriptivo. En la *Cartilla de la vivienda* publicación de la *Sociedad de Arquitectos Mexicanos 1958*, encontramos que es el antecedente de los actuales manuales de autoconstrucción, presentando consideraciones sobre el manejo de los materiales.

Con lo anteriormente expuesto podemos afirmar que a la fecha no existe ningún estudio serio en donde se toquen las variantes climatológicas y su relación de la adaptabilidad del entorno construido al medio ambiente.

## CAPITULO IV

### CASO DE ESTUDIO

Con el objeto de ejemplificar lo anteriormente expuesto, se eligió un caso de estudio.

Uno de los propósitos de esta investigación es analizar la arquitectura vernácula del poblado de Sanctorum, municipio de Lázaro Cárdenas en el estado de Tlaxcala.

Se buscó conocer y dar a conocer sus características constructivas, materiales, su sentido arquitectónico y en qué grado se ha podido adecuar a su contexto desde el punto de vista de su comodidad térmica. Tratamos de mostrar el grado de comodidad térmica alcanzado con el diseño bioclimático mismo que se produce como resultado del análisis del clima del lugar. Creemos que es posible lograr mejores soluciones de adecuación y comodidad térmica bajo los propios principios de la arquitectura vernácula y al mismo tiempo, generar un conjunto de normas que permitan difundir y proteger este tipo de arquitectura.

De igual modo, se hace mención de las viviendas nuevas o reconstruidas con el fin de comparar las soluciones arquitectónicas actuales que se dan a los requerimientos bioclimáticos en este tipo de construcciones con los ejemplos ofrecidos por la arquitectura vernácula.

### DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

#### ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

Creemos que sus primeros pobladores fueron tribus de origen nahuatl, del reino de Texcoco.

La tlaxcalteca es una cultura que destacó por sí misma en la historia del estado, así como por el mestizaje y las relaciones culturales y económicas que sostuvo con la cultura olmeca.

Este poblado fue conocido anteriormente como **Tzacualtitla**, que en nahuatl significa "**lugar cerrado**" (Tzacuatl, cerrar o cerrado y titla, junto, en o debajo).

Actualmente se le conoce como **Sanctorum**, nombre que en latín significa "**lugar sagrado**", quizás como una evocación de su nombre nahuatl.

El municipio de Lázaro Cárdenas se creó con las localidades agregadas de los municipios de Españita y Calpulalpan, por decreto el 21 de marzo de 1935.

#### LOCALIZACIÓN

Se localiza en la zona poniente del estado, situado a los 99° 29' longitud oeste y a los 19° 34' de latitud norte, a una altitud de 2750 m. sobre el nivel del mar.

El municipio ocupa una superficie de 136.901 km.<sup>2</sup> que representa el 3.37% de la superficie total del estado. Sanctorum limita al norte con el municipio de Benito Juárez, al sur con el municipio de Españita y Hueyotlipan, y al poniente con los municipios de Mariano Arista y Calpulalpan.

El municipio se divide en 9 localidades ( dos pueblos, cinco ranchos, un ejido y una exhacienda ), de las cuales las más importantes son: Sanctorum ( cabecera municipal ), y Francisco Villa .

## OROGRAFÍA

Sanctorum se encuentra asentado en las estribaciones del sistema montañoso transversal del eje neovolcánico. Esta formación sirve para delimitar acusadas zonas de diversos relieves, dentro de los cuales se observan tres formas características:

zonas accidentadas: éstas abarcan, aproximadamente, el 20% de la superficie total del municipio y se localizan al sur y oriente del mismo; dichas zonas son producto de un relieve montañoso que se extienden hasta los límites con el estado de Puebla.

zonas semiplanas: ocupan el 26% de la superficie del municipio y se localizan en las laderas de los relieves montañosos del lugar.

zonas planas : comprenden el 54% de la superficie del municipio, y se localizan a ambos lados de la carretera que lo atraviesa de noroeste a sureste.

Los suelos corresponden a la era del cenozoico ( período terciario ), de tipo andesita; presenta una formación estratificada de tepetates y areniscas consolidados y semiconsolidados.

## HIDROGRAFÍA

La constituyen dos arroyos y un manantial llamado **Tepapatlaco**. Dichos arroyos sólo tienen caudal en época de lluvias y se localizan: uno, al oriente y el otro, al poniente de la carretera municipal. En cuanto a presas y bordos, el municipio cuenta con tres jagüeyes y una presa, la presa de **Zoquiapan**; ésta última es alimentada por los arroyos intermitentes durante el año.

## CLIMA

El clima predominante es templado semiseco con regímenes de lluvias durante los meses que van de mayo a septiembre y parte de octubre. Los meses más calurosos son los de marzo, abril y mayo. La temperatura máxima es de 13.46°C y la mínima de 6.07°C en promedio.

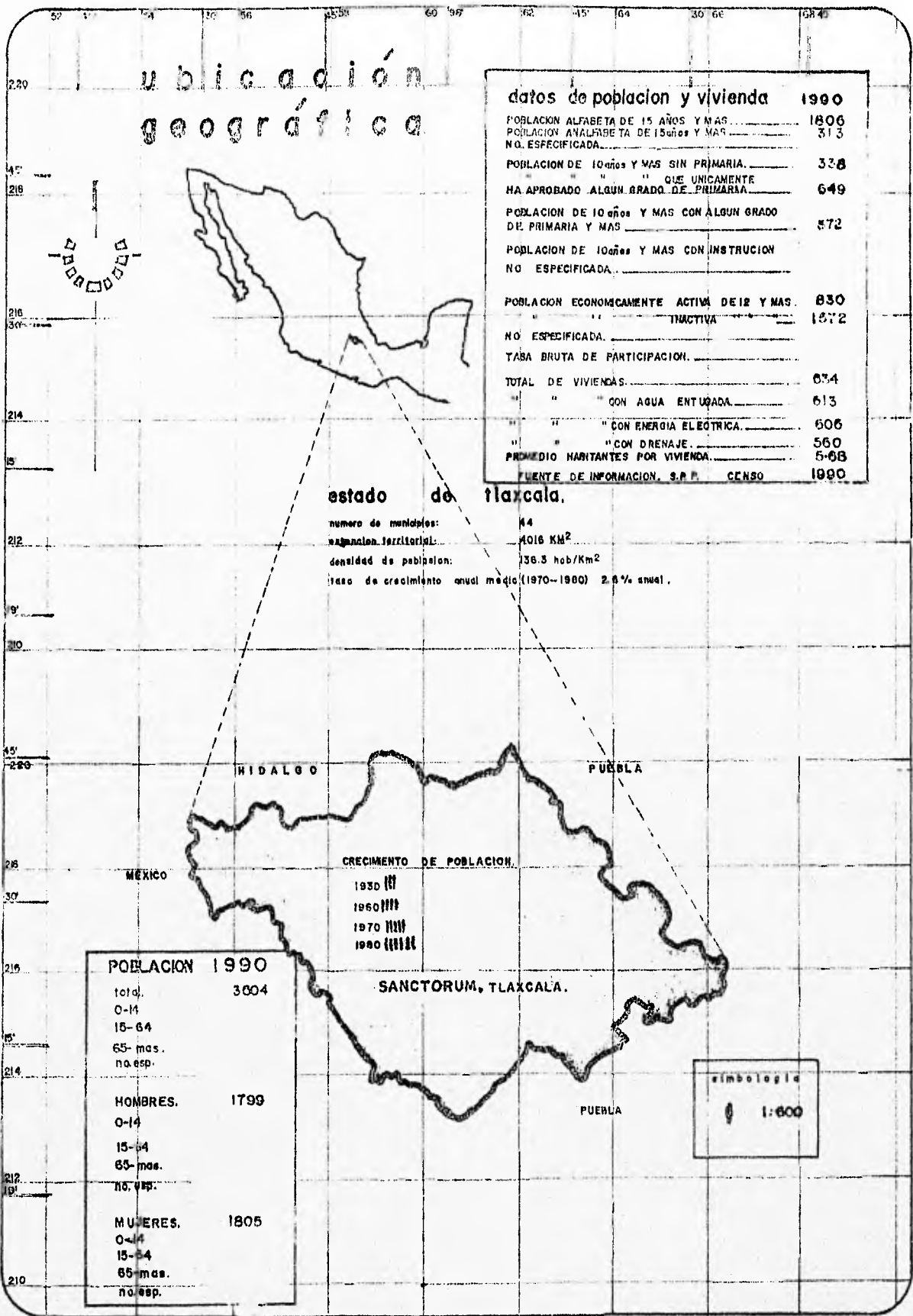
La precipitación pluvial media anual es de 11.31 mm.

La dirección de los vientos es, en general, del noreste, con una velocidad promedio de 23.61 m/seg.

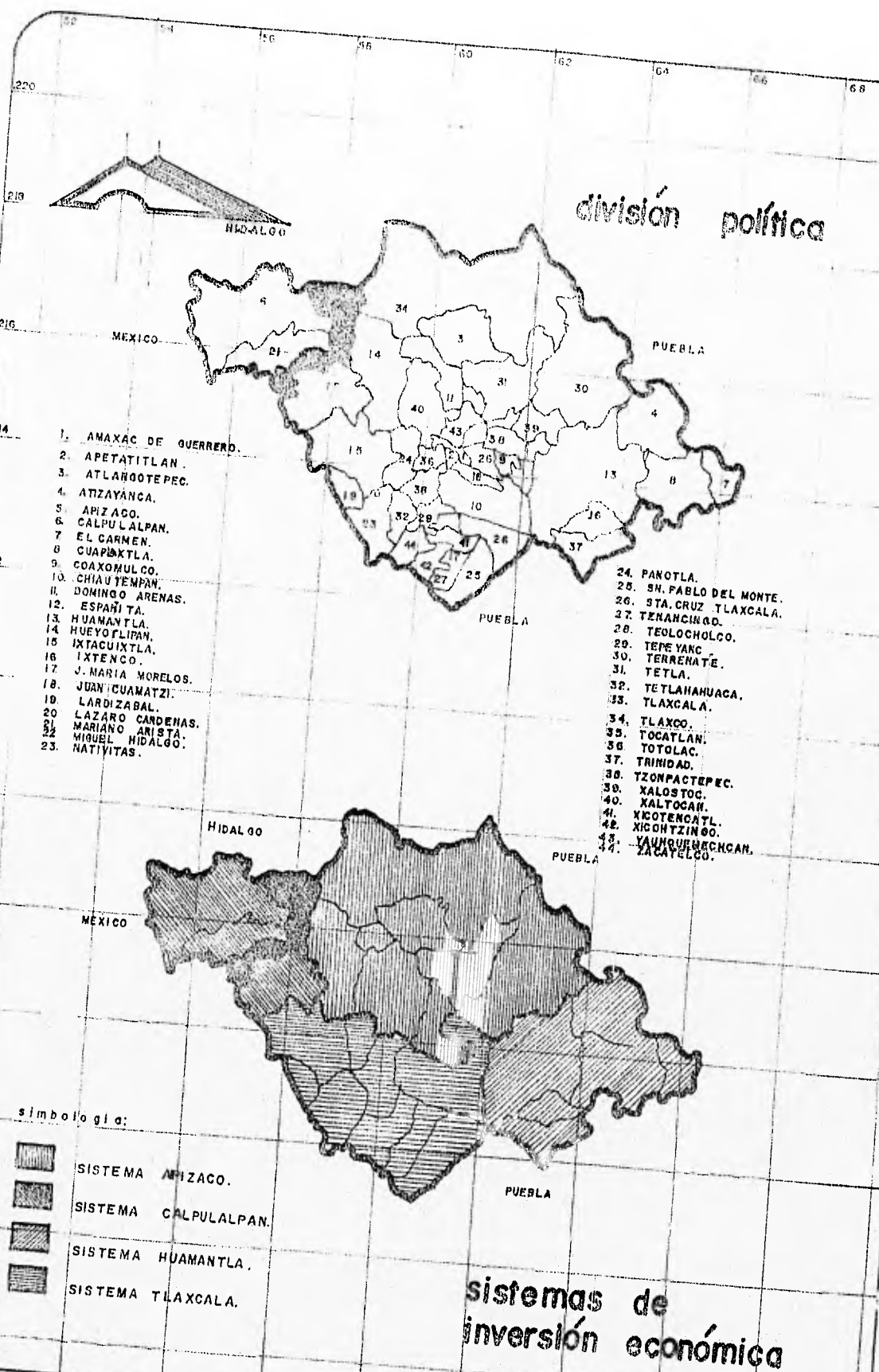
## FAUNA Y FLORA

La vegetación consiste, básicamente, en pastizales y arbustos. Pero también encontramos árboles como: pinos, alcanfor, encinos, álamos, sabinos, truenos y eucaliptos.

En cuanto a la fauna, hay conejos, liebres, ardillas, zorrillos, tusas, tlacuaches, armadillos, tejones, mapaches, gato montés y coyotes.







" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "



división política

1. AMAXAC DE GUERRERO.
2. APETATITLAN.
3. ATLAGOTEPEC.
4. ATZAYANCA.
5. APIZACO.
6. CALPULALPAN.
7. EL CARMEN.
8. CUAPAXTLA.
9. COAXOMULCO.
10. CHIAUTEMPAN.
11. DOMINGO ARENAS.
12. ESPAÑITA.
13. HUAMANTLA.
14. HUEYOFLIPAN.
15. IXTACUIXTLA.
16. IXTENCO.
17. J. MARIA MORELOS.
18. JUANICUAMATZI.
19. LARDIZABAL.
20. LAZARO CANDENAS.
21. MARIANO ANISTA.
22. MIGUEL HIDALGO.
23. NATIVITAS.

24. PANOTLA.
25. SN. PABLO DEL MONTE.
26. STA. CRUZ TLAXCALA.
27. TENANCINGO.
28. TEOLOCHOLCO.
29. TEPEYANG.
30. TERRENATE.
31. TETLA.
32. TETLANHUACA.
33. TLAXCALA.
34. TLAXCO.
35. TOCATLAN.
36. TOTOLAC.
37. TRINIDAD.
38. TZONAPACTEPEC.
39. XALOSTOC.
40. XALTOCAN.
41. XICOTENCATL.
42. XICONTZINGO.
43. YAHUQUERNECAN.
44. ZACATELCO.

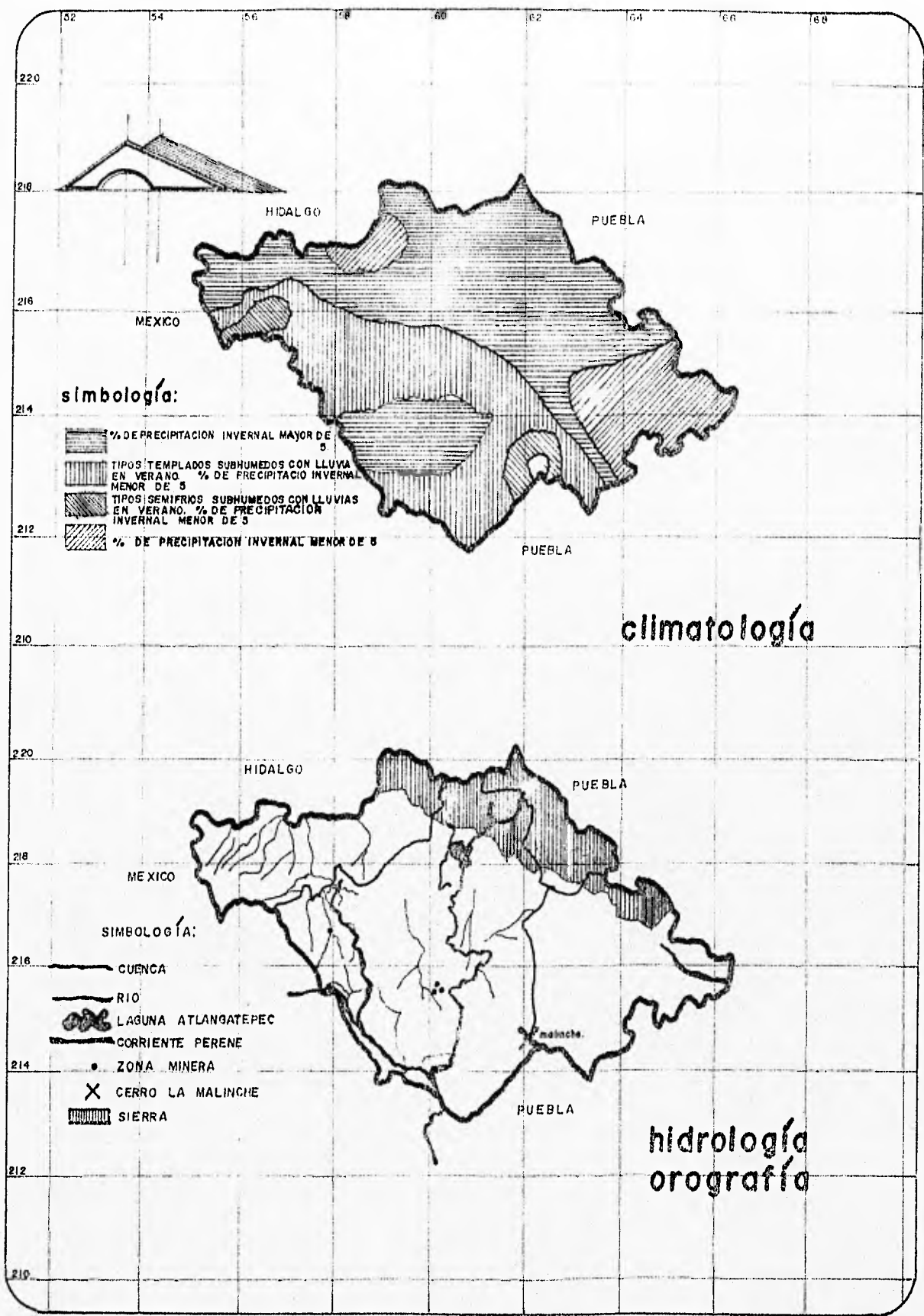
- simbología:
-  SISTEMA AMIZACO.
  -  SISTEMA CALPULALPAN.
  -  SISTEMA HUAMANTLA.
  -  SISTEMA TLAXCALA.

sistemas de inversión económica

" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

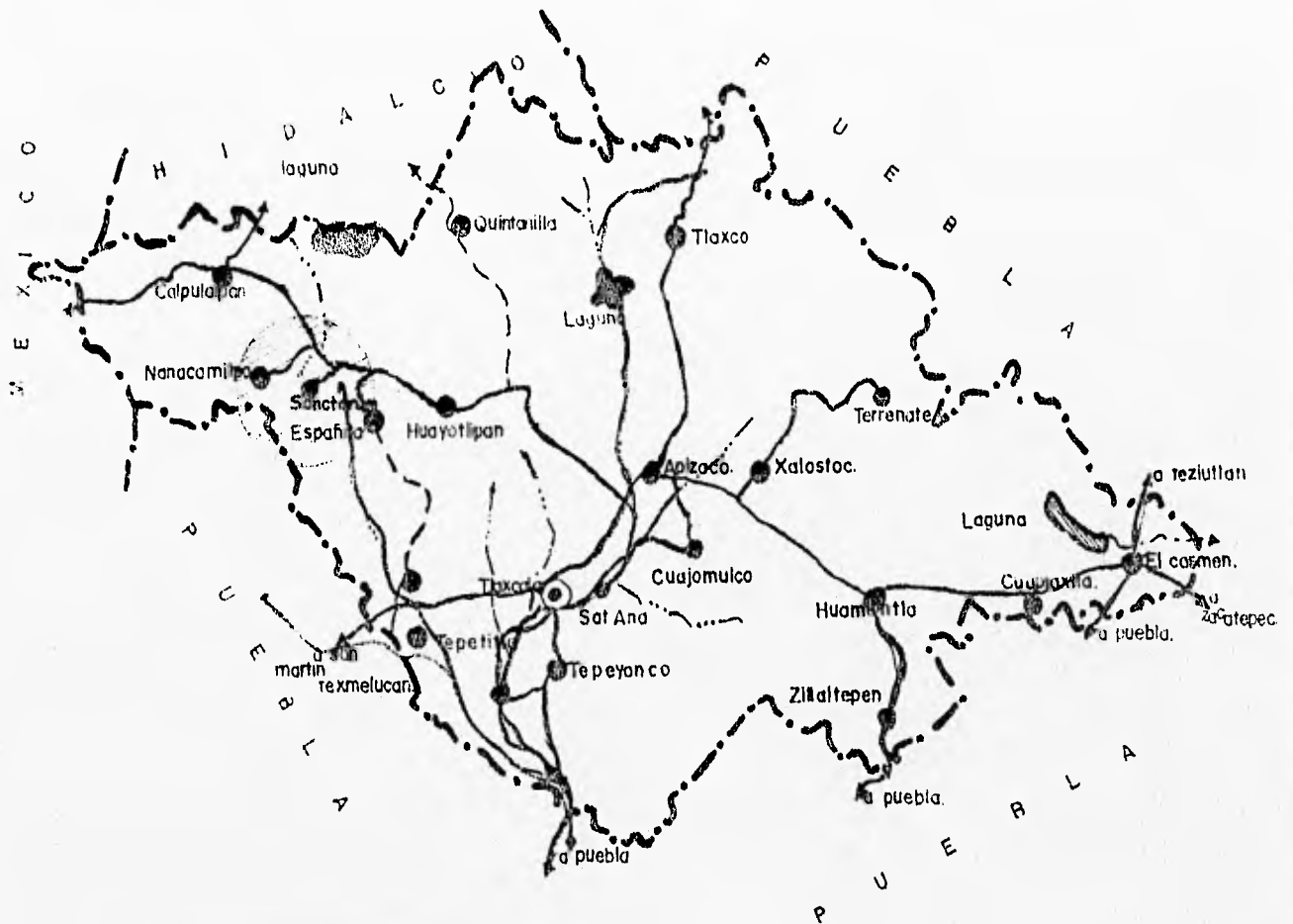
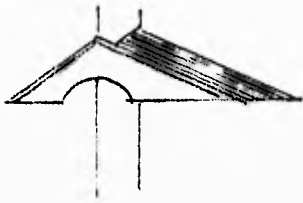






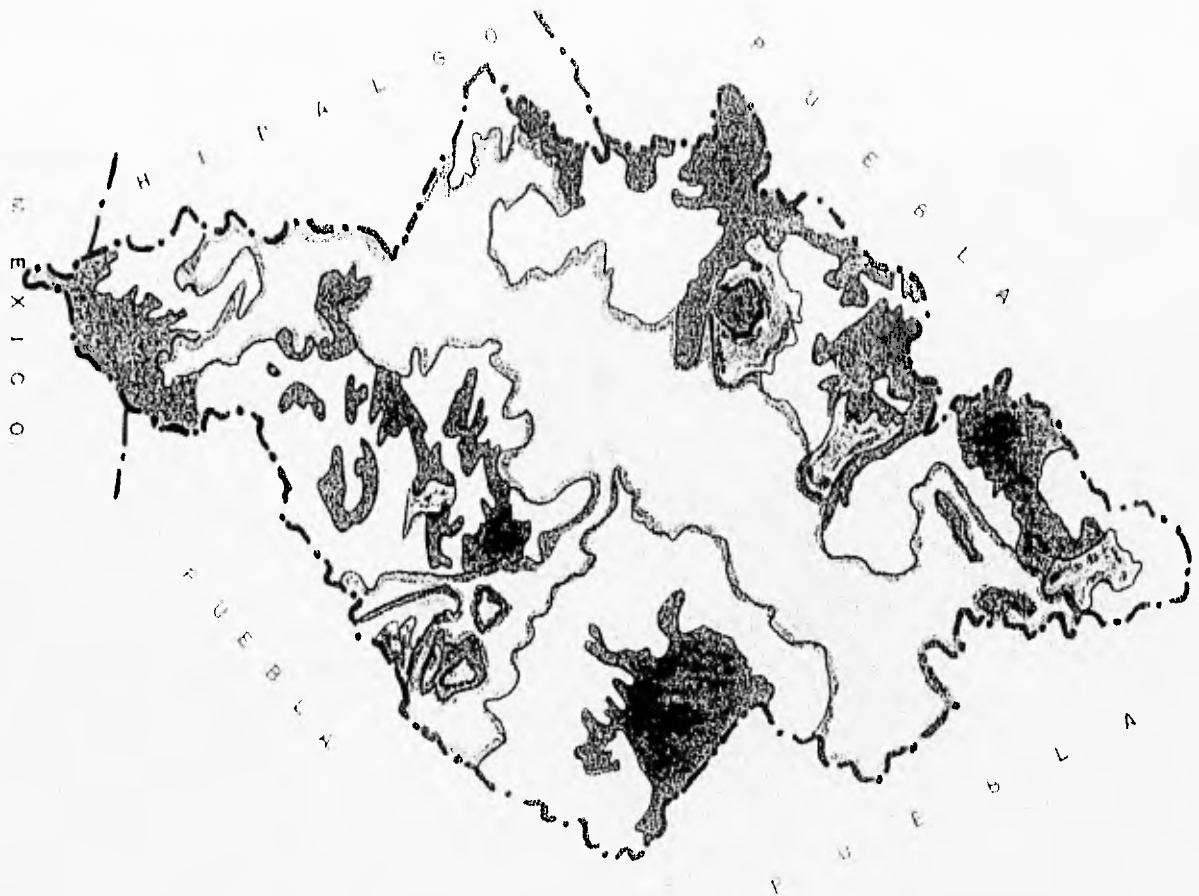
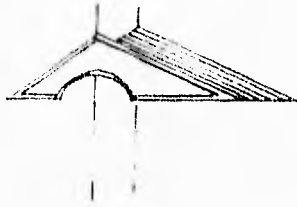
DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA

" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "



- LIMITE ESTATAL
- CARRETERA PAVIMENTADA
- TERRACERIA
- CAPITAL DEL ESTADO
- POBLACIONES
- ~~~~~ RIOS
- PRESAS Y LAGUNAS

" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "




 AGRICULTURA DE TEMPORAL

 EROSIÓN

 AGRICULTURA DE RIEGO

 PASTIZAL

 BOSQUE DE PÍNO Y ENCINO

## CAPITULO V

### ANÁLISIS DEL CLIMA

Con el propósito de analizar la estrategia del diseño utilizada por la arquitectura vernácula, se recopiló la información climatológica pertinente con datos tales como: temperatura horaria, humedad relativa, irradiancia solar, velocidad y dirección del viento, etc.

Esta información no está siempre disponible al público en general, por lo que fue necesario recurrir a diversas instancias a fin de obtenerla.

Se elaboraron archivos con los datos obtenidos: temperatura máxima, temperatura mínima, precipitaciones, dirección y velocidad del viento. Se obtuvieron gráficas de temperatura máxima, mínima y de precipitación pluvial; con los parámetros de confort térmico y con los datos de la temperatura se elaboró una gráfica de comodidad térmica anual ( ver gráficas de temperatura ).

En las gráficas que aquí presentamos se muestran las temperaturas máxima y mínima anual, observándose de manera global el clima de la región <sup>8</sup>

Para los días de diseño, su amplitud en la variación de la temperatura así como su relación con la precipitación pluvial registrada. Ahora bien, de acuerdo con dichas gráficas fue posible determinar que existen cuatro tipos de clima bien definidos, los cuales son: frío semiseco en invierno, cálido semihúmedo en primavera, templado húmedo en verano y frío semihúmedo en otoño. En la época fría semiseca hay radiación solar de  $703 \text{ w/m}^2$  con temperatura máxima de  $10.8 \text{ }^\circ\text{C}$  y una precipitación pluvial de  $9.525 \text{ mm}$ , mientras que los vientos dominantes provienen del noreste tienen una velocidad promedio de  $23.61 \text{ m/seg}$ .

Estas condiciones hacen que se le considere como la época crítica del año en cuanto a comodidad térmica.

Las condiciones climatológicas del lugar varían a partir del mes de marzo, cuando la precipitación pluvial es de  $15.33 \text{ mm}$  y la temperatura es de  $14.4 \text{ }^\circ\text{C}$ , en el mes de junio la radiación solar es de  $717 \text{ w/m}^2$ , la temperatura media es de  $15.4 \text{ }^\circ\text{C}$ , con una precipitación de  $25.05 \text{ mm}$ , con vientos dominantes del sur y una velocidad promedio de  $23.61 \text{ m/seg}$ . <sup>9</sup>

En los días cálidos de primavera y verano, cuando la temperatura ambiente llega a los límites superiores del rango de comodidad y la humedad en el ambiente es alta, el cuerpo humano tiene problemas para disipar el calor que produce ( ya que se le puede considerar como una bomba de calor) y se tiene una sensación de calor bochornoso.

---

<sup>8</sup> Siteclimate : a program to create hourly site-specific weather data.

E.Arcens L.Flym 1985 ASHRAE

<sup>9</sup> La velocidad promedio del viento es casi constante, debido a que en nuestro caso de estudio en particular se encuentra en la cima de un cerro.

Los fenómenos climatológicos que acabamos de describir afectan incuestionablemente el organismo humano. Es aquí donde se presenta el problema de definir qué es la comodidad, la cual ha sido estudiada por investigadores como Newburg en 1949, Buetner en 1951, etc.

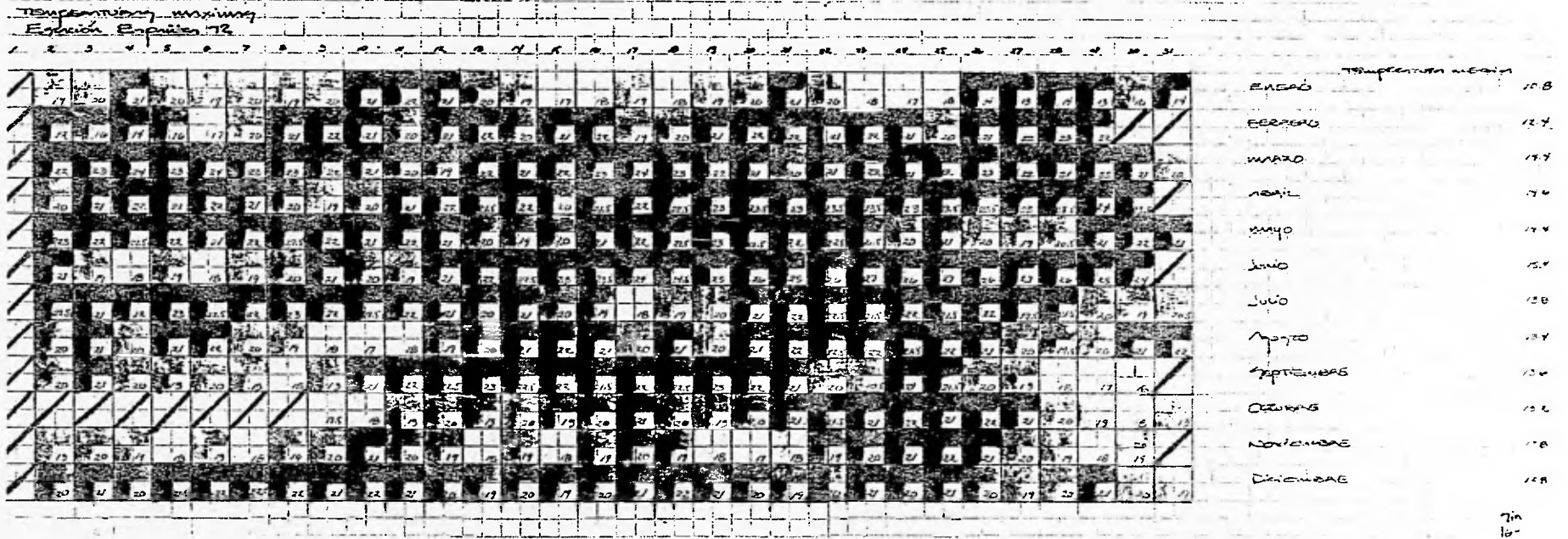
Según Landsberg ( 1954 ), el cuerpo humano debe perder calor en el medio ambiente aún cuando se encuentre en reposo pero despierto.

De acuerdo a su teoría, se debe perder  $50 \text{ kg.cal.m}^2/\text{hr}^{-1}$ , lo que equivale aproximadamente a  $\text{kg.cal. por kg. de peso de una persona}$ ; si se trabaja, por ejemplo , este valor subiría. Y según este mismo investigador, la pérdida de calor en condiciones ambientales normales se efectuara en un 44% por radiación, 35% por conducción y 21% por evaporación.

El calor perdido por radiación será mayor mientras los alrededores tengan una temperatura promedio más baja que la temperatura media del cuerpo humano. Por otra parte , también es posible que en vez de perder calor por radiación, el hombre la reciba, y esto sucede porque las paredes o techos tienen una temperatura más elevada que la de su organismo o porque está bajo influencia directa de la irradiación solar.

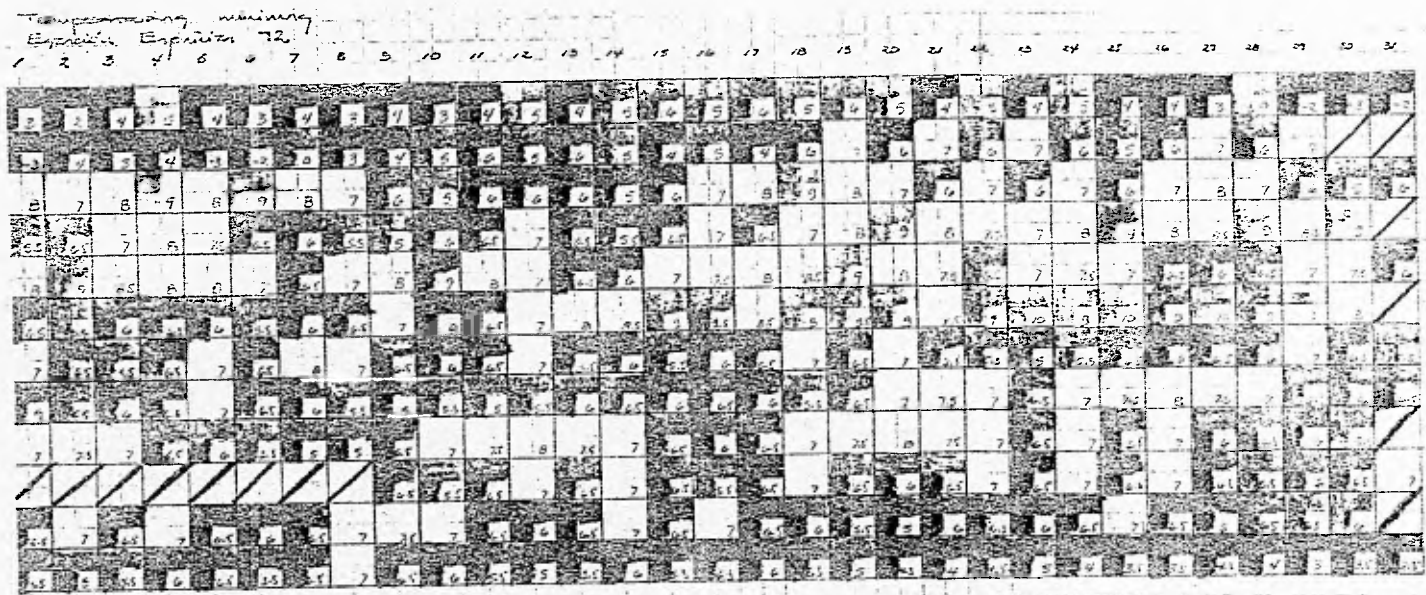
GRAFICA ANUAL DE TEMPERATURA MAXIMA AÑO DE 1992.  
 ESTACION METEOROLOGICA DE ESPAÑA

CASO DE ESTUDIO  
 SANCITORUM , TLXCALA



GRAFICA ANUAL DE TEMPERATURA MINIMA AÑO DE 1992.  
 ESTACION METEOROLOGICA DE ESPAÑETA

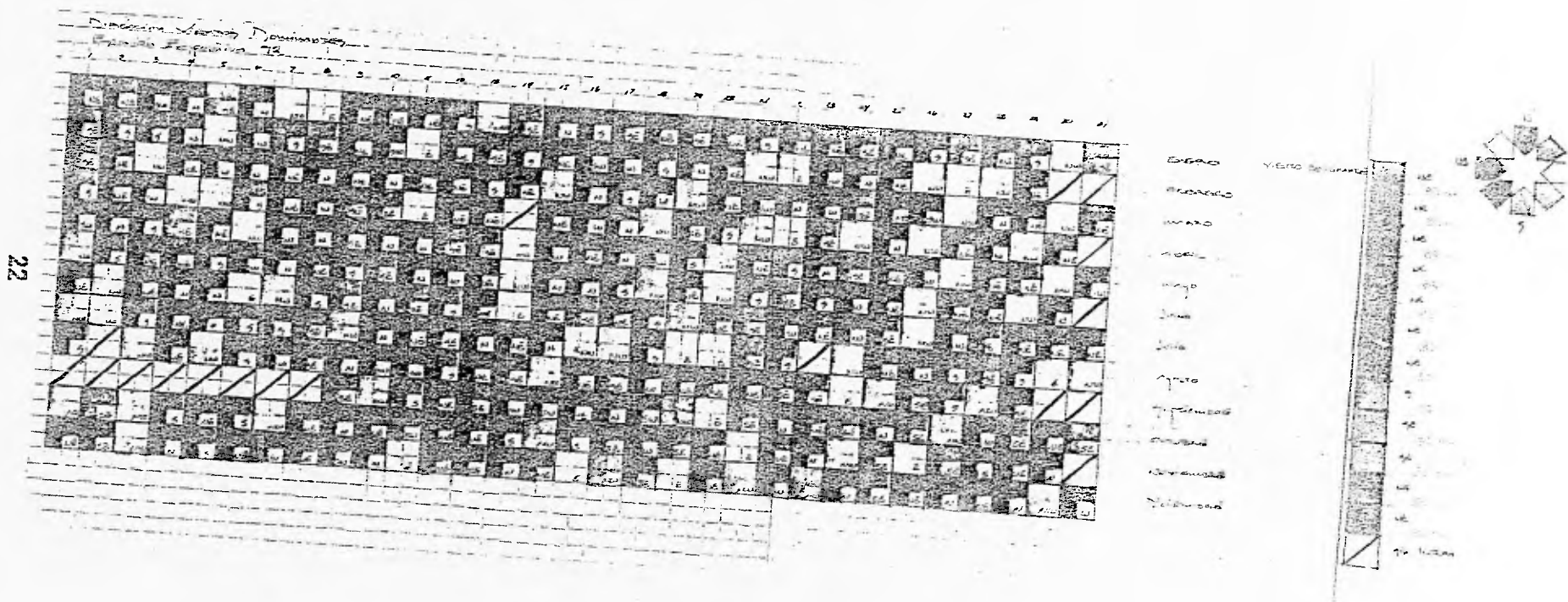
CASO DE ESTUDIO  
 SANCTORUM, TLAXCALA





GRAFICA ANUAL DE LA DIRECCION DE LOS VIENTOS DOMINANTES  
 ESTACION METEOROLOGICA DE ESPANITA TLAXCALA AÑO DE 1992

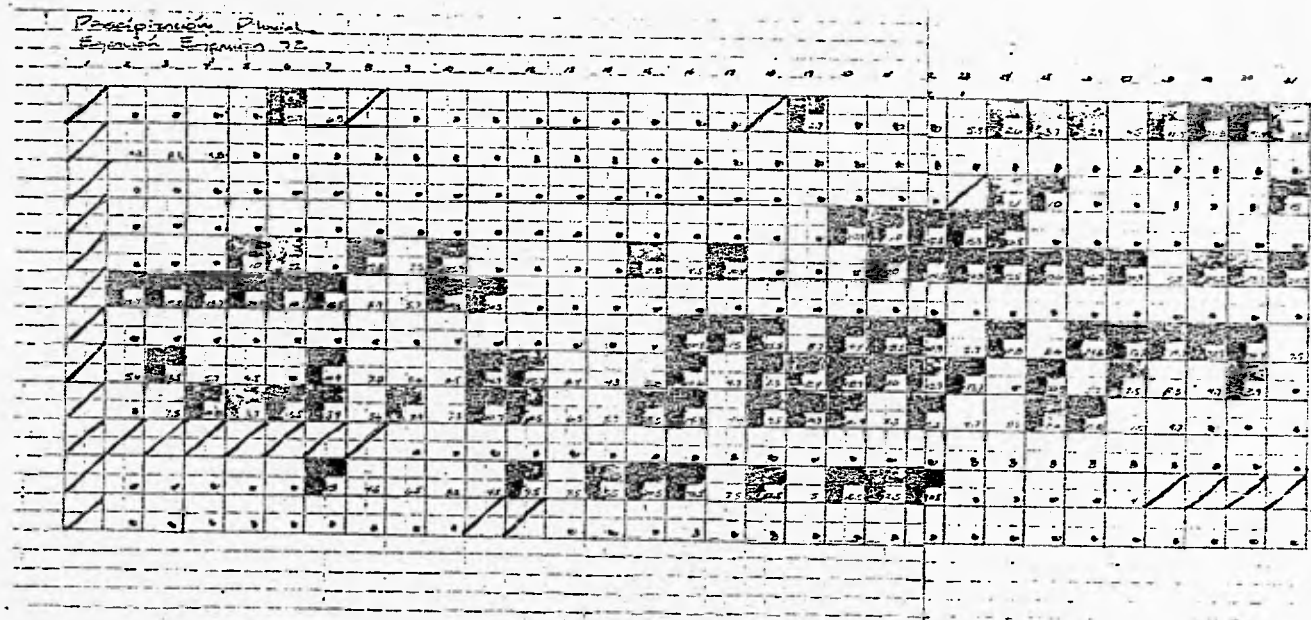
CASO DE ESTUDIO  
 SANCIONUM, TLAXCALA



GRAFICA ANUAL DE LA PRECIPITACION PLUVIAL AÑO DE 1992  
 ESTACION METEOROLOGICA DE ESPAÑITA TLAXCALA

CASO DE ESTUDIO  
 SANCIONUM, TLAXCALA

23



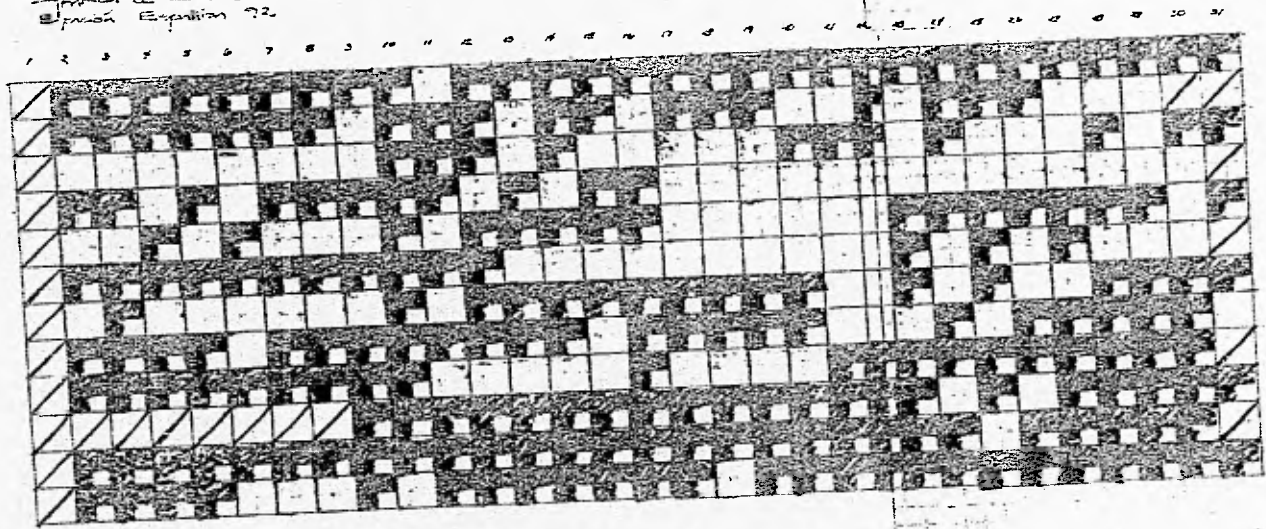
Enero	0.00
Febrero	0.00
Mars	0.00
Abril	0.00
Mayo	0.00
Junio	0.00
Julio	0.00
Agosto	0.00
Septiembre	0.00
Octubre	0.00
Noviembre	0.00
Diciembre	0.00

NO SE REGISTRÓ  
 SÍ REGISTRÓ

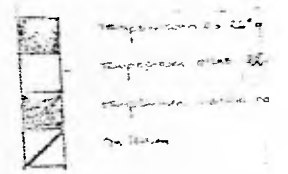
GRAFICA ANUAL DE COMODIDAD TERMICA PARA EL AÑO DE 1992  
 ELABORADA CON LOS DATOS DE LA ESTACION METEOROLOGICA ESPAÑITA, TLAXCALA

CASO DE ESTUDIO  
 SANCICRUM, TLAXCALA

Gráfica de Cálculo Térmico  
 España Española 92



- Enero
- Febrero
- Marzo
- Abril
- Mayo
- Junio
- Julio
- Agosto
- Septiembre
- Octubre
- Noviembre
- Diciembre

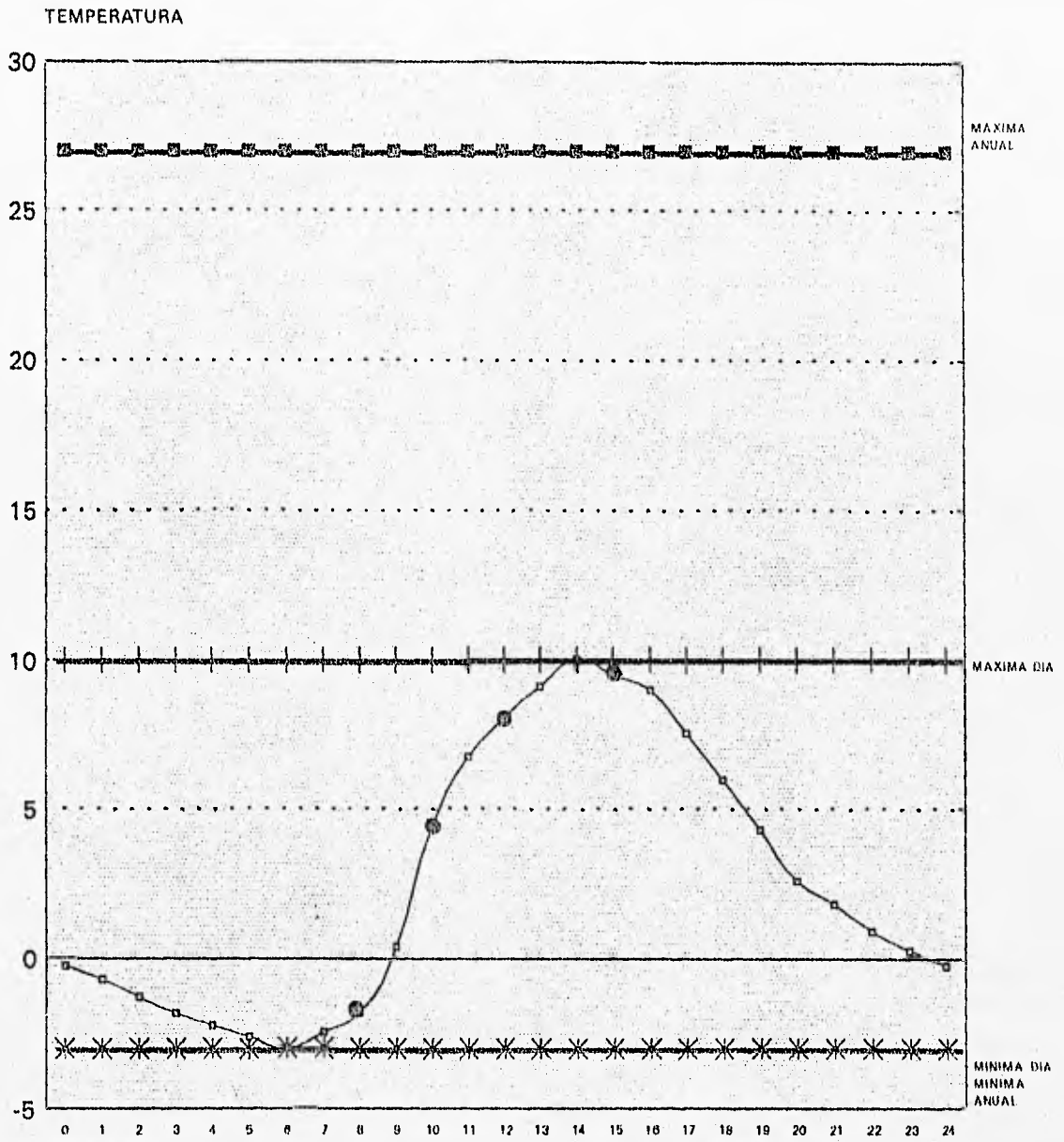


2A

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### ENERO 30 /92



HORAS

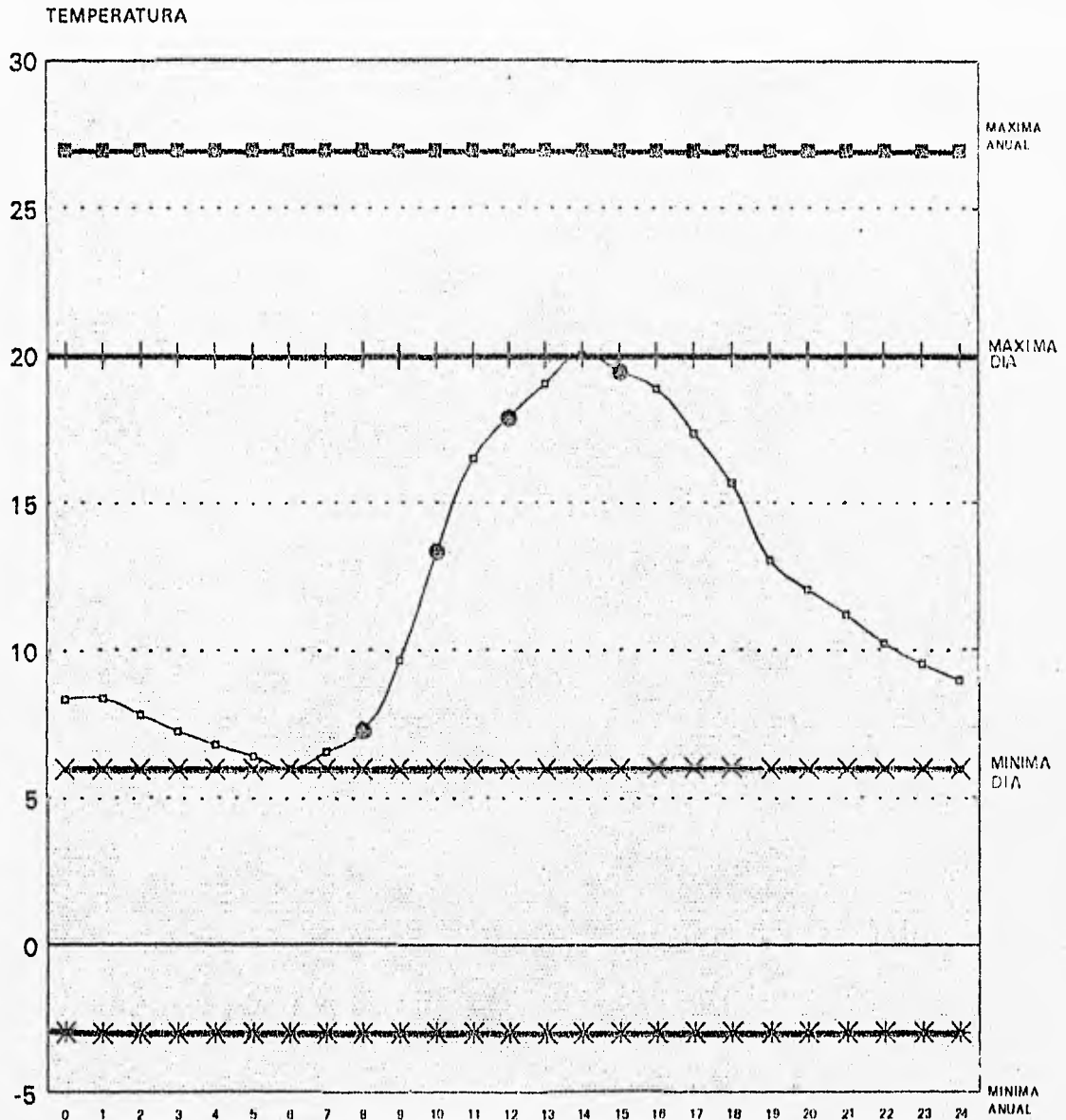


HORAS ANALIZADAS PROYECCION SOLAR

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### MARZO 21 /92



HORAS

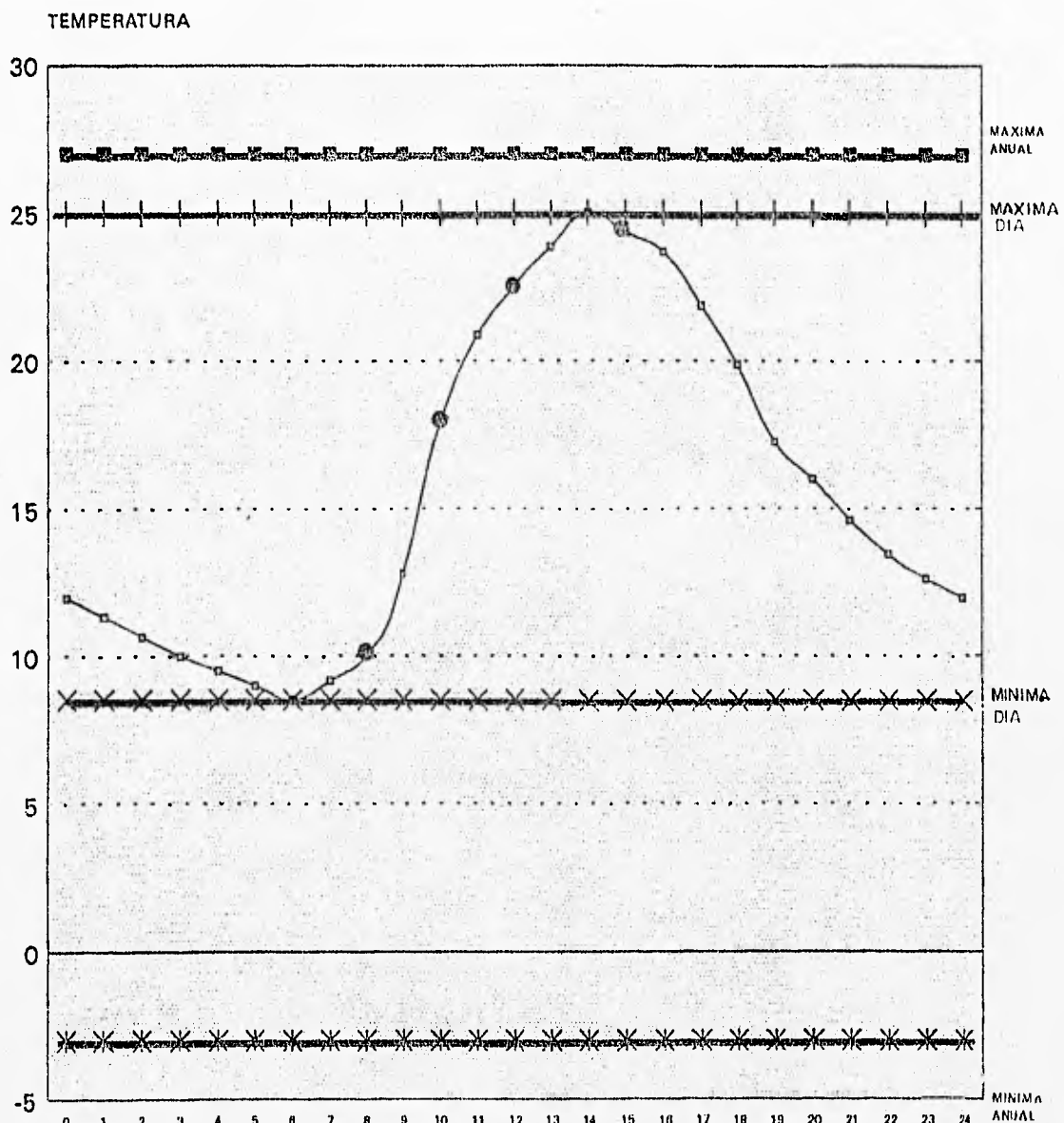


HORAS ANALIZADAS PROYECCION SOLAR

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### JUNIO 21 /92



11,99	11,3	10,64	9,98	0,49	0,99	0,5	0,16	0,98	12,70	17,9	20,67	22,57	23,84	25	24,34	23,06	21,86	19,06	17,24	15,89	14,6	13,45	12,62	11,05
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	

HORAS

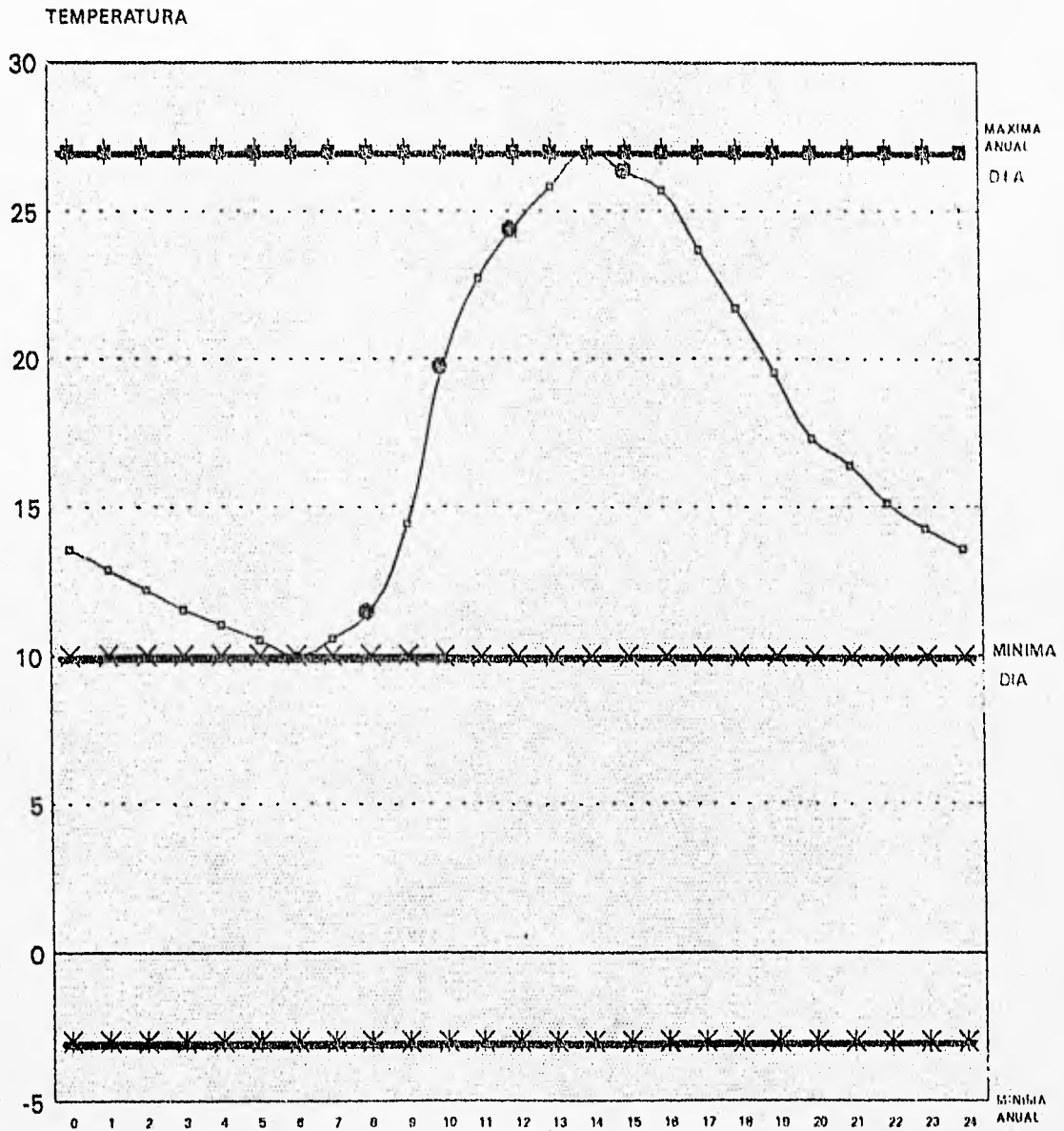


HORAS ANALIZADAS PROYECCION SOLAR

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### JUNIO 25 /92



HORAS

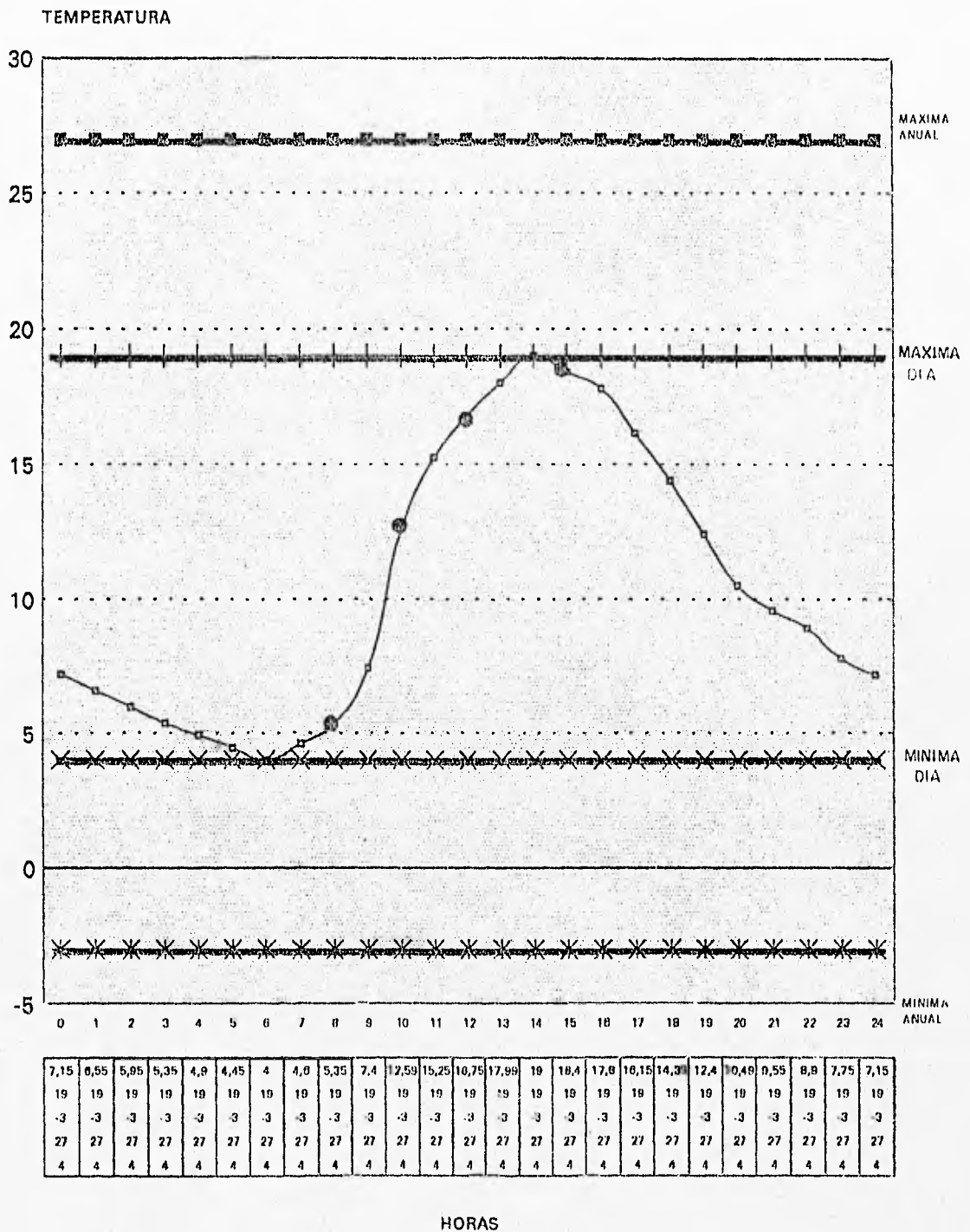


HORAS ANALIZADAS PROYECCION SOLAR

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### DICIEMBRE 21 /92



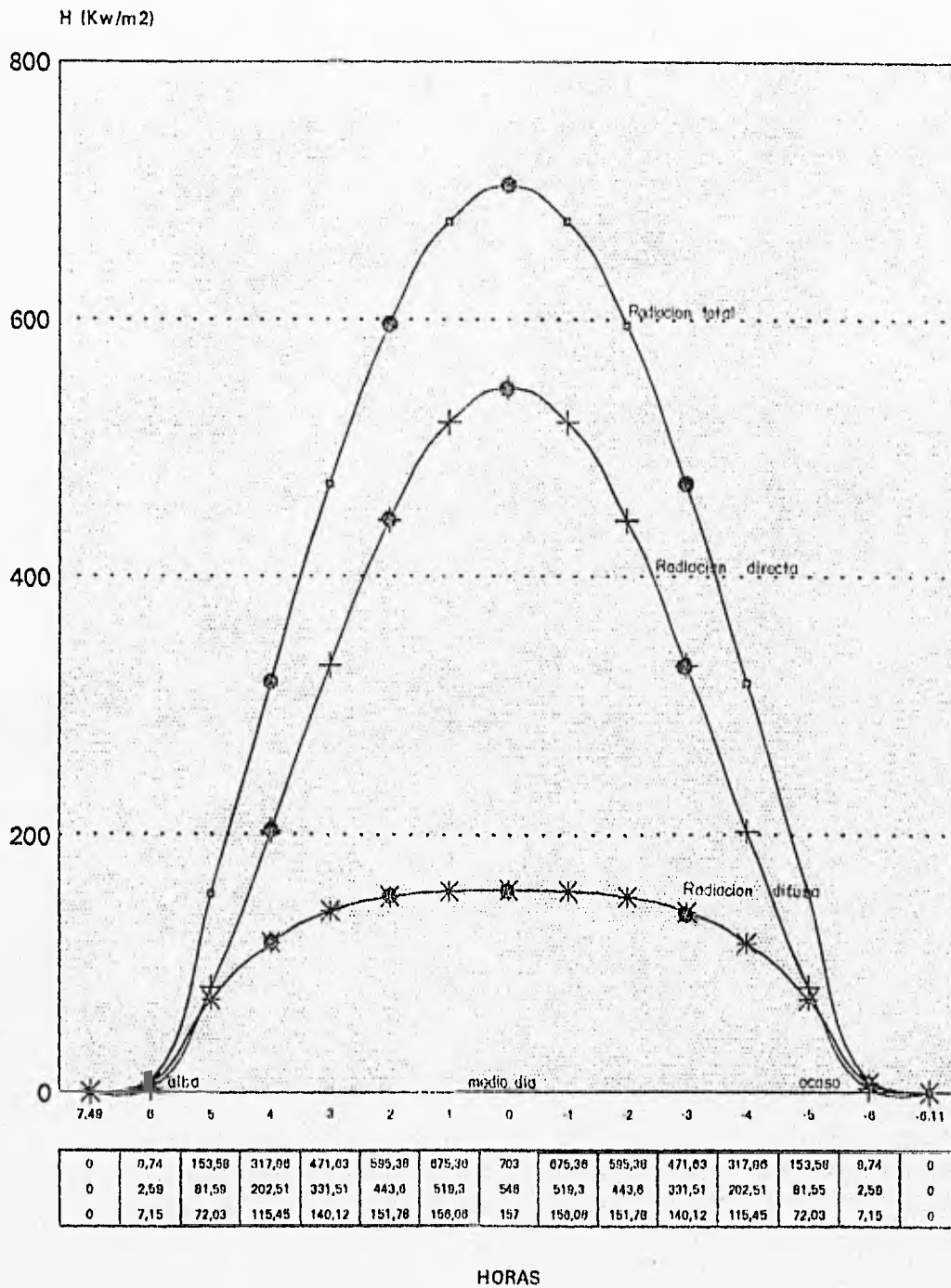
HORAS ANALIZADAS PROYECCION SOLAR



# CALCULO DE LA RADIACION SOLAR

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### 30 DE ENERO DE 1992

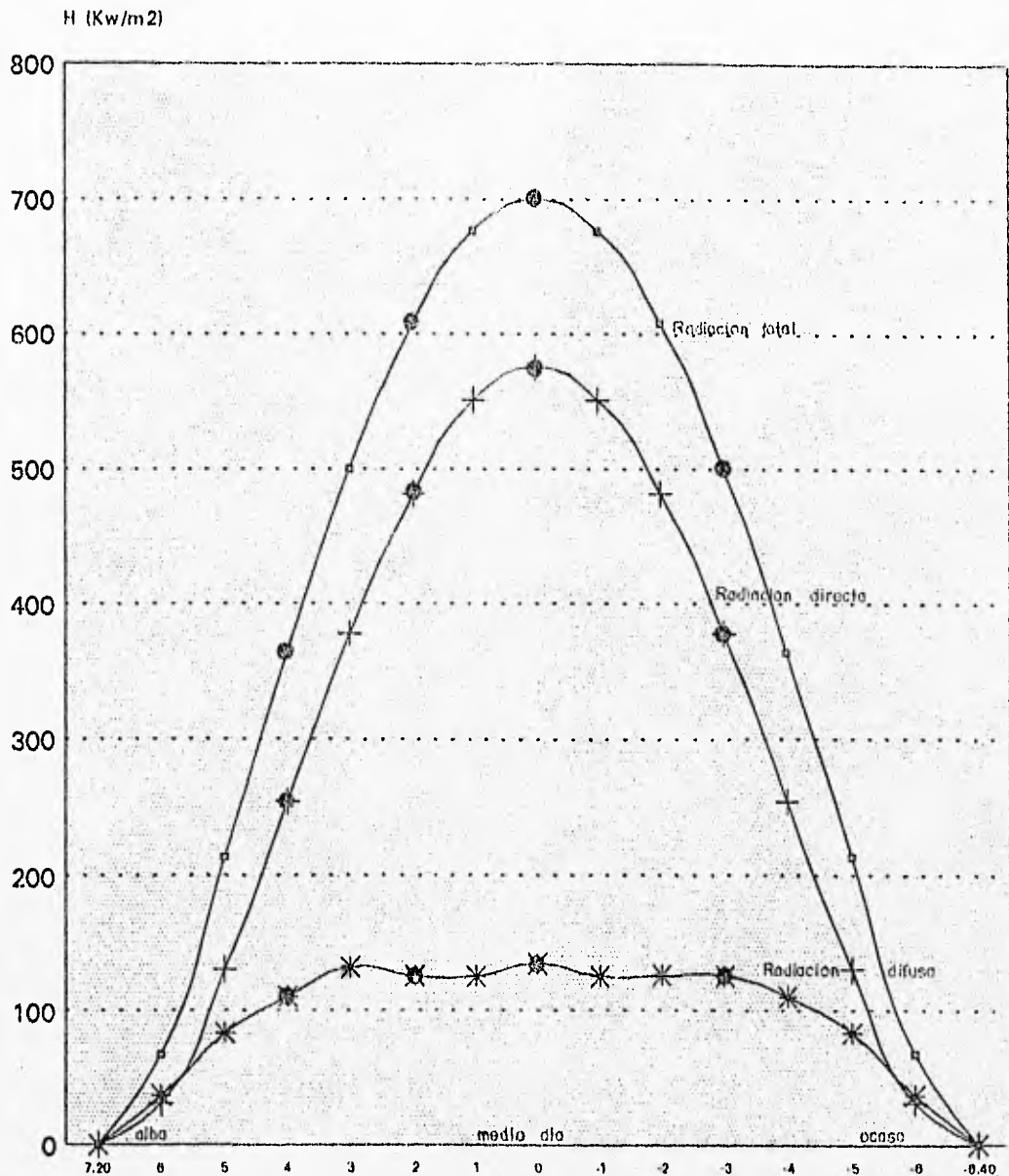


HORAS ANALIZADAS PROYECCION SOLAR

# CALCULO DE LA RADIACION SOLAR

CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

21 DE MARZO DE 1992



0	07,45	213,44	384,13	500,2	607,89	670,38	700	670,38	607,89	500,2	384,13	213,44	07,45	0
0	30,87	130,28	254,02	377,77	481,83	550,85	575	550,85	481,83	377,77	254,02	130,28	30,87	0
0	30,38	83,10	110,11	132,43	125,88	125,53	135	125,53	125,88	125,43	110,11	83,10	30,38	0

HORAS

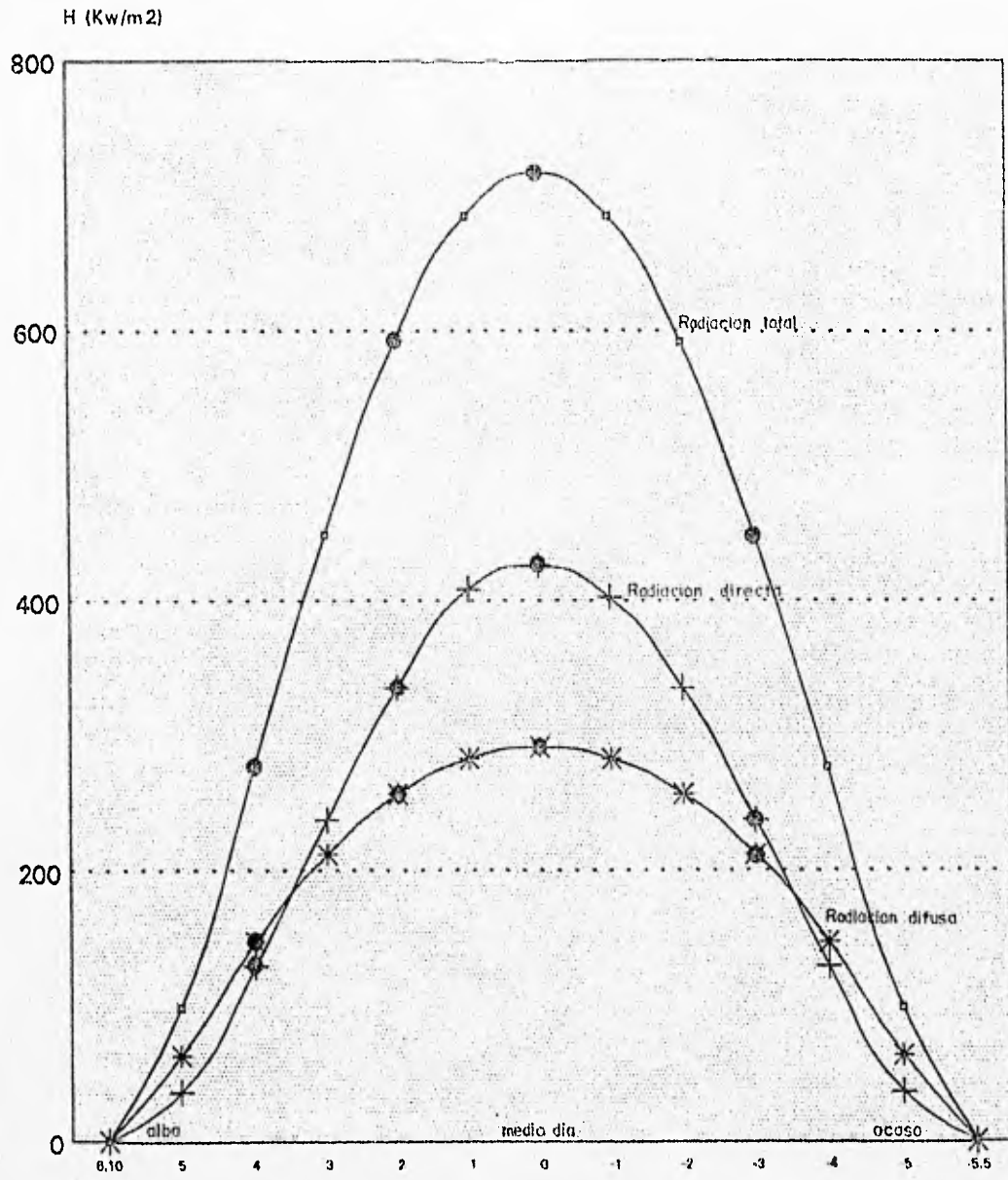


HORAS ANALIZADAS PROYECCION SOLAR

# CALCULO DE LA RADIACION SOLAR

CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

21/25 JUNIO DE 1992



0	86,78	276,15	440,2	591,55	684,85	717	684,85	591,55	449,2	276,15	86,78	0
0	35,75	129,25	237,44	334,97	408,11	428	402,11	334,97	237,44	129,25	35,75	0
0	83,03	146,9	211,76	258,58	287,54	291	287,54	258,58	211,76	146,9	83,031	0

HORAS

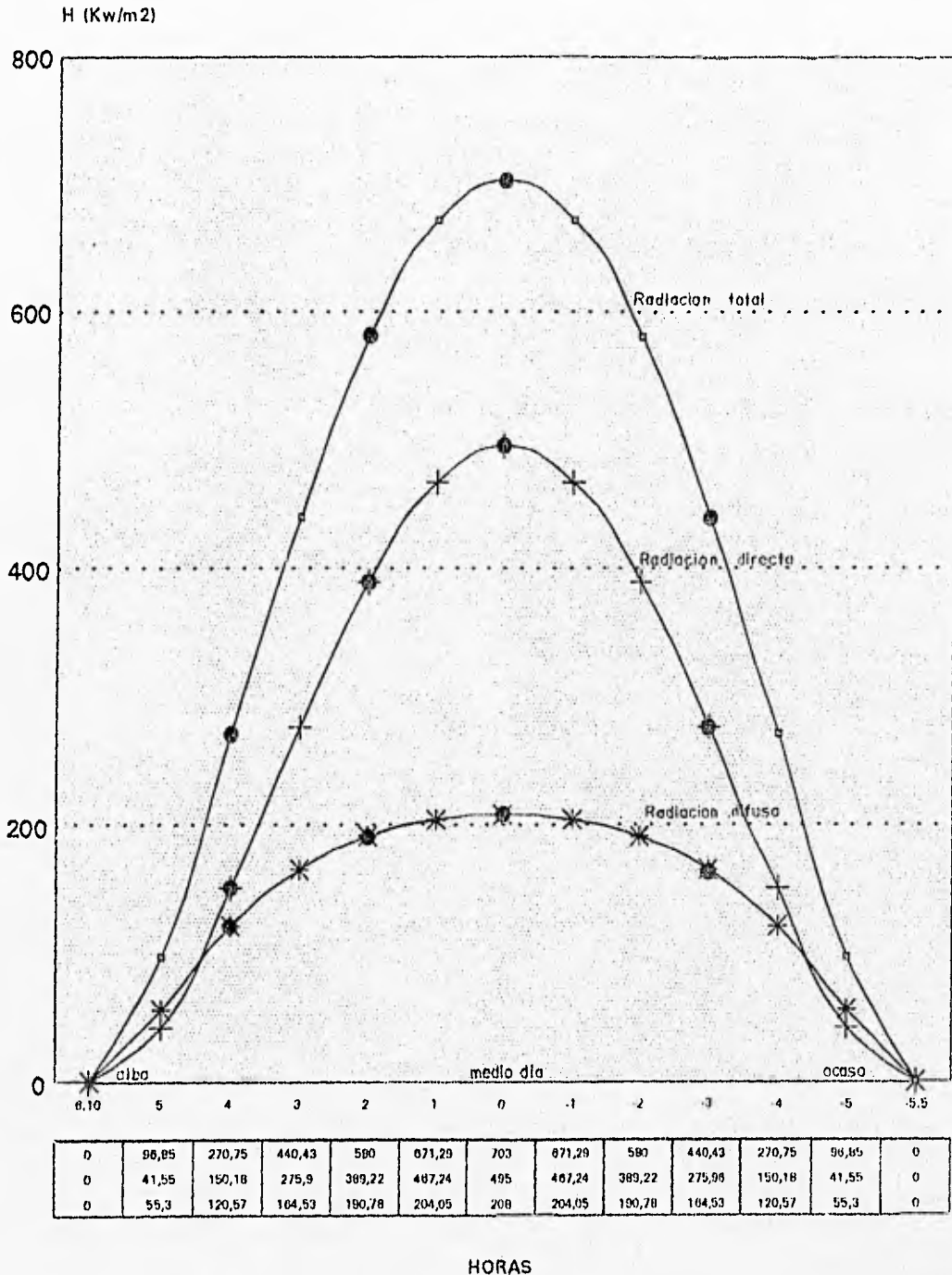


HORAS ANALIZADAS PROYECCION SOLAR

# CALCULO DE LA RADIACION SOLAR

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

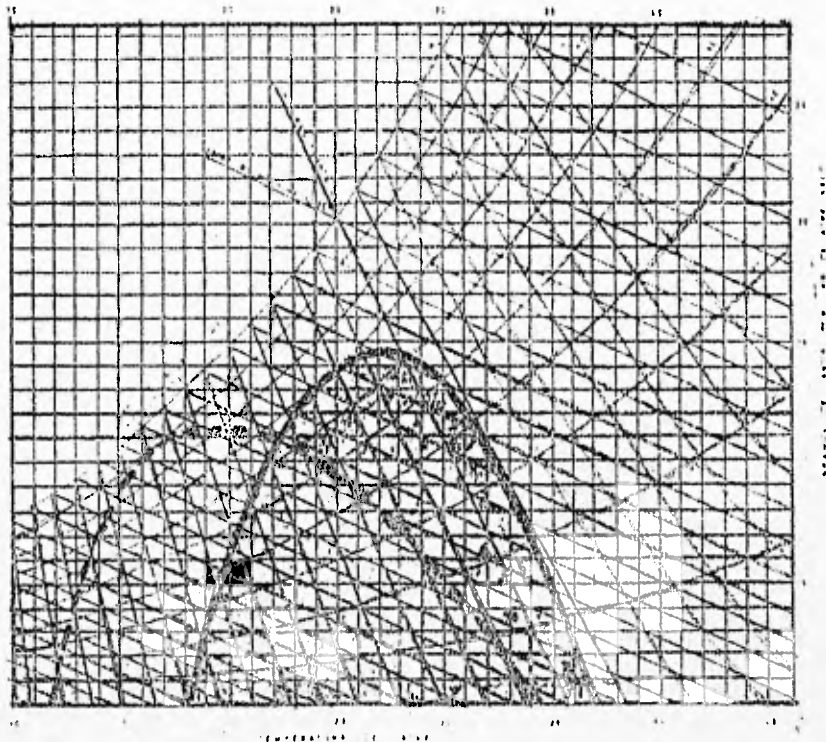
### 21 DE DICIEMBRE DE 1992



HORAS ANALIZADAS PROYECCION SOLAR

EJEMPLO DE COMBINACIONES DE AMBIENTES ATMOSFÉRICOS  
 QUE DAN LA MISMA SENSACIÓN ASHVE

<i>Vel. del aire en m/s</i>	<i>Humedad relativa (en %)</i>			
	20	40	75	100
0.0	26°	24°	22°	21°
0.5	27°	25°	23°	22°
1.0	28°	26°	24°	23°
1.5	28°	27°	25°	24°
2.5	29°	28°	26°	25°





LIMITE DEL COMODIDAD: aclimatado -   
 no aclimatado, 

DIAGRAMA PSICROMETRICO  
 Y ZONA DE COMODIDAD.  
 ( Lemaire, Greyfus, ASHVE )

## CAPITULO VI

### ESTRATEGIAS DE DISEÑO ADECUADO AL CLIMA

Las experiencias que han quedado plasmadas en la arquitectura vernácula constituyen la primer herramienta que se debe aplicar, junto con la teoría de transferencia de calor y la de mecánica de fluidos, para tratar de lograr que los edificios consuman un mínimo de energía en la obtención de la comodidad térmica deseada.

El sistema ideal, en este sentido, es el edificio cuyo consumo de energía sea nulo a lo largo del año. Esto último se puede llevar a cabo, en muchos casos, con el empleo del clima como recurso; las técnicas que hacen uso de este último se conocen como "*sistemas pasivos de climatización*". El término pasivo se refiere a que, en todos los casos, el intercambio de energía entre el edificio y el medio ambiente se hace a través de un proceso natural ( por conducción, convección y radiación ), de modo que la intervención de sistemas mecánicos sea mínima.

Sí bien, el clima puede crear incomodidad en los seres humanos, también es posible utilizar lo cambiante del mismo como recurso y así lograr comodidad en el interior de las edificaciones.

En la región en la cual se encuentra ubicado nuestro caso de estudio, Sanctorum, Tlaxcala, el factor más importante que se debe considerar para controlar las condiciones ambientales en el interior de las viviendas es la radiación solar. Por lo que, de acuerdo con el clima del lugar, se deberán diseñar aquellos elementos que permitan captar e introducir los rayos solares en el interior de las mismas y de no permitir su acceso cuando así se desee o sea necesario.

Los muros de gran espesor son muy importantes, ya que cuanto más masivo sea un elemento, más tiempo se tomará en sentir los cambios climáticos que ocurran en el exterior. Señalamos aquí el fenómeno llamado "*inercia térmica*" el cual se presenta, por excelencia, en los procesos constructivos de tecnología de tierra sin cocimiento (el adobe).

De tal suerte que el aislamiento de muros y cubiertas ( techos ) deberá ser el factor condicionante para evitar pérdidas o ganancias térmicas de manera muy rápida.

Ahora bien, por tradición, las ventanas han servido para ventilar e iluminar un lugar. Sin embargo, podemos deslindar estas dos funciones, ya que no siempre la ubicación de las mismas sirve para iluminar o captar los rayos solares o son ideales para ventilar, por lo que se deberá considerar el diseño de las ventilas y ventanas por separado.

En cuanto a las áreas exteriores, se recomiendan aquellos pavimentos que no reflejen los rayos solares, que tengan una gran capacidad de almacenar calor y no sean altamente higroscópicos (que puedan absorber agua ), así como integrar al interior las superficies expuestas al sol.

La combinación del terreno natural con materiales pétreos puede ser una buena solución; igualmente, utilizar vegetación de manera profusa, ya que los árboles de gran follaje disminuyen la velocidad del viento.

## CAPITULO VII

### ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS DEL DISEÑO VERNÁCULO

En el caso de Sanctorum, se observa el uso muy difundido de muros de adobe, el encalado de los mismos, tapiales y muros de piedra o jalnene. En el caso de los muros, éstos se encalan por dos razones: una, mantener un nivel de radiación, cuando se encuentran expuestos a la insolación directa, gracias al color de la cal, y la consiguiente reflexión de la luz; y, dos, prevenir posibles plagas que aniden en ellos.

Así, se denota el uso de materiales que permiten el almacenamiento de calor dentro de este tipo de arquitectura.



TIPOLOGÍA URBANA

La antigua traza urbana prehispánica tuvo que atravesar por un sin número de procesos y dificultades para adaptarse a las nuevas condiciones que la conquista trajo consigo.

A pesar de ello aún subsisten elementos indígenas que llegan hasta nuestros días. Por ejemplo: los procesos constructivos de tierra sin cocimiento, los jagüeyes, apantles, y cuexcomates, etc.

En Sanctorum es posible distinguir tres tipos de manzanas que, de acuerdo con la densidad de población, tipo de construcción y el lugar donde se encuentran, presentan las siguientes características:

Tipo A: lo conforman construcciones antiguas de alrededor de 70 u 80 años, de tecnologías de adobe y alineadas al paramento de la acera. Hay una cierta uniformidad en las fachadas y tienen un patio en el centro de ellas.

Tipo B: lo constituyen construcciones en transición observándose el uso de diversos materiales. No existe uniformidad en cuanto las fachadas, ya que algunas se encuentra remetidas del paramento.

Tipo C: aquí se encuentran aquellas construcciones con materiales que no son propios de la región, denotándose su dispersión así como el no estar alineados al paramento general.

Se efectuó un levantamiento fotográfico y se encontraron las siguientes características constructivas:

- a) Técnicas constructivas de tierra sin cocimiento y cubierta a base de madera y teja. Los muros de adobe se asientan sobre un cimiento ciclópeo de piedra con mortero de lodo y aplanado de mortero de cal-arena ( sin arnear ) o "argamasa", rematados con solera de barro.  
La estructura se apoya libre y directamente sobre muros o columnas hechas del mismo material que los primeros. En la viga madrina se apoyan los morillos y sobre éstos las tiras de duela o cinta. La viga madrina es comparable con una gualdra, en tanto que los travesaños son polines. Sobre los polines se encuentran asentados directamente las tejas sin ningún elemento de sujeción, excepto el peso propio.  
En lo que respecta al acabado de los muros, encontramos el rajueleado dejándolos aparentes.
- b) Técnicas constructivas de tierra sin cocimiento y cubierta a base de madera y bóveda catalana. Al igual que en el punto -a.-, se utilizan muros de carga de adobe, donde descansan directamente las vigas portantes y las que, a su vez, reciben a la bóveda catalana.  
La estructura, similar a la anterior, no utiliza procedimiento alguno para el tratamiento de la madera. Posterior a la cubierta y en el paño del muro, se levanta

el pretil rematado con soleras de barro, utilizando para ventilar pequeñas troneras que se ubican entre las vigas portantes. Se usa profusamente el color, el cual lo aplican con una base de agua ( como anteriormente se hacía con el añil ), en el aplanado de sus fachadas, o el tradicional encalado.

- c) Uso de materiales industrializados y mano de obra especializada, aquí nos referimos a aquellos materiales que se emplean tales como:

bloques de concreto  
acero de refuerzo ( varilla )  
acero laminado ( lámina y herrería en general )

Con éstos, los usuarios combinan diversas técnicas de construcción tradicionales ( adobe y bóveda catalana ) y otras que son un tanto de vanguardia ( tabique, concreto y acero ).

Aunque, independientemente del material que se utiliza, la expresión cultural se exterioriza con el uso del color y la vegetación decorativa que tradicionalmente utilizan.

- d) Remanentes del estilo arquitectónico de la época del Porfiriato, su composición geométrica y características particulares. La idiosincrasia de los individuos sale a flote gracias al uso del color, dejando casi intactas las fachadas donde sus aportaciones arquitectónicas ocurren al interior de las viviendas. Los usuarios logran apropiarse del contexto mediante innovaciones y modificaciones arquitectónicas o de color.

- e) Algunas otras características se logran con la apropiación y adecuación de las diferentes técnicas constructivas anteriormente expuestas, a las condiciones ambientales locales, y por los materiales que la arquitectura vernácula utiliza. Los acabados se manejan de manera libre y con tal ligereza que se puede decir que el color surge casi de manera espontánea. Se manifiesta así una vez más, las características de un pueblo en cuanto a su interpretación de la textura y el color, aunado al uso de la vegetación regional, con la cual decoran su entorno habitable.

TORRENTA AUREA  
CASO DE ESTUDIO  
SANCTORUM TLAXCALA



" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "



" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

# " DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

Planta del poblado :



## EQUIPAMIENTO URBANO

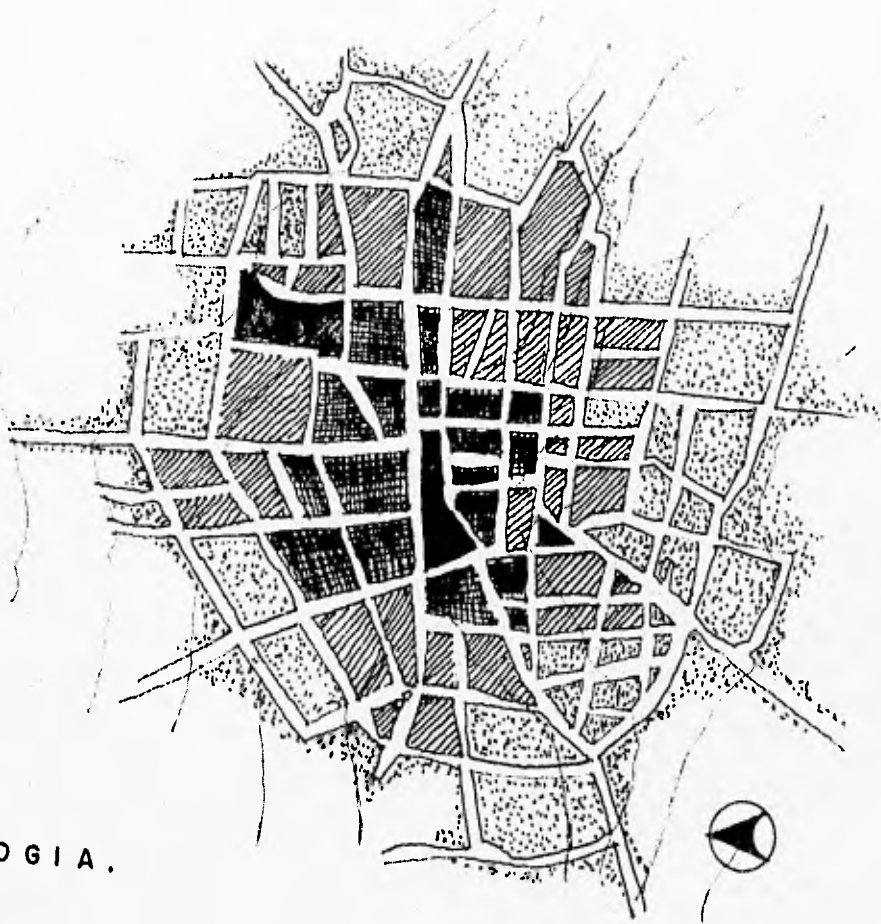
1. Palacio de Gobierno Municipal
2. Plaza de la Constitución
3. Iglesia de la Gandelaria
4. Jaguey Quichapa
5. Iglesia de Guadalupe
6. Centro de Salud S.S.A.
7. Escuela Telessecundaria
8. Centro de Desarrollo municipal
9. Fronton abierto
10. Silos ejidales
11. Kinder
12. Escuela primaria federal
13. Panteon municipal
14. Capilla de los Remedios
15. Escuela Preparatoria
16. Unidad Deportiva

SANCTORUM, MUNICIPIO DE LÁZARO CÁRDENAS,  
ESTADO DE TLAXCALA




# " DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

## Planta del poblado :

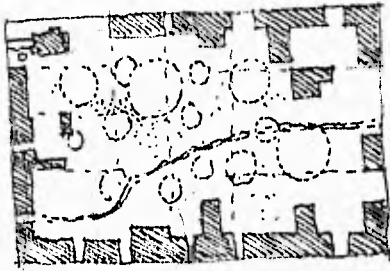
Tipología de manzanas  
aspectos urbanos.



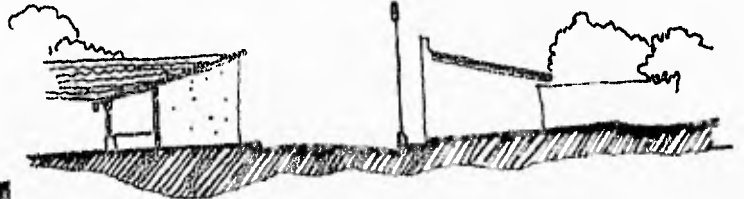
### SIMBOLOGIA.

-  tipo "a"
-  tipo "b"
-  tipo "c"

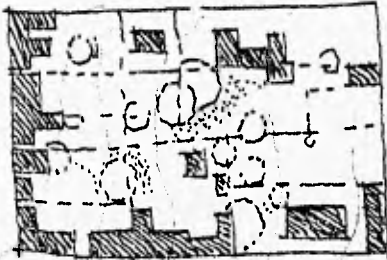
" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "



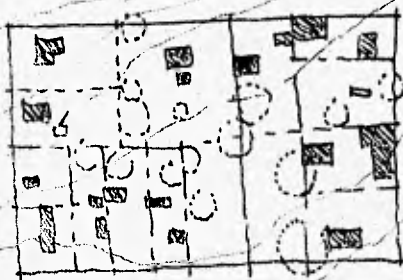
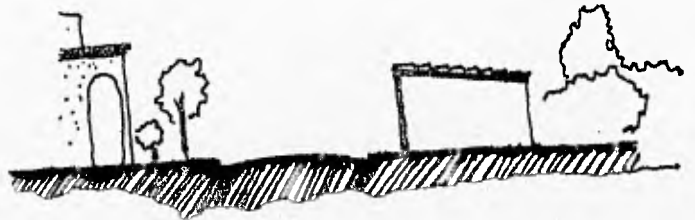
tipo a



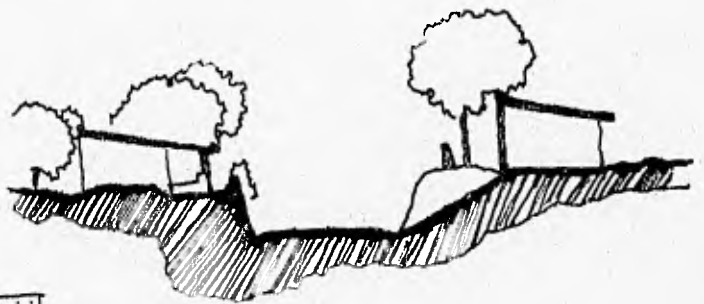
TIPOLOGÍA DE MANZANAS.  
aspectos urbanos.



tipo b



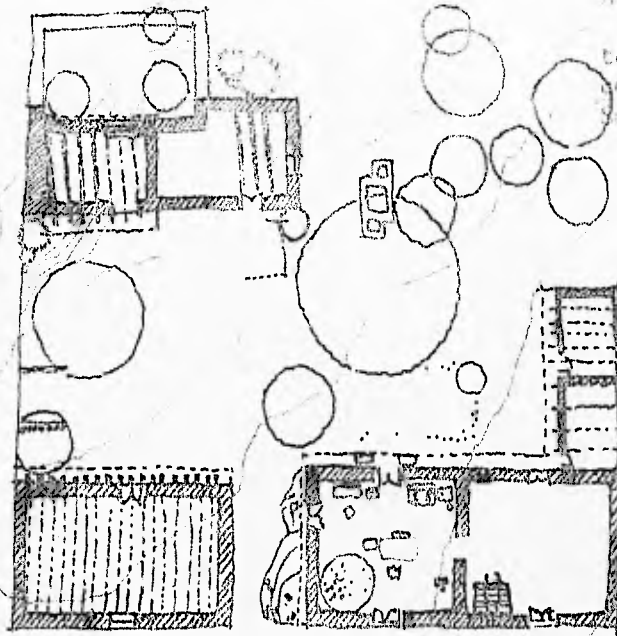
tipo c



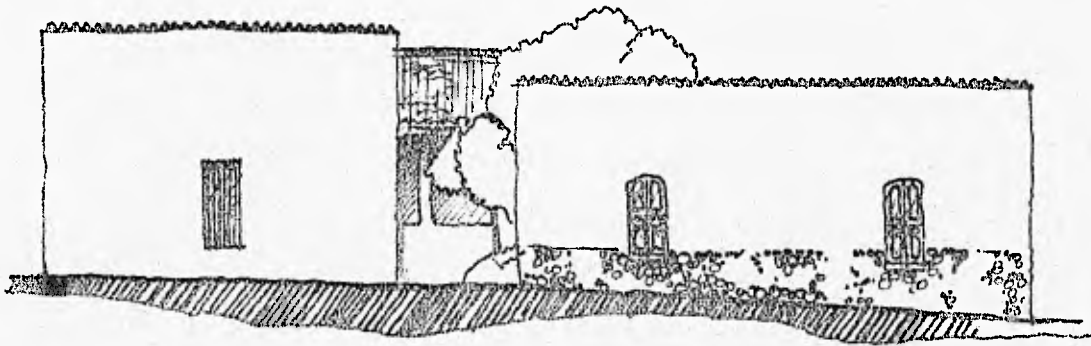
# " DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

ASPECTOS USUARIOS

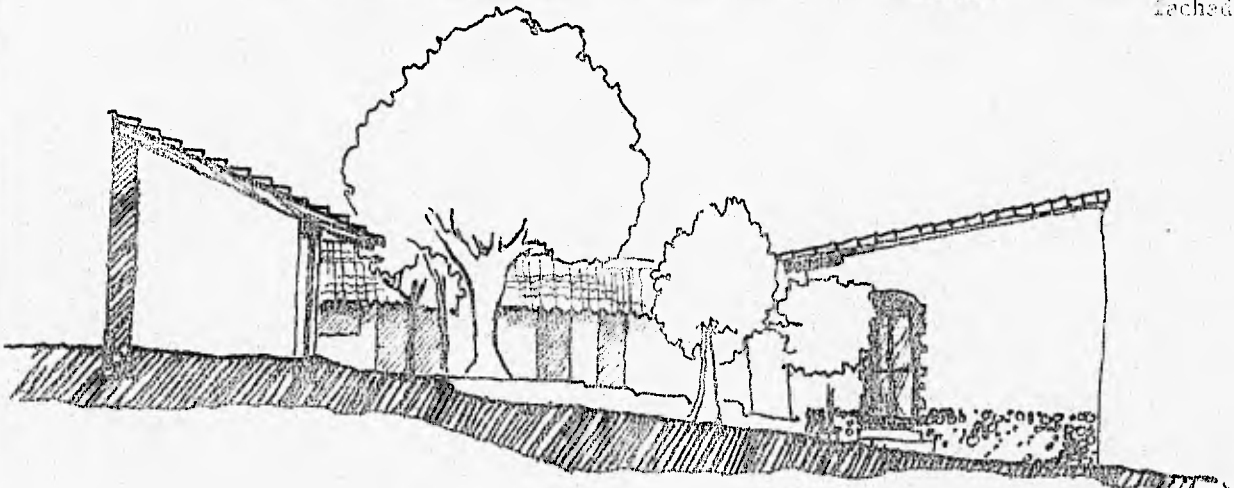
tecnología tierra sin  
acabamiento.  
Sanctorum, Tlaxcala 1992



Planta Arquitectónica



fachada



corte

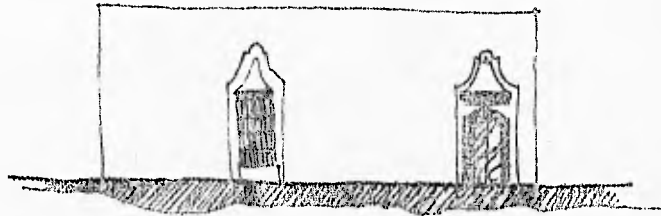


" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

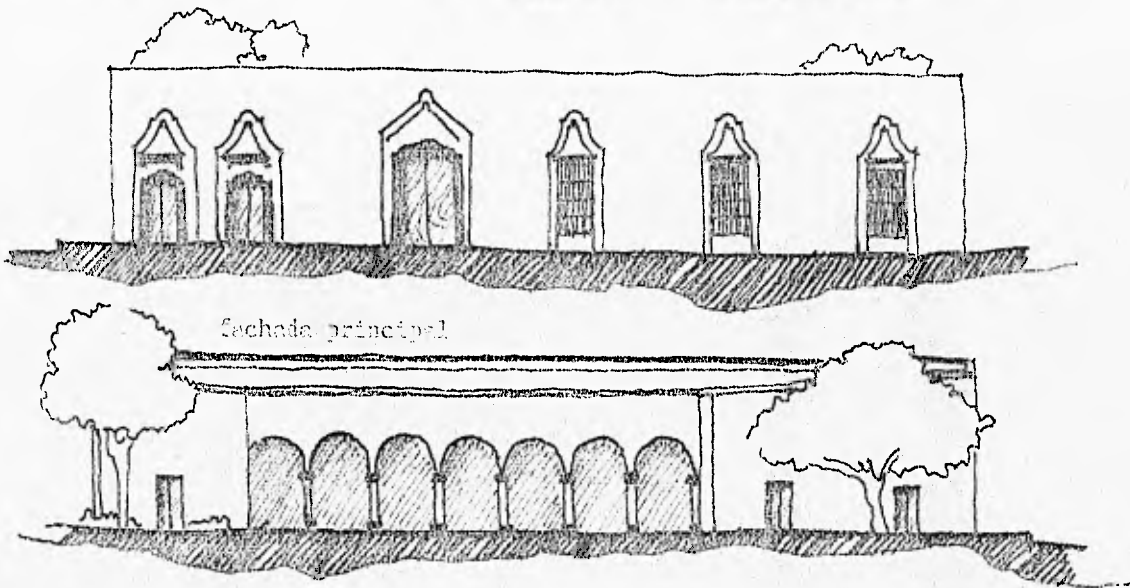
ASPECTO EXTERIOR  
Escuela Preparatoria  
Sanctorum Tlaxcala  
1980, 1981

Escuela Preparatoria  
construcción de fines S. XIX

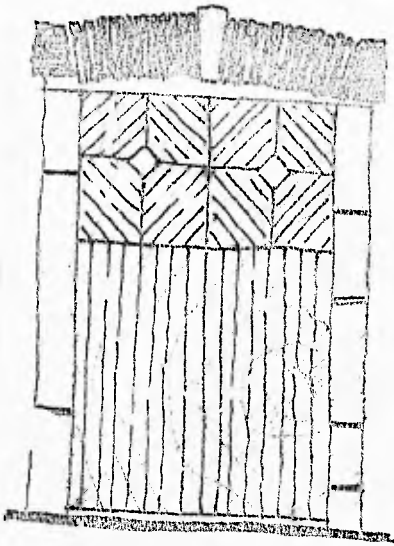
fachada lateral



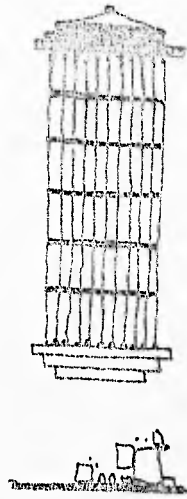
fachada principal



fachada interior



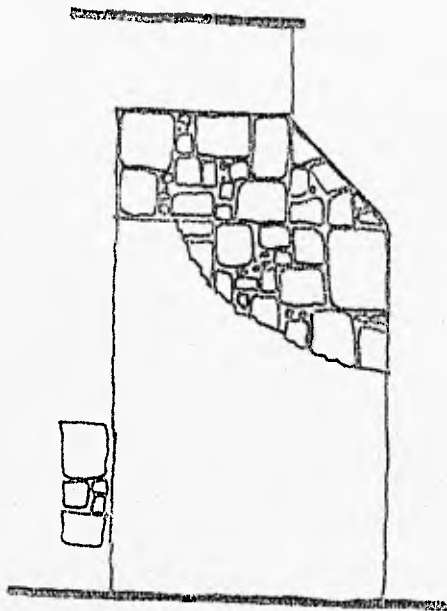
detalle arquitectónico de cerramiento existente en construcciones antiguas



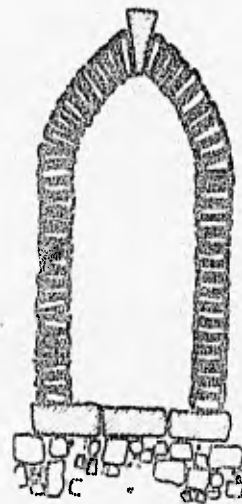
detalle de ventana y protección



detalle constructivo de vano y cerramiento existente en construcciones en transición

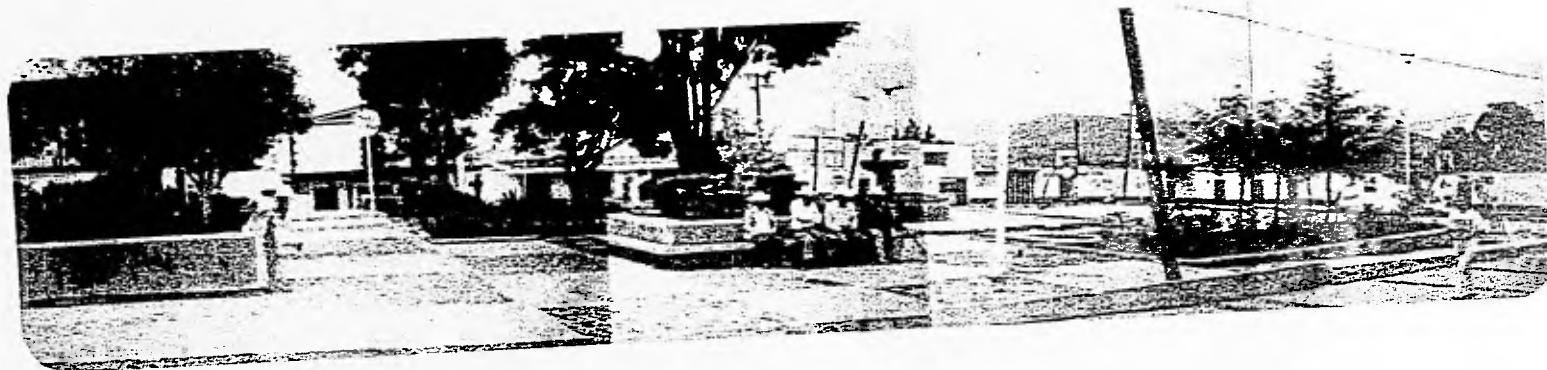


detalle constructivo de la parroquia: contrafuerte y protector de muro

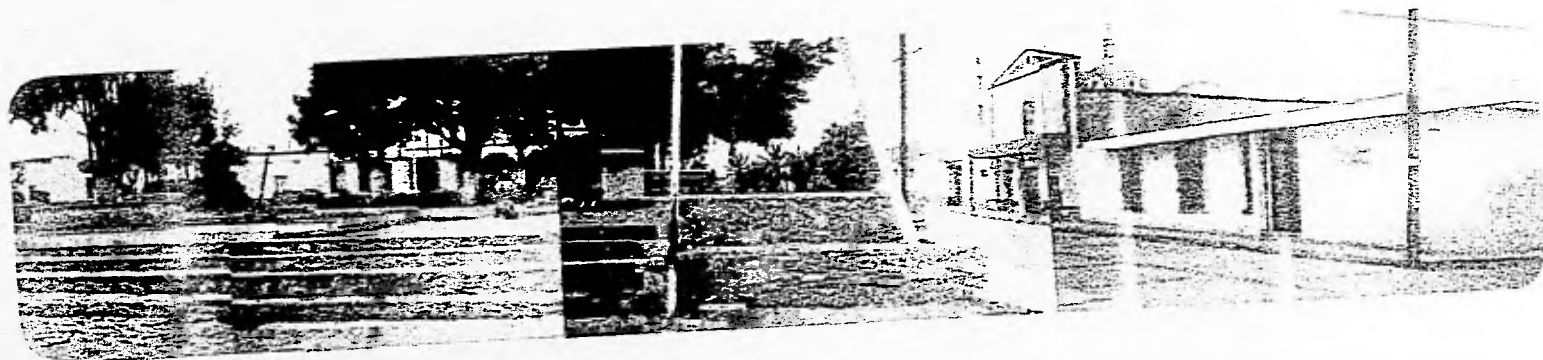


detalle de la parroquia: ventana lanceolada y clave de piedra

" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

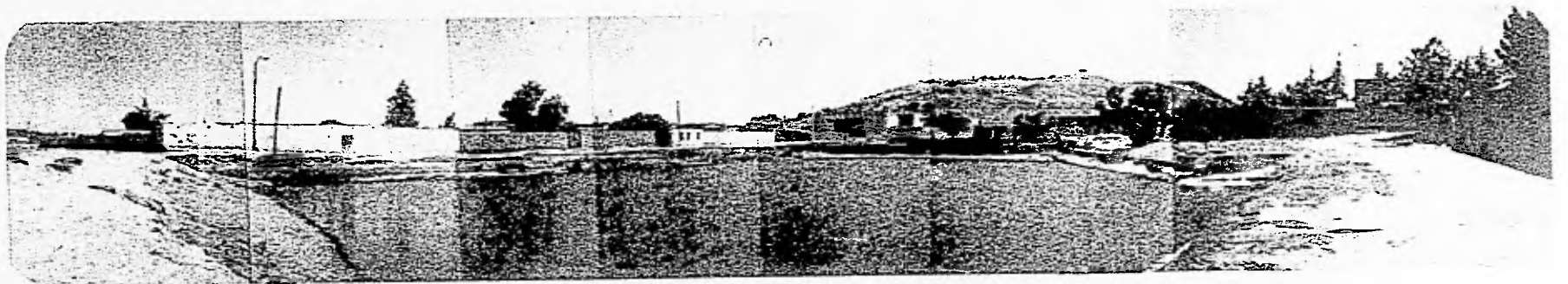


48



PLAZA DE LA CONSTITUCIÓN  
SANCTORUM, TLAXCALA

" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

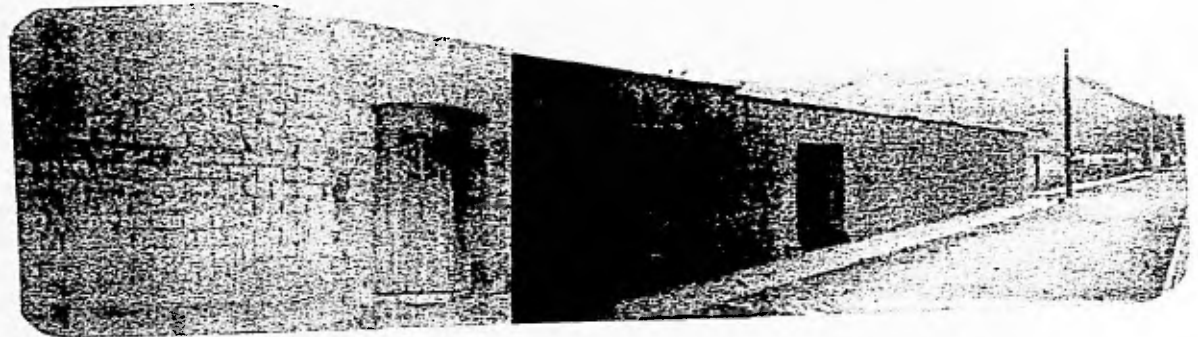


49

JAGUEY CHICHAPA DENTRO DE LA POBLACIÓN  
SANCTORUM, TLAXCALA

" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

TIPOLOGÍA DE MANZANAS  
ASPECTOS URBANOS SANCTORUM, TLAXCALA



50

TIPO "A"  
TECNOLOGÍA DE TIERRA SIN COCIMIENTO  
ALINEACIÓN AL PARALELO  
CONSTRUCCIONES ANTIGUAS

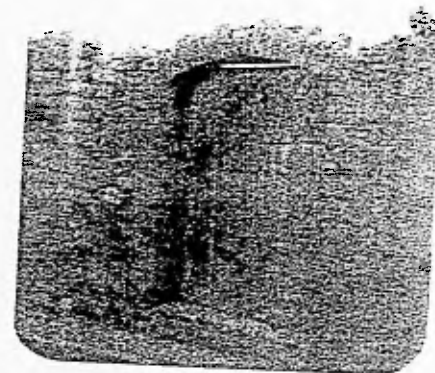
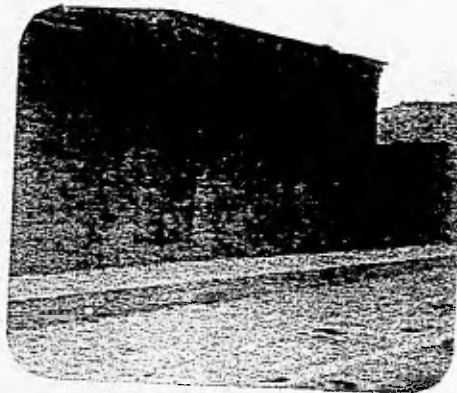


" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

TIPOLOGÍA DE MANZANAS  
SANCTORUM, TLAXCALA

51

TIPO "b"  
TECNOLOGÍA DE TIERRA SIN COCIMIENTO  
NO EXISTE UNIFORMIDAD  
CONSTRUCCIONES EN TRANSICIÓN



"DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

TIPOLOGÍA DE MANZANAS  
SANCTORUM, TLAXCALA

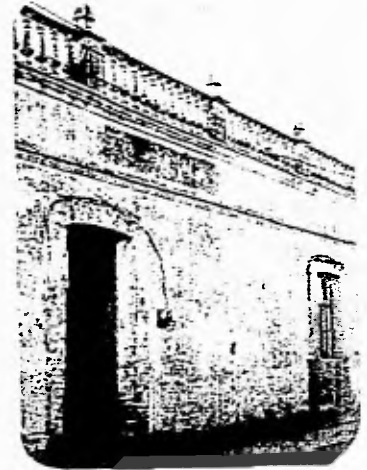
52

TIPO "c"  
UTILIZACIÓN DE DIVERSOS MATERIALES  
CONSTRUCCIONES DISPERSAS  
PERIFERIA DE LA POBLACION

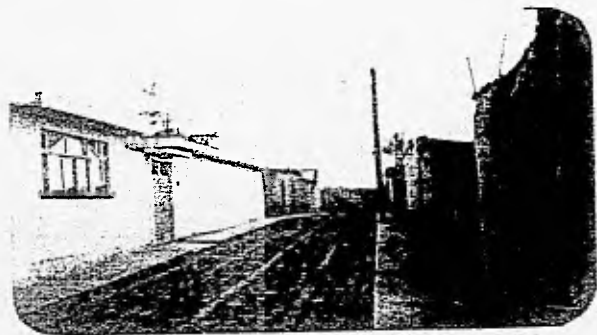


# " DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

LEVANTAMIENTO FOTOGRÁFICO  
CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS  
SANCTORUM, TLAXCALA



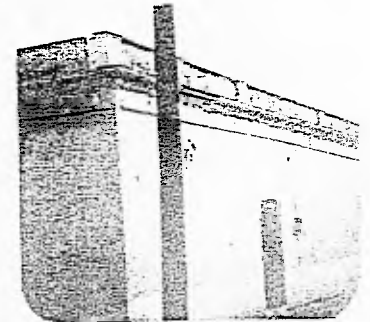
d) REMINISCENCIAS ARQUITECTURA  
ÉPOCA PORFIRIANA



c) UTILIZACIÓN DE MATERIALES SEMIINDUSTRIALIZADOS



a) TECNOLOGÍA DE TIERRA SIN COCIMIENTO  
CUBIERTA A BASE DE ESTRUCTURA DE MADERA (TERRADO)

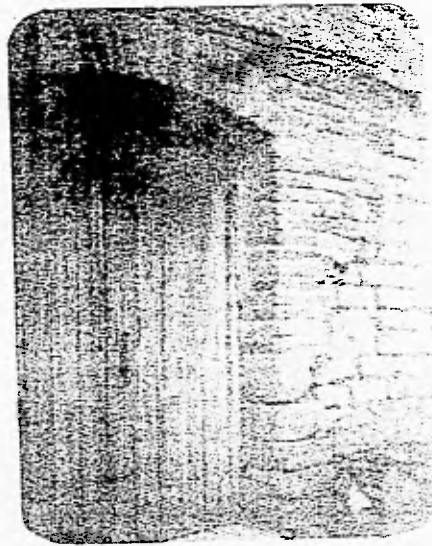


b) TECNOLOGÍA DE TIERRA SIN  
COCIMIENTO BÓVEDA CATALANA



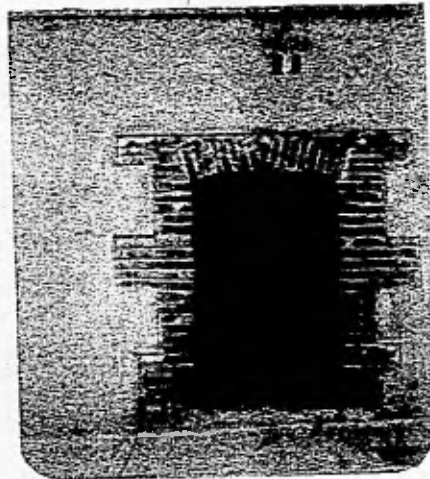
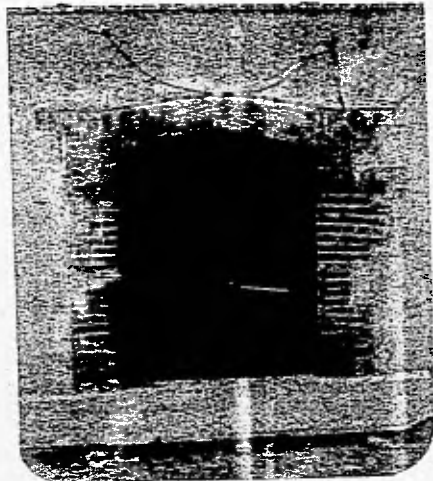
# " DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

ASPECTOS URBANOS  
TECNOLOGÍA DE TIERRA SIN COCIMIENTO  
SANCTORUM, TLAXCALA



DETALLE CONSTRUCTIVO DE VANO Y CERRAMIENTO  
CONSTRUCCIONES ANTIGUAS  
TIPOLOGÍA DE MANZANAS TIPO "a"

54

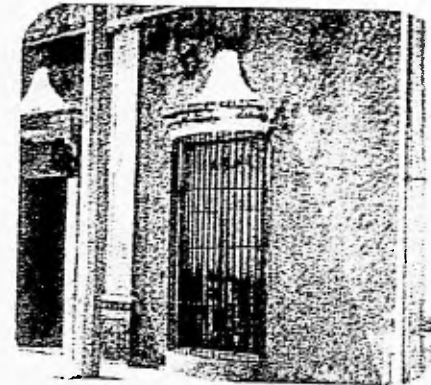
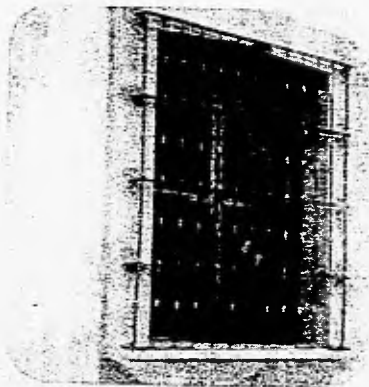


DETALLE CONSTRUCTIVO DE VANO Y CERRAMIENTO  
CONSTRUCCIONES EN TRANSICIÓN  
TIPOLOGÍA DE MANZANAS TIPO "b"

" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

ASPECTOS URBANOS  
TECNOLOGÍA DE TIERRA SIN COCIMIENTO  
SANCTORUM, TLAXCALA

55



DETALLES CONSTRUCTIVOS DE VENTANAS EXISTENTES EN CONSTRUCCIONES ANTIGUAS  
TIPOLOGÍA DE MANZANAS TIPO "a" ESCUELA PREPARATORIA

## CAPITULO IX

### TIPOLOGÍA DE LA CASA VERNÁCULA

Con el objeto de iniciar la investigación de campo para determinar las características de la vivienda vernácula, se efectuó un levantamiento de las construcciones que presentaban los rasgos característicos de este tipo de arquitectura. De esta manera sería posible establecer ciertas constantes arquitectónicas, procedimientos constructivos, materiales, dimensiones y orientación.

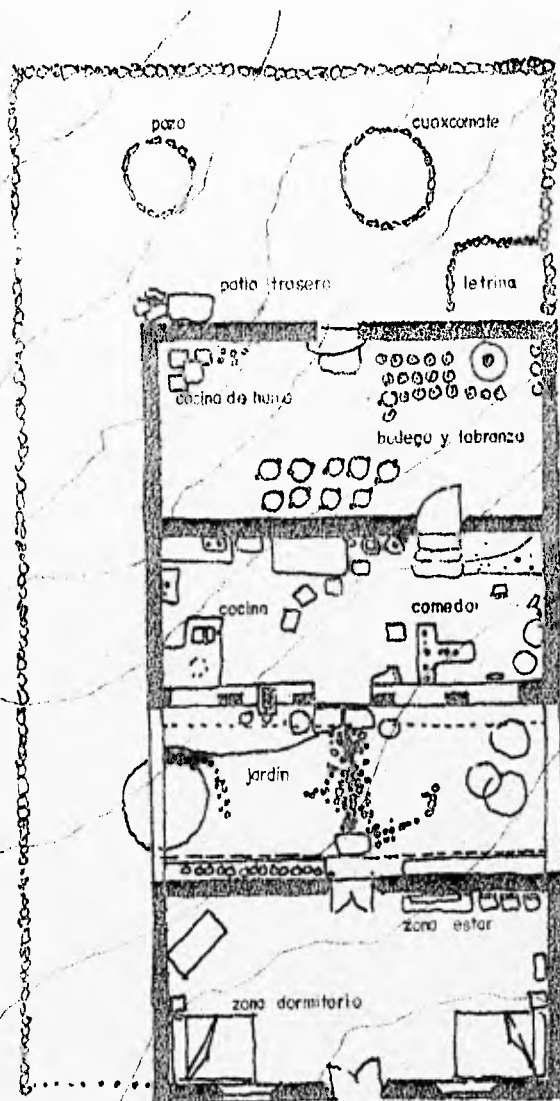
Así dentro de las características que encontramos están las siguientes:

- ♦ **cimientos:** se logran a base de piedra braza asentada con mortero cal-arena, sobre una plantilla de concreto pobre. Sin escarpio y sobrelevado, con esto se obtiene un cimiento cuadrado que se utiliza como rodapié en la parte exterior de la vivienda, mientras que en la interior sirve como una pequeña banca o mesa de trabajo llamada "*pollo*". Los cimientos son acabados con un aplanado de mortero cemento-arena fino y pintura., la junta en el desplante del muro de adobe se enchapopota.
  
- ♦ **muros:** son de carga y se construyen con bloques de adobe de sección 0.40x0.60x0.20 m. aproximadamente. Dichos bloques están asentados con mortero de barro; la junta mide 0.025 m. y se encuentra reforzada con pequeñas piedras. En las esquinas, como elemento estructural los bloques de adobe se traslapan tal y como sucede con el resto del muro. Como remate a los claros, se manejan los detalles de tabique de barro rojo muchas veces aparentes; y se tiene especial cuidado en guardar la verticalidad de dichos tabiques. Los muros, en el exterior, se dejan aparentes y en algunas ocasiones, son acabados; en el interior, son acabados con un aplanado de mortero cemento-arena fino y pintura. El remate superior del muro, donde se apoya la estructura portante de la cubierta, presenta un saque donde se empotra la trabe perimetral o "*zuncho*"; esta última tiene una forma similar a la de una zapata calculada para volteo y se remete del paño del muro.
  
- ♦ **cubierta:** la trabe perimetral se forma con 4 varillas de 3/8", estribos de alambón de 1/4" y concreto de una resistencia aproximada de 150 kg./cm<sup>2</sup>. Esta última por colarse de manera parcial, queda preparada para el anclaje del acero de la cubierta (esto es, para las viguetas portantes, también de concreto, de la bóveda catalana) y cuya inclinación va de 5 a 11°. Sobre dichas viguetas se colocan las soleras de barro que conforman dicha cubierta., como acabado del sistema se tiende una escobillada de cemento-arena sobre la solera, en la cual también se puede colocar teja o petatillo de barro. Las viguetas y trabes son acabados con un aplanado de mortero cemento-arena fino y pintura de esmalte. Los muros se continúan en la parte superior con el objeto de lograr los pretiles en los bordes de la cubierta donde arranca la inclinación, dejando el lado opuesto con una pendiente hacia el pretil con el fin de que las aguas pluviales bajen por gárgolas o tuberías ( algunas veces de barro ). El pretil se remata con soleras de barro inclinadas al interior de la cubierta.
  
- ♦ **pisos:** generalmente, éstos son de concreto pulido, con color integral y un espesor aproximado de 0.10 m.

- ♦ herrería: ésta se hace a base de elementos comerciales adecuados, específicamente: ventanas preelaboradas, cuyas dimensiones son de 2.00x 1.00 m.  
Los cerramientos se logran con pequeñas trabes de concreto armado o vigas de madera, las puertas presentan un sardinel y las ventanas, repizón de concreto .
  
- ♦ servicios: hay dos tipos de cocinas: una, donde se usa estufa de gas o petróleo, se encuentra al interior de la vivienda y cuya principal característica es el estilo poblano, es decir, se utilizan "*pollos*" y estufones de concreto para leña decorada con cerámica de barro de la región, y , dos, se ubica a un costado del patio y se le conoce como "*cocina de humo*". Ahí se prepara el "*nixcomitl*" para hacer las tortillas, se guarda la leña y los implementos de trabajo, aquí se encuentra el horno para la barbacoa.
  
- ♦ el patio: es el tipo de servicio en el que se encuentra el corral, el pozo, la zona de lavado y tendido de ropa; es el lugar de los juegos de los niños y/o reunión ocasional de los adultos.  
Su acabado es de un empedrado burdo que se logra a base de pequeñas piedras o rajuelas de piedra braza y, en algunas ocasiones, de río, las cuales se asientan directamente sobre el terreno natural. Esto se hace con el objeto de proteger las zonas de circulación de los encharcamientos durante la época de lluvias.
  
- ♦ el pozo: se utiliza como cisterna y, de acuerdo con las características del terreno, únicamente se "*enchapa*", es decir, se le da un aplanado de cemento-arena con una pasta de cemento pulido. Presenta un brocal de 0.60x 0.80x 0.60 m. aproximadamente, de tabique de barro aparente, para lo cual se ha tenido en consideración la toma de agua potable de la red municipal, así como la caída de la recolección de las aguas pluviales.
  
- ♦ el baño: es un pequeño lugar, cerrado, sin ventilación y no hay inodoro. Únicamente se cuenta con una letrina.

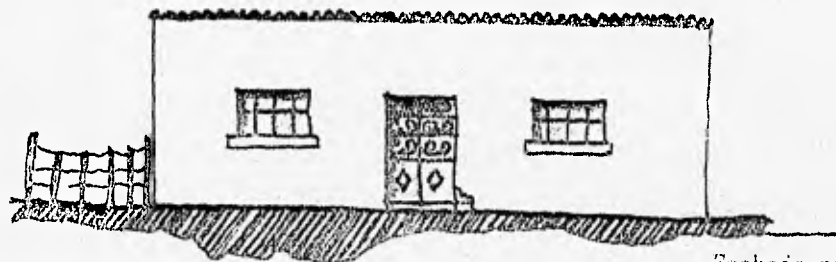
Tipología de vivienda vernácula.  
Sanctorum, Tlaxcala, 1993

CASO DE ESTUDIO



ACCESO

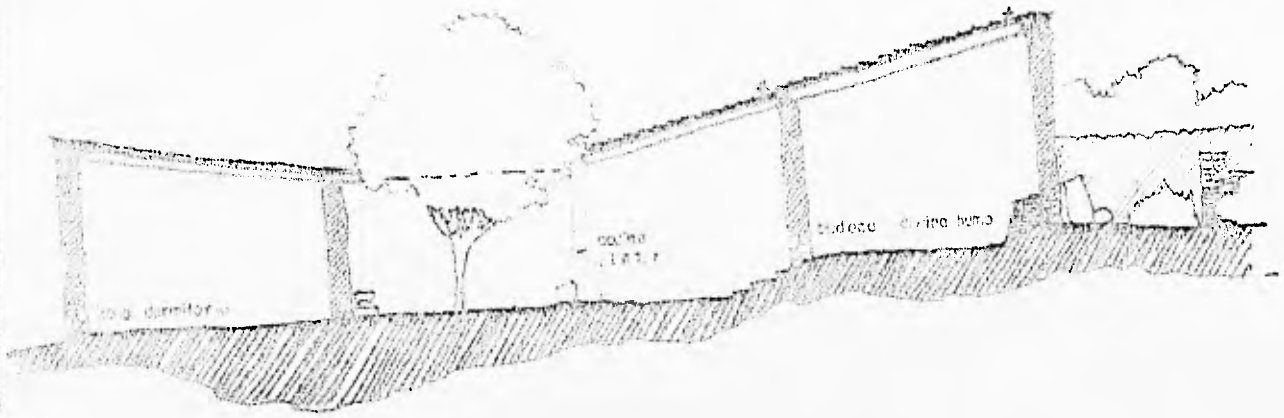
Planta Arquitectónica



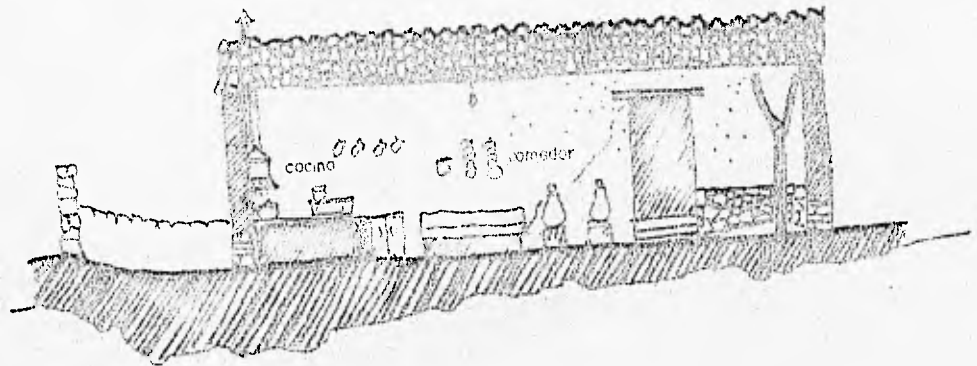
Fachada principal

" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

Arquitectura de la vivienda vernácula.  
Sanctorum, Tlaxcala, 1993.



corte longitudinal

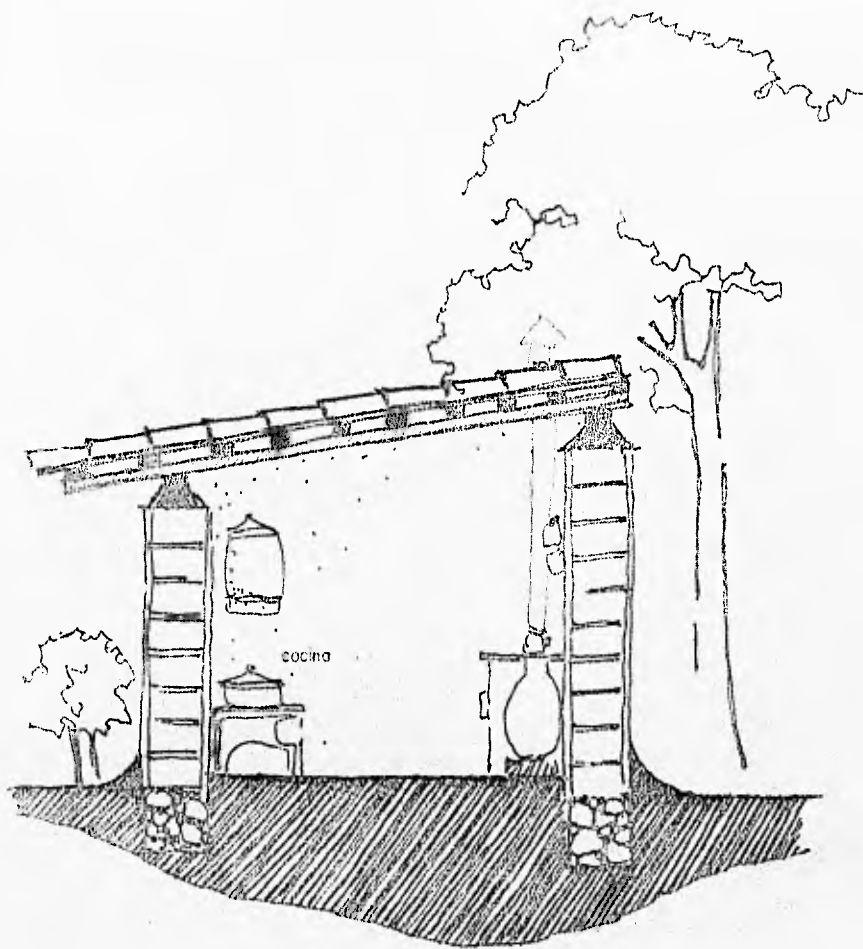


corte transversal

“ DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA ”

Tipología de la vivienda  
vernácula.  
Sanctorum, Tlaxcala, 1993.

caso de estudio

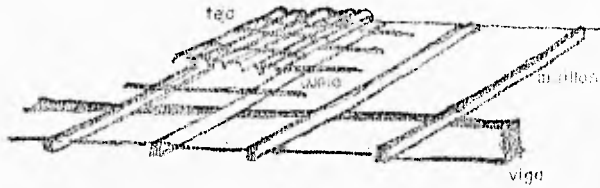


detalles constructivos  
Tecnología de tierra sin cocimiento.  
cubierta de estructura de madera y  
teja.

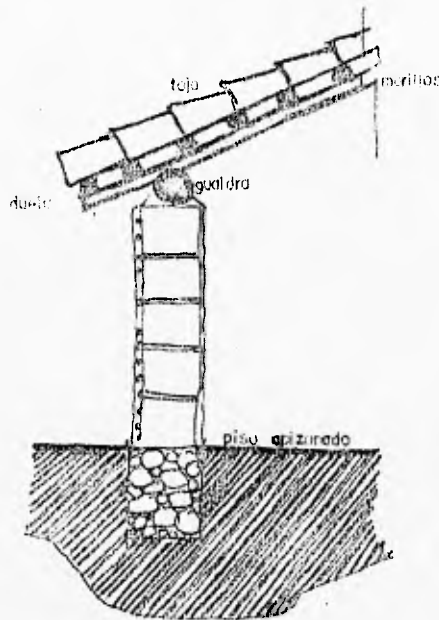
" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

Tipología de la vivienda vernácula.  
Sanctorum, Tlaxcala, 1993.

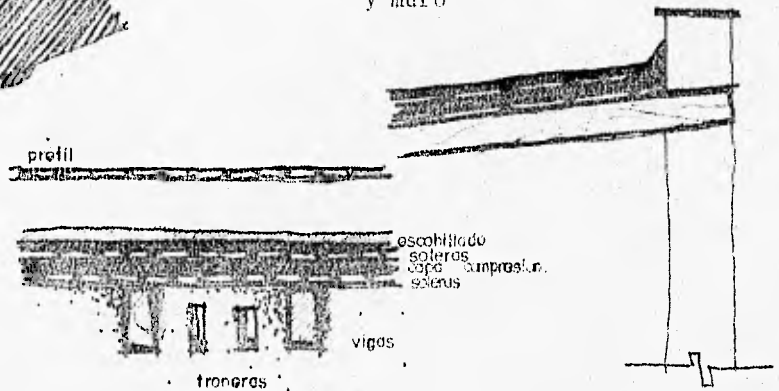
caso de estudio



detalle constructivo de cubierta y estructura de madera y teja



detalle constructivo tecnología de tierra sin cocimiento y muro



detalle constructivo de cubierta bóveda catalana, ventilación y pretil

" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

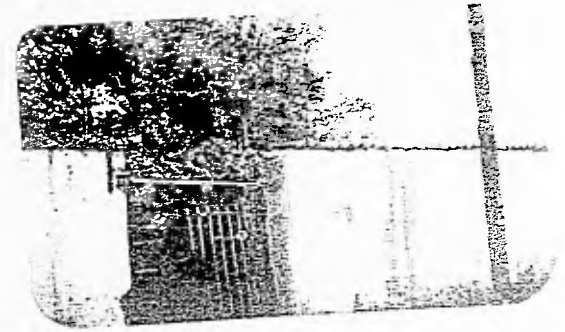


" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

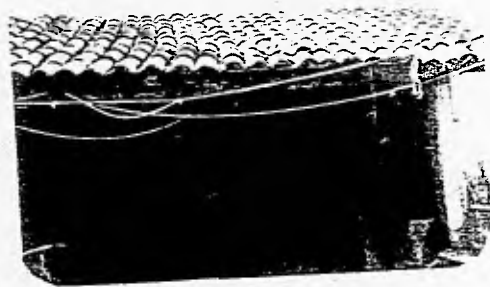
TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA VERNÁCULA  
SANCTORUM, TLAXCALA



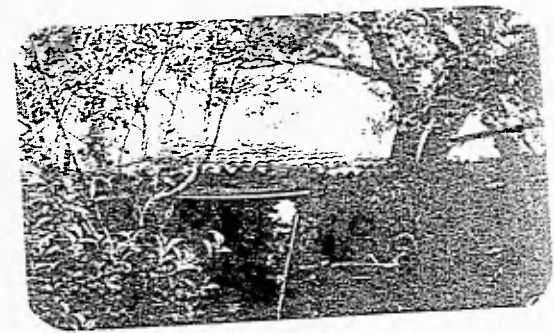
ACCESO PRINCIPAL VERANDA DE VIVIENDA



ACCESO PRINCIPAL



INTERIOR DE LA VERANDA



INTERIOR DE LA VIVIENDA

" DE LA ARQUITECTURA VERNACULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGETICA UN ANALISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA VERNÁCULA  
SANCTORUM, TLAXCALA .

DETALLE CONSTRUCTIVO DE VENTILACIÓN  
REMATE DE CUBIERTA Y ESTRUCTURA, APOYA SOBRE MURO RAJUELEADO .



DETALLE DE REMATE DE MUROS CON TEJA .

## CAPITULO X

### SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA VIVIENDA VERNÁCULA

La vivienda objeto de nuestro estudio es un sistema termodinámico que se puede describir de la siguiente manera:

Existe un volumen de aire en el interior de la vivienda. Nos interesa conocer las condiciones en que se encuentra éste ( temperatura, radiación, humedad, velocidad del viento, etc. ), ya que el grado de comodidad térmica de los usuarios dependerá de ellas. El volumen está limitado por la envolvente ( muros, techos, ventanas, etc. ) que se encuentran interactuando con el medio ambiente. Al entrar en contacto con el exterior habrá un intercambio de calor entre el medio ambiente y el interior de la vivienda. La dirección de este flujo de calor dependerá de la diferencia de temperaturas entre uno y otro.

El intercambio de calor que se da en el interior de la vivienda puede darse por conducción, convección y radiación, a través de los elementos arquitectónicos que la conforman y de las características de sus materiales. A esto debemos agregar las aportaciones de energía que generan en el interior las personas que la habitan, los aparatos electrodomésticos y la iluminación artificial.

Se levantaron los datos de la construcción de una vivienda vernácula, tomada al azar, con el fin de analizarlos.

Para esto se fijó, en primer lugar, en su ubicación geográfica y ello con el objeto de conocer su solarimetría. Así pues, se elaboraron las proyecciones solares y su declinación en los dos solsticios y el equinoccio, al igual que para el día más cálido y el más frío del año analizado

En el caso de Sanctorum, el factor más importante para controlar las condiciones ambientales en el interior de la vivienda es la radiación solar, puesto que al existir una penetración solar, también se da, con ello, una ganancia térmica. De ahí la importancia del conocimiento de las proyecciones solares.

Con las ecuaciones de senoide, la información de la gráfica meteorológica y el dato de las temperaturas máxima y mínima fue posible determinar teóricamente el comportamiento térmico horario. Las ecuaciones de Gauss nos permitieron determinar la radiación solar horaria teniendo los datos de la radiación solar máxima del día. Finalmente, con las gráficas de las zonas de comodidad térmica fue posible elaborar una gráfica de comodidad térmica anual y determinar los días críticos de diseño.

Una vez que se reunió esta información fue posible iniciar el análisis del intercambio térmico dentro de la vivienda. Para calcular la carga de enfriamiento o calefacción, necesarias para obtener una temperatura <sup>10</sup> deseada de comodidad en el interior de la vivienda.

---

<sup>10</sup> En este caso estamos considerando la temperatura del aire, ya que los otros tres factores bioclimáticos son analizados por separado. A pesar de que en un momento dado se llegue a hablar de temperatura efectiva.

Para ello es posible utilizar un programa de simulación llamado TRNSYS ( a transient system simulation program ) elaborado por el laboratorio de energía solar de la Universidad de Wisconsin, E.U., por medio de este programa, un diseñador puede determinar rápidamente y a bajo costo los efectos de modificar algunos parámetros en el edificio, su funcionamiento y de controlar el funcionamiento de un sistema dado.

Este programa consiste en una serie de subrutinas que modelan los componente del sistema y un programa ejecutor que etiqueta el usuario para simular el funcionamiento de un sistema completo. Para aplicar en TRNSYS a la simulación de un sistema en particular, el usuario debe de identificar los componentes del programa y colocarlos en un diagrama de flujo preestablecido, este diagrama identifica a los componentes del sistema; así como de la información que sale de cada componente. En nuestro caso de estudio en particular, usamos los componentes del sistema salvo que el proceso se llevó a cabo manualmente, utilizando las ecuaciones de calculo térmico que a continuación se detallan:

### ganancia de calor a través de la envolvente

La intensidad del flujo de calor por conducción (  $Q_{cond}$  ) esta determinada por el coeficiente global de transferencia de calor (  $U$  ), el cual involucra la conductividad del material (  $k$  ) el espesor de este (  $e$  ) y los coeficientes de perdidas por convección del aire tanto en el interior como en el exterior de la vivienda. La dirección del flujo de calor se debe a la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior (  $T = T_e - T_i$  ) que esta en función del tiempo.

$$Q_{cond} = U * \Lambda * ( T_e - T_i )$$

Para tomar en cuenta la radiación solar incidente sobre muros y techos , y la radiación infrarroja emitida por las mismas, se empleará el concepto de temperatura sol-aire (  $T_{sa}$  ), en el cual se modifica la temperatura del exterior para incluir este efecto en la ecuación de transmisión de calor. Las formas particulares de la ecuación se detallan a continuación :

$$\begin{aligned} Q_{cond} &= U * \Lambda * ( T_{sa} - T_i ) && \text{para muros} \\ Q_{condt} &= U_t * \Lambda_t * ( T_{sa} - T_i ) && \text{para techos} \\ Q_{condv} &= U_v * \Lambda_v * ( T_{sa} - T_i ) && \text{para ventanas} \end{aligned}$$

donde:

$$\begin{aligned} \Lambda &= \text{área de muros, techos o ventanas} && ( m^2 ) \\ T_i &= \text{temperatura del aire interior} && ( ^\circ C ) \\ T_{sa} &= \text{temperatura sol-aire} && ( ^\circ C ) \\ U &= \text{coeficiente de transferencia de calor} && ( \text{watts/ m}^2 \text{ } ^\circ C ) \end{aligned}$$

$$U = \frac{1}{1/h_0 + e_1/k_1 + 1/b_c + e_1/k_2 + 1/h_1}$$

$h_o$  = coeficiente de convección de aire exterior muros y ventanas = 34.06 (watts/m<sup>2</sup> °C)  
 techos = 17.03 (watts/m<sup>2</sup> °C)  
 ambos con una corriente de aire a una velocidad de 6.7 m/seg.

$h_i$  = coeficiente de convección de aire interior muros y techos = 9.36 (watts/m<sup>2</sup> °C)  
 ventanas = 9.08 (watts/m<sup>2</sup> °C)  
 ambos en presencia de aire quieto

$k_n$  = conductividad térmica de la capa n de material muro, techo o ventana

$e_n$  = espesor de la capa n de material muro, techo o ventana

$h_c$  = coeficiente de calor del aire interior por convección para espacios de aire, verticales y horizontales

La **temperatura sol-aire** es la temperatura del aire exterior a la cual en ausencia de todo intercambio de radiación, daría el mismo flujo de entrada de calor a través de la envoltura del edificio, como existiría con la combinación de radiación solar incidente real, intercambio de energía radiante con el espacio y del intercambio de calor convectivo con el aire exterior.

$$T_{sa} = T_{amb} + \frac{\rho * H_t}{h_o} + \frac{\epsilon * D_r}{h_o} \text{ ( } ^\circ\text{C )}$$

### ganancia directa de calor solar : qshg

La ganancia de calor solar, es la cantidad que pasa a través de la ventana y que proviene de la radiación solar directa, parte de ella eleva la temperatura del aire interior, y es sumada inmediatamente a la carga instantánea, el resto se almacena en muebles, alfombrado, etc. sobre los cuales incide, y posteriormente contribuye a elevar la temperatura del aire interior.

$$Q_{shg} = A_v * H_t * F_c$$

donde:

$A_v$  = área de ventana

$H_t$  = radiación incidente sobre una superficie horizontal

$F_c$  = fracción de radiación solar que pasa por la ventana al espacio acondicionado, multiplicado por la transmitancia del vidrio ( 0.20 a 0.25 para ventana sombreada). Por ejemplo para un tragaluz con radiación perpendicular y cubierta de vidrio con transmitancia de 0.85, aquí se deben de descomponer las fuerzas en sus dos componentes.

### ganancia de calor por ventilación : $Q_{ventl}$ y $Q_{vents}$

La cantidad de aire que manejan los ventiladores y que entra al espacio acondicionado incorpora al aire interior una cantidad de calor, esta puede ser dividida en sensible y latente.

$$Q_{vents} = Q * 1.08 * (T_{sa} - T_i) * 0.2931$$

$$Q_{ventl} = Q * 0.68 * (W_o - W_i) * 0.2931$$

donde:

$Q$	=flujo de aire que proviene del exterior ( $m^3/min.$ )
$T_{sa}$	=temperatura sol-aire
$T_i$	=temperatura interior
$W_o$	=humedad especifica del aire exterior
$W_i$	=humedad especifica del aire interior

### ganancia de calor por infiltración : $Q_{infil}$ y $Q_{infill}$

La cantidad de aire que entra al espacio acondicionado por infiltración a través de grietas, ranuras ( en puertas y ventanas ) o hendiduras en la estructura del edificio, incorpora una cantidad de calor que también se divide en sensible y latente

$$Q_{infil} = cambio * C_{pa} * volumen * ( T_{sa} - T_i )$$

$$Q_{infill} = cambio * 1.2185 * volumen * ( W_{amb} - W_i )$$

donde:

cambio = número de cambios de aire por hora que establece el reglamento de construcción

volumen	= volumen de interior de la envolvente
$T_{sa}$	= temperatura sol-aire
$T_i$	= temperatura interior del cuarto
$W_{amb}$	= humedad especifica del aire exterior
$W_i$	= humedad especifica del aire interior
$C_{pa}$	= calor especifico del aire

### ganancia de calor generada por ocupantes: $Q_{gentl}$ y $Q_{gents}$

Aquí se considera el calor generado en los procesos metabólicos de los ocupantes de la vivienda; el número de personas que estén en la habitación dependerá de los hábitos de la familia y esta en función de la hora del día.

$$Q_{gentl} = Q_{lat}/\text{persona} * \text{No. de personas}$$

$$Q_{gents} = Q_{sens}/\text{persona} * \text{No. de personas}$$

los valores son para  $Q_{lat} = 55$  watts y  $Q_{sens} = 65$  watts.

### calor generado por equipo eléctrico e iluminación

La ganancia de calor debida a equipo eléctrico se suma completa a la carga total. Esta carga proviene de los aparatos electrodomésticos y se considera que la potencia eléctrica consumida por estos, es finalmente incorporada al espacio en forma de calor.

#### carga total

La carga total será la suma de las diversas cargas térmicas desglosadas anteriormente

Una vez que el valor de la carga total ya ha fue obtenido, la temperatura nodo (temperatura del cuarto) se calcula con los valores de la capacitancia térmica del cuarto ( $CAPAC = \text{masa} * \text{calor específico}$ ) y la temperatura del cuarto en el tiempo de cálculo anterior ( $i-1$ ) de la siguiente manera:

$$T_{\text{cuarto}}(i) = T_{\text{cuarto}}(i-1) + \int_t^{t+\Delta t} \frac{Q_{TOT}}{CAPAC} dt$$

De esta manera fue posible ir corroborando el efecto del diseño vernáculo en relación a las cargas térmicas de la vivienda analizada.

## PROCESO DE CALCULO TÉRMICO

### DATOS NECESARIOS PARA LA SIMULACIÓN TÉRMICA

Clasificación de elementos constructivos del edificio ( muros, ventanas, entrepisos y techumbre ) con el área que cubren y elementos de la envolvente con su orientación y su posición geométrica respecto a la vertical.

Obtención de las propiedades físicas de los materiales: espesor, densidad, conductividad térmica y calor específico.

Obtención de la masa de cada material multiplicando el volumen por la densidad respectiva en cada caso.

Cálculo de la capacitancia térmica del edificio mediante la suma de los productos de la masa de cada material por su calor específico respectivo.

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor (  $U_a$  ) ocupando en cada caso la conductividad térmica del material respectivo.

Obtención de la emitancia y absorptancia de muros y techos, y , de la transmitancia de vidrios y ventanas.

Cálculo de la carga generada por accesorios eléctricos y personas.

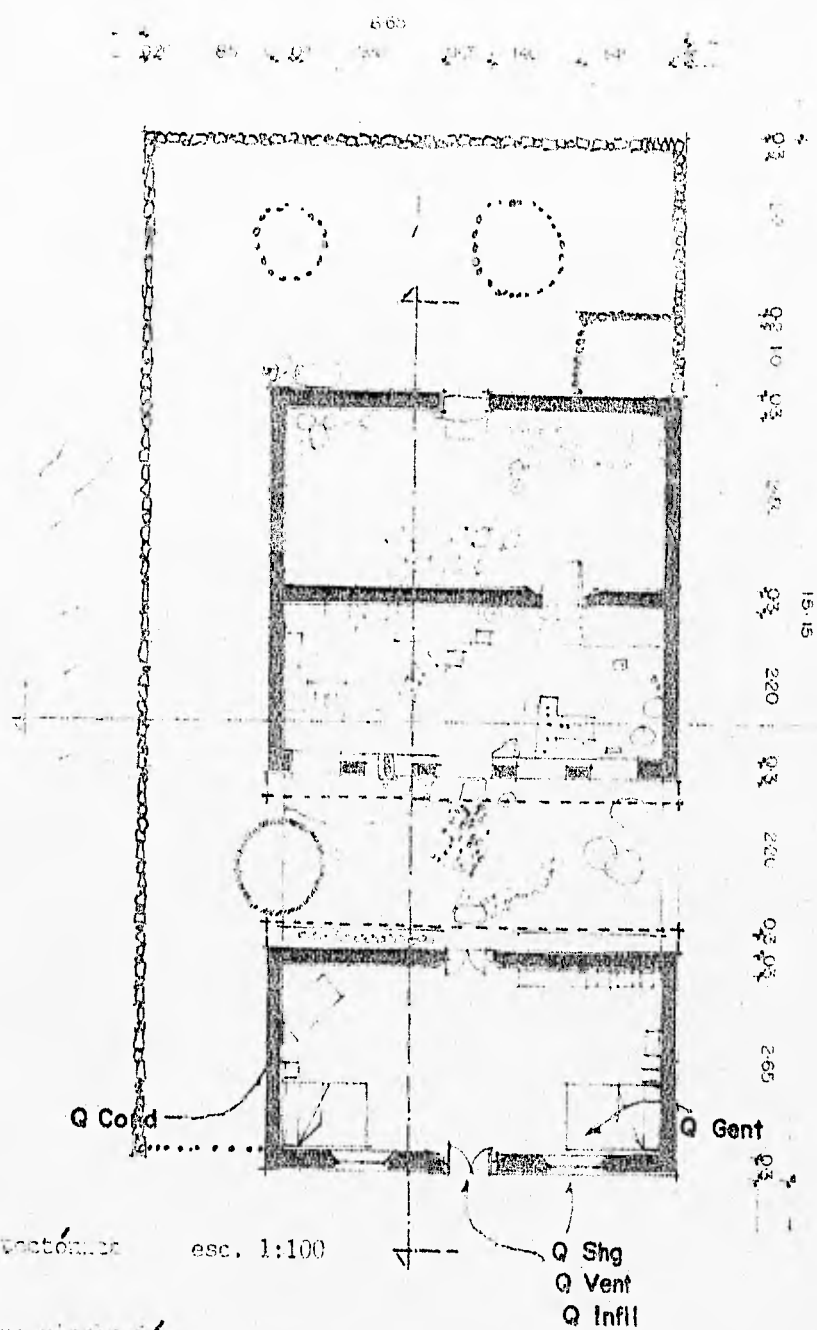
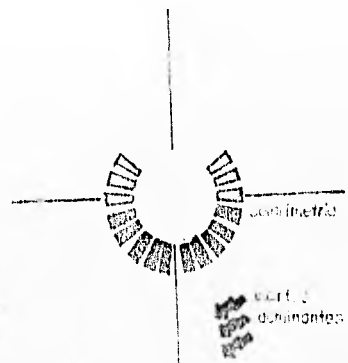
Determinación de los días de diseño.



FINCA VERNÁCULA  
SANCTORUM, TLAXCALA, 1993.

Caso de estudio

PROCESO DE INTERCAMBIO DE CALOR



Escuela de Arquitectura esc. 1:100

Prototipo para simulación.  
aspecto de ubicación, vientos dominantes, colateralidad.

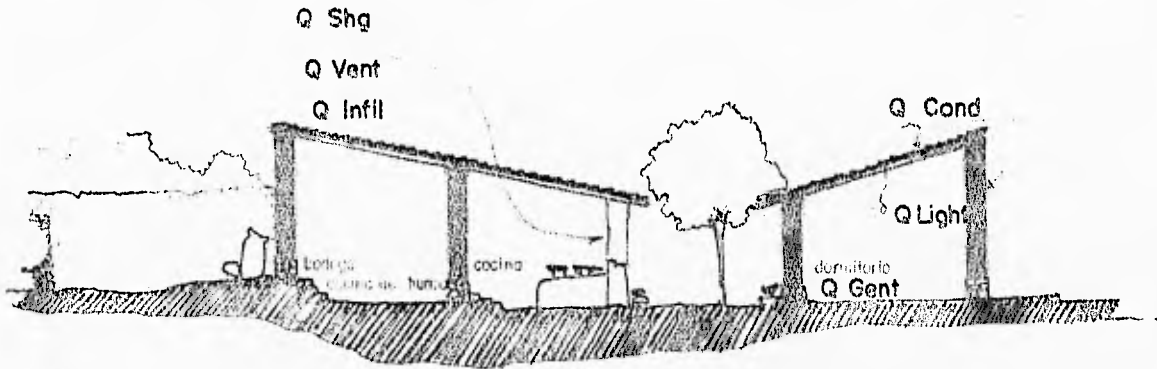
tecnología de tierra sin cocimiento.  
cubierta de estructura de madera y teja.

**" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGETICA UN ANALISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "**

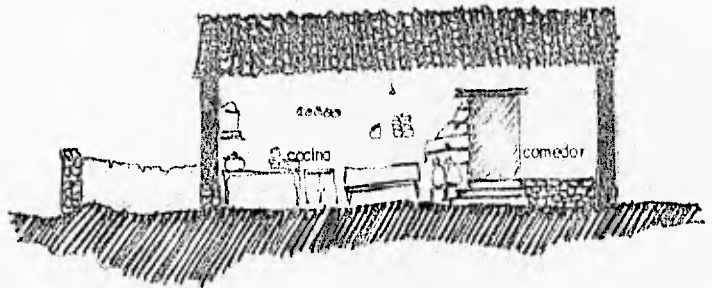
TIVIENDA VERNÁCULA  
SANCTORUM, TLAXCALA, 1993.

caso de estudio

PROCESO DE INTERCAMBIO DE CALOR



corte longitudinal



corte transversal.

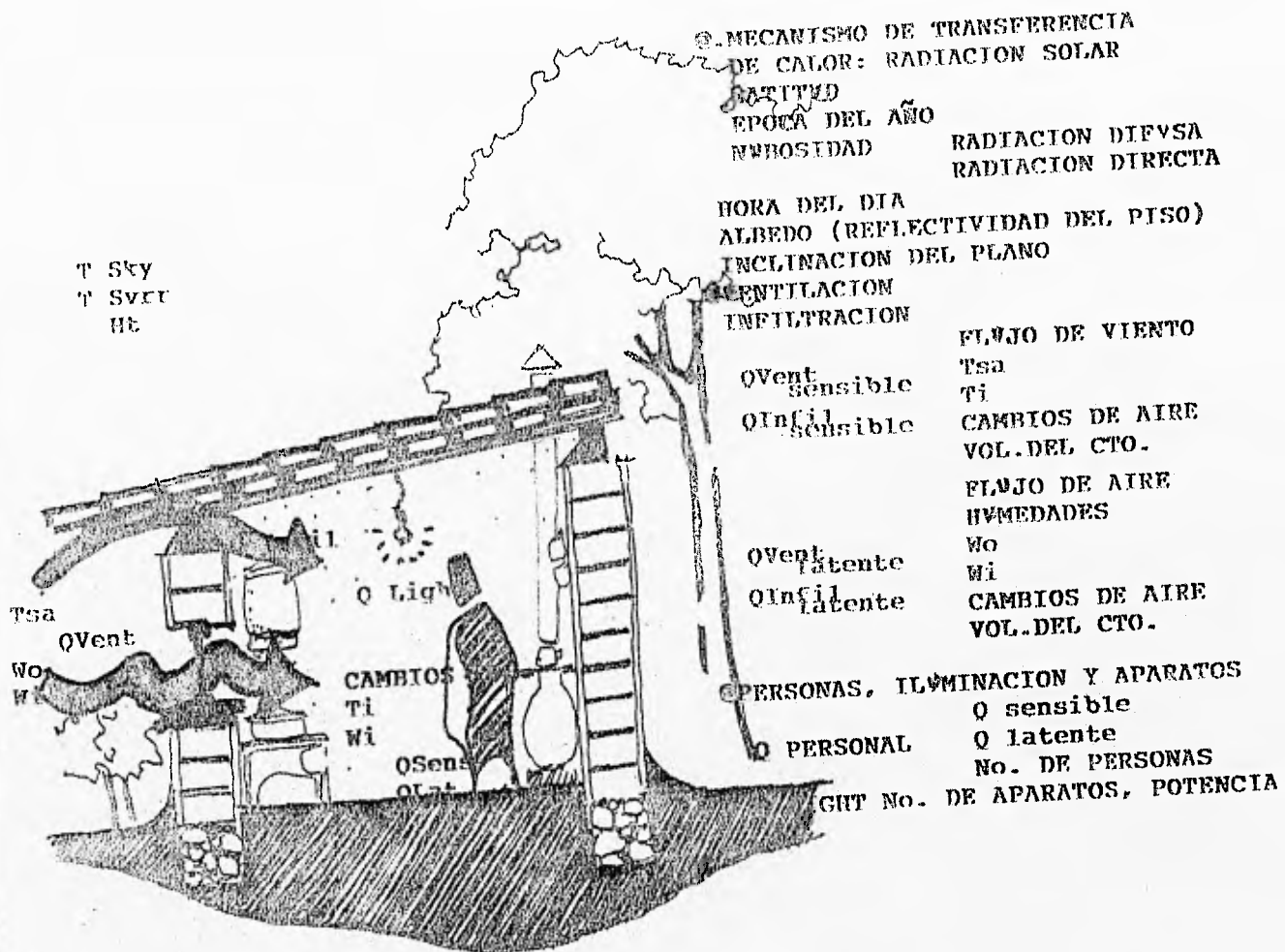
Prototipo para la simulación.  
tecnología de tierra sin cocimineto.

" DE LA ARQUITECTURA VERNACULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGETICA UN ANALISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

Tipología de la vivienda  
vernácula.  
Sanctorum, Tlaxcala, 1993.

caso de estudio:

PROCESO DE INTERCAMBIO DE CALOR



detalles constructivos  
Tecnología de tierra sin cocimiento:  
cubierta de estructura de madera y  
teja.

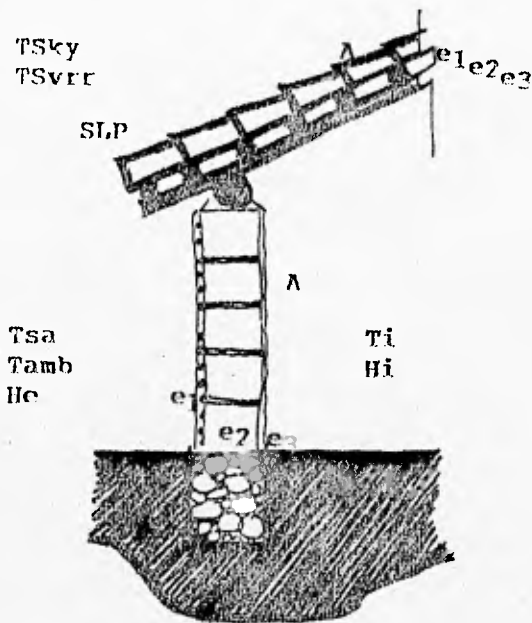
" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

Tipología de la vivienda vernácula.  
Sanctorum, Tlaxcala, 1993.

caso de estudio:

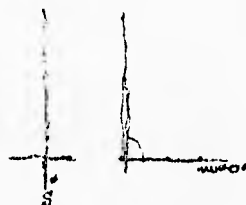
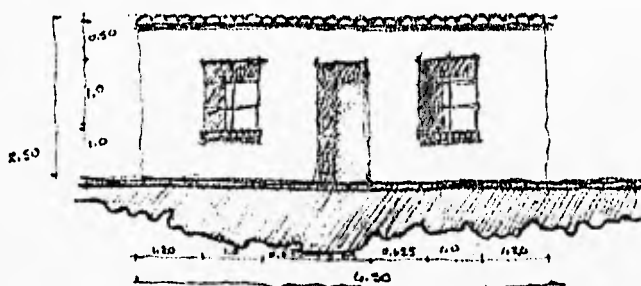
**PROCESO DE INTERCAMBIO DE CALOR**

detalle constructivo de cubierta y estructura de madera y teja



" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

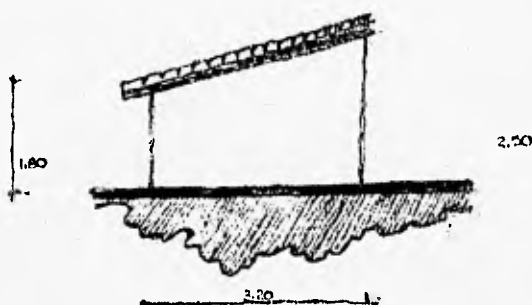
## CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL EDIFICIO



**FACHADA SUR EDIFICIO "A"**

$0^\circ \quad 90^\circ$

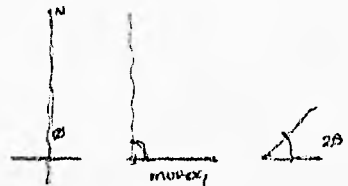
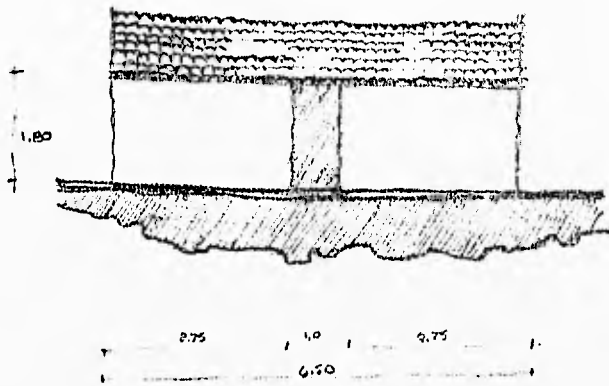
Muro de adobe	2.50 * 6.50 = 16.25	-4.00	= 12.25 m <sup>2</sup>
Ventanas	1.00 * 1.00		= 2 m <sup>2</sup>
Puerta	0.85 * 2.00		= 1.70 m <sup>2</sup>
Aplanado de mezcla	12.25 * 2.00		= 24.50 m <sup>2</sup>
Cimiento piedra braza	6.50 * 0.80	* 0.40	= 2.08 m <sup>3</sup>
Remate de tabique			= 2.00 ml



**FACHADA PONIENTE EDIFICIO "A"**

$-90^\circ \quad -90^\circ$

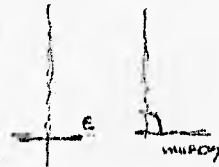
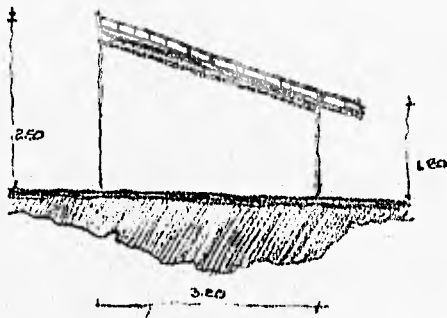
Muro de adobe	3.20	* 1.80 + (0.70 * 3.20) 2.00	= 6.88 m <sup>2</sup>
Aplanado de mezcla	6.88	* 2.00	= 3.76 m <sup>2</sup>
Cimentación piedra braza	3.20	* 0.80 * 0.40	= 1.02 m <sup>3</sup>



FACHADA NORTE EDIFICIO "A"

180° 90°

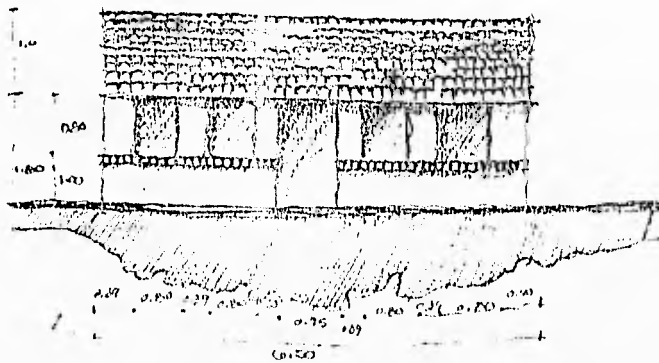
Muro de adobe	$2.75 * 1.80$	= 9.90m <sup>2</sup>
Puerta	$0.85 * 1.80$	= 1.53m <sup>2</sup>
Aplanado de mezcla	$9.90 * 2.00$	= 19.80m <sup>2</sup>
Cimiento de piedra braza	$6.50 * 0.80 * 0.40$	= 2.08m <sup>3</sup>



FACHADA ORIENTE EDIFICIO "A"

90° 90°

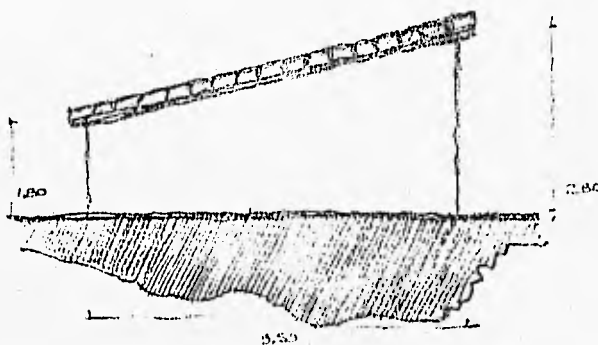
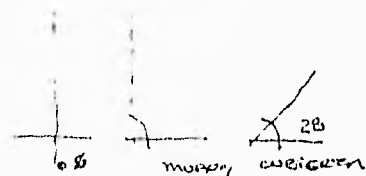
Muro de adobe	$3.20 * 1.80 + (0.70 * 3.20)2$	= 6.88m <sup>2</sup>
Aplanado de mezcla	$6.88 * 2.00$	= 13.76m <sup>2</sup>
Cimiento de piedra braza	$3.20 * 0.80 * 0.40$	= 1.02m <sup>3</sup>



FACHADA SUR EDIFICIO "B"

0° 90°

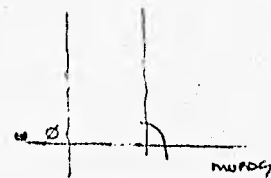
Muro de adobe	$6.50 * 1.80 - (0.80 * 0.80 * 4 + 0.95 * 1.80)$	=	7.43m <sup>2</sup>
Aplanado de mezcla	$7.43 * 2.00$	=	14.86m <sup>2</sup>
Cimiento piedra braza	$6.50 * 0.80 * 0.40$	=	2.08m <sup>3</sup>
Remate de tabique		=	5.55m <sup>3</sup>

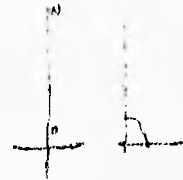
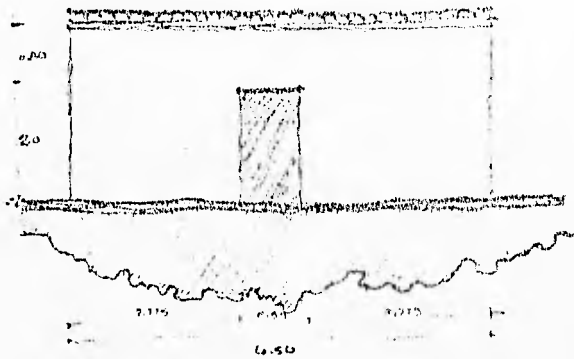


FACHADA PONIENTE EDIFICIO "B"

-90° -90°

Muro de adobe	$5.50 * 1.80 + (5.50 * 1.00) / 2.00$	=	12.95m <sup>2</sup>
Aplanado de mezcla	$12.95 * 2.00$	=	25.90 m <sup>2</sup>
Cimentación piedra braza	$5.50 * 0.80 * 0.40$	=	1.76m <sup>3</sup>

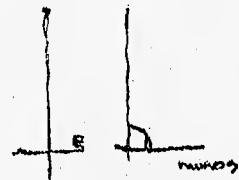
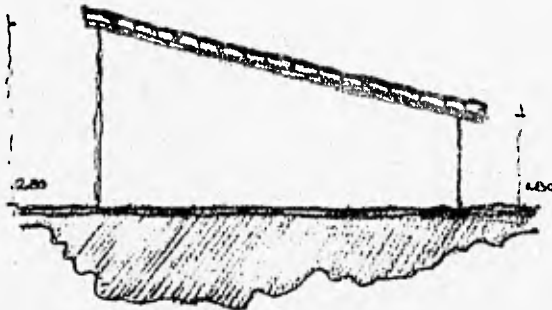




FACHADA NORTE EDIFICIO "B"

180° 90°

Muro de adobe	$6.50 * 2.80 - (1.80 * 0.95)$	=16.49m <sup>2</sup>
Puerta	$0.95 * 2.00$	=1.90m <sup>2</sup>
Aplanado de mezcla	$16.49 * 2.00$	=32.98m <sup>2</sup>
Cimiento de piedra braza	$6.50 * 0.80 * 0.40$	=2.08m <sup>3</sup>

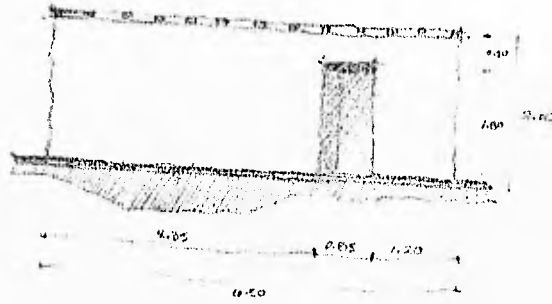


FACHADA ORIENTE EDIFICIO "B"

90 90

Muro de adobe	$5.50 * 1.80 + (5.50 * 1.00) / 2$	=12.95M <sup>2</sup>
Aplanado de mezcla	$12.95 * 2.00$	=25.90m <sup>2</sup>
Cimiento de piedra braza	$5.50 * 0.80 * 0.40$	=1.76m <sup>3</sup>





### MURO INTERNO EDIFICIO "B"

Muro de adobe	$6.50 * 2.30 - (0.85 * 1.80)$	=13.42M2
Aplanado de mezcla	$13.42 * 2.00$	=26.84m2
Cimiento de piedra braza	$6.50 * 0.80 * 0.40$	=2.08m3

### CUBIERTA EDIFICIO "A"

Teja de barro	$6.50 * 4.00$	=26.00M2
Viga de madera 8"*12"	$6.50 * 2.00 + 4 * 8$	=45.00ml
Listón de madera a/c 0.30	$6.50 * 130.00$	=84.50ml
Firme de concreto	$6.50 * 4.7$	=30.55ml

### CUBIERTA EDIFICIO "B"

Teja de barro	$6.50 * 6.50$	=42.25M2
Viga de madera 8"*12"	$6.50 * 3.00 + 8 * 6.50$	=71.50ml
Listón de madera a/c 0.30	$6.50 * 21.00$	=136.50ml
Firme de concreto	$6.50 * 2.75$	=17.87ml

### MURO PERIMETRAL DE PIEDRA

(14.50+8.20+3.70+2.50)	$1.40 * 0.40 = 16.18 \text{ m}^3$
Forjado de escalones	$0.90 * 0.30 * 0.15 = 5.00 \text{ pza.}$

## RESUMEN DE VOLÚMENES DE LA VIVIENDA VERNÁCULA

EDIFICIO "A"

FACHADA

CONCEPTO	U	SUR	ORIENTE	NORTE	PONIENTE	TOTAL
MURO DE ADOBE	M2	12.25	6.88	9.90	6.88	35.91
VENT. MET Y CRIST	M2	2.00				2.00
PUERTA MET	M2	1.70	1.50			3.23
APLANADO MEZCLA	M2	24.50	3.76	19.80	3.76	61.82
CIMENTACIÓN PIEDRA	M3	2.08	1.02	2.08	1.02	6.20
REMATE TABIQUE	ML	2.00				2.00

CUBIERTA	U	CANTIDAD
TEJA DE BARRO	M2	26.00
VIGA MADERA 8"*12"	ML	45.00
LISTÓN MADERA 1 ½ * ½	ML	84.50
FIRME CONCRETO	M2	30.55

EDIFICIO "B"

FACHADA

CONCEPTO	U	SUR	ORIENTE	NORTE	PONIENTE	TOTAL
MURO DE ADOBE	M2	7.43	12.95	16.49	12.95	49.82
VENT. MET Y CRIST	M2					
PUERTA MET	M2			1.90		1.90
APLANADO MEZCLA	M2	14.86	25.90	32.98	25.90	99.64
CIMENTACIÓN PIEDRA	M3	2.08	1.76	2.08	1.76	7.68
REMATE TABIQUE	ML	5.55				5.55

CUBIERTA	U	CANTIDAD
TEJA DE BARRO	M2	42.25
VIGA MADERA 8"*12"	ML	71.50
LISTÓN MADERA 1 ½ * ½	ML	136.50
FIRME CONCRETO	M2	17.87

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

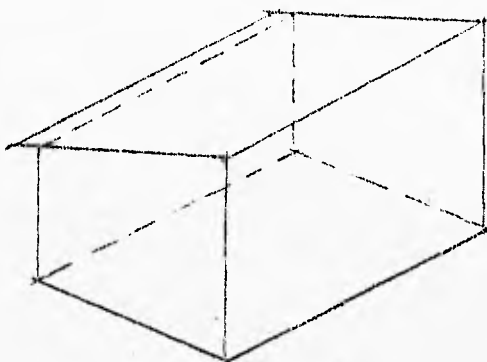
CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

CONCEPTO	ESPE	DEN	K CD T	CALE	ABS	EMIT	CANT	U	VOL	MASA	CAPAC
PINTURA	0.0005				0.30-0.50	0.60-0.75					
APLANADO CEM/AREN	0.025	2200	0.58	0.28	0.7	0.07	161.46	M2	4.0365	8880.3	2486.48
BLOQUE ADOBE	0.4	1500	0.93	0.22	0.7	0.72	85.73	M2	34.29	51408	11316.36
APLANADO CEM/AREN	0.025	2200	0.58	0.28	0.7	0.07					
PINTURA	0.0005										
PERFIL EST NEGRO	0.01497	7800	55.36	0.502	0.89	0.9	22.00	ML	0.32934	2568.85	1289.56
CRIST CL 3MM	0.003	1540	1.00	0	0.89	0.9	2.00	M2	0.006	9.24	0
TEJA BARRO	0.025	1970	0.62	0.19	0.65-0.80	0.85-0.95	68.25	M2	1.706	3361.31	638.64
DUELA MADERA 2*1/2	0.0125	630	0.11	0.38	0.85	0.9	221.00	ML	2.76	1740.37	661.34
VIGA MADERA 5**9"	0.225	630	0.11	0.38	0.85	0.9	116.50	ML	26.21	16510.87	6275.27
VIGA MADERA 8**12"	0.3	630	0.11	0.38	0.85	0.9	32.50	ML	9.75	6142.50	2334.15
FIRME CONC	0.1	2200	0.58	0.28	0.7	0.72	48.42	M2	4.842	10652.40	2982.67
PINTURA VIN BCO	0.0002										
APLANADO CEMENT/AREN	0.025	2200	0.58	0.28	0.7	0.07	161.46	M2	4.0365	8880.3	2486.48
TABIQUE BARRO	0.15	1150	0.72	0.22	0.7	0.93	85.73	M2	12.85	14788.42	3253.45
APLANADO CEM/AREN	0.025		0.58	0.28	0.7	0.07					
PINTURA VIN VERDE	0.0002	2200									
PERFIL EST NEGRO	0.01497	7800	55.36	0.502	0.89	0.9	22.00	ML	0.32934	2568.85	1289.56
CRIST. CL 3MM	0.0003	1540	1.00	0	0.89	0.9	2.00	M2	0.006	9.24	0
LOSA CONC 10 CM	0.1	2200	0.58	0.28	0.7	0.72	68.25	M2	6.825	15015	4204.20
PINTURA VIN BCO	0.0002										
FIRME CONC	0.1	2200	0.58	0.28	0.7	0.72	48.42	M2	4.842	10652.40	2982.67

## AIRE NECESARIO PARA LA VENTILACIÓN

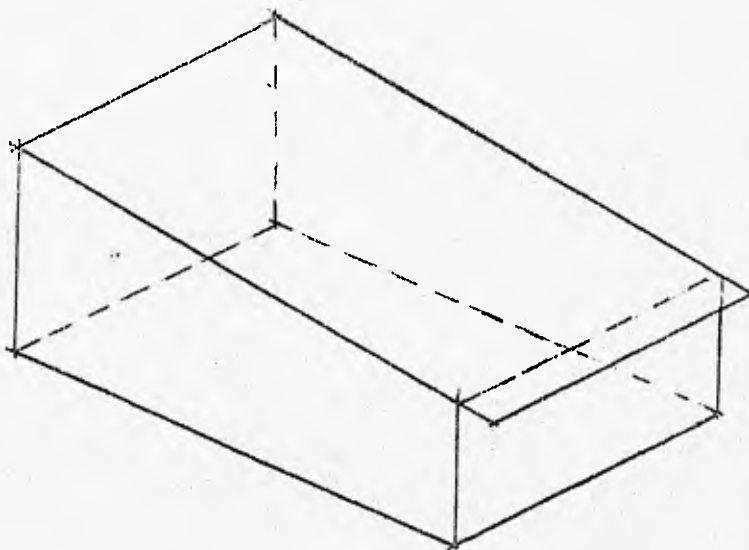
Para considerar la cantidad de calor en intercambio, entre al aire exterior y el aire interior del edificio, es necesario conocer el número de cambios del mismo por hora; el cual se especifica en el reglamento de construcción del D. F., para este tipo de vivienda es de 5 cambios por hora.

### EDIFICIO "A"



$$\begin{aligned} 1.80 \times 3.20 \times 6.50 &= \\ (0.70 \times 3.20) / 2 \times 6.50 &= \\ &44.72 \text{m}^3 \end{aligned}$$

### EDIFICIO "B"



$$\begin{aligned} 1.80 \times 5.50 \times 6.50 &= \\ (1.00 \times 5.50) / 2 \times 6.50 &= \\ -2.30 \times 6.50 &= \\ &67.27 \text{m}^3 \end{aligned}$$

VOLUMEN TOTAL 111.99 m<sup>3</sup>

## CALCULO DE LA CAPACITANCIA DE LA VIVIENDA

Ecuaciones consideradas para el calculo de la capacitancia de la vivienda:

Masa= espesor\* área del elemento densidad

Capacitancia= masa\* calor especifico

Unidades consideradas en el calculo de la capacitancia de la vivienda

Masa	Kg
Espesor	m
Área del elemento	m <sup>2</sup>
Densidad del elemento	Kg./m <sup>3</sup>
Calor especifico	Kj/Kg°C
Capacitancia	Kj/°C

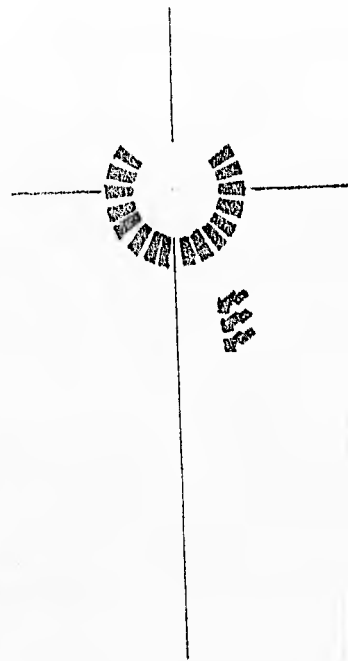
Para el calculo de la capacitancia, se consideran las características constructivas de la vivienda. Los muros de adobe con un espesor de 0.40 m., se encuentran aplanados en el interior y en la fachada principal. La pintura es color blanco base/ agua de cal.

En la cubierta se encuentra teja de barro rojo cocida, en tanto que en los pisos se considera concreto simple.

## CARGA GENERADA POR ACCESORIOS ELÉCTRICOS

fuelle	No. de piezas		carga	periodo
equipo de radio y grabadora	1	800 w.	9.00	a 17.00 hrs.
televisor	1	35 w	19.00	a 22.00 hrs.
videograbadora	1	35 w.	20.00	a 22.00 hrs.
lamparas de 100	6	600 w	17.00	a 22.00 hrs.
lamparas de 40	2	80 w	17.00	a 22.00 hrs

PROCESO DE INTERCAMBIO DE CALOR



Instalacion electrica

- ⚡ acometida
- ⊠ medidor
- ⊠ interruptor
- contactos
- apagador
- ⊠ centro incandescnte

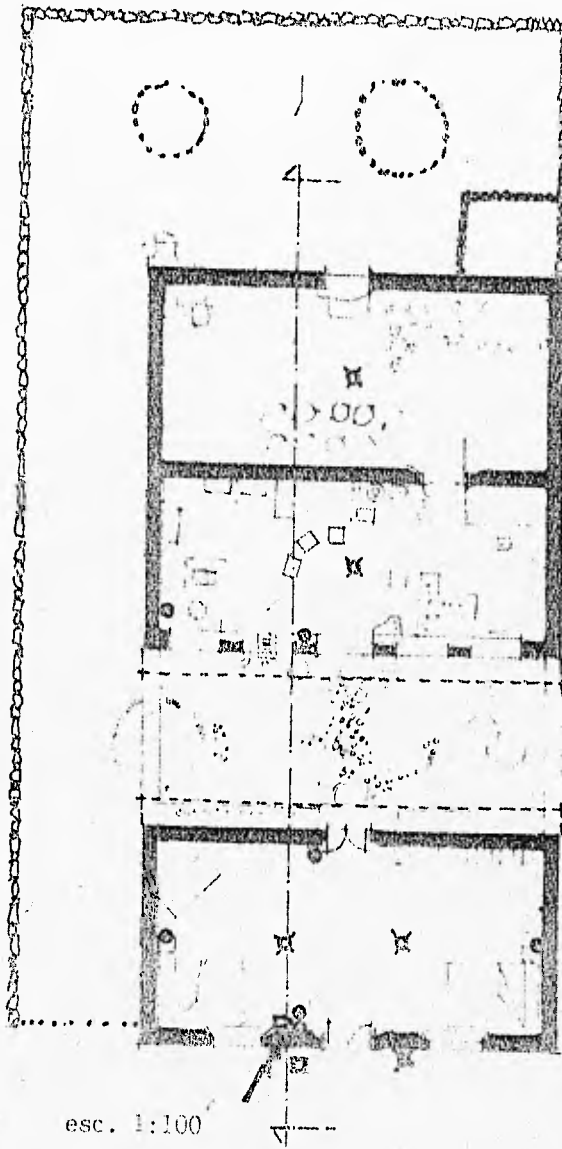


Figura Arquitectónica esc. 1:100

Prototipo para Sanctorum

Para la simulación se seleccionaron 5 días al año, cuyos patrones de temperatura ambiente representan las condiciones críticas del año.

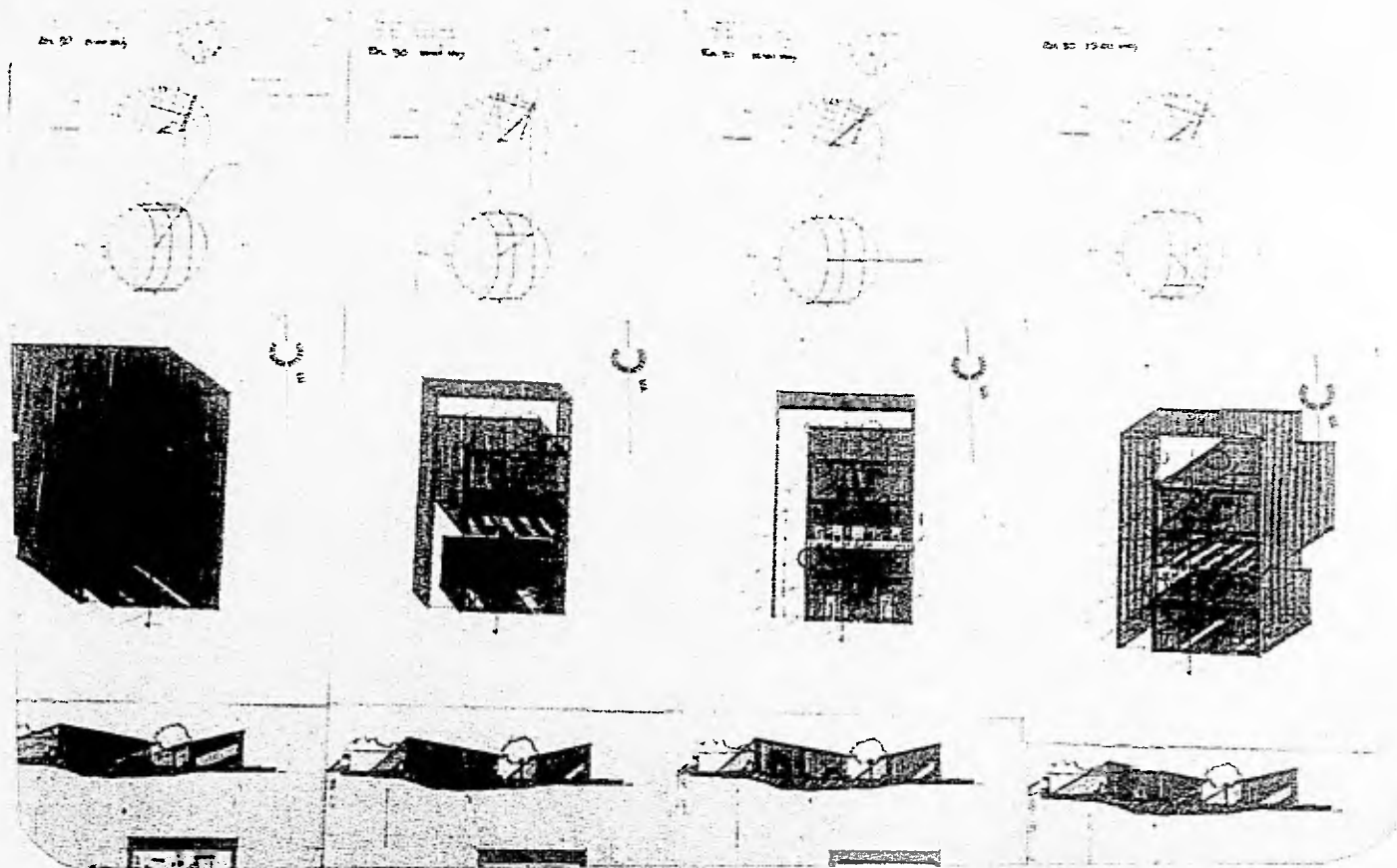
#### DÍAS DE DISEÑO

FECHA	DÍA/NUM	CARACTERÍSTICAS	RAD.G.T.	RAD.M.T.	RAD.M.D.
30-ENE	30	DÍA MAS FRIO	16.7	703	546
21-MAR	81	EQUINOCCIO	19.9	700	575
21-JUN	173	SOLSTICIO	18.8	717	426
25-JUN	177	DÍA MAS CÁLIDO	18.8	717	426
21-DIC	335	SOLSTICIO	15.4	703	495

# " DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

GRÁFICA DE LA SOLARIMETRÍA DE LA VIVIENDA VERNÁCULA  
DÍA DE DISEÑO 30 ENERO

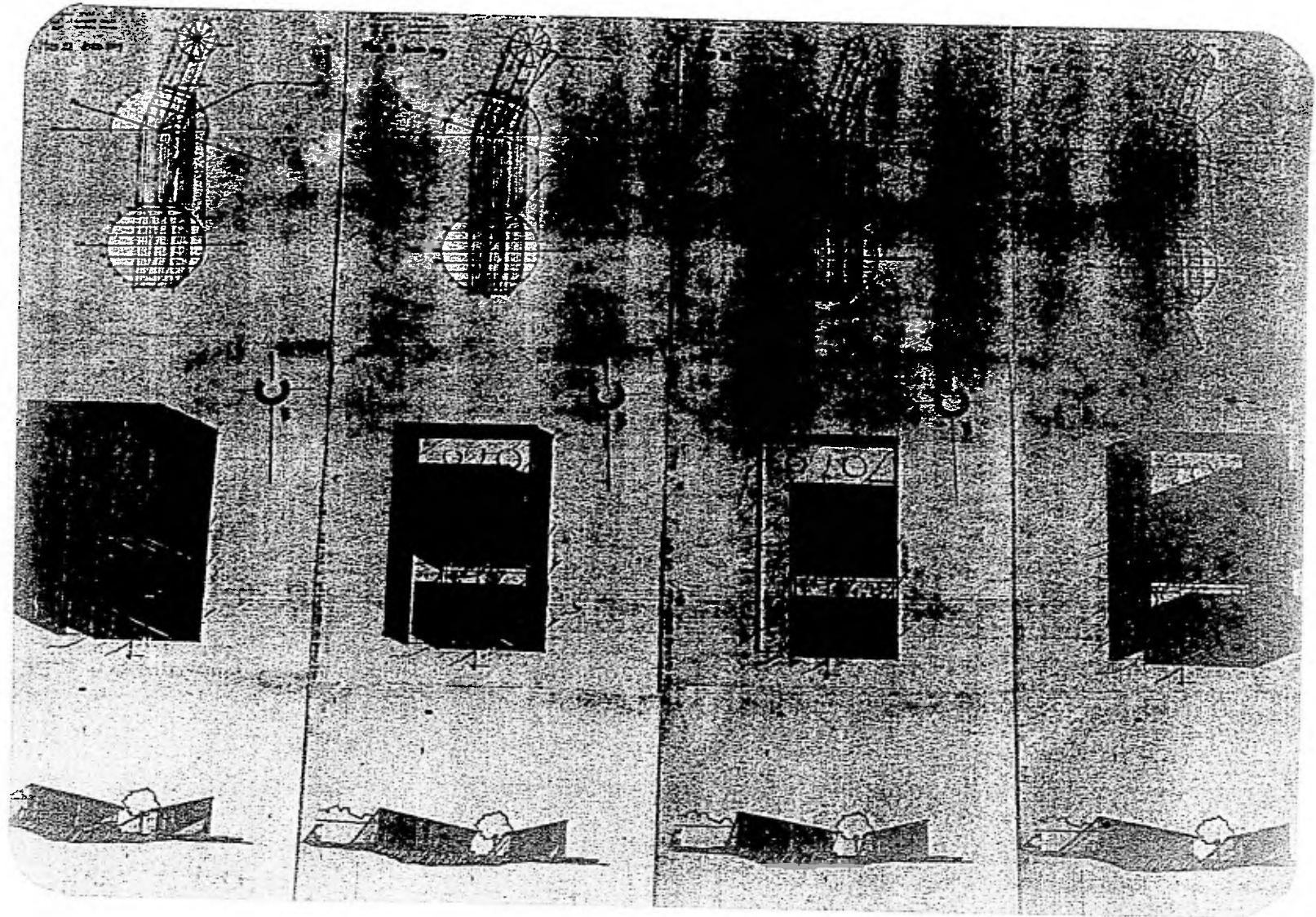
CASO DE ESTUDIO: SANCTORUM TLAXCALA.





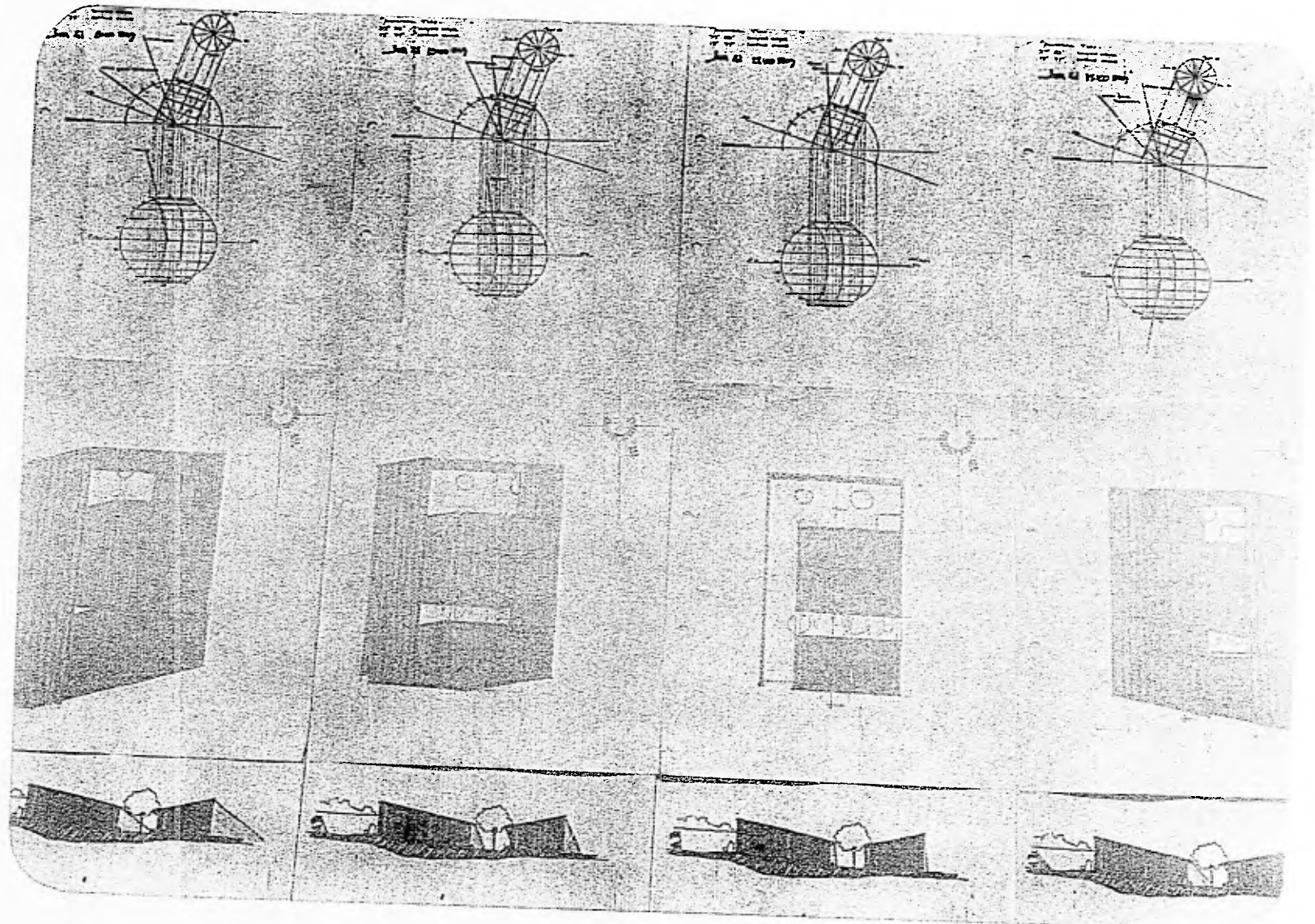
GRÁFICA DE LA SOLARIMETRÍA DE LA VIVIENDA VERNÁCULA  
DÍA DE DISEÑO 21 MARZO

CASO DE ESTUDIO: SANCTORUM, TLAXCALA.



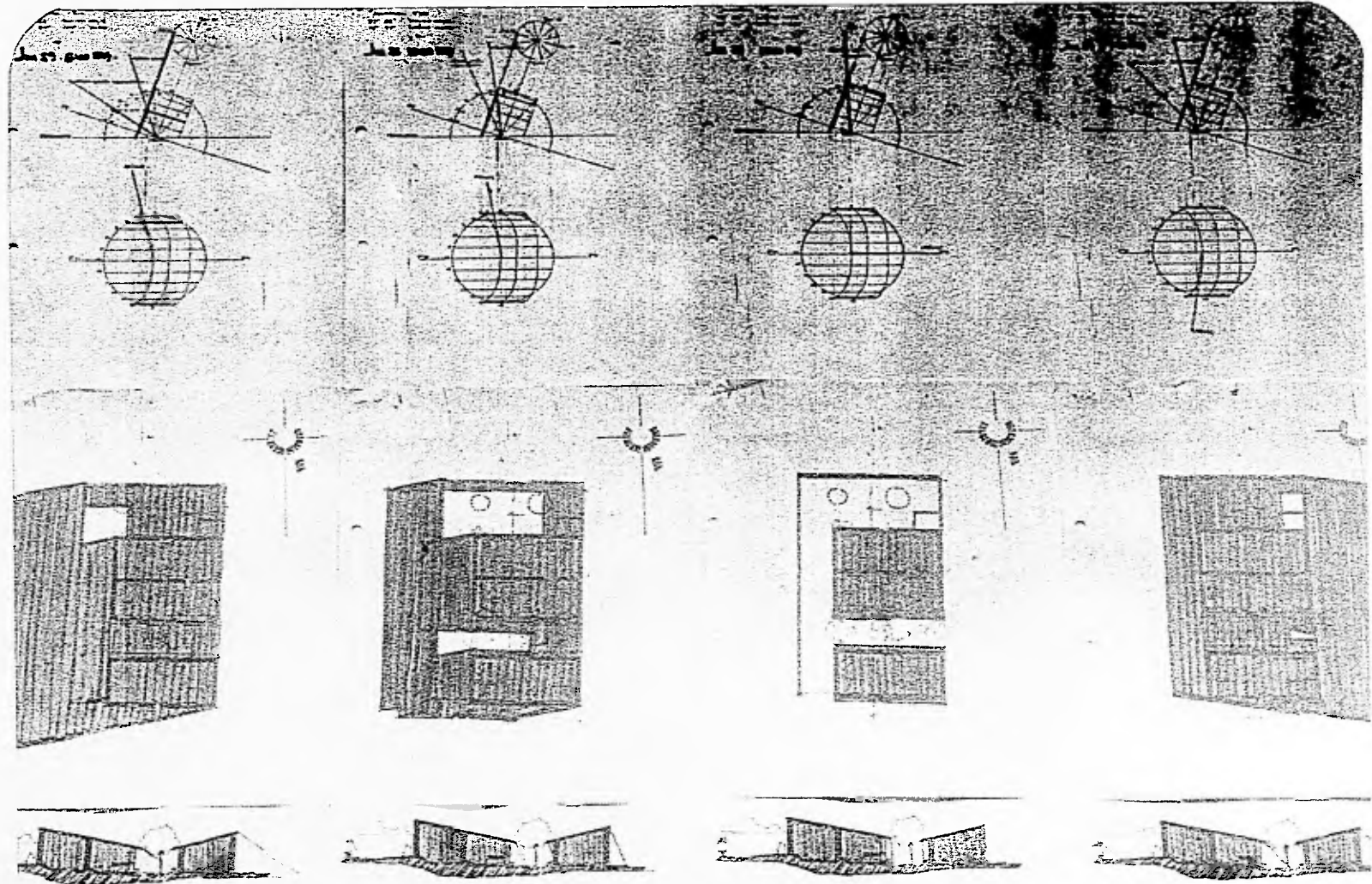
GRÁFICA DE LA SOLARIMETRÍA DE LA VIVIENDA VERNÁCULA  
DÍA DE DISEÑO 21 JUNIO

CASO DE ESTUDIO: SANCTORUM, TLAYCALA.



GRÁFICA DE LA SOLARIMETRÍA DE LA VIVIENDA VERNÁCULA  
DÍA DE DISEÑO 25 JUNIO

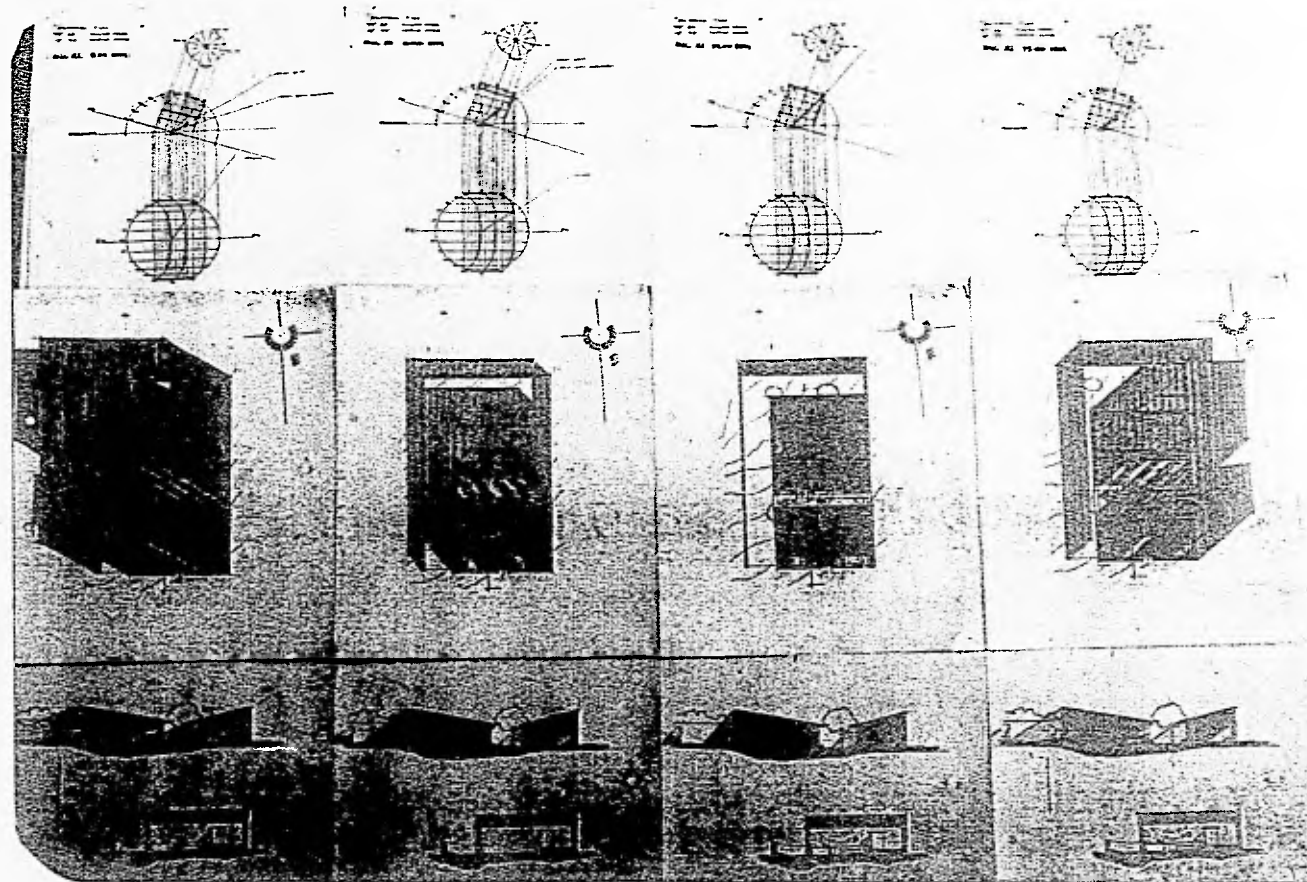
CASO DE ESTUDIO: SANCTORUM, TLAXCALA.



GRÁFICA DE LA SOLARIMETRÍA DE LA VIVIENDA VERNÁCULA  
DÍA DE DISEÑO 21 DICIEMBRE

CASO DE ESTUDIO: SANCTORUM, TLAXCALA .

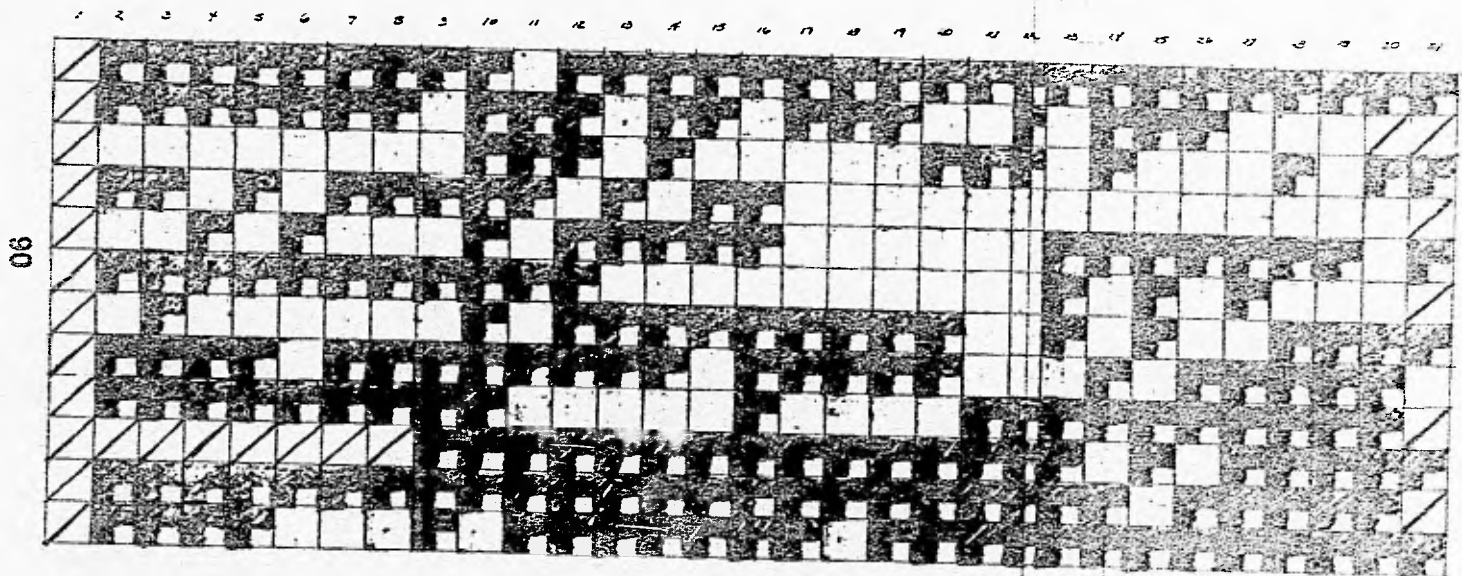
68



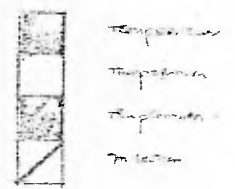
GRÁFICA DE COMODIDAD TÉRMICA  
 ESTACIÓN METEOROLÓGICA, ESPAÑITA, TLAXCALA.

CASO DE ESTUDIO: SANCTORUM, TLAXCALA.

Gráfica de Comodidad Térmica  
 Estación Española 92



- Enero
- Febrero
- Marzo
- Abril
- Mayo
- Junio
- Julio
- Agosto
- Septiembre
- Octubre
- Noviembre
- Diciembre



## CAPITULO XI

### COMPARATIVA DE COSTOS ENTRE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA Y LOS SISTEMAS TRADICIONALES DE CONSTRUCCIÓN

Es bien sabido que en el sistema de producción capitalista, en el cual nos encontramos inmersos; el estado en una de sus múltiples facetas ha favorecido el desarrollo de sistemas de autoconstrucción, orientadas a los sectores más desprotegidos de nuestra sociedad. Con el propósito de solucionar de manera indirecta el problema de la vivienda a gran escala, así como el de generar la plusvalía necesaria en aquellos inmuebles que los obreros poseen.

Al efectuar un análisis de los precios de los trabajos realizados por dichos obreros, vemos que su valor es comparativamente ínfimo al laborar para propios que para ajenos, así como de la utilización de materiales de deshecho.

Pese a ello, al generar un producto podemos llegar a efectuar dicho análisis de precios; presentando éstos las siguientes características en el desglose del presupuesto que más adelante de detalla.

De ésta manera podemos mostrar, que existe una diferencia considerable en los costos en los distintos sistemas de construcción. Podemos concluir que la vivienda vernácula soluciona el problema de la vivienda y la creación de la plusvalía.

COMPARATIVA DE COSTO DE VIVIENDA VERNACULA

CONCEPTO	U.	CANT.	P.U.	IMPORTE	TOTAL
LIMPIA, TRAZO Y NIV.	M2	127.50	2.21	281.77	
EXCAVACION	M3	15.26	8.21	125.28	
CIMENTACION	M3	15.88	219.93	3492.48	
MUROS ADOBE	M2	85.73	10.04	860.72	
CADENA PERIMETRAL	ML	43.40	41.88	18175.59	
VIGA 8*12	ML	32.50	100.00	3250.00	
VIGA 5*9	ML	116.50	60.00	6990.00	
LISTON 2*1/2	ML	221.00	20.00	4420.00	
TEJA DE BARRO ROJO	M2	68.25	65.00	4436.25	
					25,674.11
APLANADO MORTERO	M2	161.46	17.03	2749.66	
FIRME CONCRETO	M2	48.42	25.12	1216.31	
FORJADO ESCALONES	ML	5.00	23.56	117.80	
MURO PERIMETRAL P.	M3	16.18	219.93	3558.46	
REMATE TABIQUE	ML	2.00	9.07	18.14	
PUERTA METALICA	M2	2.00	487.04	974.08	
VENTANA METALICA	M2	2.00	127.97	255.94	
CRISTAL 3MM	M2	2.00	78.00	156.00	
PINTURA ENJABELGADO	M2	161.46	9.00	1453.14	
					10,499.53
SALIDA DE CENTRO	SAL	7.00	10.84	75.88	
SALIDA CONTACTO	SAL.	3.00	16.80	50.40	
SALIDA APAGADOR	SAL.	5.00	17.19	85.95	
SALIDA TABLERO	SAL.	1.00	68.84	68.84	
INTERRUPTOR 2*30	PZA.	1.00	78.04	78.04	
SALIDA ACOMETIDA	SAL.	1.00	60.94	60.94	
					420.05
					36,593.69

COSTO POR M2 \$ 287.00

**COMPARATIVA DE COSTO DE VIVIENDA MATERIALES  
SEMIINDUSTRIALIZADOS**

CONCEPTO	U.	CANT.	P.U.	IMPORTE	TOTAL
LIMPIA, TRAZO Y NIV.	M2	127.50	2.21	281.77	
EXCAVACION	M3	15.26	8.21	125.28	
CIMENTACION	M3	13.88	229.93	3191.42	
CADENA PERIMETRAL	ML	49.90	52.88	2638.71	
MUROS DE TABIQUE	M2	85.73	46.45	3982.15	
CASTILLO DE CONCRETO	ML	40.20	53.90	2166.78	
CADENA ENRACE	ML	49.90	51.88	2588.81	
LOSA DE CONCRETO	M2	68.25	197.48	13478.01	
					28,452.93
APLANADO MORTERO	M2	161.46	17.03	2749.66	
FIRME CONCRETO	M2	48.42	25.12	1216.31	
FORJADO ESCALONES	ML	5.00	23.56	117.80	
MURO PERIMETRAL P.	M3	16.18	219.93	3558.46	
REMATE TABIQUE	ML	2.00	9.07	18.14	
PUERTA METALICA	M2	2.00	487.04	974.08	
VENTANA METALICA	M2	2.00	127.97	255.94	
CRISTAL 3MM	M2	2.00	78.00	156.00	
PINTURA VINILICA	M2	161.46	15.00	2421.90	
					11,468.29
SALIDA DE CENTRO	SAL	7.00	10.84	75.88	
SALIDA CONTACTO	SAL	3.00	16.80	50.40	
SALIDA APAGADOR	SAL	5.00	17.19	85.95	
SALIDA TABLERO	SAL	1.00	68.84	68.84	
	PZA.	1.00	78.04	78.04	
INTERRUPTOR 2*30					
SALIDA ACOMETIDA	SAL	1.00	60.94	60.94	
					420.05
					40,341.27

COSTO POR M2 \$ 316.40



OBRA: VIVIENDA VERNACULA

SANCTORUM TLAXCALA

FECHA: 08/XII/93

ESPECIFICACIONES

UNIDAD PZA.

MANUFACTURA DE BLOCK DE ADOBE CON DIMENSIONES NOMINALES 0.60\*0.40\*0.20 INCLUYE EXCAVACION, HUMEDECIMIENTO DE TIERRA, BATIDO, MOLDEADO, CANTEADO, APILADO, MATERIALES DE CONSUMO: ESTIERCOL, PAJA, AGUA, MOLDE( GABERA ), MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
TIERRA	m3	0.043	0.00	0.00
AGUA	Lt	6.00	0.007	0.042
PAJA	Kg	0.015	7.46	0.1119
ESTIERCOL	Kg	0.015	4.48	0.0672
			SUMA	0.22

MANO DE OBRA				
OFICIAL ADOBERO	Jor	0.016	26.1875	0.419
			SUMA	0.419

HERRAMIENTA Y EQUIPO				
HERRAMIENTA MENOR Y EQUIPO	%	5	0.419	0.021
			SUMA	0.021

ANALIZO ARQ. VICENTE F. HDEZ. HUERTA	<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>0.66</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDA</b>	<b>0.00</b>
	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>0.66</b>

OBRA: VIVIENDA VERNACULA

SANCTORUM TLAXCALA

FECHA: 08/XII/93

ESPECIFICACIONES

UNIDAD m2

MURO DE BLOCK DE ADOBE CON DIMENSIONES NOMINALES 0.60\*0.40\*0.20 INCLUYE MORTERO DE BARRO, ACARREOS, COLOCACION, ANDAMIOS, A PLOMO Y NIVEL ACABADO APARENTE A 2 CARAS Y JUNTA VACIADA

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BLOCK DE ADOBE	Pza.	7.3	0.66	4.81
AGUA	Lt.	100	0.007	0.70
			SUMA	5.51

MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
OFICIAL ADOBERO	Jor	0.0000905	26.1875	2.37
AYUDANTE GENERAL	Jor	0.1625	16.500	1.95
			SUMA	4.32

HERRAMIENTA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR Y EQUIPO	%	5	4.32	0.21
			SUMA	0.21

ANALIZO ARQ. VICENTE F. HDEZ. HUERTA	COSTO DIRECTO	10.04
	INDIRECTOS Y UTILIDAD	0.00
	PRECIO UNITARIO	10.04

## CAPITULO XII

### RESULTADOS

En éste capítulo se muestra la versatilidad del comportamiento térmico de la vivienda vernácula, concretamente el caso de estudio de vivienda de tecnología de tierra sin cocimiento y cubierta de teja en Sanctorum, Tlaxcala y que es la parte medular de este trabajo.

Primeramente se establecen los parámetros bajo los cuales se analizaron y con los cuales a su vez se establecen las comparativas de los subsecuentes casos.

De ésta manera, el primer análisis que se efectúa es en la vivienda vernácula con muros de adobe y cubierta de teja.

El segundo análisis será en la misma vivienda vernácula con sus mismos muros, orientación, etc., cambiándose únicamente la cubierta de teja por una de bóveda catalana.

El tercer análisis se llevó a cabo en la misma vivienda vernácula, cambiando su cubierta de bóveda catalana por una cubierta de concreto armado.

El cuarto análisis fue la de una vivienda con muros de tabique y cubierta de concreto armado, siguiendo el mismo partido arquitectónico y patrones de diseño.

Todo esto con el propósito de comparar sus comportamientos térmicos entre sí y posteriormente sustentar una alternativa de solución al problema planteado, sin olvidar nuestra hipótesis inicial y su demostración.

La vivienda vernácula con cubierta de teja, para el día 30 de enero de 1992 que es el día más frío del año, partiendo de una temperatura interior supuesta de  $18^{\circ}\text{C}$ ; observamos que durante toda el día hasta las 19.00 hrs. esta vivienda va perdiendo temperatura, quedando fuera del límite inferior de la zona de comodidad. Para el día 21 de marzo, esta misma vivienda, y partiendo de igual manera de una temperatura interior supuesta de  $18.20^{\circ}\text{C}$ ; presenta que durante todo el día va perdiendo temperatura, aunque existen algunos puntos donde se llega a recuperar ligeramente sin ser representativa, ya que este ínfimo incremento térmico aún no permite que se encuentre dentro de la zona de comodidad, por aparecer su curva por fuera del límite inferior de dicha zona.

Para el día 21 de junio, la temperatura interior de la cual se parte es de  $20^{\circ}\text{C}$ , durante las primeras horas del día presenta un decremento poco significativo y posteriormente la temperatura se eleva y se mantiene a lo largo del día, dentro del rango de comodidad.

Para el día 25 de junio, que es el día más cálido para el análisis de la vivienda vernácula con cubierta de teja y partido de igual manera de una temperatura interior supuesta de  $20.20^{\circ}\text{C}$ , vemos que durante las primeras horas del día tiende a mantenerse estable y posteriormente se incrementa sin llegar a salirse de la zona de comodidad. Para el 21 de diciembre, partiendo de una temperatura interior supuesta de  $19.10^{\circ}\text{C}$ , presenta un decremento inicial, sufriendo posteriormente ligeros incrementos manteniéndose en el rango inferior de la zona de comodidad.

Para la misma vivienda vernácula con la variante del cambio de la cubierta de teja por la cubierta de bóveda catalana, vemos que durante las primeras horas del día más frío que es el 30 de enero, se aprecia una pérdida substancial de temperatura, más drástica que el caso anterior para la misma fecha y horas de análisis, manteniéndose este caso por fuera del límite inferior de la zona de comodidad. Para el día 21 de marzo, también se observa una pérdida importante de temperatura y que de igual manera que la fecha anterior de análisis su comportamiento térmico es más drástico, manteniéndose fuera de la zona de comodidad.

Para el 21 de junio, tenemos que la vivienda vernácula con cubierta de bóveda catalana, durante las primeras horas del día presenta un ligero decremento en la temperatura interior y más tarde se incrementa, donde al final del día llega casi a la media de la zona de comodidad, alrededor de los 22 ° C. El 25 de junio que es el día más cálido, durante las primeras horas del día la vivienda presenta inicialmente un decremento para posteriormente incrementarse llegando un poco más arriba de la media de la zona de comodidad al subir a los 23 ° C. Para el 21 de diciembre, tenemos que en las primeras horas del día existe un decremento en su temperatura interior con algunos pequeños incrementos y casi al final del día es cuando muestra un importante incremento en su temperatura.

La variante de la vivienda vernácula con cubierta de concreto, para el día 30 de enero, el día más frío, existen importantes pérdidas térmicas quedando fuera del límite inferior del rango de comodidad. Para el día 21 de marzo, esta misma vivienda tiene importantes pérdidas térmicas para el resto del día, sin embargo comparativamente este caso con los anteriores para la misma fecha y horas de análisis presenta una temperatura inferior que el caso de la vivienda vernácula con cubierta de teja, quedando fuera del rango de comodidad. Para el 21 de junio, esta vivienda con cubierta de concreto presenta que durante las primeras horas del día existe un ligero decremento para posteriormente empezar a elevar su temperatura al final del día, manteniéndose dentro del rango de comodidad; y comparativamente con los casos anteriores la vivienda vernácula con cubierta de teja presenta que su temperatura interior es ligeramente mayor que el de la vivienda con cubierta de concreto, y así vez en esta última su temperatura interior es ligeramente superior al de la vivienda con cubierta de bóveda catalana; apesar de mantenerse dentro de los parámetros de comodidad térmica. Para el 25 de junio, tenemos que durante las primeras horas del día ocurre un decremento y hacia el final del día incremento su temperatura interior, manteniéndose dentro de los parámetros de comodidad, y sin embargo efectuando nuevamente la comparativa entre los diferentes casos, tenemos que la vivienda con cubierta de teja presenta una temperatura mayor que la vivienda con cubierta de concreto y esta a su vez que la vivienda con cubierta de bóveda catalana. Para el 21 de diciembre, durante las primeras horas del día se manifiesta una pérdida de temperatura interior manteniéndose ligeramente estable e inicia su ascenso térmico al final del día; sin embargo se mantiene fuera del límite inferior de la zona de comodidad y haciendo nuevamente la comparativa entre los casos anteriores tenemos que:

su temperatura interior es ligeramente menor que el de la vivienda vernácula con cubierta de teja y ligeramente mayor que el de la vivienda vernácula con cubierta de bóveda catalana.

Para el caso de la vivienda con muros de tabique y cubierta de concreto , para el día más frío, el 30 de enero vemos que su comportamiento térmico durante las primeras horas del día tiene un ligero decremento permaneciendo ligeramente estable y al final del día inicia su incremento térmico y aún así en esta vivienda cuya masividad es baja y por consiguiente registrar en un período de tiempo más corto las variantes térmicas; se encuentra fuera del rango inferior de la zona de comodidad. Para el 21 de marzo esta misma vivienda presenta para las primeras horas del día un decremento en su temperatura interior y hacia el medio día inicia su recuperación térmica donde al final del día se acerca hacia el límite inferior del rango de comodidad térmica y comparativamente con los casos anteriores, éste caso presenta una temperatura interior mayor que el de la vivienda con cubierta de teja y los anteriores, y aún así encontrarse fuera del rango de comodidad térmica. Para el 21 de junio, esta misma vivienda con muros de tabique y cubierta de concreto presenta que desde las primeras horas del día tiene un importante incremento térmico de tal manera que al final del día se sale del rango superior de la zona de comodidad; y efectuando una comparativa con los casos anteriores , mientras que para esta misma fecha y horas de análisis, la vivienda vernácula con cubierta de teja se mantiene dentro de los límites de la zona de comodidad, siendo ésta una mejor opción que la vivienda con muros de tabique y cubierta de concreto, siendo aparente el satisfacer el requisito de comodidad térmica para los días más fríos pero no para los más cálidos. Para el 25 de junio, el día más cálido, esta misma vivienda de igual manera que el análisis anterior presenta en las primeras horas del día un importante incremento de temperatura en su interior y sale fuera del límite superior de la zona de comodidad, similar en su comportamiento al del 21 de junio .

El 21 de diciembre, la vivienda con muros de tabique y cubierta de concreto, en las primeras horas del día presenta un importante incremento térmico y al final del día llega al límite mínimo de la zona de comodidad, manteniéndose ligeramente abajo.

Hemos visto que para el 30 de enero, que es el día más crítico para diseño, ninguno de los casos anteriormente analizados llega a presentar un comportamiento térmico satisfactorio, sin embargo a lo largo del año vemos que la mejor respuesta térmica en cuanto a estabilidad se refiere nos la presenta la vivienda con cubierta de teja.

Con estos resultados podemos proponer una alternativa de solución que sea intermedia tanto en costo como en su comportamiento térmico, con una solución que oscilaría entre la vivienda vernácula con cubierta de teja y la vivienda con muros de tabique y cubierta de concreto.

Así, se llega a la conclusión siguiente: se puede obtener una mejoría substancial en la vivienda vernácula al variar ligeramente el sistema constructivo de su cubierta de teja, introduciendo una pequeña capa de compresión de concreto de 3 cm., con una base de triplay de 12 mm. y siguiendo con el mismo sistema de listones y vigas portantes de madera.

De igual manera, se efectuaron los análisis necesarios para este caso, obteniéndose los siguientes resultados:

Para el día 30 de enero, que es el día más frío y crítico de diseño, partiendo de una temperatura interior supuesta de  $18^{\circ}\text{C}$  a las 8.00 hrs. durante el transcurso de todo el día se tiene un importante descenso de la temperatura interior, sin embargo esta curva es muy semejante a la curva que presenta la vivienda vernácula con cubierta de concreto. Para el 21 de marzo, la vivienda responde durante las primeras horas del día con decremento de su temperatura interior efectuando una curva similar nuevamente al de la vivienda vernácula con cubierta de concreto.

Para el 21 de junio, la vivienda vernácula con la cubierta modificada, nos presenta durante las primeras horas del día un importante descenso en su temperatura llegando al límite inferior de la zona de comodidad alcanzando al final del día una posición ligeramente arriba de la media de dicha zona. Al efectuar la comparativa de los resultados de éste caso se nota que su temperatura interior es ligeramente menor que el de la vivienda con muros de tabique y cubierta de concreto y también que el de la vivienda vernácula con cubierta de teja y mayor que el de la vivienda vernácula con cubierta de concreto y que la vivienda con cubierta de bóveda catalana.

Para el 25 de junio, tenemos que la vivienda mejorada, presenta durante las tres primeras horas del día, un ligero decremento y posteriormente inicia su recuperación donde al final del día llega ligeramente arriba de la media de la zona de comodidad. Esto representa que su temperatura interior comparativamente con el de la vivienda de muros de tabique y cubierta de concreto, y la vivienda vernácula con cubierta de teja, es más estable térmicamente.

Para el 21 de diciembre, tenemos que durante las primeras horas del día tiene un ligero descenso en su temperatura interior para posteriormente mantenerse estable y hacia el final de la tarde inicia su recuperación, llegando al límite inferior de la zona de comodidad.

De los cinco casos analizados, podría decirse que en general, las condiciones térmicas en el interior de la vivienda son favorables para los humanos durante la mayor parte del año. Sin embargo, en el día más cálido y el más frío se aprecian horas en las cuales la temperatura interior rebasa los rangos de comodidad deseados. Lo anterior se debe a que, por sus diversas características constructivas, de la cubierta, el flujo de calor ocasiona una importante diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior.

En el día más frío del año, las condiciones críticas se presentan durante las primeras horas de la mañana (es decir un poco antes del amanecer). Sin embargo, dentro de la vivienda esto cambia aproximadamente cinco horas después. En la explicación de este hecho hay que considerar varios factores, los cuales son: los habitantes de la vivienda duermen juntos y esto provoca que disipen menos calor. El cerrar las ventilas durante la noche interrumpe el flujo de aire exterior al interior y el calor almacenado en la envolvente durante el día empieza a liberarse en forma de radiación infrarroja sin sufrir substanciales pérdidas.

Para el día más cálido, la temperatura ambiente llega al máximo durante las primeras horas de la tarde; así, la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior oscila en los  $5^{\circ}\text{C}$ .

Debido a la inercia térmica, cuando en el interior la temperatura llega al máximo en el exterior ya ha descendido, por lo que el calor se puede disipar al abrirse las ventilas. Con esto, se permite que un flujo considerable de aire del exterior penetre a la vivienda, tendiendo a igualar las temperaturas.

Cabe aclarar que las condiciones térmicas anteriormente detalladas son las extremas durante el año, por lo que se puede considerar que, en general, la vivienda es cómoda prácticamente en este período de tiempo. Con el objeto de disminuir las pérdidas o ganancias a través de la cubierta, se vuelve necesario crear un mayor aislamiento para evitar el flujo de calor y protegerla contra la radiación excesiva.

Esto implica que existen dos alternativas, para satisfacer el requerimiento térmico, las cuales serían: una, modificar substancialmente el patrón de diseño, efectuando para ello una rutina de verificación de las dimensiones de los vanos originales; éstos podrían ampliarse con el derramamiento de los mismos al interior. Dos, se propone introducir mecanismos para facilitar el cierre o apertura de las ventilas y sistemas de energía no convencional. Para modificar de esta forma su comportamiento térmico en los días críticos de diseño.

**Localidad:** Sanctorum Tlaxcala  
**Longitud:** 99° 29'  
**Latitud:** 19° 34'  
**Altura:** 2750 MSNM.

**Día 30 de Enero**

**Amplitud del día 12:22 Horas 7.49/18.11**

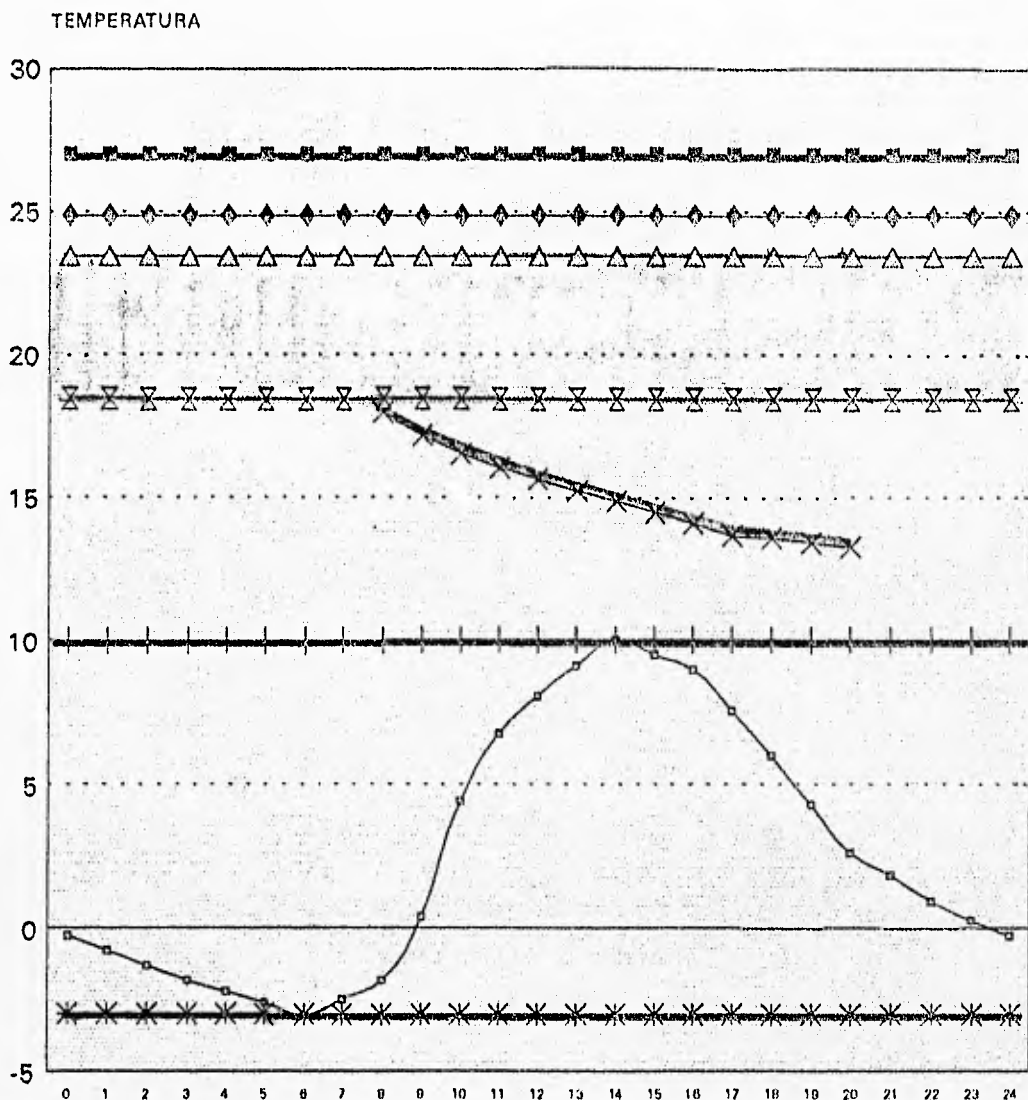
Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	-2.22	-2.61	-3	-2.48	-1.83	0.38	4.41	6.75	8.05	9.09	10	9.48	8.96	7.53	5.97	4.28	2.59	
Temp. Interior					18	17.18	16.53	16.03	15.62	15.24	14.88	14.49	14.08	13.64	13.56	13.40	13.25	
Radiación Total	0	0	9.74	153.58	317.96	471.63	595.38	675.36	703	675.36	595.38	471.63	317.96	153.58	9.74	0	0	0
Radiación Directa	0	0	2.59	81.55	202.51	331.51	443.60	519.30	546	519.30	443.60	331.51	202.51	81.55	2.59	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	7.15	72.03	115.45	140.12	151.78	156.06	157	156.06	151.78	140.12	115.45	72.03	7.15	0	0	0
∠ 0°	0	0	0	7.5	21	32.5	44	50	51.5	50	44	32.5	21	7.5	0	0	0	0
Componentes 0/HT	0	0	9.74	152.26	296.84	397.76	428.28	434.11	437.62	434.11	428.28	397.76	296.84	152.26	9.74	0	0	0
W % Humedad Ext.				65	60.52	56.10	51.68	47.26	42.84	38.42	34	37	40	43	46	49	52	55
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36



# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### ENERO 30 /92



0,27	-0,78	-1,31	-1,83	-2,22	-2,61	-3	-2,48	-1,83	0,38	4,41	6,75	8,05	9,09	10	9,48	8,98	7,53	5,97	4,28	2,59	1,81	0,9	0,25	0,27
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
								18	17,18	16,53	16,03	15,62	15,24	14,86	14,49	14,06	13,64	13,50	13,4	13,25				
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47

HORAS

VIVIENDA VERNACULA CON CUBIERTA DE TEJA

Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 30 de Enero

Amplitud del día 12:22 Horas 7.49/18.11

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	-2.22	-2.61	-3	-2.48	-1.83	0.38	4.41	6.75	8.05	9.09	10	9.48	8.96	7.53	5.97	4.28	2.59	
Temp. Interior					18	17.20	16.47	15.91	15.43	14.97	14.53	14.07	13.60	13.10	12.93	12.69	12.46	
Radiación Total	0	0	9.74	153.58	317.96	471.63	595.38	675.36	703	675.36	595.38	471.63	317.96	153.58	9.74	0	0	0
Radiación Directa	0	0	2.59	81.55	202.51	331.51	443.60	519.30	546	519.30	443.60	331.51	202.51	81.55	2.59	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	7.15	72.03	115.45	140.12	151.78	156.06	157	156.06	151.78	140.12	115.45	72.03	7.15	0	0	0
∠ θ°	0	0	0	7.5	21	32.5	44	50	51.5	50	44	32.5	21	7.5	0	0	0	0
Componentes θ/HT	0	0	9.74	152.26	296.84	397.76	428.28	434.11	437.67	434.11	428.28	397.76	296.84	152.26	9.74	0	0	0
W % Humedad Ext.				65	60.52	56.10	51.68	47.26	42.84	38.42	34	37	40	43	46	49	52	55
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

Localidad: San Jeron Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 30 de Enero

Amplitud del día 12:22 Horas 7.49/18.11

Horas

Temp. Ambiente

Temp. Interior

Radiación Total

Radiación Directa

Radiación Difusa

∠ 5°

434.11

W % Humedad Ext.

W % Humedad Int.

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	-2.22	-2.61	-3	-2.48	-1.83	0.38	4.41	6.75	8.05	9.09	10	9.48	8.96	7.53	5.97	4.28	2.59	
Temp. Interior					18	17.23	16.56	16.04	15.59	15.17	14.77	14.37	13.93	13.46	13.34	13.15	12.97	
Radiación Total	0	0	9.74	153.58	317.36	471.63	595.38	675.36	703	675.36	595.38	471.63	317.36	153.58	9.74	0	0	0
Radiación Directa	0	0	2.59	81.55	202.51	331.51	443.60	519.30	546	519.30	443.60	331.51	202.51	81.55	2.59	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	7.15	72.03	115.45	140.12	151.78	156.06	157	156.06	151.78	140.12	115.45	72.03	7.15	0	0	0
∠ 5°	0	0	0	7.5	21	32.5	44	50	51.5	50	44	32.5	21	7.5	0	0	0	0
434.11	0	0	9.74	152.26	296.84	397.76	428.28	434.11	437.62	434.11	428.28	397.76	296.84	152.26	9.74	0	0	0
W % Humedad Ext.				65	60.52	56.10	51.68	47.26	42.84	38.42	34	37	40	43	46	49	52	55
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

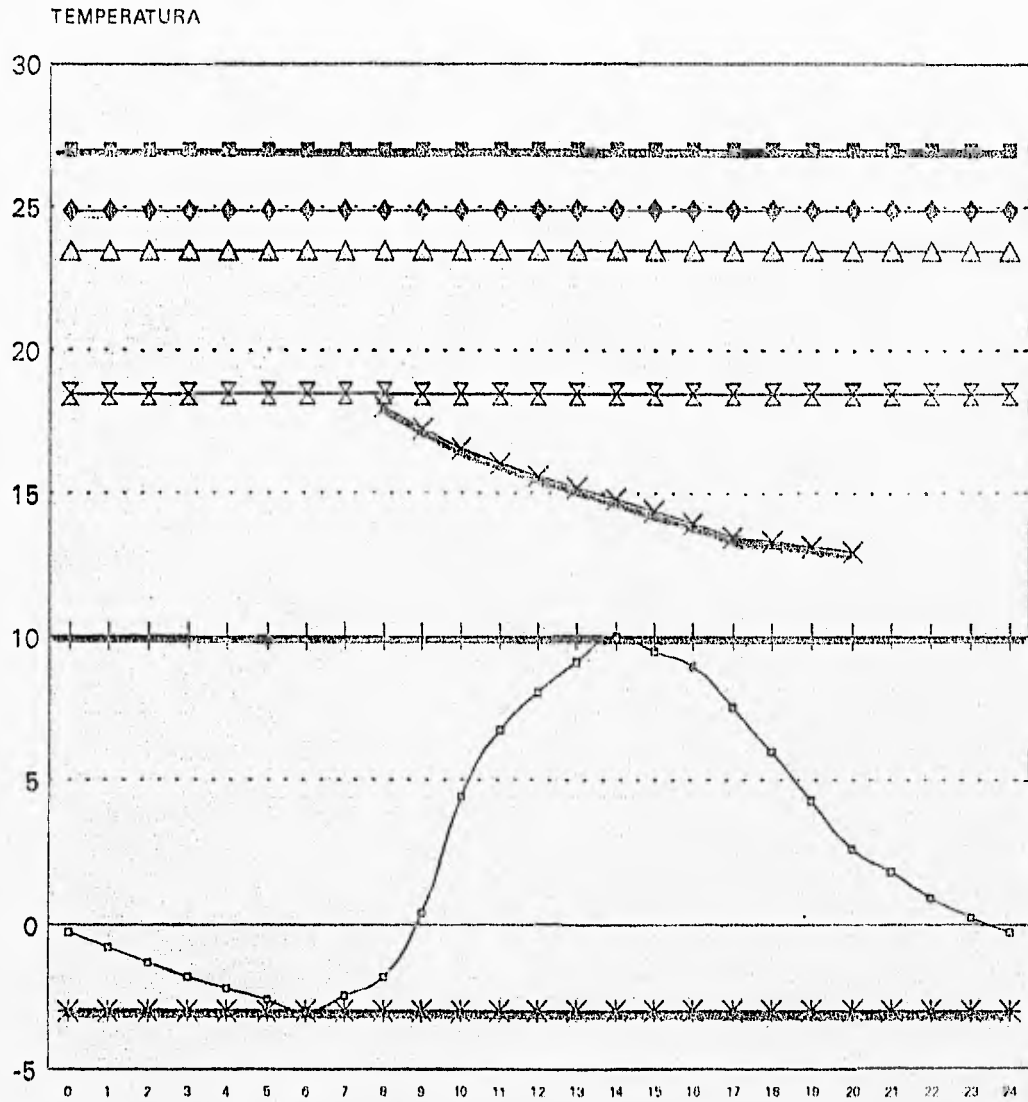
105

VIVIENDA VERNÁCULA CON CUBIERTA DE CONCRETO

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### ENERO 30 /92



-0.27	0.79	-1.31	-1.83	-2.22	2.81	-3	-2.48	-1.83	0.38	4.41	6.75	8.05	9.09	10	8.48	6.98	7.53	5.97	4.28	2.59	1.01	0.9	0.25	-0.27	
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	3	3	-3	3	3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	3	-3	3	
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
18	17.29	16.50	16.04	15.58	15.17	14.77	14.37	13.93	13.46	13.34	13.15	12.97													
24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	24.87	
23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	23.47	
18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	

HORAS

VIVIENDA VERNACULA CON CUBIERTA DE CONCRETO

Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 30 de Enero

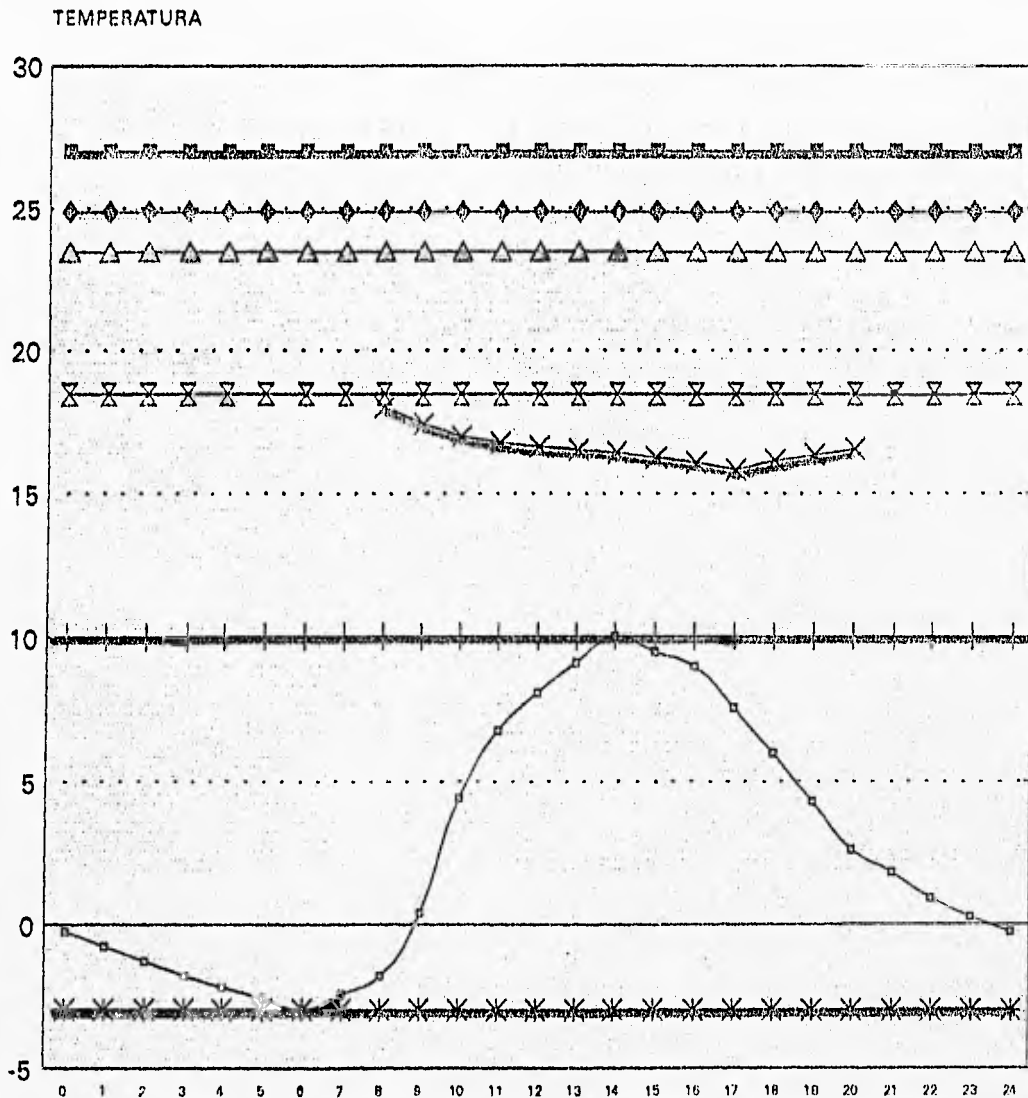
Amplitud del día 12:22 Horas 7.49/18.11

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	-2.22	-2.61	-3	-2.48	-1.83	0.38	4.41	6.75	8.05	9.09	10	9.48	8.96	7.53	5.97	4.28	2.59	
Temp. Interior					18	17.42	16.99	16.77	16.64	16.52	16.42	16.26	16.07	15.83	16.07	16.34	16.54	
Radiación Total	0	0	9.74	153.58	317.96	471.63	595.38	675.36	703	675.36	595.38	471.63	317.96	153.58	9.74	0	0	0
Radiación Directa	0	0	2.59	81.55	202.51	331.51	443.60	519.30	546	519.30	443.60	331.51	202.51	81.55	2.59	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	7.15	72.03	115.45	140.12	151.78	156.06	157	156.06	151.78	140.12	115.45	72.03	7.15	0	0	0
< 0°	0	0	0	7.5	21	32.5	44	50	51.5	50	44	32.5	21	7.5	0	0	0	0
Componentes 0/HT	0	0	9.74	152.26	296.84	397.76	428.28	434.11	437.62	434.11	428.28	397.76	296.84	152.26	9.74	0	0	0
W % Humedad Ext.				65	60.52	56.10	51.68	47.26	42.84	38.42	34	37	40	43	46	49	52	55
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### ENERO 30 /92



0,27	-0,78	-1,31	-1,83	-2,22	-2,01	-3	-2,48	-1,83	0,38	4,41	6,75	8,05	9,09	10	9,48	8,96	7,53	5,97	4,28	2,59	1,81	0,9	0,25	-0,27
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
								18	17,42	16,89	16,77	16,84	16,52	16,42	16,20	16,07	15,83	16,15	16,34	16,54				
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47

HORAS

VIVIENDA CON MUROS DE TABIQUE Y CUBIERTA DE CONCRETO

**Localidad:** Sanctorum Tlaxcala  
**Longitud:** 99° 29'  
**Latitud:** 19° 34'  
**Altura:** 2750 MSNM.

**Día 30 de Enero**

**Amplitud del día 12:22 Horas 7.49/18.11**

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	-2.22	-2.61	-3	-2.48	-1.83	0.38	4.41	6.75	8.05	9.09	10	9.48	8.96	7.53	5.97	4.28	2.59	
Temp. Interior					18	17.20	16.52	16	15.56	15.14	14.74	14.32	13.82	13.35	13.23	13.04	12.86	
Radiación Total	0	0	9.74	153.58	317.96	471.63	595.38	675.36	703	675.36	595.38	471.63	317.96	153.58	9.74	0	0	0
Radiación Directa	0	0	2.59	81.55	202.51	331.51	443.60	519.30	546	519.30	443.60	331.51	202.51	81.55	2.59	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	7.15	72.03	115.45	140.12	151.78	156.06	157	156.06	151.78	140.12	115.45	72.03	7.15	0	0	0
∠ θ°	0	0	0	7.5	21	32.5	44	50	51.5	50	44	32.5	21	7.5	0	0	0	0
Componentes θ/HT	0	0	9.74	152.26	296.84	397.76	428.28	434.11	437.62	434.11	428.28	397.76	296.84	152.26	9.74	0	0	0
W % Humedad Ext.				65	60.52	56.10	51.68	47.26	42.84	38.42	34	37	40	43	46	49	52	55
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

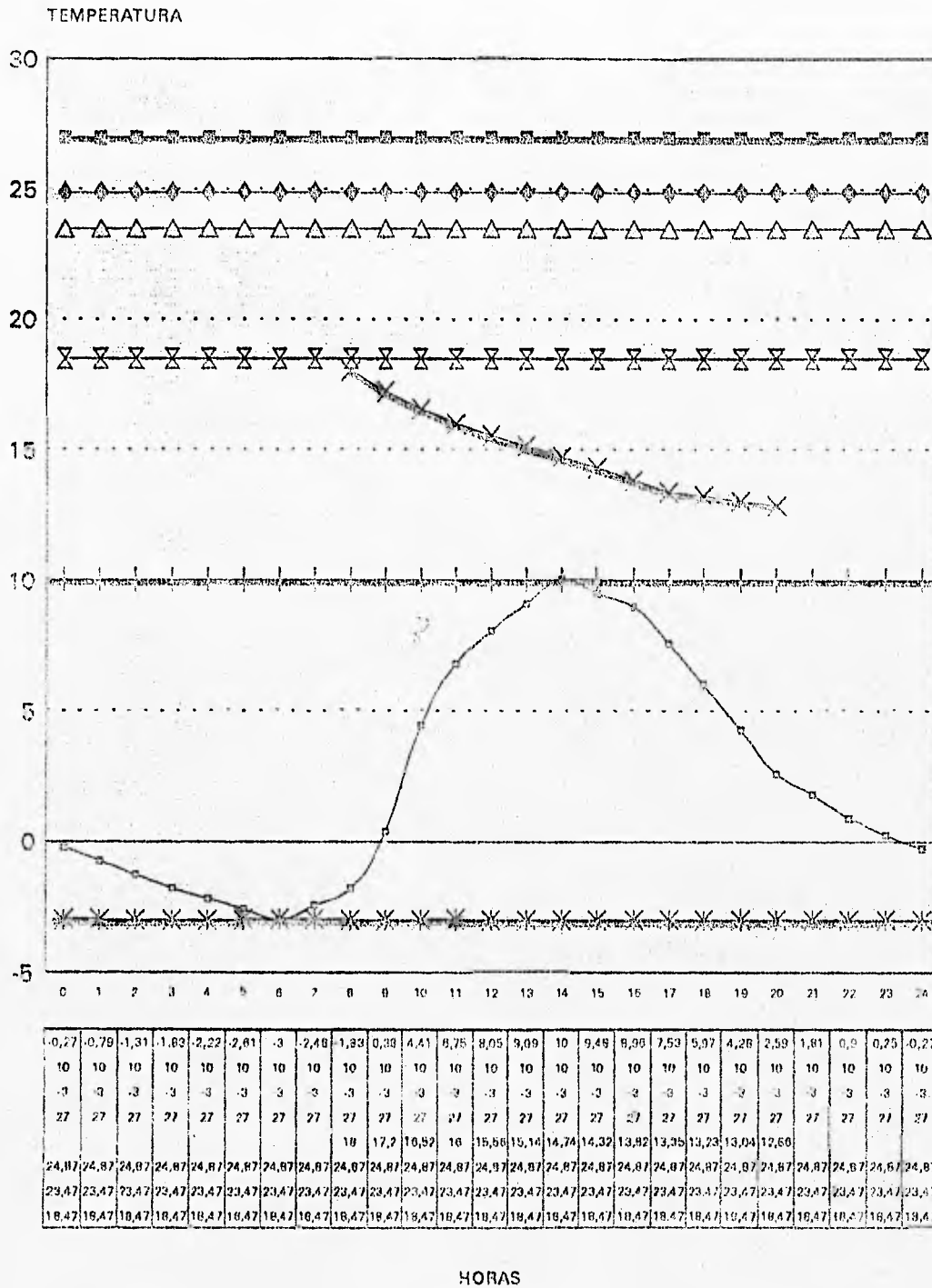
109

**VIVIENDA VERNÁCULA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN**

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### ENERO 30 /92



VIVIENDA VERNACULA ALTERNATIVA DE SOLUCION



Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 21 de Marzo

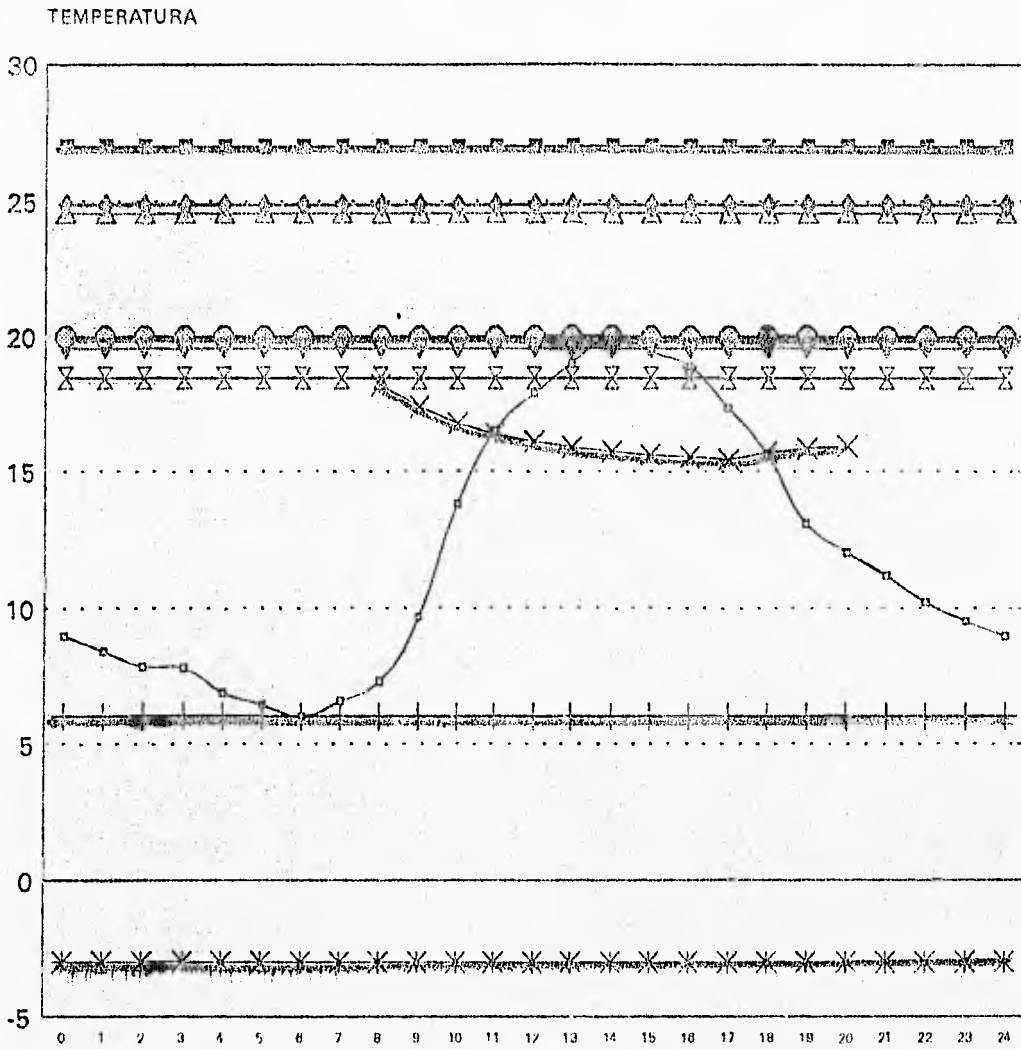
Amplitud del día 13:20 Horas 7.20/18.40

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	6.89	6.42	6	6.56	7.26	9.64	13.78	16.5	17.9	19.02	2.0	19.44	18.88	17.34	15.66	13.04	12.02	
Temp. Interior					18.20	17.41	16.79	16.38	16.11	15.89	15.74	15.60	15.54	15.44	15.70	15.85	15.94	
Radiación Total	0	0	67.45	213.44	364.13	500.20	607.69	676.38	700	676.38	607.69	500.20	364.13	213.44	67.45	0	0	0
Radiación Directa	0	0	30.87	130.22	254.02	377.77	481.83	550.85	575	550.85	481.83	377.77	254.02	130.22	30.87	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	36.38	83.16	110.11	122.43	125.86	125.53	125	125.53	125.86	122.43	110.11	83.16	36.38	0	0	0
∠ θ°	0	0	0	14.50	28	40	53	63	71	63	53	40	28	14.5	0	0	0	0
Componentes O/HT	0	0	67.45	206.64	321.50	383.17	365.71	307.07	227.89	307.07	365.71	383.17	321.50	206.64	67.45	0	0	0
W % Humedad Ext.				54	50.68	47.40	44.12	40.84	37.56	34.28	31	32.57	34.14	35.71	37.28	38.85	40.42	42
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### MARZO 21 /92



8,84	8,38	7,82	7,76	8,84	8,42	8	8,58	7,28	9,04	13,78	10,5	17,9	19,02	20	19,44	18,88	17,34	15,88	13,04	12,02	11,18	10,2	9,5	8,54
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
								18,2	17,41	16,79	10,38	16,11	15,89	15,74	15,6	15,54	15,44	15,7	15,85	15,94				
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58

HORAS

VIVIENDA VERNACULA CON CUBIERTA DE TEJA

Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 21 de Marzo

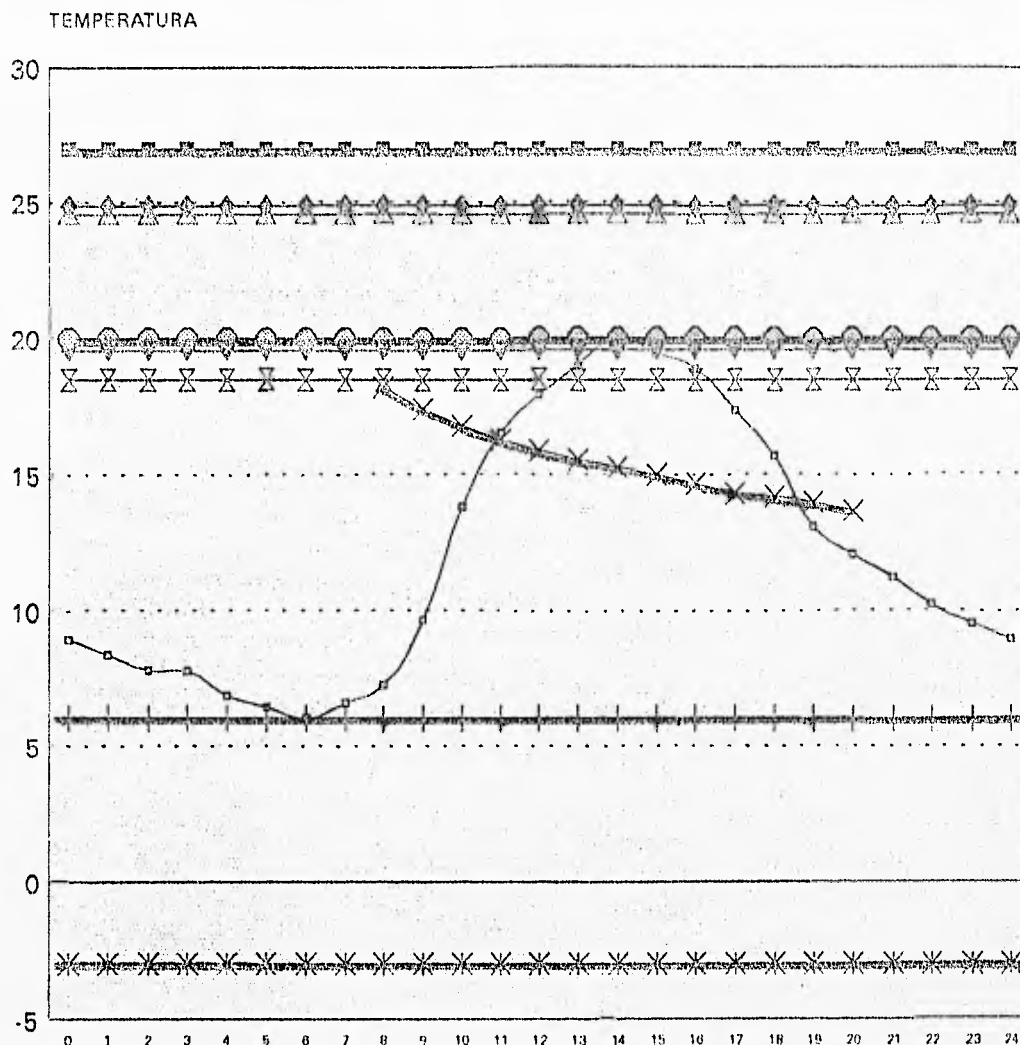
Amplitud del día 13:20 Horas 7.20/18.40

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	6.89	6.42	6	6.56	7.26	9.64	13.78	16.5	17.9	19.02	20	19.44	18.88	17.34	15.66	13.04	12.02	
Temp. Interior					18.20	17.40	16.79	16.24	15.86	15.52	15.25	14.99	14.67	14.29	14.19	13.98	13.66	
Radiación Total	0	0	67.45	213.44	364.13	500.20	607.69	676.38	700	676.38	607.69	500.20	364.13	213.44	67.45	0	0	0
Radiación Directa	0	0	30.87	130.22	254.02	377.77	481.83	550.85	575	550.85	481.83	377.77	254.02	130.22	30.87	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	36.38	83.16	110.11	122.43	125.86	125.53	125	125.53	125.86	122.43	110.11	83.16	36.38	0	0	0
< 0°	0	0	0	14.5	28	40	53	63	71	63	53	40	28	14.5	0	0	0	0
Componentes 0/HT	0	0	67.45	206.64	321.50	383.17	365.71	307.07	227.89	307.07	365.71	383.17	321.50	206.64	67.45	0	0	0
W % Humedad Ext.				54	50.68	47.40	44.12	40.84	37.56	34.28	31	32.57	34.14	35.71	37.28	38.85	40.42	42
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### MARZO 21 /92



8,54	8,38	7,82	7,78	6,84	6,42	6	6,56	7,26	9,64	13,78	16,5	17,9	18,02	20	19,44	18,88	17,34	15,68	13,04	12,02	11,18	10,2	9,5	8,94
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
								16,2	17,4	16,79	16,24	15,86	15,52	15,25	14,89	14,07	14,29	14,19	13,98	13,88				
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56

HORAS

VIVIENDA VERNACULA CON CUBIERTA DE BOVEDA CATALANA

Localidad: Sacatonam Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 21 de Marzo

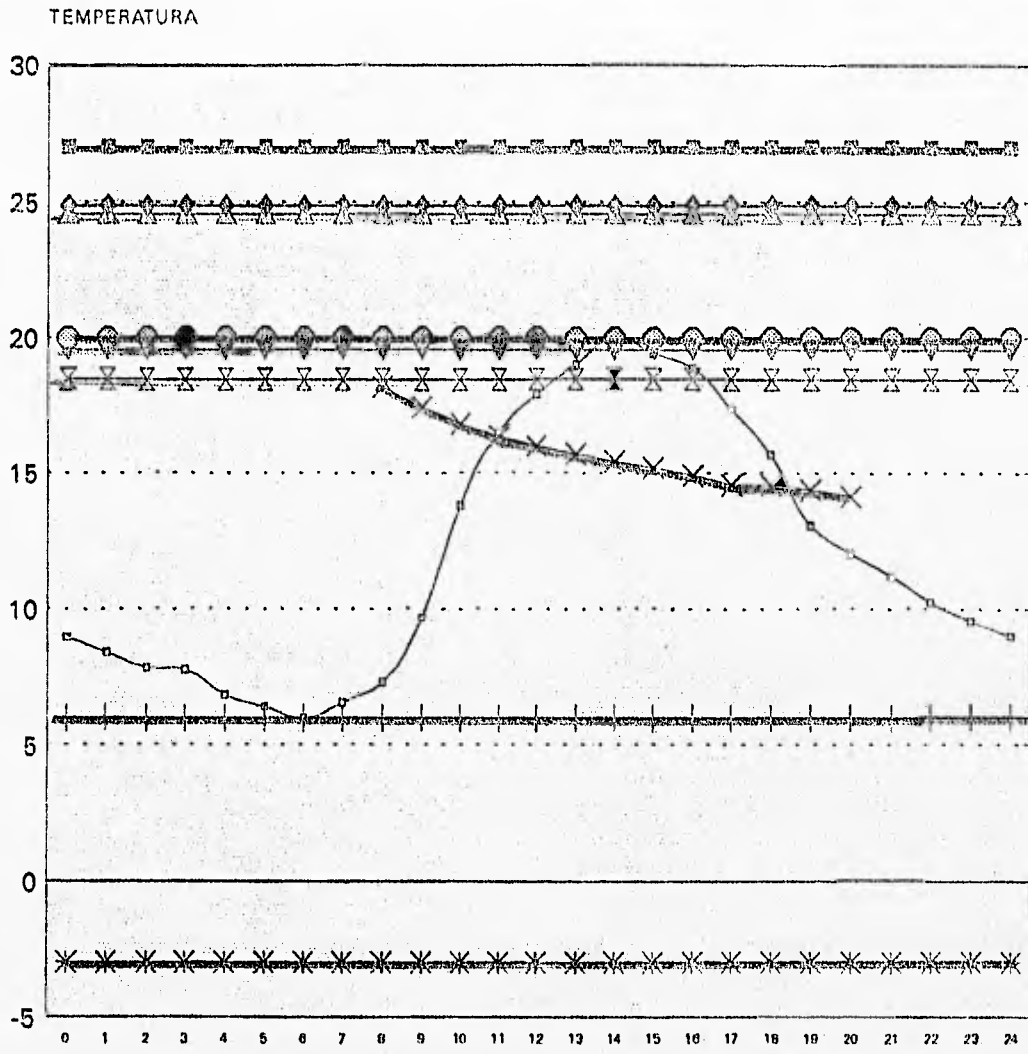
Amplitud del día 13:20 Horas 7.20/18.40

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	6.89	6.42	6	6.36	7.26	9.64	13.78	16.5	17.9	19.02	20	19.44	18.88	17.34	15.66	13.04	12.02	
Temp. Interior					18.20	17.41	16.78	16.32	15.97	15.67	15.43	15.20	14.92	14.57	14.52	14.35	14.11	
Radiación Total	0	0	67.45	213.44	364.13	500.20	607.69	676.38	700	676.38	607.69	500.20	364.13	213.44	67.45	0	0	0
Radiación Directa	0	0	30.87	130.22	254.02	377.77	481.83	500.89	575	500.89	481.83	377.77	254.02	130.22	30.87	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	36.38	83.16	110.11	122.43	125.86	125.53	125	125.53	125.86	122.43	110.11	83.16	36.38	0	0	0
∠ 0°	0	0	0	14.5	28	40	53	63	71	63	53	40	28	14.5	0	0	0	0
Componentes O/HT	0	0	67.45	206.64	321.50	383.17	365.71	307.07	227.89	307.07	365.71	383.17	321.50	206.64	67.45	0	0	0
W % Humedad Ext.				54	50.68	47.40	44.12	40.84	37.56	34.28	31	32.57	34.14	35.71	37.28	38.89	40.42	42
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### MARZO 21 /92



8,84	8,38	7,82	7,78	6,84	6,42	6	6,58	7,26	9,04	13,78	16,5	17,9	19,07	20	19,44	18,88	17,34	15,68	13,04	12,02	11,18	10,2	9,5	8,94
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
								18,2	17,42	16,78	16,32	15,97	15,67	15,43	15,2	14,92	14,57	14,52	14,35	14,11				
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56

HORAS

VIVIENDA VERNACULA CON CUBIERTA DE CONCRETO

Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 21 de Marzo

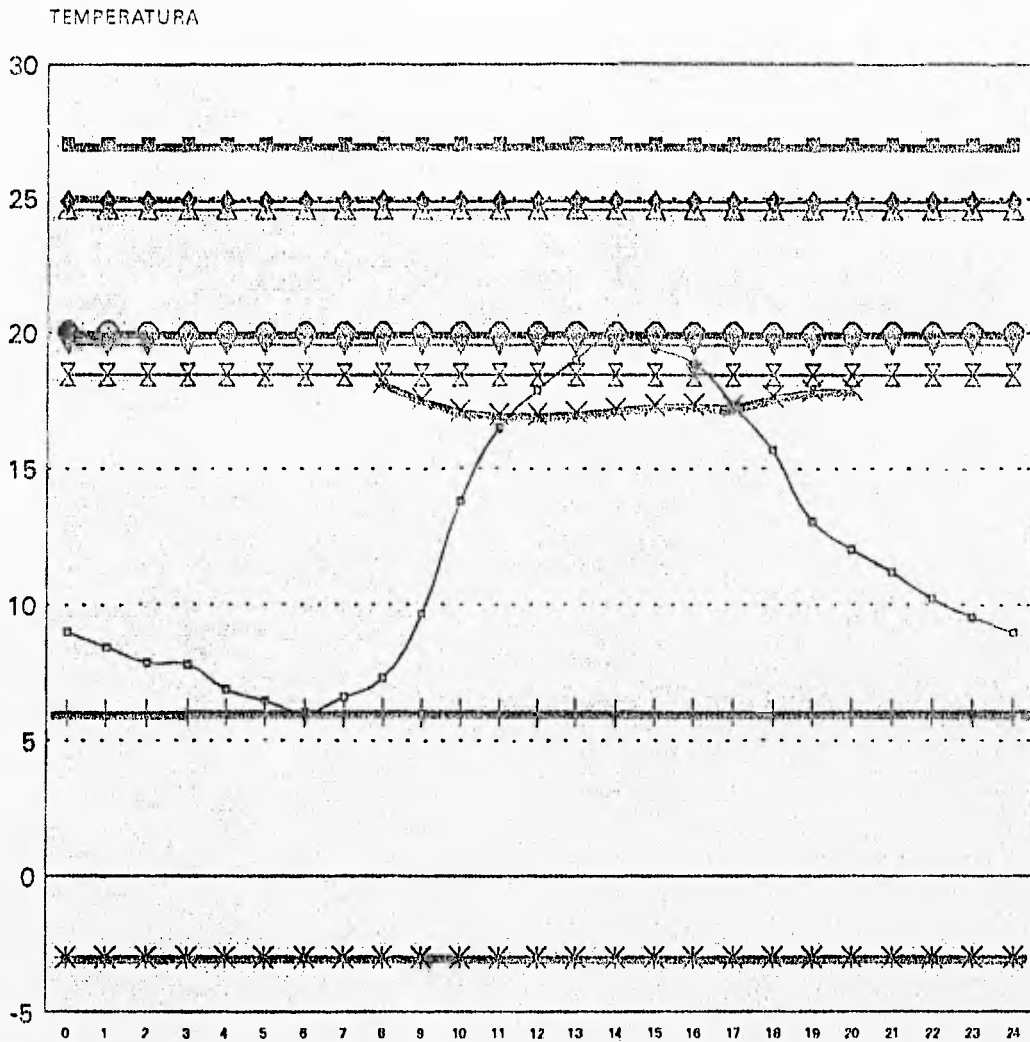
Amplitud del día 13:20 Horas 7.20/18.40

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	6.89	6.42	6	6.56	7.26	9.64	13.78	16.5	17.9	19.02	20	19.44	18.88	17.34	15.66	13.64	12.02	
Temp. Interior					18.20	17.59	17.18	17.03	17.03	17.09	17.23	17.37	17.40	17.31	17.70	17.89	17.94	
Radiación Total	0	0	67.45	213.44	364.13	500.20	607.69	676.38	700	676.38	607.69	500.20	364.13	213.44	67.45	0	0	0
Radiación Directa	0	0	30.87	130.22	254.02	377.77	481.83	550.85	575	550.85	481.83	377.77	254.02	130.22	30.87	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	36.38	83.16	110.11	122.43	125.86	125.53	125	125.53	125.86	122.43	110.11	83.16	36.38	0	0	0
∠ θ°	0	0	0	14.5	28	40	53	63	71	63	53	40	28	14.5	0	0	0	0
Componentes 0/HT	0	0	67.45	206.64	321.50	383.17	365.71	307.07	227.89	307.07	365.71	383.17	321.50	206.64	67.45	0	0	0
W % Humedad Ext.				54	50.68	47.40	44.12	40.84	37.56	34.28	31	32.57	34.14	35.71	37.28	38.85	40.42	42
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### MARZO 21 /92



6,94	8,38	7,82	7,76	6,84	6,42	6	6,56	7,26	9,84	13,76	16,5	17,9	18,02	20	19,44	18,88	17,34	15,06	13,04	12,02	11,18	10,2	9,5	6,94
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
18,2	17,59	17,18	17,03	17,03	17,08	17,23	17,37	17,4	17,31	17,7	17,89	17,94	18,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
24,86	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	21,56
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56

HORAS

VIVIENDA CON MUROS DE TABIQUE Y CUBIERTA DE CONCRETO



Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 21 de Marzo

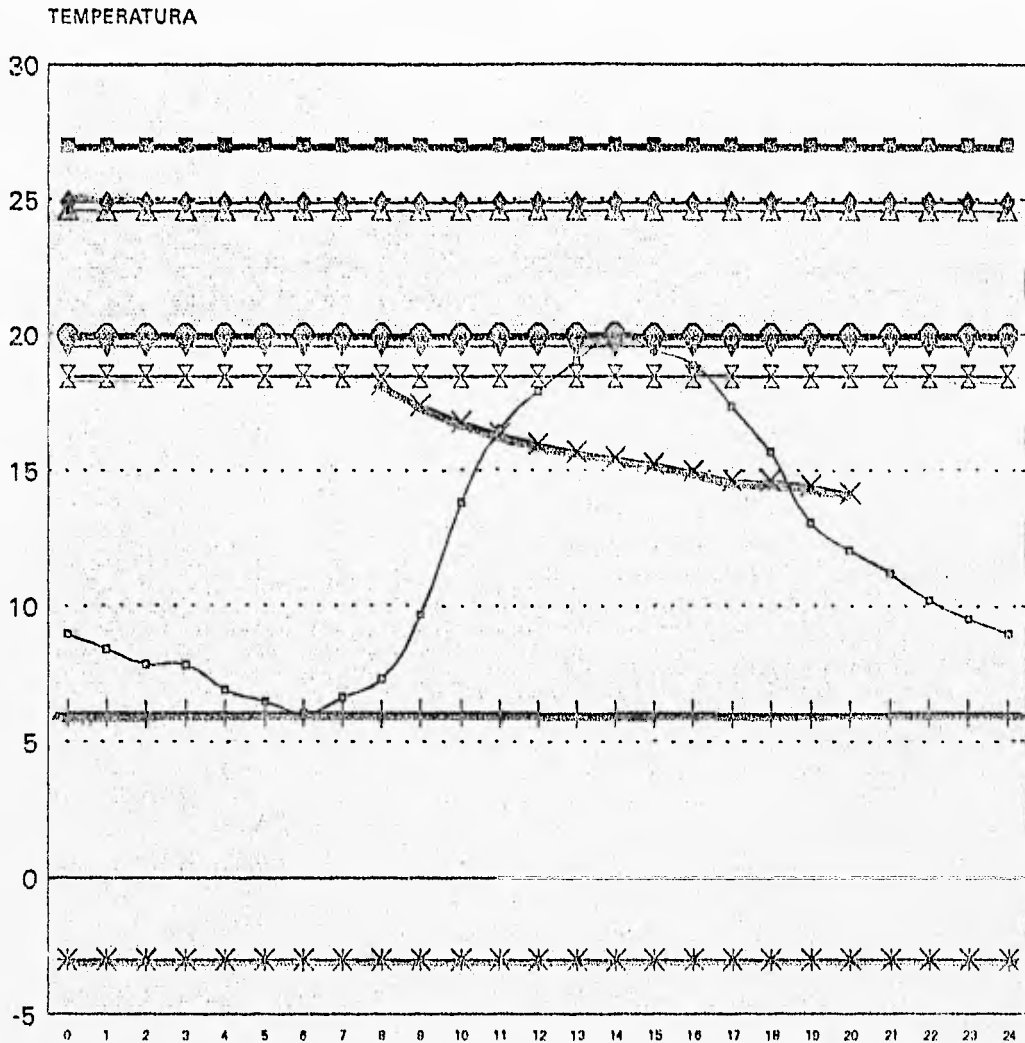
Amplitud del día 13:20 Horas 7.20/18.40

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	6.89	6.42	6	6.56	7.26	9.64	13.78	16.5	17.9	19.02	20	19.44	18.88	17.34	15.66	13.04	12.02	
Temp. Interior					18.20	17.41	16.77	16.32	15.98	15.70	15.48	15.27	15	14.65	14.60	14.43	14.17	
Radiación Total	0	0	67.45	213.44	364.13	500.20	607.69	676.38	700	676.38	607.69	500.20	364.13	213.44	67.45	0	0	0
Radiación Directa	0	0	30.87	130.22	254.02	377.77	481.83	550.85	575	550.85	481.83	377.77	254.02	130.22	30.87	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	36.38	83.16	110.11	122.43	125.86	125.53	125	125.53	125.86	122.43	110.11	83.16	36.38	0	0	0
∠ θ°	0	0	0	14.5	28	40	53	63	71	63	53	40	28	14.5	0	0	0	0
Componentes O/HT	0	0	67.45	206.64	321.50	383.17	365.71	307.07	227.89	307.07	365.71	383.17	321.50	206.64	67.45	0	0	0
W % Humedad Ext.				54	50.68	47.40	44.12	40.84	37.56	34.28	31	32.57	34.14	35.71	37.28	38.85	40.42	42
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### MARZO 21 /92



8,94	8,36	7,02	7,76	6,04	6,42	6	6,56	7,26	9,64	13,76	16,5	17,9	16,02	20	16,44	16,66	17,34	15,66	13,04	12,02	11,16	10,2	9,5	8,94
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
								18,2	17,41	16,77	16,32	15,98	15,7	15,40	15,27	15	14,65	14,8	14,43	14,17				
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56	19,56

HORAS

VIVIENDA VERNACULA ALTERNATIVA DE SOLUCION

Localidad: Sanctorem Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 21 de Junio

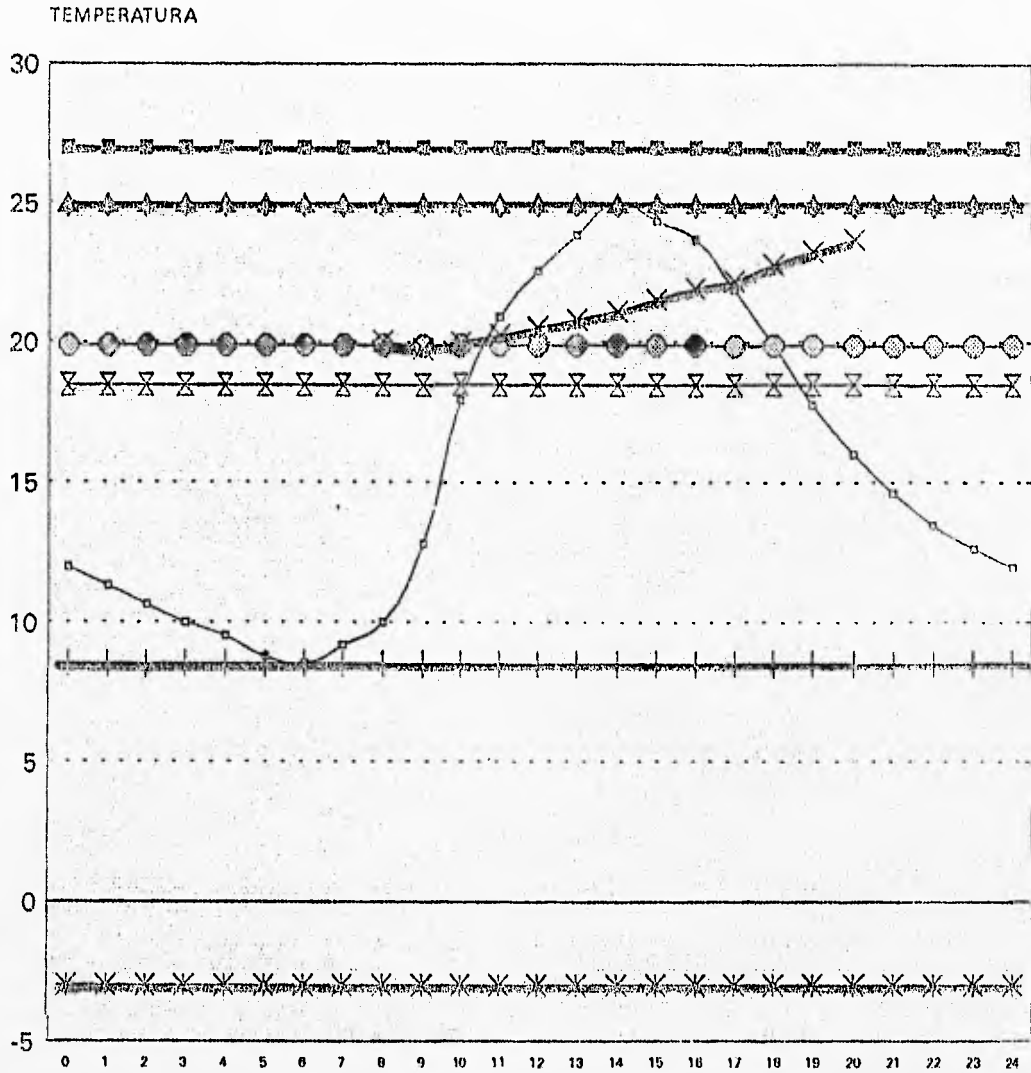
Amplitud del día 11:40 Horas 6.10/17.50

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	9.49	8.99	8.5	9.16	9.98	12.79	17.9	20.87	27.52	23.84	25	24.34	23.68	21.86	19.88	17.74	15.99	
Temp. Interior					20	16.76	19.97	20.23	20.51	20.80	21.11	21.54	21.91	22.19	22.78	23.26	23.70	
Radiación Total	0	0	0	98.78	276.15	449.20	591.55	684.65	717	684.65	591.55	449.20	276.15	98.78	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	35.75	129.25	237.44	334.97	402.11	426	402.11	334.97	237.44	129.25	35.75	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	63.03	146.90	211.76	256.58	282.54	291	282.54	256.58	211.76	146.90	63.03	0	0	0	0
∠ 0°	0	0	19.5	23	36.5	49.5	68	85	86	85	68	49.5	36.5	23	19.5	0	0	0
Componentes O/HT	0	0	19.5	90.92	221.98	291.73	221.59	59.67	50.01	59.67	221.59	291.73	221.98	90.92	19.5	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	67	64	61	58	55	52	49	51.71	54.42	57.13	59.84	62.55	65.26	68
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### JUNIO 21 /92



11,06	11,3	10,64	9,98	9,49	8,75	8,5	9,16	9,98	12,78	17,9	20,87	22,52	23,84	25	24,34	23,66	21,86	19,88	17,74	15,99	14,6	13,45	12,62	11,96
8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	3	-3	3	3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
							20	19,78	19,97	20,23	20,51	20,8	21,11	21,54	21,81	22,19	22,78	23,28	23,7					
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87

HORAS

VIVIENDA VERNACULA CON CUBIERTA DE TEJA

Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 21 de Junio

Amplitud del día 11:40 Horas 5.19/17.50

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	9.49	8.99	8.5	9.16	9.98	12.79	17.9	20.87	27.52	23.34	25	24.34	23.68	21.86	19.88	17.74	15.99	
Temp. Interior					20	19.67	19.50	19.52	19.66	19.85	20.09	20.34	20.54	20.68	21.10	21.14	21.75	
Radiación Total	0	0	0	98.78	276.15	449.20	591.55	684.65	717	684.65	591.55	449.20	276.15	98.78	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	35.75	129.25	237.44	334.97	402.11	426	402.11	334.97	237.44	129.25	35.75	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	68.03	146.90	211.76	256.58	282.54	291	282.54	256.58	211.76	146.90	63.03	0	0	0	0
< 0°	0	0	19.5	23	36.5	49.5	63	85	86	85	68	49.5	36.5	23	19.5	0	0	0
Componentes 0/MT	0	0	19.5	90.92	221.98	291.73	221.59	59.67	50.01	59.67	221.59	291.73	221.98	90.92	19.5	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	67	64	61	58	55	52	49	51.71	54.42	57.13	59.84	62.55	65.26	68
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

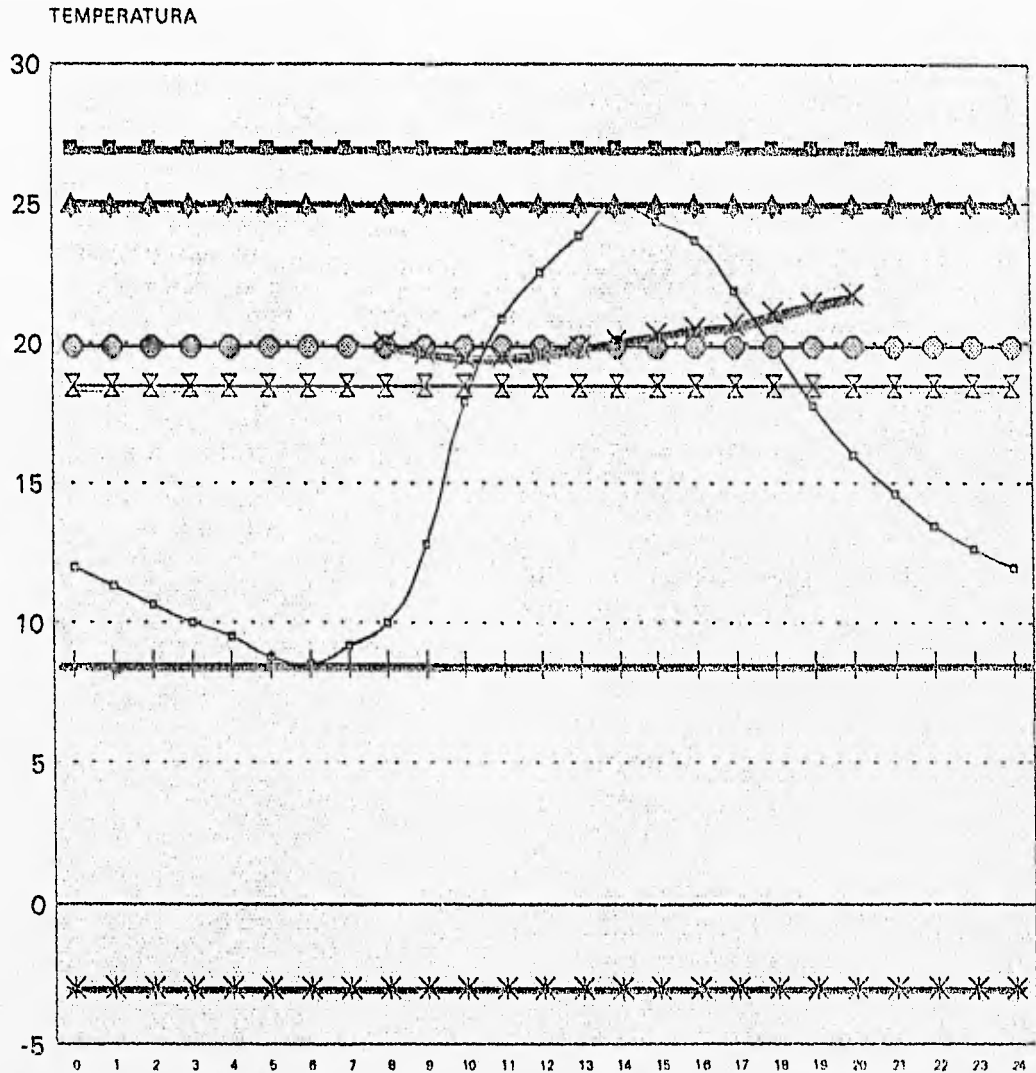
125

VIVIENDA VERNÁCULA CON CUBIERTA DE BÓVEDA CATALANA

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### JUNIO 21 /92



11,96	11,3	10,64	9,98	9,49	8,75	8,5	9,16	9,98	12,79	17,9	20,87	22,52	23,64	25	24,34	23,68	21,80	19,86	17,74	15,99	14,8	13,45	12,62	11,96
8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87

HORAS

VIVIENDA VERNACULA CON CUBIERTA DE BOVEDA CATALANA

Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 21 de Junio

Amplitud del día 11:40 Horas 6.10/17.50

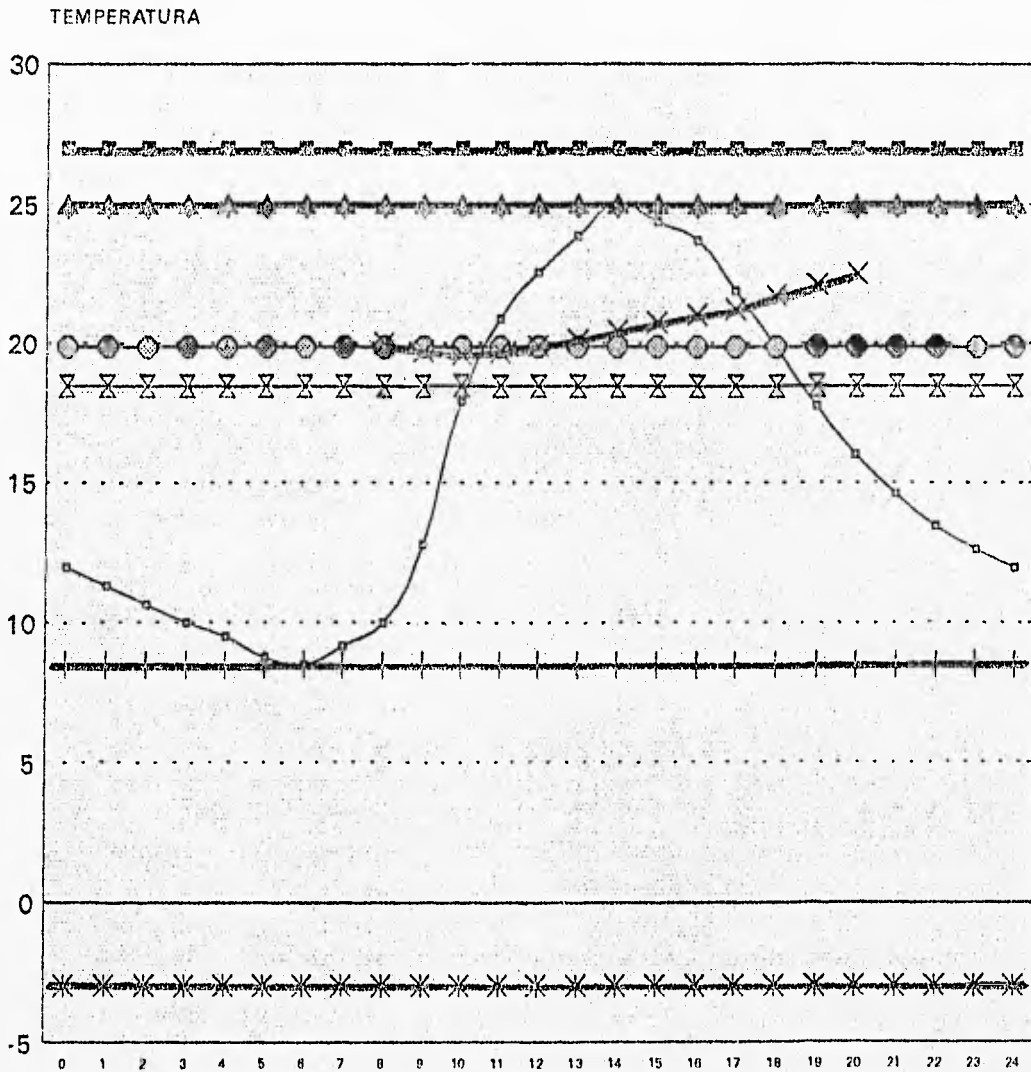
Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	9.49	8.99	8.5	9.16	9.38	12.79	17.9	20.87	27.52	23.84	25	24.34	23.68	21.86	19.88	17.74	15.99	
Temp. Interior					20	19.72	19.60	19.69	19.89	20.12	20.43	20.75	21.01	21.21	21.71	22.12	22.50	
Radiación Total	0	0	0	98.78	276.15	449.20	591.55	684.65	717	684.65	591.55	449.20	276.15	98.78	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	35.75	129.25	237.44	334.97	402.11	426	402.11	334.97	237.44	129.25	35.75	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	63.03	146.90	211.76	256.58	282.54	291	282.54	256.58	211.76	146.90	63.03	0	0	0	0
∠ 0°	0	0	19.5	23	36.5	49.5	68	85	86	85	68	49.5	36.5	23	19.5	0	0	0
Componentes G/HT	0	0	19.5	90.92	221.98	291.73	221.59	59.67	50.01	59.67	221.59	291.73	221.98	90.92	19.5	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	67	64	61	58	55	52	49	51.71	54.42	57.13	59.84	62.55	65.26	68
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

VIVIENDA VERNÁCULA CON CUBIERTA DE CONCRETO

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

JUNIO 21 /92



11,90	11,3	10,64	9,88	9,49	8,75	8,5	9,16	9,68	12,79	17,4	20,87	22,52	23,64	25	24,31	23,68	21,86	19,88	17,74	15,99	14,6	13,45	12,82	11,96
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87

HORAS

VIVIENDA VERNACULA CON CUBIERTA DE CONCRETO



Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 21 de Junio

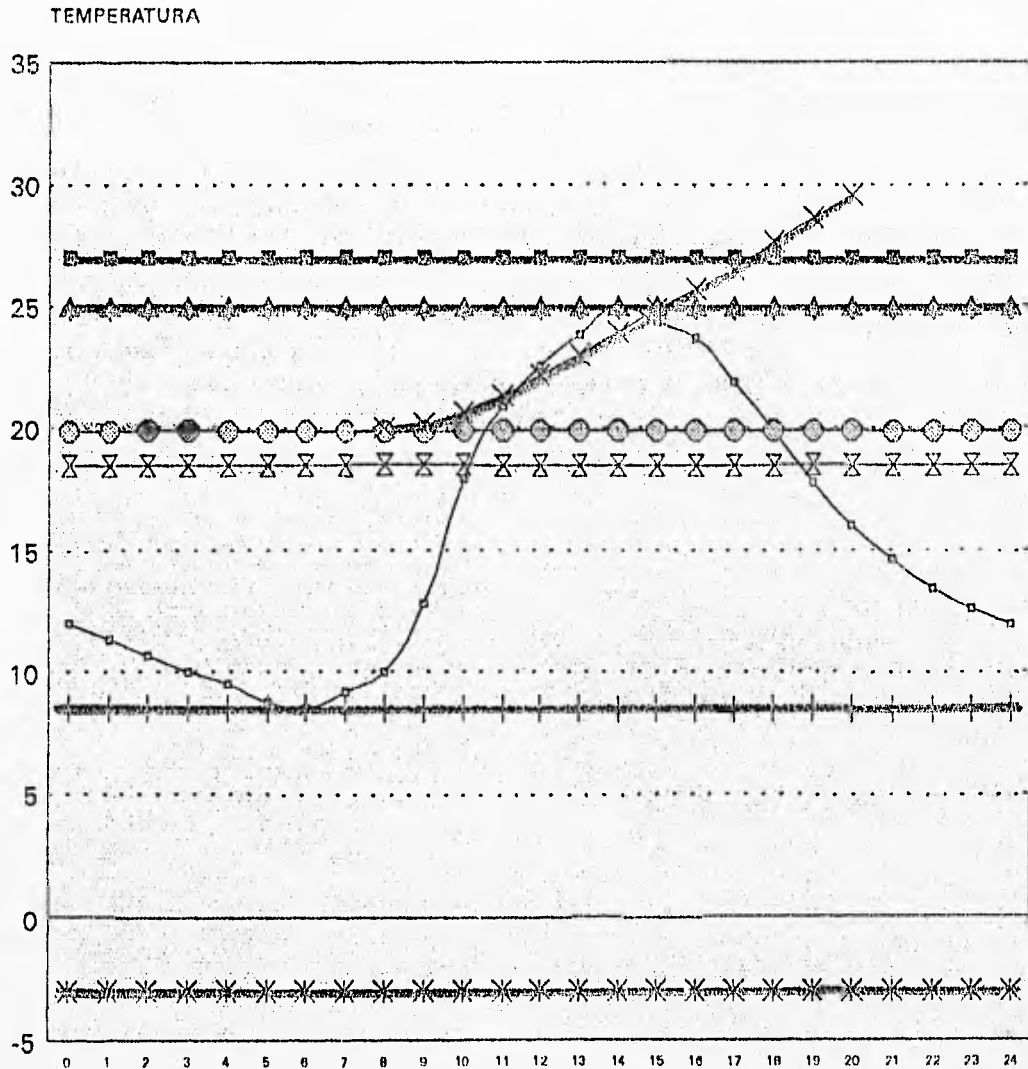
Amplitud del día 11:40 Horas 6.10/17.50

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	9.49	8.99	8.5	9.16	9.98	12.79	17.9	20.87	27.52	23.84	25	24.34	23.68	21.86	19.88	17.74	15.99	
Temp. Interior					20	20.19	20.60	21.30	22.15	23	23.95	24.88	25.70	26.50	27.67	28.66	29.59	
Radiación Total	0	0	0	98.78	276.15	449.20	591.55	684.65	717	684.65	591.55	449.20	276.15	98.78	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	35.75	129.25	237.44	334.97	402.11	426	402.11	334.97	237.44	129.25	35.75	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	68.03	146.90	211.76	256.58	282.94	291	282.94	256.58	211.76	146.90	68.03	0	0	0	0
∠ θ°	0	0	19.5		36.5	49.5	68	85	86	85	68	49.5	36.5	23	19.5	0	0	0
Componentes 0/HT	0	0	19.5	90.92	221.98	291.73	221.59	59.67	50.01	59.67	221.59	291.73	221.98	90.92	19.5	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	67	64	61	58	55	52	49	51.71	54.42	57.13	59.84	62.55	65.26	68
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### JUNIO 21 /82



11,96	11,3	10,64	9,98	9,48	8,75	8,5	8,16	8,98	12,78	17,9	20,87	22,52	23,84	25	24,34	23,88	21,86	19,88	17,74	15,99	14,6	13,45	12,62	11,98
8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
								20	20,19	20,6	21,3	22,15	23	23,86	24,88	25,7	26,5	27,87	28,86	29,59				
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87

HORAS

VIVIENDA CON MUROS DE TABIQUE Y CUBIERTA DE CONCRETO

Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 21 de Junio

Amplitud del día 11:40 Horas 6.10/17.50

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	9.49	8.99	8.5	9.16	9.98	12.79	17.9	20.87	22.52	23.84	25	24.34	23.68	21.86	19.88	17.74	15.99	
Temp. Interior					20	19.72	19.60	19.70	19.92	20.16	20.49	20.82	21.09	21.29	21.79	22.18	22.54	
Radiación Total	0	0	0	98.78	276.15	449.20	591.55	684.65	717	684.65	591.55	449.20	276.15	98.78	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	35.75	129.25	237.44	334.97	402.11	426	402.11	334.97	237.44	129.25	35.75	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	63.03	146.90	211.96	256.58	282.91	291	282.91	256.58	211.96	146.90	63.03	0	0	0	0
∠ 0°	0	0	19.5	23	36.5	49.5	68	85	86	85	68	49.5	36.5	23	19.5	0	0	0
Componentes C/HT	0	0	19.5	90.92	221.98	291.73	221.59	59.67	50.01	59.67	221.59	291.73	221.98	90.92	19.5	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	67	64	61	58	55	52	49	51.71	54.42	57.13	59.84	62.55	65.26	68
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

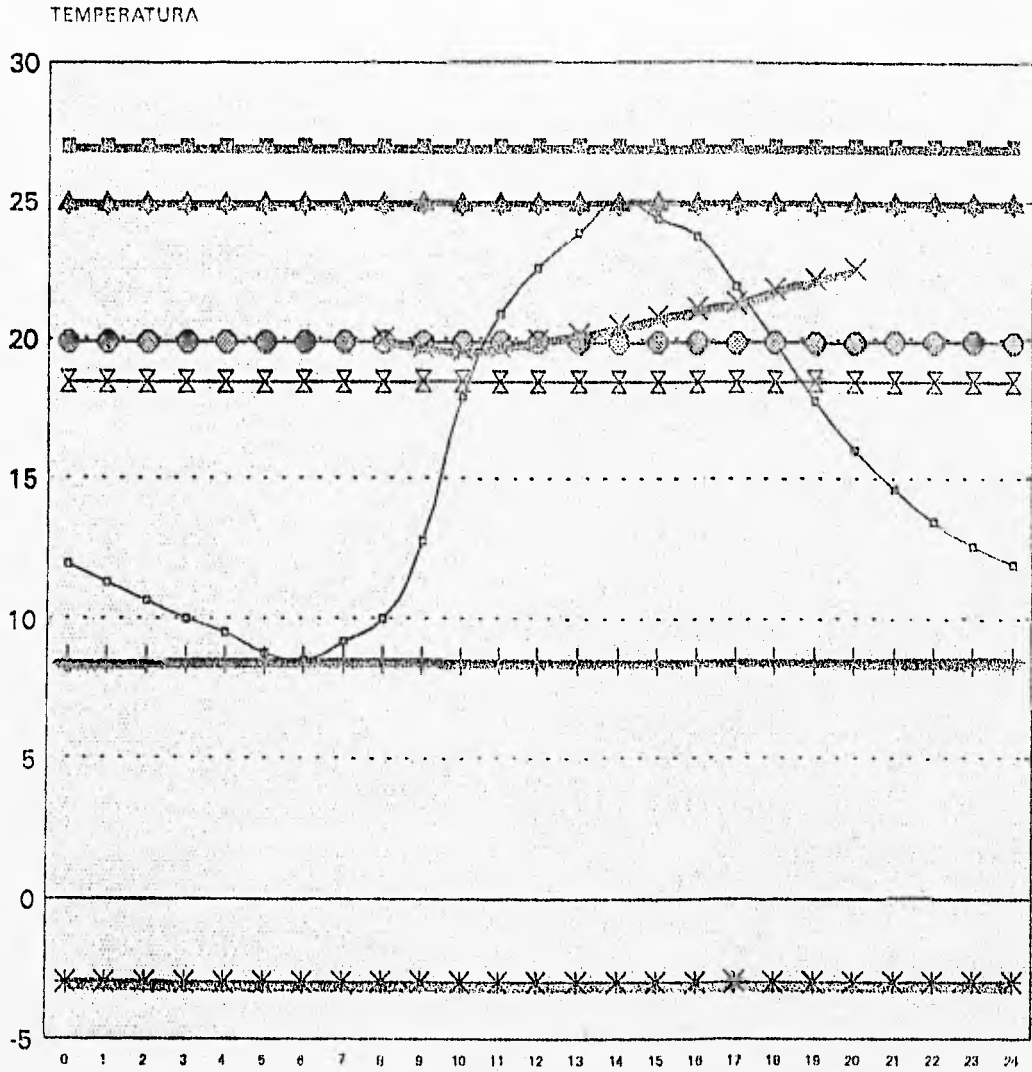
131

VIVIENDA VERNÁCULA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

JUNIO 21 /92



11,96	11,3	10,64	9,98	9,49	8,75	8,5	9,16	8,98	12,79	17,9	20,07	22,52	23,84	25	24,34	23,08	21,86	18,88	17,74	15,98	14,8	13,25	12,82	11,96
8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
									20	18,72	19,8	19,7	19,92	20,10	20,49	20,82	21,08	21,29	21,79	22,18	22,54			
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87

HORAS

VIVIENDA VERNACULA ALTERNATIVA DE SOLUCION

Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 25 de Junio

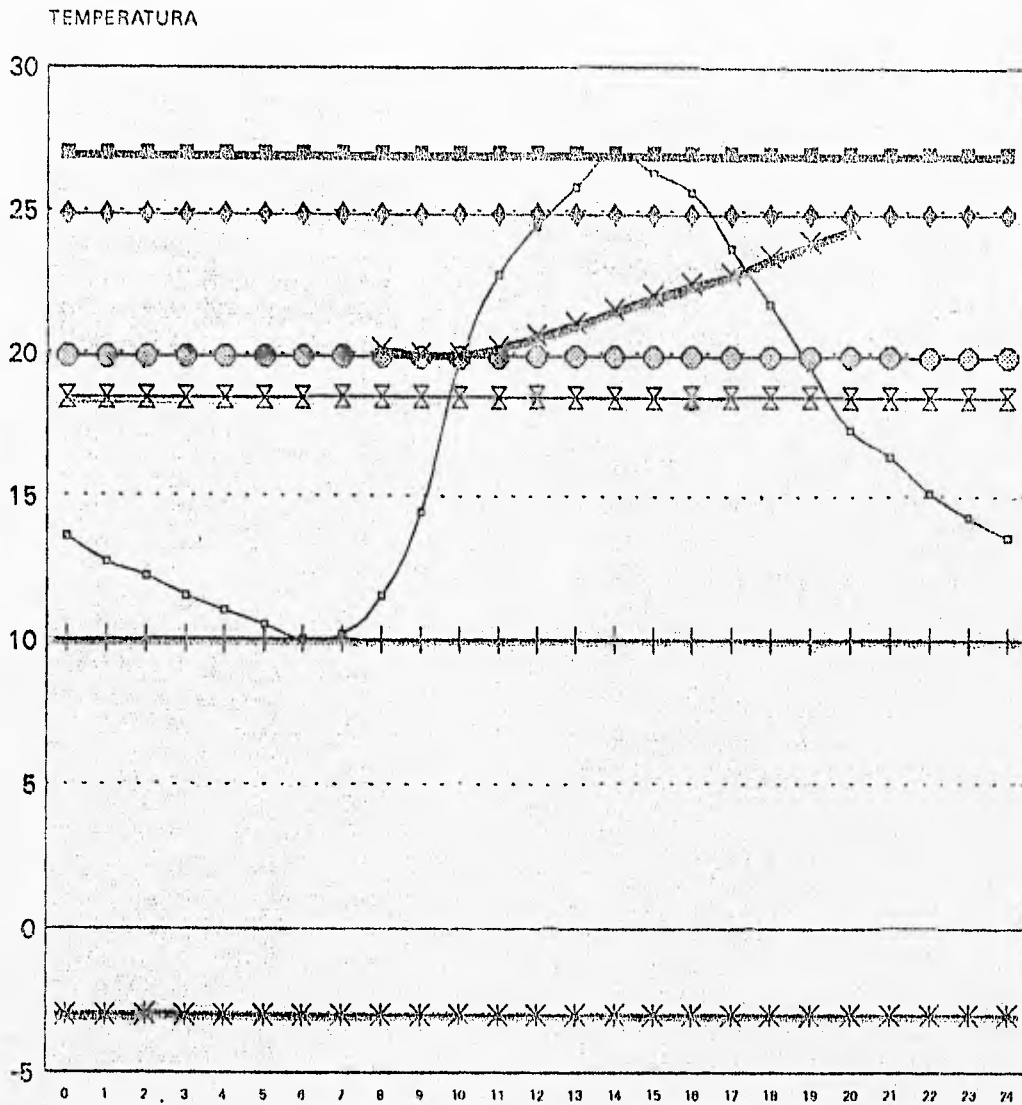
Amplitud del día 11:40 Horas 6.10/17.50

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	11.02	10.51	10	10.18	11.53	14.42	19.69	22.75	24.45	25.81	27	26.32	25.64	23.71	21.73	19.52	17.31	
Temp. Interior					20.20	20.01	20.0	20.24	20.62	21.06	21.55	22.04	22.46	22.80	23.44	23.96	24.44	
Radiación Total	0	0	0	98.78	276.15	449.20	591.55	684.65	717	684.65	591.55	449.20	276.15	98.78	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	35.75	129.25	237.44	334.97	402.11	426	402.11	334.97	237.44	129.25	35.75	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	63.03	146.90	211.76	256.58	282.54	291	282.54	256.58	211.76	146.90	63.03	0	0	0	0
∠ 0°	0	0	19.5	23	36.5	51	68.5	86	87	86	68.5	51	36.5	23	19.5	0	0	0
Componentes O/HT	0	0	19.5	90.92	221.98	282.69	216.80	47.75	37.52	47.75	216.80	282.69	221.98	90.92	19.5	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	67	64	61	58	55	52	49	51.71	54.42	57.13	59.84	62.55	65.26	68
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### JUNIO 25 /92



13,57	17,60	12,21	11,53	11,02	10,51	10	10,18	11,53	14,42	10,69	22,75	24,45	25,81	27	28,32	25,84	23,71	21,7	19,57	17,31	16,37	15,1	14,75	13,57
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
								20,2	20,01	20	20,24	20,87	21,00	21,55	22,04	22,48	22,8	23,44	23,98	24,44				
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	
19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	

HORAS

VIVIENDA VERNACULA CON CUBIERTA DE TEJA

Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 25 de Junio

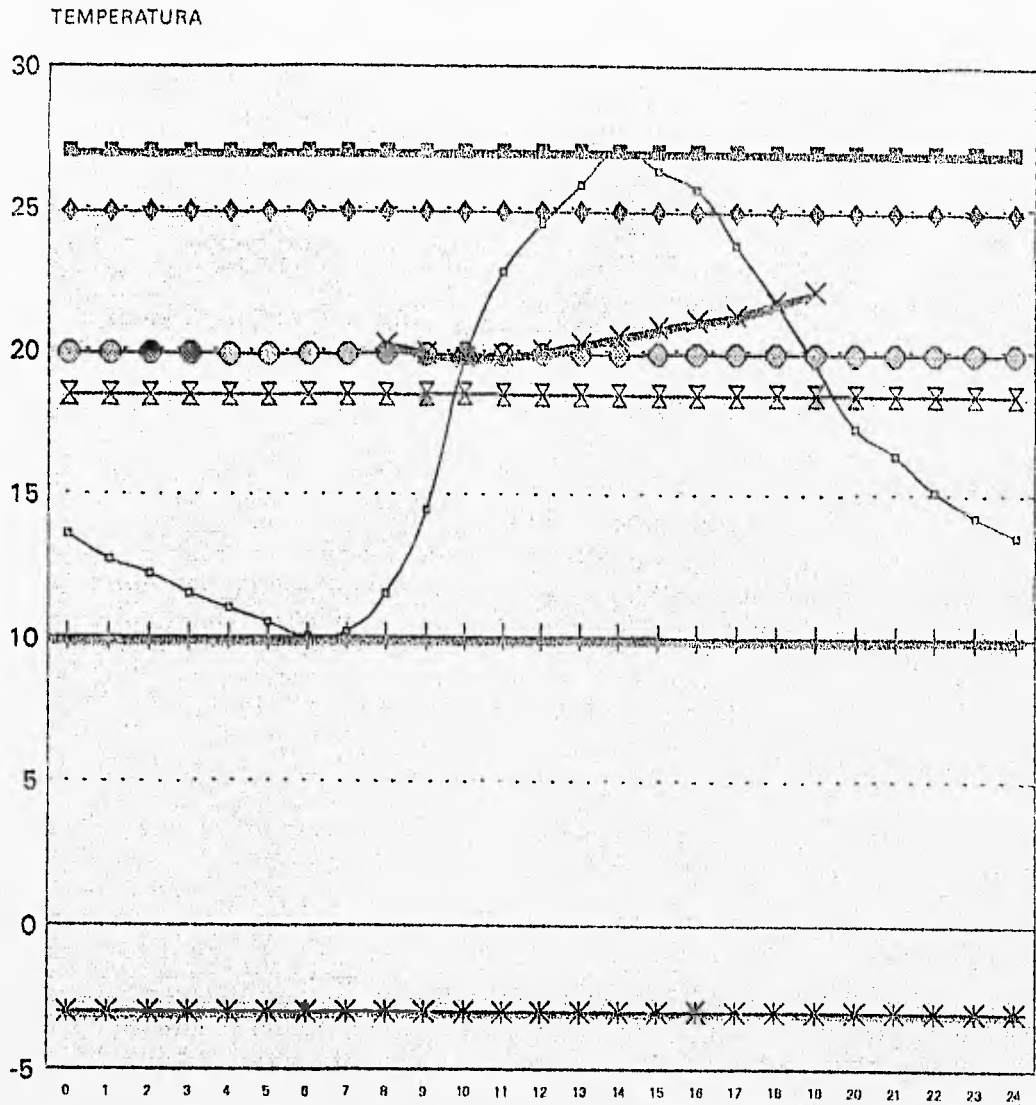
Amplitud del día 11:40 Horas 6.10/17.50

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	11.02	10.51	10	10.18	11.53	14.42	19.69	22.75	24.45	25.81	27	26.32	25.64	23.71	21.73	19.52	17.31	
Temp. Interior					20.20	19.91	19.77	19.84	20.02	20.26	20.55	20.85	21.10	21.28	21.74	22.11		
Radiación Total	0	0	0	98.78	276.15	449.20	591.55	684.65	717	684.65	591.55	449.20	276.15	98.78	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	35.75	129.25	237.44	334.97	402.11	426	402.11	334.97	237.44	129.25	35.75	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	63.03	146.90	211.76	256.58	282.54	291	282.54	256.58	211.76	146.90	63.03	0	0	0	0
∠ θ°	0	0	19.5	23	36.5	51	68.5	86	87	86	68.5	51	36.5	23	19.5	9	0	0
Componentes θ/HT	0	0	19.5	90.92	221.98	282.69	216.80	47.75	37.52	47.75	216.80	282.69	221.98	90.92	19.5	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	67	64	61	58	55	52	49	51.71	54.42	57.13	59.84	62.55	65.26	68
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### JUNIO 25 1972



13,57	12,69	12,21	11,53	11,02	10,51	10	10,18	11,53	14,42	19,60	22,75	24,45	25,61	27	26,32	25,64	23,71	21,73	19,57	17,31	16,37	15,1	14,25	13,57
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
								20,2	19,91	18,77	19,84	20,02	20,26	20,55	20,05	21,1	21,26	21,74	22,11					
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07

HORAS

VIVIENDA VERNACULA CON CUBIERTA DE BOVEDA CATALANA



Localidad: Sanctorum Tlacotal  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2759 MSNM.

Día 25 de Junio

Amplitud del día 11:00 Horas 5.10/17.50

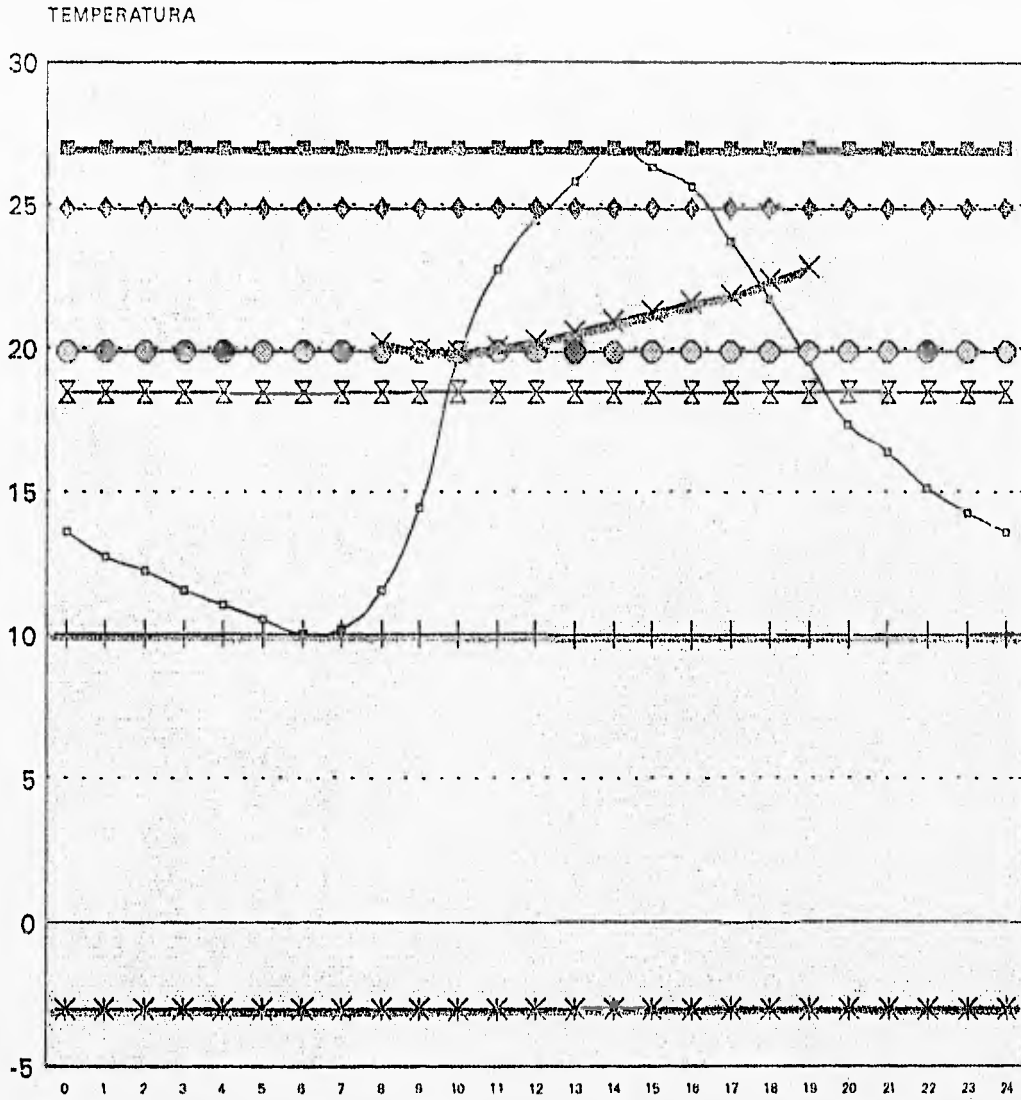
Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	11.02	10.51	10	10.18	11.53	14.42	19.69	22.75	24.45	25.81	27	26.32	25.64	23.71	21.73	19.52	17.31	
Temp. Interior					20.20	19.97	19.89	20.03	20.28	20.59	20.95	21.31	21.62	21.86	22.40	22.85		
Radiación Total	0	0	0	98.73	276.15	449.20	591.55	684.65	717	684.65	591.55	449.20	276.15	98.78	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	35.75	129.25	237.44	334.97	402.11	426	402.11	334.97	237.44	129.25	35.75	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	63.03	146.90	211.76	256.58	282.84	291	282.84	256.58	211.76	146.90	63.03	0	0	0	0
∠ 0°	0	0	19.5	23	34.5	51	68.5	86	87	86	68.5	51	36.5	23	19.5	0	0	0
Componentes O/HT	0	0	19.5	90.92	221.98	282.69	216.80	47.75	37.52	47.75	216.80	282.69	221.98	90.92	19.5	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	67	64	61	58	55	52	49	51.71	54.42	57.13	59.84	62.55	65.26	68
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

VIVIENDA VERNÁCULA CON CUBIERTA DE CONCRETO

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### JUNIO 25 /92



13,57	12,69	12,21	11,53	11,02	10,51	10	10,18	11,53	14,42	19,69	22,75	24,45	25,81	27	26,32	25,04	23,71	21,73	19,52	17,31	16,37	15,1	14,25	13,57
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
								20,2	19,97	18,89	20,03	20,26	20,59	20,95	21,31	21,82	21,86	22,4	22,85					
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87

HORAS

VIVIENDA VERNACULA CON CUBIERTA DE CONCRETO

Localidad: Santeramo Tlazcala  
 Longitud: 99° 20'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 25 de Junio

Amplitud del día 11:40 Horas 6.10/17.50

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	11.02	10.51	10	10.18	11.53	14.42	19.69	22.75	24.45	25.81	27	26.32	25.64	23.71	21.73	19.52	17.31	
Temp. Interior					20.20	20.46	20.94	21.71	22.63	23.60	24.62	25.61	26.49	27.24	28.46	29.51	30.49	
Radiación Total	0	0	0	98.78	276.15	449.20	591.55	684.65	717	684.65	591.55	449.20	276.15	98.78	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	35.75	129.25	237.44	334.97	402.11	426	402.11	334.97	237.44	129.25	35.75	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	63.03	146.90	211.76	256.58	284.54	291	284.54	256.58	211.76	146.90	63.03	0	0	0	0
∠ θ°	0	0	19.5	23	36.5	51	68.5	86	87	86	68.5	51	36.5	23	19.5	0	0	0
Componentes G/HT	0	0	19.5	90.92	221.98	282.69	216.80	47.75	37.52	47.75	216.80	282.69	221.98	90.92	19.5	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	67	64	61	58	55	52	49	51.71	54.42	57.13	59.84	62.55	65.26	68
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

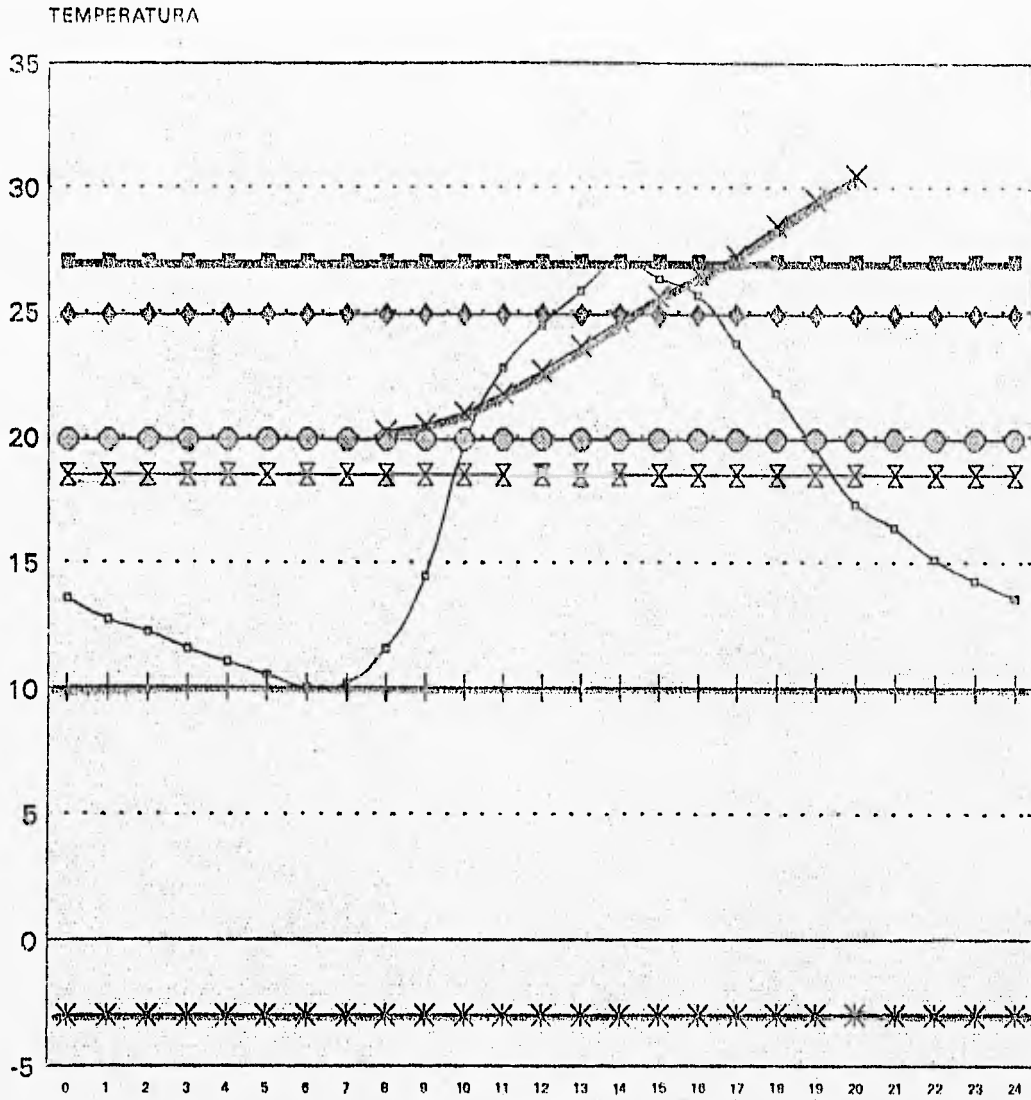
140

VIVIENDA CON MUROS DE TABIQUE Y CUBIERTA DE CONCRETO

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### JUNIO 25 /92



13,57	12,09	12,21	11,53	11,02	10,51	10	10,18	11,53	14,42	19,68	22,75	24,41	25,81	27	26,32	25,64	23,71	21,73	19,52	17,31	16,37	15,1	14,25	13,57
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	3	3	3	3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
								20,2	20,48	20,84	21,71	22,63	23,6	24,62	25,61	26,49	27,24	28,46	29,51	30,49				
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87	19,87

HORAS

VIVIENDA CON MUROS DE TABIQUE Y CUBIERTA DE CONCRETO

Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 25 de Junio

Amplitud del día 11:40 Horas 6.10/17.50

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	11.02	10.51	10	10.18	11.53	14.42	19.69	22.75	24.45	25.81	27	26.32	25.64	23.71	21.73	19.52	17.31	
Temp. Interior					20.20	19.97	19.90	20.06	20.34	20.68	21.07	21.46	21.79	22.05	22.61	23.49		
Radiación Total	0	0	0	98.78	276.15	449.20	591.55	684.66	717	684.66	591.55	449.20	276.15	98.78	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	35.75	129.25	237.44	334.97	402.11	426	402.11	334.97	237.44	129.25	35.75	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	63.03	146.90	211.76	256.58	284.54	291	284.54	256.58	211.76	146.90	63.03	0	0	0	0
∠ θ°	0	0	19.5	23	36.5	51	68.5	86	87	86	68.5	51	36.5	23	19.5	0	0	0
Componentes Q/HT	0	0	19.5	90.92	221.98	282.69	216.80	47.75	37.52	47.75	216.80	282.69	221.98	90.92	19.5	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	67	64	61	58	55	52	49	<del>51.71</del>	<del>51.42</del>	<del>52.12</del>	<del>50.81</del>	62.55	65.26	68
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

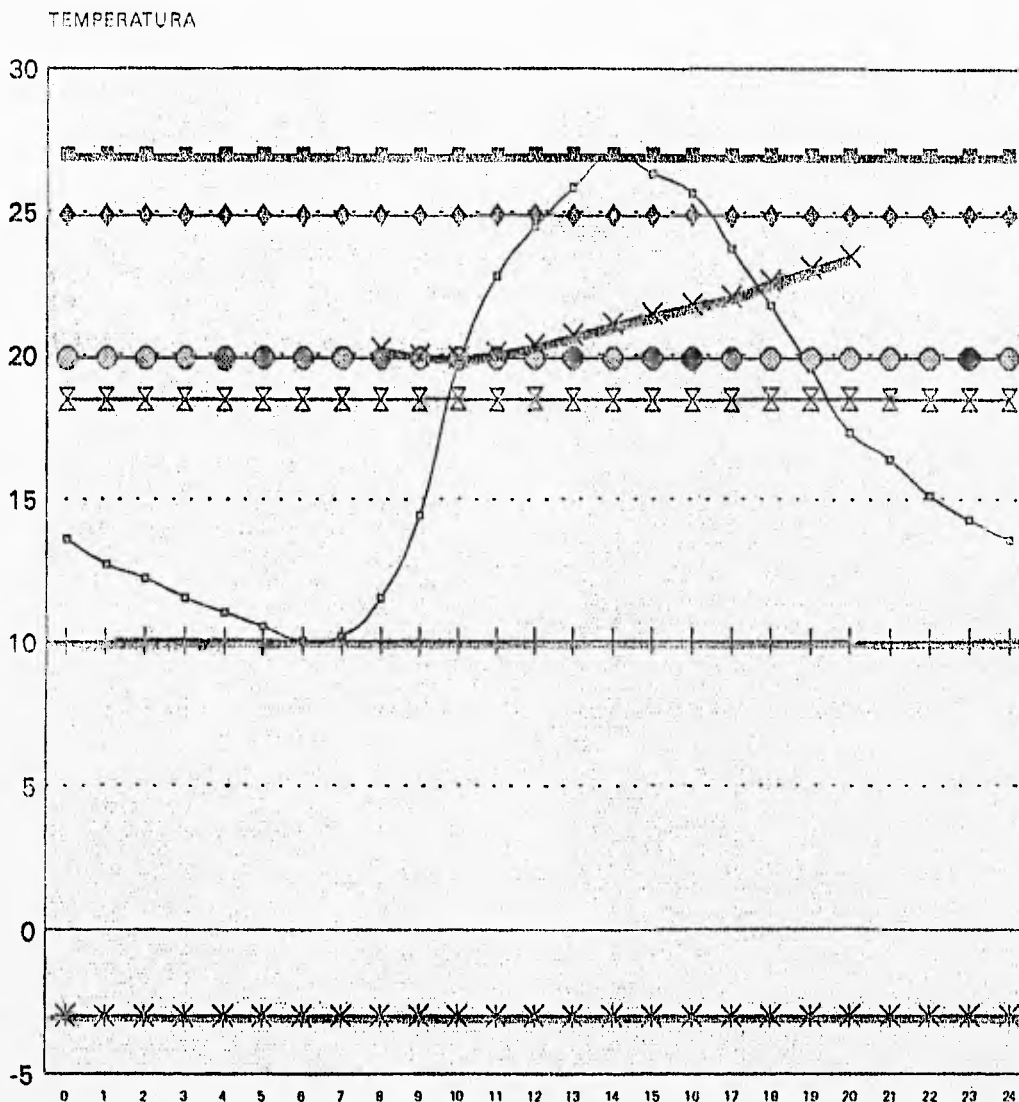
142

VIVIENDA VERNÁCULA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### JUNIO 25 /92



13,57	12,69	12,21	11,53	11,02	10,51	10	10,18	11,53	14,42	19,69	22,75	24,45	25,91	27	26,32	25,84	23,71	21,73	19,52	17,31	16,37	15,1	14,25	13,57
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
								20,2	19,97	19,9	20,08	20,34	20,69	21,07	21,46	21,79	22,05	22,61	23,07	23,49				
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67

HORAS

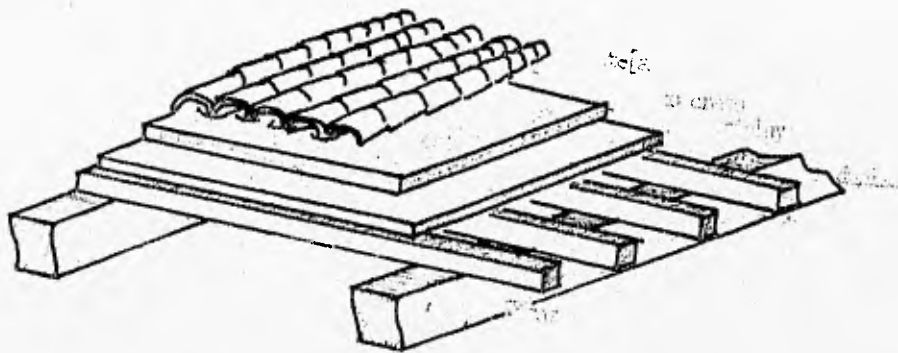
VIVIENDA VERNACULA ALTERNATIVA DE SOLUCION

TIVIENDA VERNACULA

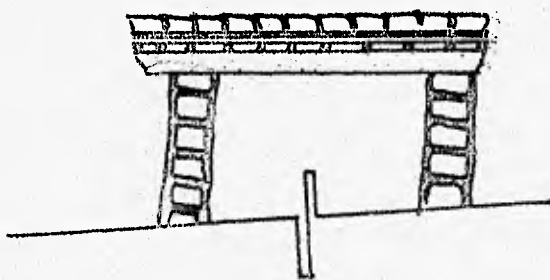
Caso de estudio : SANCTORUM TLAXCALA

SIMULACION DE INTERCAMBIO DE CALOR

PROPUESTA ALTERNATIVA DE SOLUCION : MODIFICACION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LA CUBIERTA



ISOMETRICO



teja  
concreto  
triple ply  
duelas  
Vigas

CORTE

" DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA  
ENERGÉTICA UN ANÁLISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

## FÓRMULA PARA EL CÁLCULO DE LA COMODIDAD TÉRMICA HUMANA

$$T_n = (17.6 + 0.31 * T_e) \pm 2.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Donde:

$T_n$  = Temperatura de comodidad humana.

$T_e$  = Temperatura media, promedio mensual.

MES	LÍMITE	TEMPERATURA
ENERO	máximo	23.475
	mínimo	18.475
FEBRERO	máximo	23.928
	mínimo	18.928
MARZO	máximo	24.564
	mínimo	19.564
ABRIL	máximo	24.533
	mínimo	19.533
MAYO	máximo	24.551
	mínimo	19.551
JUNIO	máximo	24.877
	mínimo	19.877
JULIO	máximo	24.368
	mínimo	19.368
AGOSTO	máximo	24.254
	mínimo	19.254
SEPTIEMBRE	máximo	24.316
	mínimo	19.316
OCTUBRE	máximo	24.188
	mínimo	19.188
NOVIEMBRE	máximo	24.068
	mínimo	19.068
DICIEMBRE	máximo	24.061
	mínimo	19.061

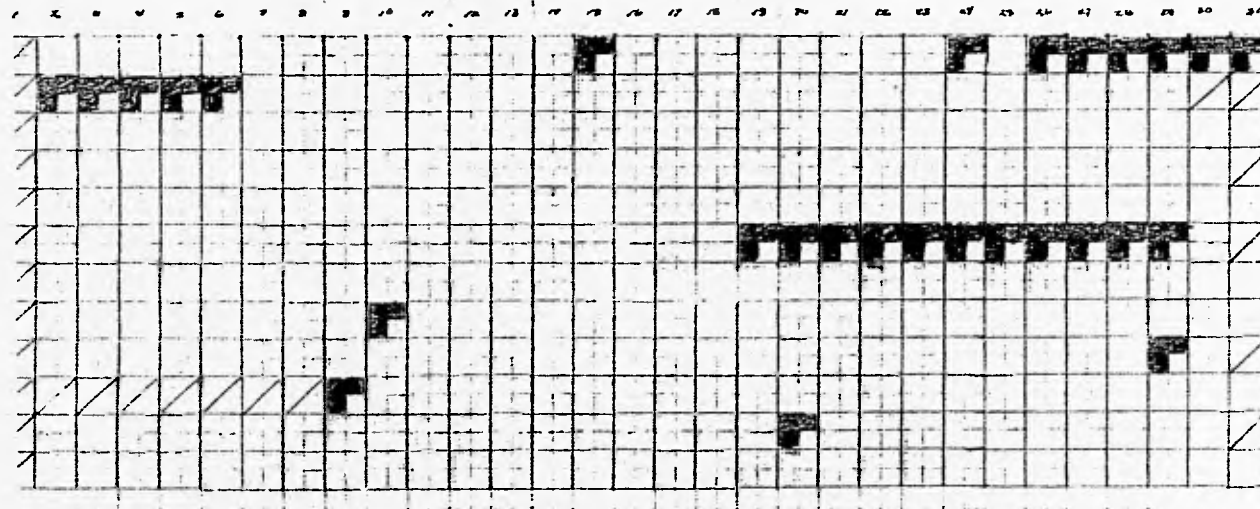


# " DE LA ARQUITECTURA VERNACULA A LOS EDIFICIOS DE ALTA EFICIENCIA ENERGETICA UN ANALISIS COMPARATIVO EN SANCTORUM TLAXCALA "

GRAFICA DE COMODIDAD TERMICA PARA EL CASO DE ESTUDIO

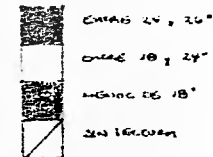
GRAFICA DE COMODIDAD TERMICA  
SEGUN FUNCION  $T_{11} = [17.6 + 0.31 t_e] \pm 2.5^\circ C$

INFORMACION METEOROLOGICA ESTACION ESPANIA 92



ENERO	22.772
	18.975
FEBRERO	22.048
	18.028
MARZO	24.524
	18.524
ABRIL	24.525
	18.525
MAYO	24.551
	18.551
JUNIO	24.877
	18.877
JULIO	24.128
	17.268
AGOSTO	24.254
	17.254
SEPTIEMBRE	24.316
	17.316
OCTUBRE	24.188
	17.188
NOVIEMBRE	24.228
	18.028
DICIEMBRE	24.028
	18.028

Temperatura



Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 31'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 21 de Diciembre

Amplitud del día 11:40 Horas 6.10/17.50

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	4.9	4.45	4	4.6	5.35	7.9	12.55	15.25	16.75	17.99	19	18.4	17.8	16.19	14.35	12.4	10.45	9.57
Temp. Interior					19.10	18.67	18.38	18.29	18.30	18.34	18.47	18.48	18.47	18.43	18.84	19.09	19.35	
Radiación Total	0	0	0	96.85	270.75	440.43	580	671.29	703	671.29	580	440.43	270.75	96.85	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	41.55	150.18	277.90	389.22	467.24	495	467.24	389.22	277.90	150.18	41.55	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	95.3	120.57	164.53	190.78	204.05	208	204.05	190.78	164.53	120.57	55.3	0	0	0	0
< 0°	0	0	0	7	20.5	31	41	47	49	47	41	31	20.5	7	0	0	0	0
Componentes 0/ET	0	0	0	96.12	253.60	377.52	437.23	457.81	461.20	457.81	437.23	377.52	253.60	96.12	0	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	65.68	61.40	57.12	52.84	48.56	44.28	40	43.71	47.42	51.13	54.84	58.55	62.26	66
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

148

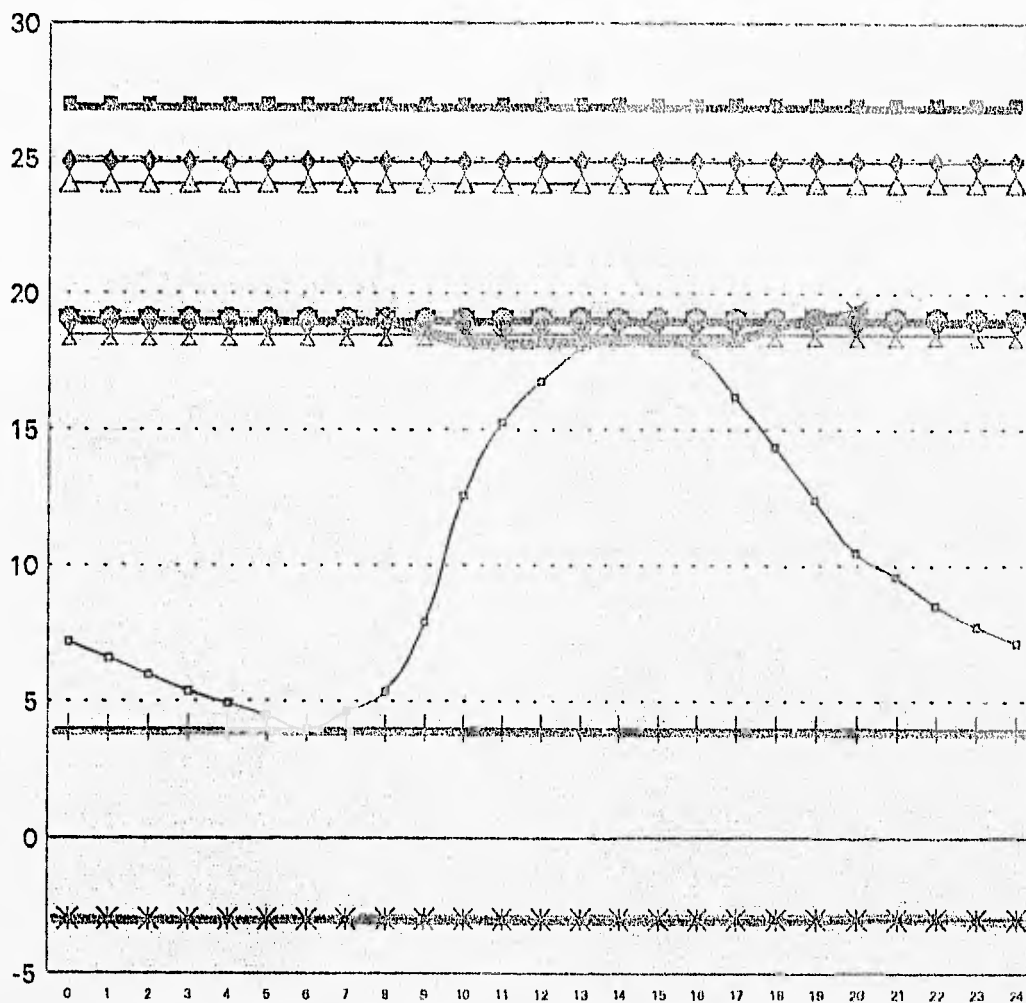
VIVIENDA VERNÁCULA CON CUBIERTA DE TEJA

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### DICIEMBRE 21 /92

TEMPERATURA



7,15	6,55	5,85	5,35	4,9	4,45	4	4,0	5,35	7,9	12,55	15,25	16,75	17,98	18	18,4	17,8	16,18	14,35	12,4	10,45	9,57	8,5	7,75	7,15
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
								10,1	18,87	18,39	18,29	18,3	18,34	18,47	18,48	18,47	18,43	18,44	19,09	19,35				
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08	19,08
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19

HORAS

VIVIENDA VERNACULA CON CUBIERTA DE TEJA

Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 21 de Diciembre

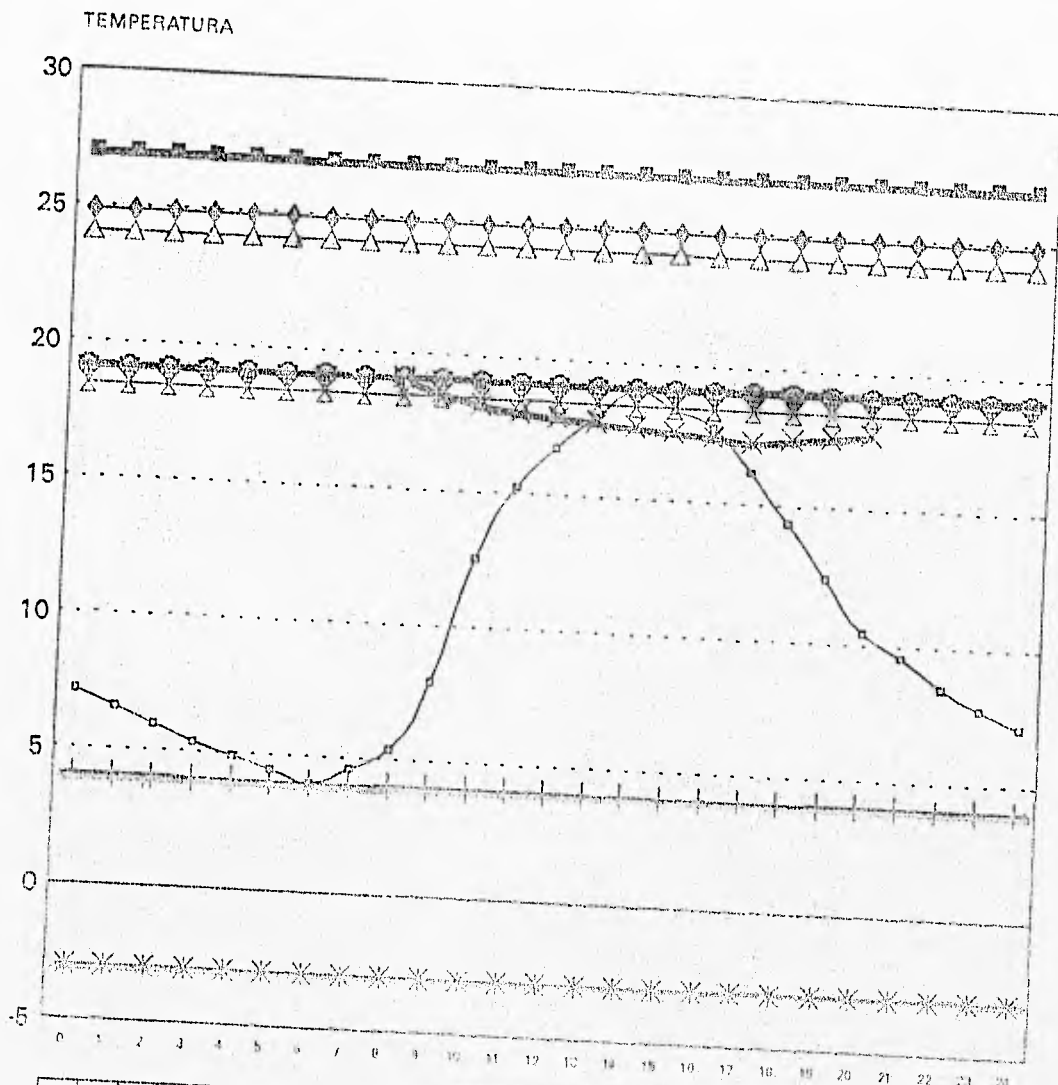
Amplitud del día 11:40 Horas 6.10/17.50

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	4.9	4.45	4	4.6	5.35	7.9	12.55	15.25	16.75	17.99	19	18.4	17.8	16.19	14.35	12.4	10.45	9.57
Temp. Interior					19.10	18.61	18.24	18.03	17.90	17.80	17.72	17.60	17.47	17.32	17.50	17.63	17.78	
Radiación Total	0	0	0	96.85	270.75	440.43	580	671.29	703	671.29	580	440.43	270.75	96.85	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	41.55	150.18	277.90	389.22	467.24	495	467.24	389.22	277.90	150.18	41.55	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	55.3	120.57	164.53	190.78	204.05	208	204.05	190.78	164.53	120.57	55.3	0	0	0	0
∠ θ°	0	0	0	7	20.5	31	41	47	49	47	41	31	20.5	7	0	0	0	0
Componentes θ/HT	0	0	0	96.12	253.60	377.52	437.23	457.81	461.20	457.81	437.23	377.52	253.60	96.12	0	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	65.68	61.40	57.12	52.84	48.56	44.28	40	43.71	47.42	51.13	54.84	58.55	62.26	66
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### DICIEMBRE 21 /02



7,19	6,55	5,95	5,35	4,9	4,45	4	4,0	5,35	7,5	12,55	15,35	16,75	17,35	18	18,5	17,8	16,15	14,35	12,5	10,45	9,57	8,5	7,75	7,19
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07
24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19

HORAS

VIVIENDA VERNACULA CON CUBIERTA DE DOVEDA CATALANA

Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 21 de Diciembre

Amplitud del día 11:40 Horas 6.10/17.50

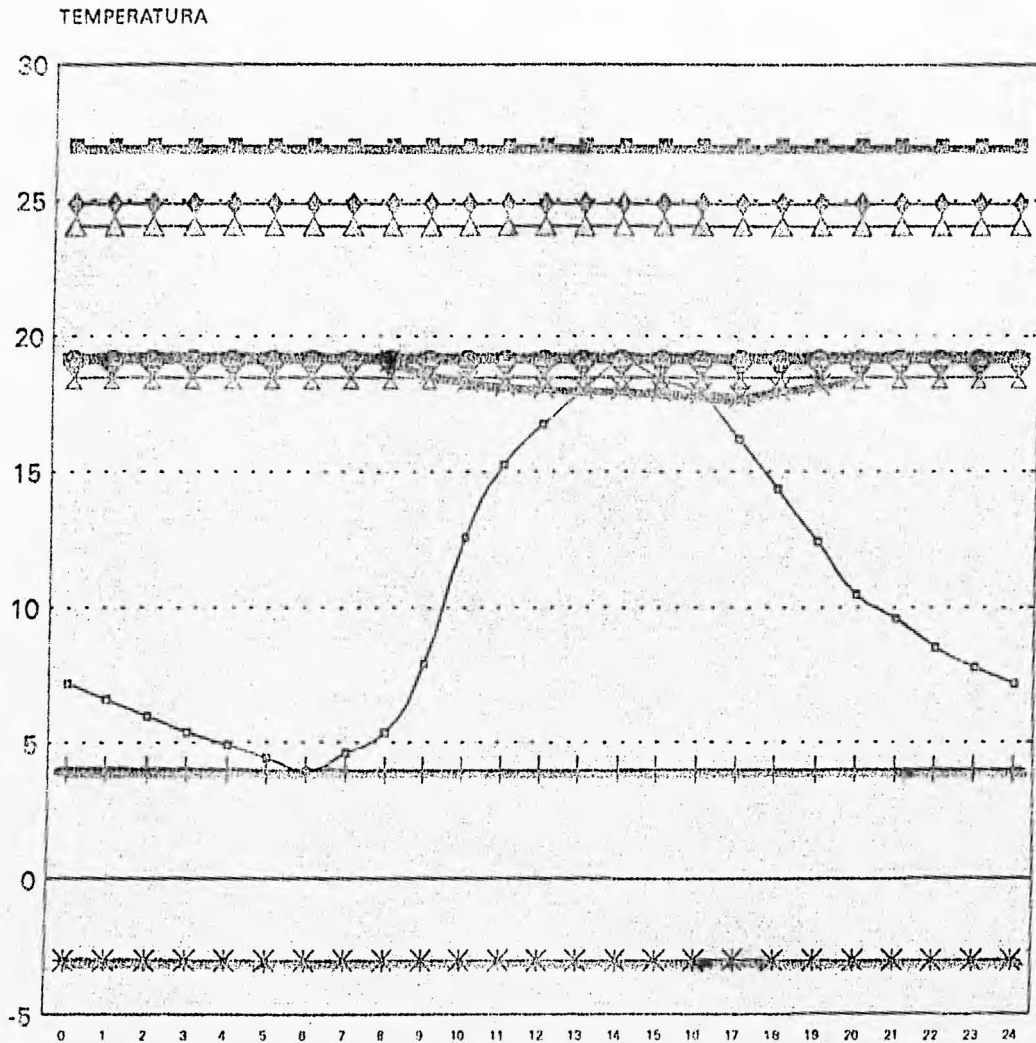
Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	4.9	4.45	4	4.6	5.35	7.9	12.55	15.25	16.75	17.99	19	18.4	17.8	16.19	14.35	12.4	10.45	9.57
Temp. Interior					19.10	18.66	18.34	18.19	18.12	18.07	18.4	17.97	17.89	17.79	18.03	18.22	18.43	
Radiación Total	0	0	0	96.85	270.75	440.43	580	671.29	703	671.29	580	440.43	270.75	96.85	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	41.55	150.18	277.90	389.22	467.24	495	467.24	389.22	277.90	150.18	41.55	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	55.3	120.57	164.53	190.78	204.05	208	204.05	190.78	164.53	120.57	55.3	0	0	0	0
∠ 0°	0	0	0	7	20.5	31	41	47	49	47	41	31	20.5	7	0	0	0	0
Componentes O/HT	0	0	0	96.12	253.60	377.52	437.23	457.81	461.20	457.81	437.23	377.52	253.60	96.12	0	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	65.68	61.40	57.12	52.84	48.56	44.28	40	43.71	47.42	51.13	54.84	58.55	62.26	66
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

VIVIENDA VERNÁCULA CON CUBIERTA DE CONCRETO

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### DICIEMBRE 21 /92



7,15	6,55	5,95	5,35	4,9	4,45	4	4,8	5,35	7,9	12,55	15,25	16,75	17,95	19	18,4	17,8	16,19	14,35	12,4	10,45	9,57	8,5	7,75	7,15	
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
										19,1	18,69	18,34	18,19	18,12	18,07	18,04	17,97	17,89	17,79	18,03	18,22	18,43			
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06	24,06
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19

HORAS

VIVIENDA VERNACULA CON CUBIERTA DE CONCRETO

Localidad: Sanctorum Tlaxcala  
 Longitud: 99° 29'  
 Latitud: 19° 34'  
 Altura: 2750 MSNM.

Día 21 de Diciembre

Amplitud del día 11:40 Horas 6.10/17.50

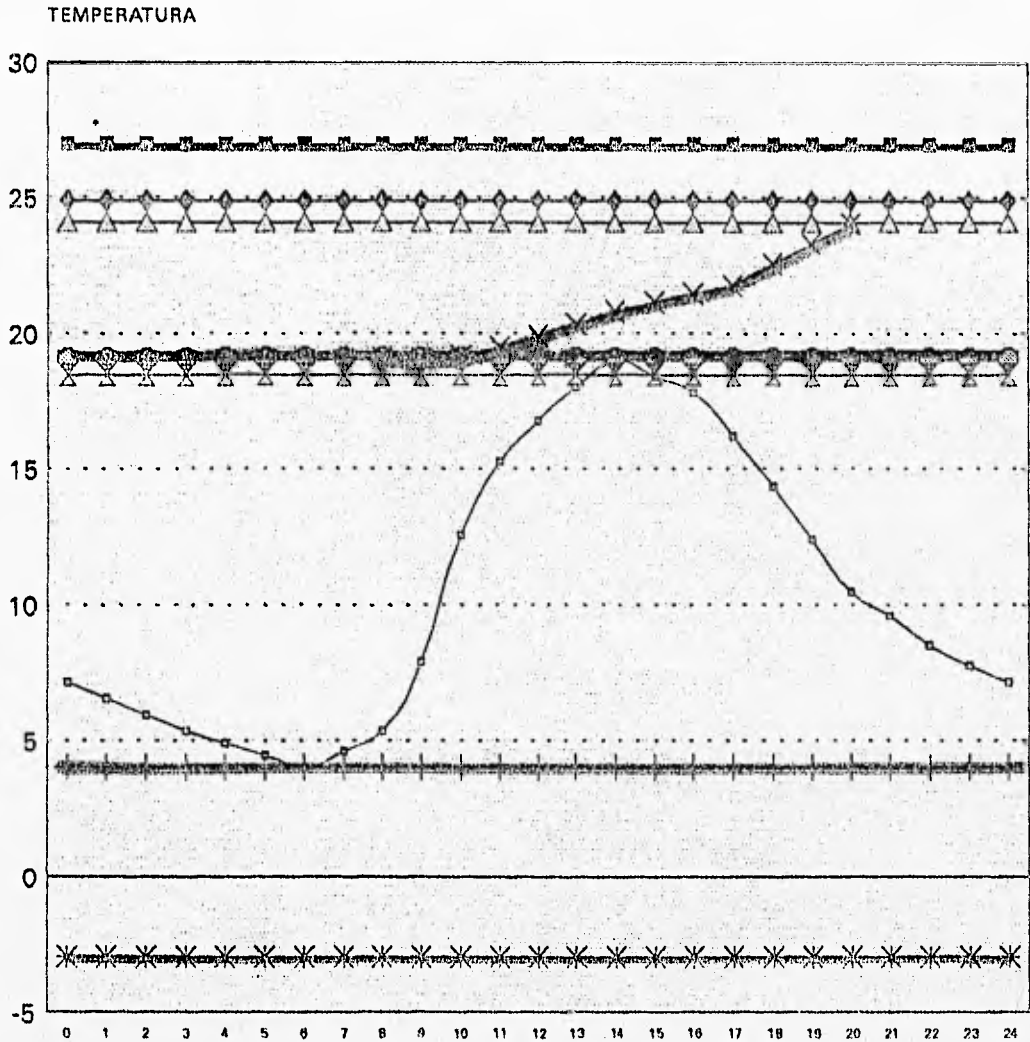
Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	4.9	4.45	4	4.6	5.35	7.9	12.55	15.25	16.75	17.99	19	18.4	17.8	16.19	14.35	12.4	10.45	9.57
Temp. Interior					19.10	19.05	19.15	19.48	19.91	20.34	20.78	21.13	21.45	21.72	22.54	23.26	24	
Radiación Total	0	0	0	96.85	270.75	440.43	580	671.29	703	671.29	580	440.43	270.75	96.85	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	41.55	150.18	277.90	389.22	467.24	495	467.24	389.22	277.90	150.18	41.55	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	55.3	120.57	164.53	190.78	204.05	208	204.05	190.78	164.53	120.57	55.3	0	0	0	0
∠ θ°	0	0	0	7	20.5	31	41	47	49	47	41	31	20.5	7	0	0	0	0
Componentes 0/HT	0	0	0	96.12	253.60	377.52	437.23	457.81	461.20	457.81	437.23	377.52	253.60	96.12	0	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	65.68	61.40	57.12	52.84	48.56	44.28	40	43.71	47.42	51.13	54.84	58.55	62.26	66
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36



# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### DICIEMBRE 21 /92



7,15	0,55	5,95	5,35	4,9	4,45	4	4,8	5,35	7,9	12,55	15,25	16,75	17,99	19	18,4	17,8	16,18	14,35	12,4	10,45	9,57	8,5	7,75	7,15
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
10,06	19,06	18,06	10,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19

HORAS

VIVIENDA CON MUROS DE TABIQUE Y CUBIERTA DE CONCRETO

**Localidad:** Sanctorum Tlaxcala  
**Longitud:** 99° 29'  
**Latitud:** 19° 34'  
**Altura:** 2750 MSNM.

**Día 21 de Diciembre**

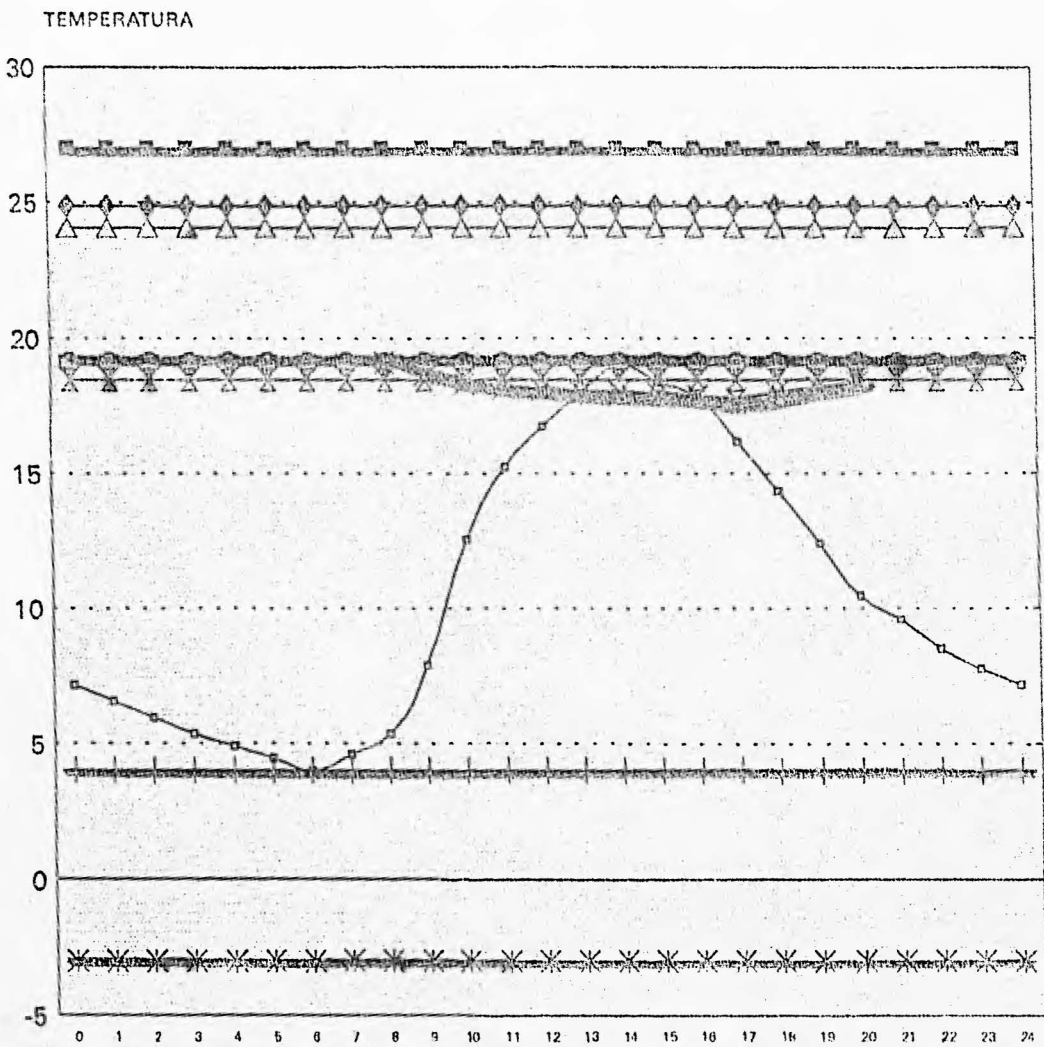
**Amplitud del día 11:40 Horas 6.10/17.50**

Horas	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Temp. Ambiente	4.9	4.45	4	4.6	5.35	7.9	12.55	15.25	16.75	17.99	19	18.4	17.8	16.19	14.35	12.4	10.45	9.57
Temp. Interior					19.10	18.65	18.33	18.18	18.12	18.04	18.02	17.96	17.88	17.77	18.01	18.19	18.59	
Radiación Total	0	0	0	96.85	270.75	440.43	580	671.29	703	671.29	580	440.43	270.75	96.85	0	0	0	0
Radiación Directa	0	0	0	41.55	150.18	277.90	389.22	467.24	495	467.24	389.22	277.90	150.18	41.55	0	0	0	0
Radiación Difusa	0	0	0	55.3	120.57	164.53	190.78	204.05	208	204.05	190.78	164.53	120.57	55.3	0	0	0	0
∠ θ°	0	0	0	7	20.5	31	41	47	49	47	41	31	20.5	7	0	0	0	0
Componentes O/HT	0	0	0	96.12	253.60	377.52	437.23	457.81	461.20	457.81	437.23	377.52	253.60	96.12	0	0	0	0
W % Humedad Ext.				70	65.68	61.40	57.12	52.84	48.56	44.28	40	43.71	47.42	51.13	54.84	58.55	62.26	66
W % Humedad Int.				43	40	37	34	31	28	25	22	24	26	28	30	32	34	36

# GRAFICA DE LA TEMPERATURA HORARIA PARA DIAS DE DISEÑO

## CASO DE ESTUDIO SANCTORUM, TLAXCALA

### DICIEMBRE 21 /92



7,15	6,55	5,95	5,35	4,9	4,45	4	4,8	5,35	7,9	12,55	15,25	16,75	17,99	19	18,4	17,6	16,19	14,35	12,4	10,45	9,57	8,5	7,75	7,15	
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
19,1 16,65 18,33 18,10 15,12 18,04 18,02 17,99 17,68 17,77 16,03 18,19 18,39																									
24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87	24,87
24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08	24,08
18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47	18,47
19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06	19,06
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19

HORAS

VIVIENDA VERNACULA ALTERNATIVA DE SOLUCION

## CONCLUSIONES

De esta manera, por lo expuesto, podemos afirmar que nuestra hipótesis ha sido comprobada al considerar que la vivienda vernácula sí alcanzó los rangos de comodidad térmica deseables dentro de la misma; y que ésta es adecuada a su entorno climático para una determinada época del año y representa una solución al problema de la comodidad térmica a nivel rural.

Tenemos la convicción que es posible mejorar los resultados con un nuevo enfoque técnico actualizado y/o con las técnicas alternas y con ello se obtendría una mejoría de las técnicas tradicionales de construcción, al disponer en la actualidad de un mayor conocimiento de los fenómenos meteorológicos y las propiedades físicas de los materiales que comúnmente inciden en la arquitectura vernácula.

Sin embargo, aún en nuestros días es preciso seguir con la observación en el desarrollo de los acontecimientos del medio ambiente y sus sistematización tal y como lo hizo por generaciones la arquitectura vernácula. Es necesario darle su lugar en la historia por el justo papel que ha jugado, así como el promover su protección y difusión como parte de nuestra raíz y, en el marco del nuevo siglo, utilizar las nuevas tecnologías para continuar con los esfuerzos y logros alcanzados.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**ABSORTANCIA** : Es una propiedad óptica superficial y que se refiere al porcentaje de la radiación que absorbe dicha superficie.

**ADOBE** : Masa de barro mezcla con paja y otras fibras vegetales, estiércol, limo o crin de caballo, que es moldeada en diversos tamaños y secada al sol, sin cocimiento.

**ALERO** : Porción saliente de la cubierta, del paño del muro.

**APLANADO** : Aplicación de una capa de mortero u otro material moldeable sobre un muro.

**ARGAMASA** : Mezcla moldeable que se hace con varios materiales.

**ARQ. VERNÁCULA** : Arquitectura representativa de tecnologías de tierra sin cocimiento, la cual contiene de manera implícita los conocimientos de adecuación climática del lugar, así como de características culturales propias del sitio en cuestión.

**AUTOSUFICIENTE** : Estado en el que puede satisfacer sus necesidades valiéndose de sus propios recursos

**BAJAREQUE** : Muro formado a base de un entramado de ramas o varas y aplanado con lodo o barro.

**BIOCLIMATISMO** : Refiérase a la situación de análisis de los procesos que vinculan al clima con los seres humanos buscando valores termohigrométricos óptimos dentro del diseño de espacios, buscando una solución de comodidad térmica.

**BIOTERMICA** : La temperatura en relación a la comodidad de los seres humanos.

**BÓVEDA CATALANA** : Sistema constructivo para cubiertas o entrepisos, a base de dos capas de solera de barro traslapadas, con una capa de compresión, apoyadas originalmente sobre vigas de madera.

**BÓVEDA** : Espacio comprendido entre dos muros o varios pilares, techumbre en forma arqueada, que se encuentra constituida por un hemisferio cortado por cuatro planos verticales paralelos de dos en dos.

**CALOR ESPECIFICO** : Cantidad de calor requerido para elevar un grado de temperatura de una masa dada, de cualquier substancia en relación a la cantidad de calor requerido para elevar un grado la temperatura de una masa equivalente de una substancia prototipo ( usualmente el agua a 15 grados ).

**CASTILLO** : Elemento vertical de refuerzo estructural, generalmente a base de concreto y con dimensiones no mayores de 20 X 20 cms.

**CONDUCTIVIDAD TÉRMICA :** Velocidad de calor a través de una unidad de área y unidad de espesor de un material homogéneo bajo un régimen de permanente. Cuando un gradiente de temperatura unitario se mantiene en dirección perpendicular al área. Un material se considera homogéneo cuando el valor de la conductividad térmica no se ve afectado por la variación de espesor o el tamaño de las muestras que comúnmente se usan en la construcción.

**CONFORT :** Termino en ingles que se refiere a la comodidad de las personas en cuanto a su aspecto bioclimatico, que engloba a la temperatura , porcentaje de humedad, velocidad del viento, radiación solar

**CONVECCIÓN DE CALOR :** La convección es un elemento combinado de transporte de calor por difusión aumentada por el movimiento de partículas del fluido

**CONVECCIÓN NATURAL DE CALOR :** Se da cuando el movimiento convectivo es debido a las diferencias de temperatura del fluido.

**CUMBRERA :** Parte mas alta de la cubierta que forma parte de el, generalmente en cubiertas a 2 o mas aguas.

**CÚPULA :** Bóveda hemisférica de planta circular, elíptica o poligonal.

**DENSIDAD :** Relación de la masa de una muestra de material de una substancia con el volumen de dicha muestra, la masa por la unidad de volumen de la substancia ( peso por unidad de volumen ).

**ECODISEÑO :** Cuando en el diseño de los espacios son tomadas en cuenta los aspectos bioclimaticos del medio ambiente ya que no atentan contraen este.

**EFICIENCIA :** Relación entre el trabajo desarrollado, el tiempo invertido el resultado obtenido

**EMITANCIA :** Es una propiedad óptica superficial se refiere al porcentaje de calor que emite por radiación un cuerpo comparado con el cuerpo negro que es el radiador ideal.

**EMPÍRICOS :** Basados en la experiencia, sin teoría ni razonamiento de tipo científico.

**ENCALADO :** Enjabelgado, pintura de cal.

**ENJARRE :** Aplanado de barro

**EVAPORACIÓN :** Transformación de un liquido en vapor.

**FOLKLÓRICA :** En cuanto a las tradiciones, costumbres, cultura de un pueblo o región en general.

**GUALDRA :** viga de madera definida como viga madrina o portante, generalmente de dimensiones de 40 x 60 cms. o mayores.

**HELIODISEÑO** : Diseños en relación al asoleamiento o efectos generados por el sol.

**HELIOFANIA RELATIVA** : Relación entre las horas de insolación observadas la duración del día.

**HORCÓN** : Columna de madera para sostener la estructura de la cubierta.

**ÍNDICE DE INCOMODIDAD** : Este índice se obtiene de la suma de las temperaturas del aire la temperatura de bulbo húmedo.

**INSOLACIÓN** : Terminó aplicado específicamente a la radiación de la energía solar.

**IRRADIACIÓN** : Energía solar incidente en una superficie por unidad de área encontrada al integrar la irradiancia en un periodo de tiempo

**MESOClimáticos** : Que no varía de manera substancialmente al clima, ya que se desenvuelve dentro de este.

**MORILLOS** : Horcón horizontal de dimensiones menores a una sección de 10 cms.

**PLASTICIDAD** : Es la propiedad de algún material de deformarse por aplicación de presión, siendo retenida la configuración así adquirida después de dejarse de aplicar la presión.

**PRETEL** : Muro pequeño sobre la cubierta.

**RADIACIÓN** : Comportamiento de una onda luminosa o electromagnética.

**RAJUELEADO** : procedimiento de vaciar la junta de los adobes e introducir pequeñas piedras.

**REBATIDO** : Aplanado de mortero bruto a base de cemento-arena.

**REPIZON** : Remate en el tramo inferior del marco de la ventana.

**SARDINEL** : remate en la parte inferior del umbral de la puerta.

**TEJA** : pieza de barro cocido en forma de canal, que constituye parte de la estructura de la cubierta.

**TEJAMANIL** : pequeñas tiras de madera que constituyen parte de la estructura de la cubierta.

**TRANSMITANCIA** : es una propiedad óptica se refiere al porcentaje de radiación que atraviesa un material con respecto a la que incide sobre su superficie.

**TEMPERATURA EFECTIVA** : llamada así por la ASHVE, corresponde en el caso de la tabla 1 al valor de 21 grados es decir a la sensación que se experimenta en un ambiente a 21 grados con aire en calma y humedad relativa del 100 %.

**TRAVESAÑO** : viga u horcón de madera con la que se da la inclinación a las cubiertas, refuerzo en diagonal parte integrante de la estructura.

**ZONA DE CONFORT** : zona delimitada sobre un diagrama psicometrico en donde las abcisas representan a la temperatura del aire en las ordenadas aparece el contenido de vapor de agua expresado en gramos de agua por kg. de aire seco (relación de mezcla) donde la línea continua representa la zona de confort para los individuos adaptados al clima tropical (25-26 grados) la línea discontinua para los no acostumbrados a los medios ambientes cálidos (21-22 grados)



## BIBLIOGRAFÍA

ALMANZA SALGADO Rafael  
ESTRADA-GAJIGAL RAMÍREZ Vicente  
BARRIENTOS ÁVILA Joel

Actualización de los mapas de irradiación global solar en la República Mexicana  
INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM MÉXICO SEPTIEMBRE 1992 No. 543

GARCÍA MAROTTO Gabriel  
Arquitectura popular de México  
INBA MÉXICO 1952

LÓPEZ MORALES Francisco Javier  
Arquitectura vernácula en México  
ED. TRILLAS. MÉXICO 1987.

MUSEO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA.  
Arquitectura de tierra  
MEMORIA DE LA EXPOSICIÓN TEMPORAL DE AGOSTO -SEPTIEMBRE México  
1981

BARDOU Patrick  
Arquitecturas de adobe  
ED. GUSTAVO GILI MÉXICO 1981.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING AND VENTILATING ENGINEERS  
ASHVE Handbook fundamental  
INC ATLANTA GO. USA 1948

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, AND REFRIGERATING AND AIR  
CONDITIONING ENGINEERS  
ASHRAE Handbook fundamental  
INC. ATLANTA GO. USA 1989.

FERNÁNDEZ ZAYAB José Luis  
ESTRADA-CAJIGAL RAMÍREZ Vicente  
Cálculo de la radiación solar instantánea en la República Mexicana  
INSTITUTO DE INGENIERÍA UNAM MÉXICO OCTUBRE 1983 No. 472

COLEGIO DE ARQUITECTOS DE MÉXICO  
CARTILLA DE LA VIVIENDA 1958

SOTO MORA Consuelo  
JAUREGUI O. Ernesto  
Cartografía de elemento y bioclimáticos de la República Mexicana  
UNAM MÉXICO 1968.

MORALES RAMÍREZ José Diego  
Climatización de edificios en clima cálido  
TESIS DE DOCTORADO  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FAC. DE ARQUITECTURA UNAM MÉXICO 1989.

UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONAL Y DE POSGRADO DEL  
CCH-IIM  
Curso de actualización en energía solar  
LABORATORIO DE ENERGÍA SOLAR TEMIXCO, MORELOS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES  
UNAM MÉXICO 1991.

TUDELA Fernando  
Ecodiseño  
UAM COLECCIÓN ENSAYOS MÉXICO 1980.

BERTRAN DE QUINTANA Manuel  
Con el sol en la mano  
UNAM MÉXICO 1972.

BIBLIOTECA DE LA ELECTRÓNICA/INFORMÁTICA  
Energía solar fotovoltaica  
ED. ORBIS MARCOMBO SERIE NUEVAS TECNOLOGÍAS  
BARCELONA, ESPAÑA 1986.

MOYA RUBIO Víctor José  
La vivienda indígena de México y del mundo  
COORDINACIÓN DE HUMANIDADES UNAM MÉXICO 1984

VAN LENGEN Johan  
Manual del arquitecto descalzo  
ED. CONCEPTO MÉXICO 1983.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN DEL D.F.  
EDICIONES ANDRADE MEXICO 1990

DÍAZ GÓMEZ Raúl  
Artículo "Tecnología constructiva"  
"Tierra, suelo, lodo, barro, tecnologías apropiadas."  
REVISTA OBRAS No. 470 MÉXICO 1973.

CONESCAL

Tecnología de la construcción de tierras sin cocer  
REVISTAS Nos. 59 Y 60 MÉXICO 1982.

PÉREZ DE SALAZAR Francisco Javier

Tecnologías de la arquitectura con tierra sin cocimiento.

TESIS DE DOCTORADO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FAC. DE ARQUITECTURA UNAM MÉXICO 1980.