

EVALUACIÓN TÉRMICA PARA UNA CASA HABITACIÓN CON PRINCIPIOS BIOCLIMATICOS EN HERMOSILLO SONORA

José A. Mercado, Laura Mercado, José Manuel Ochoa.

Programa de Arquitectura. Departamento de Bellas Artes. División de Humanidades y Bellas Artes.
Universidad de Sonora.

Boulevard Rosales y Boulevard Luis Encinas S/N Hermosillo Sonora.

Teléfono: (662) 2 59-21-79 y (662) 2 59 21 80

melo@arq.uson.mx, lawitas@hotmail.com, jmochoa@arq.uson.mx

RESUMEN.

El objetivo del estudio, es el análisis de una casa habitación diseñada y construida bajo el concepto bioclimático, se evaluó el comportamiento térmico de la edificación y se verificaron las estrategias de diseño empleadas.

Se considero para el desarrollo de este proyecto tres elementos fundamentales, conocimiento del medio físico-geográfico, materiales de construcción, tanto en el aspecto estructural como el térmico y por último el propio diseño.

Para la evaluación se llevaron a cabo acciones que van desde un análisis cualitativo de las estrategias empleadas en el proyecto, se tomaron mediciones de la temperatura y la humedad relativa dentro de la vivienda, en diferentes puntos y en dos estaciones, y se evaluó la sensación de confort térmico.

Dichos resultados mostraron una oscilación de la temperatura interna mucha menor con respecto al exterior, siempre cercana a los rangos del confort térmico.

Asimismo se manifiesta un ahorro sensible en el consumo de energía eléctrica aun cuando se utilizan medios mecánicos para el acondicionamiento.

ABSTRACT.

The objective of the study is to analyze a house designed and built under a bioclimatic concept. The thermal behavior of the building was evaluated and the behavior of the strategies of design was verified.

There were considered for the development of these project three fundamental elements, knowledge of the physical environment, structural and thermal issues of building materials, and the architectural design.

For the evaluation it was carried out a qualitative analysis of design strategies; temperature and relative humidity were measured in different points and in two different seasons as well as the thermal comfort.

The results showed small internal temperature swings respect to the outside ranges. Indoor temperatures were always near by the thermal comfort ranges.

A saving in the electric energy consumption is noticed even when air conditioning is used.

PALABRAS CLAVE.

Energía, Confort térmico, Climatización artificial, ahorro de energía, sistema híbrido.

INTRODUCCION

Los altos costos de construcción y operación de la vivienda en la región noroeste del país, hacen necesarias investigaciones sobre la problemática que se tiene en la obtención de niveles de confort aceptables en las edificaciones, los sistemas constructivos y los materiales utilizados hoy en día no proporcionan las condiciones

ambientales aceptables, razón por la cual hace necesario la utilización de sistemas mecánicos de acondicionamiento.

Esta investigación es una alternativa para la solución de proyectos arquitectónicos, específicamente de casa-habitación en un clima cálido-seco, como es el caso de Hermosillo, Sonora.

El análisis y evaluación bioclimáticas son herramientas para evaluar los efectos de los sistemas empleados en las edificaciones, en este caso, el trabajo se divide en dos etapas, una de diseño y construcción, posteriormente la de evaluación térmica.

Se exponen los antecedentes, se hace una descripción del diseño y construcción del proyecto, posteriormente se lleva a cabo un análisis bioclimático, mostrando la evaluación térmica aplicada, finalmente se presentan las conclusiones.

ANTECEDENTES

Las altas temperaturas que se presentan en el verano, en esta región, hacen necesario del uso de medios mecánicos para la climatización de los edificios, por lo tanto, los costos de operación se incrementan debido al alto consumo de energía eléctrica.

En 1986, se diseñó y construyó una casa habitación bajo principios bioclimáticos, de manera empírica (basado en la experiencia del autor) suponiendo los efectos positivos de las estrategias de diseño aplicadas.

Los materiales de construcción utilizados en esta región, y porque no decirlo en toda la nación; son ladrillo rojo, block de cemento, acero, concreto armado y en estos últimos años los materiales denominados aislantes, como son productos a base de poliestireno expandido o poliuretano, sin embargo, para la propuesta se realizó un análisis de éstos materiales para seleccionar los más adecuados en función de sus características mecánicas y térmicas.

Simultáneamente se llevó a cabo una investigación del medio físico – climático que marcara las pautas de un diseño acorde con las condicionantes del entorno.

Con la información anterior se procede a ejecutar el proyecto y la construcción, aprovechando todos los elementos que el propio sitio proporciona.

Posteriormente la casa es habitada por los usuarios hasta la fecha, cabe mencionar, que ninguno de los espacios que componen el proyecto estuvo equipado con ningún sistema de climatización por un período de poco más de 18 años, tiempo en el cual se toman una serie de lecturas a manera esporádica, pues se colocaron termómetros que proporcionaron información de temperatura interior exterior en sitios la casa, estas fueron muy útiles en la retroalimentación del autor/usuario de la casa. De estas primeras mediciones se pudo apreciar la baja oscilación térmica que presentaba la vivienda ya que mientras en el exterior se tenían temperaturas de 42 ° C o superiores, en el interior la planta alta nunca se llegó a más de 31° C y en la planta baja la lectura no sobrepasó los 30 ° C., sin embargo, estas temperaturas no están consideradas dentro del rango de confort, el único medio

mecánico que la vivienda disponía, eran ventiladores de techo, mismos que, sumados a la ventilación cruzada, proporcionaba condiciones interiores aceptables durante las horas nocturnas.

Actualmente la vivienda cuenta con sistemas de aire acondicionado individual sobre todo en los dormitorios, a pesar de esto el consumo de energía eléctrica sigue siendo mucho menor que en una vivienda construida de la manera tradicional

Después de 18 años de utilización, en el año 2004 se lleva a cabo la evaluación térmica de dicha vivienda, para de esta manera poder constatar la efectividad de las estrategias de diseño empleadas de manera sistemática. Dicho estudio sirvió como tesis de licenciatura en Arquitectura de Laura Mercado Maldonado (2004) coautora del artículo.

DESCRIPCION CLIMATICA DEL LUGAR

En el municipio de Hermosillo existen dos regiones climatológicas: la primera corresponde a la región costera localizada al poniente del municipio, presenta un clima cálido-seco, con inviernos frescos y temperaturas extremas, que van desde los 0 °C en enero y febrero, hasta temperaturas máximas de 48°C en julio y agosto. La segunda región la conforma el resto del municipio, con un clima seco, cálido y extremoso; los meses más fríos son enero y febrero con temperaturas medias de 14 °C a 16 °C respectivamente y temperaturas mínimas extremas de cero grados; los meses de julio y agosto las temperaturas medias son de 31 °C y con máximas extremas de 47°C. Además de las temperaturas, otro de los componentes del clima lo conforma la humedad relativa., ver gráficas de la figuras 1 y 2.

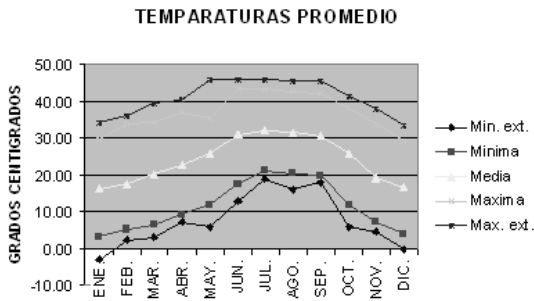


Figura 1. Temperatura mínima, media y máxima, y máximas extremas.

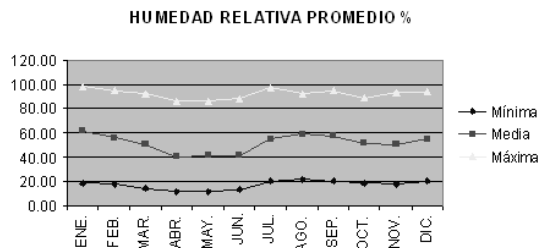


Figura 2. Humedad relativa.

Las estrategias para la utilización del viento y sus efectos sobre las superficies construidas, están basadas en las propuestas de G. Z. Brown (1994), y José Roberto García Chávez y Víctor Fuentes Freixanet (1995), sin embargo es necesario reconsiderar algunas estrategias complementarias ya que es imposible tratar de aprovechar un viento dominante en verano cuando éste alcanza una temperatura muy superior a los rangos de confort.

REQUERIMIENTOS DE ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL

El diagrama bioclimático de Olgay y los requerimientos bioclimáticos, así como el conocimiento del recorrido solar entre otras, son herramientas que fueron utilizadas para el diseño de estos espacios, ya que con éstas se obtuvo un diagnóstico que nos permitió en el momento de diseñar y construir conformar e integrar a la propia construcción las estrategias adoptadas.

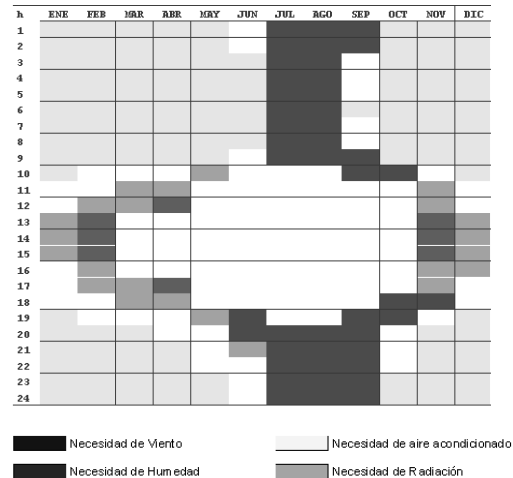


Figura 5. Calendario de necesidades bioclimáticas.



Figura 6. Fabricación de adobes para los muros de la casa.

ESTRATEGIAS Y CONSIDERACIONES BIOCLIMATICAS

El proyecto se desarrolla bajo la premisa de incorporar el adobe y el concreto armado como sistema constructivo, es por lo anterior que se lleva a cabo una excavación en el sitio para obtener la arcilla para la hechura de los adobes y al mismo tiempo ubicar en este nivel el área íntima.

En el diseño se puso atención especial en la orientación de la vivienda sobre todo en la envolvente arquitectónica, diseñando muros de 25 centímetros de espesor ubicados al norte y al este, no así al sur y oeste en donde los muros tienen un espesor de 0.45 centímetros

La planta semienterrada se diseña así, por las necesidades de obtener un espacio protegido del medio ambiente sobre todo en verano de las altas temperaturas, es aquí en donde sus moradores requieren del descanso después de las horas de trabajo, para proteger esta área de la humedad que el propio suelo proporciona se realiza una estructura de desplante (zapatas corridas) castillos y columnas, con muros de bloc en el norte y el oeste 0.20 metros arriba del nivel natural, al sur y al oeste el desplante es con muros

de contención rematando en un ancho de 0.45 metros, de estas coronas se desplantan los muros de adobe de 20 y 40 centímetros respectivamente.

En ésta se localiza además del estacionamiento para dos autos, es importante mencionar que en este nivel, orientado al oeste se encuentra el cubo de escaleras como espacio de amortiguamiento protegido por un muro de piedra brasa con una cortina de agua protegido de forma inclinada por serie de vigas de madera a cada 0.80 metros la cual recibe una malla sombra, además este espacio cuenta con una serie de micronizadores para enfriamiento evaporativo.



Figura 7. Ejecución de la cimentación a base de zapatas corridas y muros de contención.

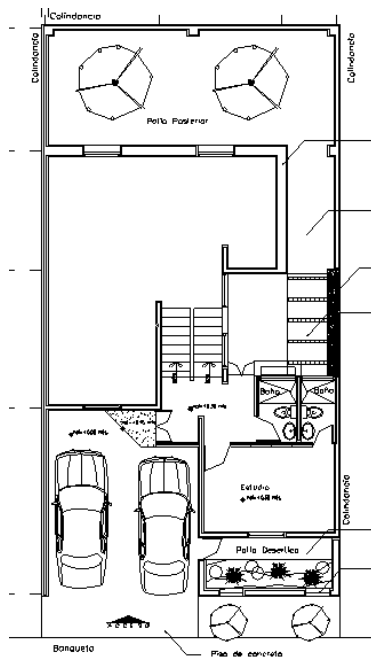


Figura 9. Planta de acceso nivel +0.36 en esta se localiza el estudio y el acceso a los niveles -1.26 y +1.62

Estos espacios generalmente son ocupados por lapsos de tiempo cortos, sin embargo sirve de escudo protector a la planta semienterrada, la construcción del entrepiso es de concreto armado, no así la techumbre que esta construida a base de vigas de madera con un terrado y reja, para tener mayor inercia térmica. En el nivel +2.64 se localiza una terraza que nos conduce a la lavandería y al patio de tendido, dicha terraza esta expuesta al oeste está protegida por malla sombra en las horas de mayor soleamiento.

El entrepiso de concreto armado sirve de almacén de calor durante el invierno, cuando el sol penetra por las ventanas

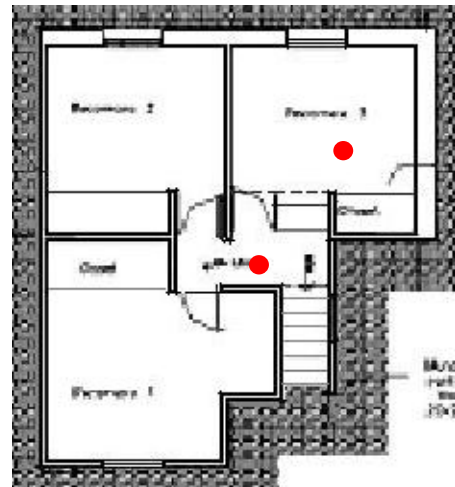


Figura 8. Planta nivel -1.26 se busca la protección térmica de la tierra en esta área destinada a los dormitorios.

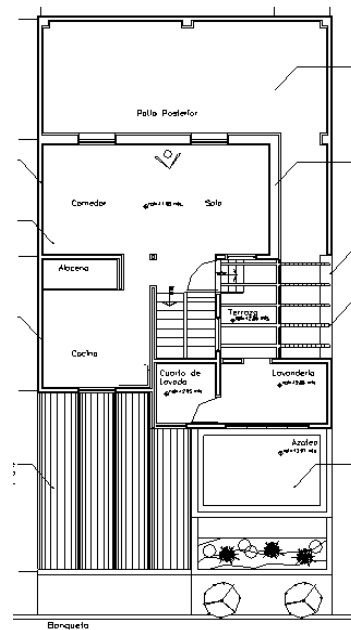


Figura 10. Planta nivel +1.62 En ésta se ubica el área de recepción, cocina, además de en un nivel +2.64.

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO

Ubicación de los sensores y mediciones realizadas.

Se analizaron cada uno de los espacios objetivamente, tomando en cuenta las diferencias térmicas que puedan tener entre sí y con esto obtener resultados tangibles para evaluarse. En la planta baja se colocó un sensor en una de las recámaras (ver figura 8), debido a que ésta se encuentra al sur y es un espacio semi-enterrado, otro en el vestíbulo que distribuye las recámaras, en el estudio se colocó un tercer sensor, en la planta alta se ubicó un cuarto y último sensor en el área de comedor, el cual se encuentra expuesto este.

El periodo de medición comprende del 13 de diciembre de 2003 al 29 de enero de 2004, en invierno, y del 28 de abril al 16 de mayo de 2004 en verano.



Figura 11. En esta fotografía puede observarse el tipo de techumbre a base de vigas y madera, que reciben el



Figura 12. En la primera fotografía se observa el patio a nivel de acceso y el muro de piedra, en la siguiente es la

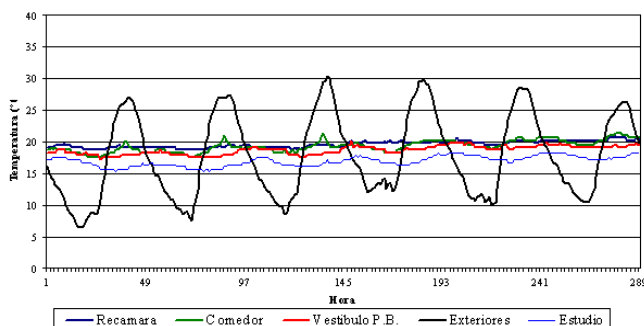


Figura 14. Temperaturas del 17 al 23 de diciembre

Análisis de las mediciones.

En las figuras 14 y 15 se puede observar que las temperaturas exteriores oscilan entre los 4°C a los 30°C en un solo día, mientras que dentro de la vivienda se tienen temperaturas casi constantes que oscilan máximo 3°C en un día, por lo que se puede decir que la vivienda tiene suficiente masa térmica como para mantener temperaturas confortables dentro de la vivienda.

El lugar más frío de la casa es el estudio con temperaturas que oscilan entre 15°C y 17°C mientras que en la recámara y comedor se encuentran entre los 18°C y 20°C, mientras que la temperatura promedio exterior va de los 11°C a las 8:00a.m., 23°C a las 13:00 hrs. y 17°C a las 18:00 hrs.

En verano el período de análisis fue del 28 de abril al 16 de mayo de 2004. Como se observa en las figuras 16 y 17, las temperaturas exteriores oscilan entre los 20°C y 39°C, mientras que las interiores van de 27°C a 30°C., temperaturas que se encuentran cercanas a los rangos de confort, siendo la recámara el lugar más fresco y el comedor el más cálido

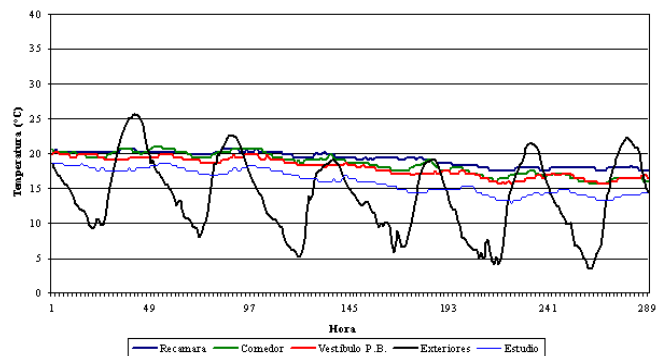


Figura 15. Temperaturas del 25 al 31 de diciembre

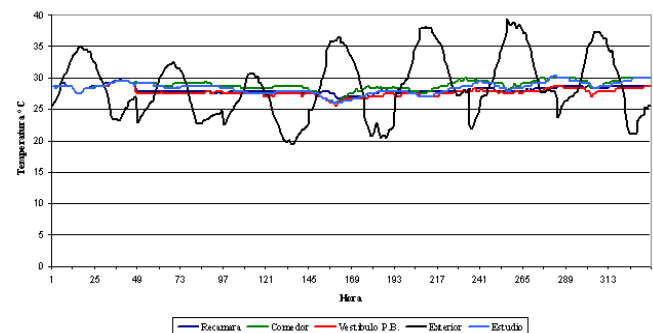


Figura 16. Temperaturas del 26 de abril al 4 de mayo

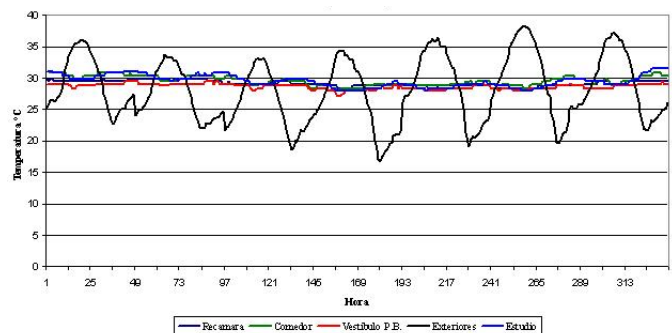


Figura 17. Temperaturas del 10 al 16 de mayo.

Resultados del balance térmico

Para llevar a cabo el balance térmico de la casa se utilizó el software Ener-Win

Como resultados principales se obtuvo una carga de enfriamiento el mes de julio de 2615 kw h, mientras que en enero se necesitaron solo 480 kw h.

En cuanto al consumo de energía eléctrica total, en enero es de 3644 kw h y 5258 kw h en invierno.

De lo anterior podemos decir que no es grande la diferencia entre una estación y otra, esto es un buen indicador de la eficiencia energética de la casa ya que en la mayoría de las viviendas de la región la diferencia en el consumo de energía en verano que en invierno es muy grande.

Análisis del confort

Para obtener un rango de confort se utilizó el programa “Zona variable de confort térmico” (Chávez, 2002) en el cual se introduce a la base de datos factores ambientales como temperaturas y humedades relativas interiores y exteriores, factores personales y factores arquitectónicos.

En la figura 20, se puede observar que la temperatura exterior va de 16.7°C a 34.3°C mientras que en el interior permanecen de 25.9°C a 28.7°C, estando en el rango de confort de ese día respectivamente que va de 16.9°C a 30.5°C

La figura 21 muestran comportamiento de las temperaturas éstas, oscilan entre los 19.5°C a 38.2°C y las temperaturas interiores van de 29.1°C a 30.1°C (figura 21) con un rango de confort de 17.7°C a 32.3°C.

En la figura 22 (día más cálido de invierno) se observa que las temperaturas exteriores varían desde los 12.4°C hasta los 29.4°C, mientras que en el interior se tienen temperaturas de 19°C a 21°C permaneciendo en el rango de confort que va desde 15.5°C a los 28.6°C.

Por otro lado, la figura 23, nos muestra el comportamiento de la temperatura en la zona de confort del día más frío en invierno, se tuvieron temperaturas exteriores desde 3.7°C hasta 22°C mientras que en el interior se conservan de 18.3°C – 20.4°C estando dentro del rango de confort que va desde 13.1°C a 26.3°C.

En las gráficas 7 y 8 se analiza el verano, se observa que la vivienda se encuentra dentro del rango de confort sin uso alguno de equipos de enfriamiento, en lo particular, los espacios de recámaras son los que se encuentran menos afectados manteniendo constantes entre 22°C a los 24°C en el interior, mientras que en el exterior tenemos desde 9°C hasta 24°C en invierno, con lo anterior se deduce que la solución de enterrar la vivienda es viable para este tipo de climas, sin embargo cabe mencionar que en el espacio de estudio se encuentra a 17° C en invierno y 29° C a 31° C en verano (niveles por encima y debajo del confort), una solución sería aislar la fachada poniente.

En el espacio de sala y comedor la terraza juega un papel importante, ya que se aprovecha el viento que se logra captar y con los aspersores produce un ambiente fresco, logrando así entrar en los niveles de confort adecuados en el verano.

Por otra parte, en las graficas 9 y 10 se muestran los resultados del invierno, permaneciendo dentro del rango de confort que va de 13.3°C a 28.6°C.

Cabe mencionar que la vivienda cuenta con abanicos en las áreas de cocina, sala, estudio y recámaras, lo cual es suficiente en los meses de abril, mayo y junio para estar dentro del rango de confort, sin embargo en el mes de julio, y principalmente en las noches, se logra este nivel con el uso del sistema mecánico de enfriamiento logrando así un mínimo consumo de esta energía.

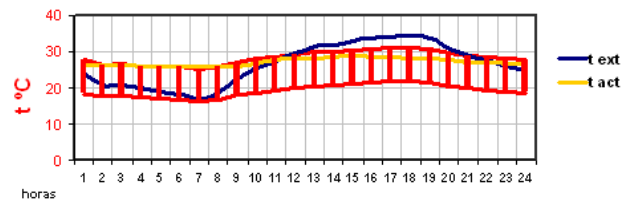


Figura 20. Día más frío de verano.

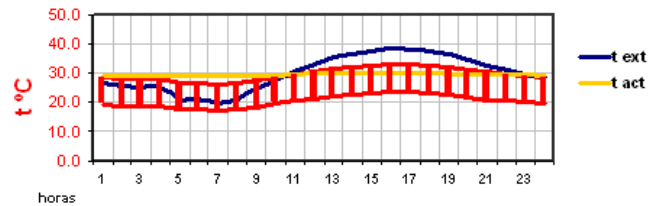


Figura 21. Día más cálido de verano.

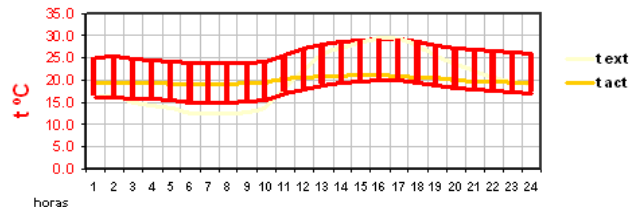


Figura 22. Día más cálido de invierno.

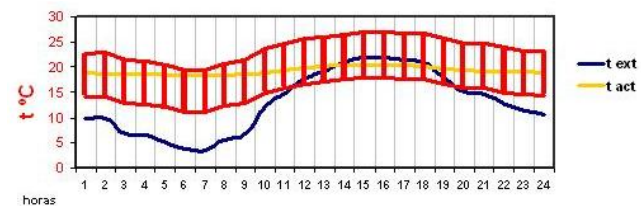


Figura 23. Día más frío de invierno.

CONCLUSIONES

Los resultados, tanto de la evaluación cualitativa como cuantitativa fueron satisfactorios, se podría decir que las estrategias de diseño empleadas en la casa, funcionaron de manera muy cercana a las intenciones del proyectista.

Lo anterior es una muestra de cómo empleando un proceso de diseño correcto, es posible obtener una vivienda habitable.

Otro aspecto importante es la evaluación post-construcción y post-ocupación de un edificio con estas características, ya que en este caso, al estar habitado por el mismo arquitecto que lo diseñó, ha permitido hacer constantes ajustes y correcciones para mejorar su desempeño.

REFERENCIAS

- Brown, Z. (1994). Sol luz y viento. Ed. Trillas. México. D. F.
- Chavez del Valle, F. (2002) Zona Variable de Confort Térmico Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
- García Chávez, J. R., Fuentes Freixanet, V. (1995). El viento en la arquitectura. Ed. Trillas. México, D. F.
- Mercado Maldonado, L. (2004) Tesis Profesional. “Evaluación térmica de una casa habitación bioclimática”. Programa de Arquitectura. Universidad de Sonora. Hermosillo Son.