

Estrategias de adaptabilidad y clasificación bioclimática al interior de la vivienda tradicional

Adaptability and Bioclimatic classification strategies inside the traditional housing

Carlos Alberto Fuentes-Pérez(1); Daniel Celis-Flores(2); Yolanda Guadalupe Aranda-Jiménez(3)

1 Doctor en Arquitectura / SNI I / Líder del Cuerpo Académico de Calidad del Hábitat, FADU, México.

E-mail: cfuentes@docentes.uat.edu.mx

2 Doctor en Arquitectura. Integrante del Cuerpo Académico de Calidad del Hábitat, FADU, México.

E-mail: dcelis@docentes.uat.edu.mx

3 Doctora en Arquitectura / Miembro del SNI I / Catedrática-Investigadora, FADU, México.

E-mail: yaranda@docentes.uat.edu.mx

Revista de Arquitectura IMED, Passo Fundo, vol. 6, n. 1, p. 22-48, Jan.-Jun., 2017 - ISSN 2318-1109

DOI: <http://dx.doi.org/10.18256/2318-1109/arqimed.v6n1p22-48>

Como citar este artículo / How to cite item: [clicque aqui!/click here!](#)

Resumen

La acción transformadora del espacio natural sobre el que se realiza el emplazamiento de la ciudad de Tampico, México llega a ser productora en gran medida de sus propias condiciones ambientales, incluida la climatología urbana. Por lo tanto, el riesgo de sobrecalentamiento en las viviendas se prevé que aumente debido al cambio climático antropogénico y la modificación del clima urbano local. Peculiaridades de la vivienda tradicional como su geometría, orientación, aspecto, vidrio y los sistemas envolventes de construcción tales como la masa térmica y resistencia pueden influir en dicho riesgo. El objetivo de la presente investigación es determinar las estrategias de adaptabilidad y clasificación bioclimática, al interior de la vivienda tradicional en Tampico, México. Para determinar mediante la metodología de una investigación experimental aplicada realizada en 2016, un idóneo diseño arquitectónico que demuestre adaptarse al contexto. Y en lo conclusivo comprobar que por la valoración bioclimática, el sistema constructivo y emplazamiento de la vivienda tradicional, determinan el análisis higrotérmico.

Palabras Clave: Arquitectura bioclimática. Diseño arquitectónico. Factores ambientales.

Abstract

The transformative action of the natural space on which the site of the city of Tampico, Mexico, is produced, largely produces its own environmental conditions, including urban climatology. Therefore, the risk of overheating in housing is expected to increase due to anthropogenic climate change and modification of the local urban climate. Peculiarities of traditional housing such as its geometry, orientation, appearance, glass and enveloping construction systems such as thermal mass and resistance can influence this risk. The objective of the present investigation is to determine the strategies of adaptability and bioclimatic classification, within the traditional dwelling in Tampico, Mexico. To determine through the methodology of an applied experimental research carried out in 2016, an ideal architectural design that demonstrates adapting to the context. And in the conclusive to verify that by the bioclimatic valuation, the construction system and location of the traditional dwelling, determine the hygrothermal analysis.

Keywords: Bioclimatic architecture. Architectural design. Environmental factors.

1 Introducción

Indica Kolaitis *et al.*, (2013) que los estudios de monitoreo térmico se realizan de dos maneras: el teórico mediante simulación, y el que se realiza en condiciones reales de funcionamiento mediante experimentación científica, con instrumentos confiables.

De los factores ambientales térmicos a monitorear al interior, expresan Karagiozis & Salonvaara (2011), la temperatura T es el parámetro básico para la evaluación térmica de la vivienda como elemento del clima, es el parámetro que determina la transmisión de calor de un cuerpo a otro en forma comparativa por medio de una escala. Se utilizan, en general, tres tipos de escalas termométricas: los grados Centígrados, los grados Kelvin y los grados Fahrenheit.

De igual manera la humedad relativa HR para Tariku *et al.* (2011), suele ser el factor sin influencias aparentes con valores entre el 40.00% y el 60.00%. Cuando los factores personales y ambientales son moderados opinan Taylor *et al.*, (2014), que se considera satisfactorio el intervalo entre el 30.00% y el 70.00% de humedad relativa.

Para el análisis e interpretación del comportamiento higrotérmico de la vivienda, existen diversas formas de analizar los factores ambientales y sus interrelaciones; a indicar de Marique *et al.* (2014), entre los más conocidos están la hora-grado con mediciones a cada hora al interior y exterior de la vivienda de temperatura y humedad relativa.

Las mediciones monitoreadas de la vivienda tradicional se tienen que recabar, ordenar y analizar en una bitácora de monitoreo para su futura interpretación mediante gráficas higrotérmicas y los diagramas adaptativos a emplear en el presente trabajo, por lo tanto, la valoración climática de temperatura y humedad media mensual de 2016, que es cuando se realiza el trabajo de investigación en Tampico, México son las siguientes:

El mes con temperatura más baja media es **enero** 17.45°C *Mes Crítico*

El mes con temperatura más alta media es **agosto** 30.15°C *Mes Crítico*

2 Desarrollo Temático

Modelo de comportamiento térmico de Humphreys, M.A.

Humphreys (1997), hace una revisión de los datos de estudios de campo, en la que encuentra una fuerte dependencia estadística de las neutralidades térmicas T_n , o temperaturas en las que un mínimo estrés es reportado en escalas verbales, en niveles medios de temperatura del aire, o temperatura de globo T_i , experimentadas por los

encuestados en interior o exterior, en un periodo de aproximadamente de un mes. Se encuentra que el valor de T_n oscila unos 13.0°C , esto es, entre 17.0°C y 30.0°C y aplica la siguiente ecuación:

$$T_n = 2.56 + 0.83. T_i \quad (1)$$

Un posterior análisis realizado por (Humphreys y Nicol, 2001) sustituyendo la temperatura interior por la media exterior (T_m), produce resultados similares en viviendas sin sistemas de acondicionamiento mecánico del aire:

$$T_n = 11.9 + 0.534. T_m \quad (2)$$

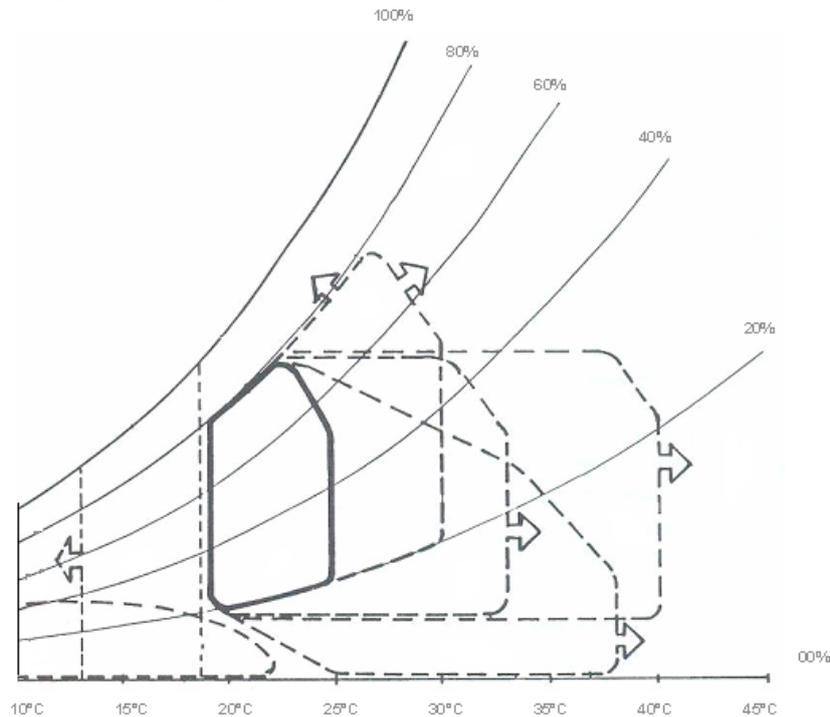
Zona de comodidad térmica, con límites constantes

El ancho de la franja de comodidad o tolerancia con límites constantes, como se ha mencionado por Nicol y Humphreys (2002), consideran una anchura directamente proporcional a la posibilidad de los usuarios de realizar acciones adaptativas, en dicho caso la zona de comodidad térmica puede ser considerablemente más ancha que $\pm 2.00^{\circ}\text{C}$ en torno a la temperatura media preferida de los usuarios de realizar acciones adaptativas, en dicho caso la zona de comodidad térmica puede ser considerablemente más ancha que $\pm 2.50^{\circ}\text{C}$.

Adaptabilidad bioclimática

Sin embargo, nuevas investigaciones como es el caso de Lechner (2001), en su libro, "Métodos de diseño para arquitectos", profiere claramente que el clima es universal y no tiene frontera alguna, y por lo cual diseña su diagrama psicrométrico y con el cual se pueden determinar estrategias de adaptabilidad bioclimática, para el interior de la vivienda o espacio monitoreado por T y HR Para cualquier clima dependiendo de su latitud y longitud con respecto al meridiano de Greenwich.

Figura 1. Diagrama bioclimático de (Lechner, 2001)



Se observa en la Figura 1, este diagrama psicométrico que sobresale en la actualidad en las investigaciones ya que considera todo tipo de clima. Es una representación tal que cada espacio del mismo define determinadas condiciones atmosféricas dadas por la temperatura ambiente y las condiciones de humedad relativa,

Clasificación bioclimática

Al realizar la valoración higrotérmica al interior de los espacios para el clima de Tampico, México arroja como resultante a qué tipo de valoración bioclimática pertenece, según los gráficos adaptativos de temperatura y humedad relativa, y su ubicación. Para lo que los investigadores del presente trabajo adaptan el diagrama de Lechner (2001), y por lo tanto, son de los pioneros en determinar el análisis higrotérmico de la vivienda con exactitud, en México.

2.1 Características constructivas de la vivienda tradicional en Tampico, México

Para los habitantes de Tampico, la vivienda concebida a principios del Siglo XX, se denomina vivienda tradicional tampiqueña. La información bibliográfica que existe en lo que se refiere al estudio tipológico de viviendas de ese tiempo es escasa, por lo tanto el presente investigador se da a la tarea de entrevistar a expertos como cronistas, historiadores, constructores y ciudadanos conocedores del tema, para determinar las características tipológicas bien definidas y son las que se edifican de 1920 a 1950.

Se encuentra actualmente enclavada la vivienda tradicional, que sirve de estudio de caso para el presente trabajo de investigación, y que viene a aparecer en el segundo cuadro, de la zona centro de Tampico.

Para Sánchez (1998), las técnicas utilizadas también son producto de la transmisión consuetudinaria, aportando soluciones de mayor o menor complejidad, como en cuanto a las orientaciones, la trabazón de los muros, las armaduras o las losas.

La tecnología constructiva de la vivienda tradicional en Tampico, es herencia arquitectónica de la amalgama de población que transita por la ciudad a través del tiempo, y recupera parte de los que viven en otras latitudes y las adaptan al clima.

Cimentación de piedra braza

El tipo de cimentación en la vivienda tradicional en los primeros cincuenta años del siglo pasado en Tampico, se caracteriza por ser corrida y de piedra braza, un material arenisco, en aquel entonces típico en la zona el cual su cementante es de mortero de cal-arena proporción 1:4, con un escarpio de 60° como máximo recomendable, apoyado sobre una plantilla de concreto pobre, o de pedacera del mismo material, producto natural del desperdicio producido al cortar y darle forma a la piedra braza denominado cascajo.

Muros de ladrillo de milpa

Los muros empleados son de mampostería, a finales del siglo XIX se emplean los de piedra braza de 0.30 m de espesor; más adelante a principios del siglo XX el ladrillo es de arcilla de milpa, o simplemente ladrillo de milpa producido en las parcelas de la región. Cabe aclarar que se le denomina LADRILLO DE MILPA, ya que la milpa no es simplemente un campo sembrado de maíz, como tienden a definir, en afán de síntesis algunos autores.

La producción del ladrillo de milpa es 100% artesanal realizado con arcillas de la región en hornos superficiales de barro fresco, los cuales se introducen encasetonados apoyado uno sobre otro cuatrapeados, dejando dos ladrillos cruzados sobre otros dos, para cocerse, al secarse estos tenían franjas a su lados de color más claro que al centro.

El ladrillo de milpa se pegaba para el desplante de muros con cal y arena, al igual que los aplanados del mismo tanto al interior como al exterior y se le denomina caliche en proporción 1:4.

Predominan los muros gruesos de 0.40 ó 0.20 m. dando la rigidez al cuatrapeo de los ladrillos de milpa, ya que se aprovecha su medida de 0.05 x 0.10 x 0.20 m. a cada dos hiladas, se coloca una perpendicular al sentido que se coloca normalmente en las esquinas y cruces de muros, donde se amarran haciendo un castillo del mismo ladrillo.

Cubierta de bóveda catalana o curva

Asimismo las dimensiones interiores de los espacios en su mayoría son de 3.50 m de altura y la cubierta de bóveda catalana que trabaja a manera de colchón térmico hace que disminuya en un buen porcentaje la temperatura media radiante al interior de la vivienda.

Las variaciones más notables se manifiestan en los materiales y sistemas constructivos empleados, ya que en los primeros cincuenta años del siglo pasado, se utiliza el sistema conocido como la bóveda curva, que no es más que un perfil de acero o polín de madera como es llamado popularmente, colocado en el sentido corto del claro, haciendo un arco rebajado con ladrillo de milpa de 0.03 x 0.10 x 0.20 m pegados con yeso y una capa de compresión de caliche en proporción 1:4, mediante una cimbre de madera de 1:00 m de largo la cual se va corriendo según va creciendo la envolvente.

2.2 Vivienda tradicional

La vivienda tradicional presenta en sus características arquitectónicas una entrada principal por medio de un zaguán para los propietarios y un pórtico de acceso de servicio más reducido para la servidumbre, el cual conduce por medio de un pasillo lateral al patio central de la vivienda, con tres ventanales al frente de 2.00 x 1.00 m. de doble hoja con abatimiento interior y una tercera superior con abatimiento horizontal al igual que el zaguán para deshumidificar y eliminar el aire caliente del interior, la fachada principal comprende una altura máxima de 4.85 m, como se observa en la Figura 2.

Figura 2. Fachada Principal



Fuente: Elaboración Propia.

Las áreas donde se encuentran los aparatos de medición de temperatura y humedad relativa son la sala sin climatización y comprende 110.00 M³ y la recámara principal también sin climatización ocupa 65.00 M³. La altura interior de piso a cielorraso es de 4.25 m, como se observa en la figura 3 a continuación.

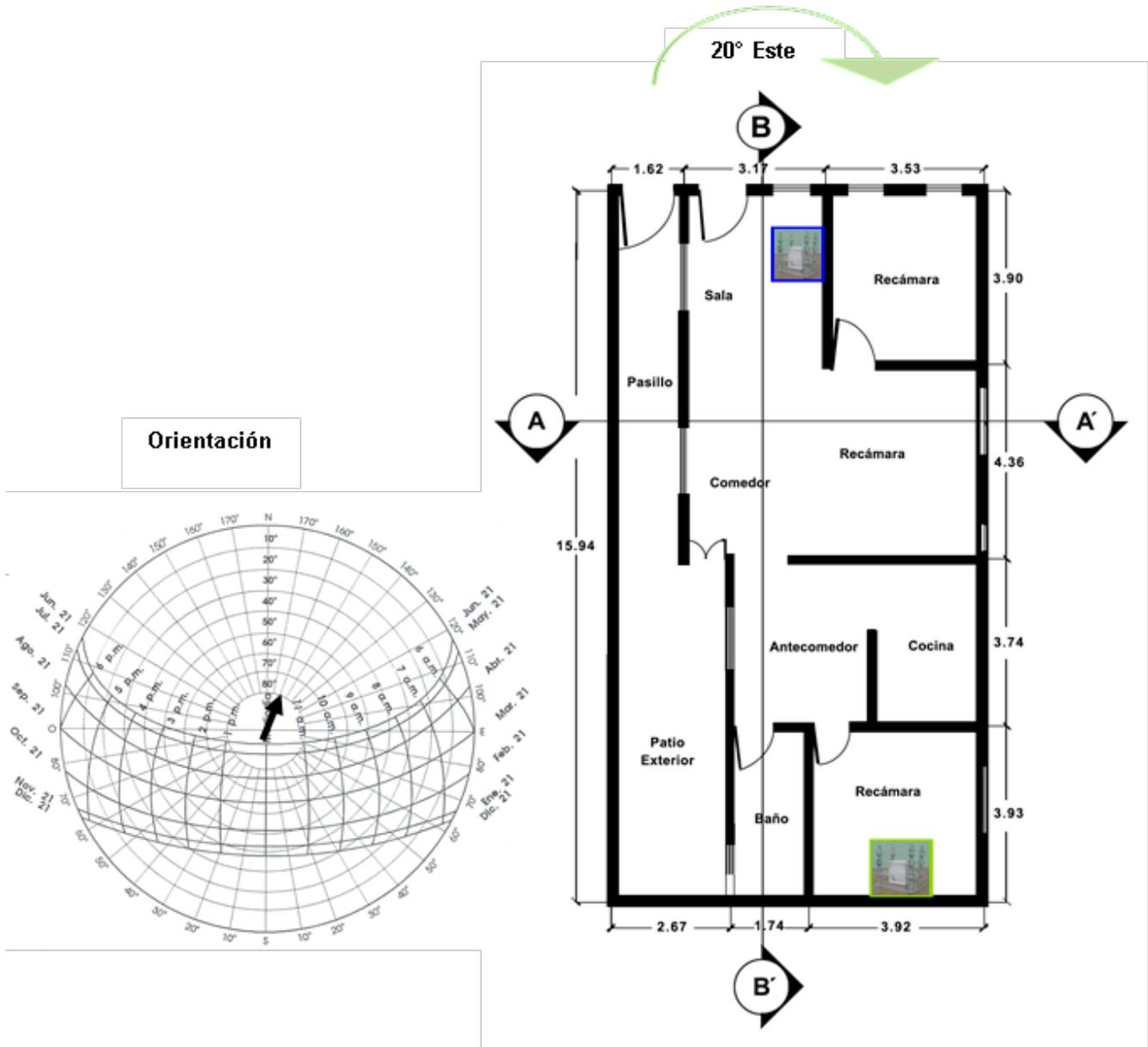
Figura 3. Interior de la Sala



Fuente: Elaboración Propia.

Contempla dentro de sus áreas sala, comedor, 3 recámaras, cocina, antecomedor y un baño, el corredor exterior asume el papel de vínculo entre el exterior y el interior, como se presenta con sus medidas en la Figura 4.

Figura 4. Planta Arquitectónica



Fuente: Elaboración Propia.

El área total de la vivienda tradicional es de 564.30 M², con un área de losa de 133.00 M², con un área de envolvente sin contemplar la losa de 206.00 M², con un área total de aberturas de 48.00 M², dando un porcentaje de aberturas en la envolvente del 30.00%.

2.3 Clima de Tampico, México

El clima en Tampico, México, refiere Sánchez (2011), es de tipo tropical, subhúmedo, cálido y extremo. Sus coordenadas son Latitud Norte 22° 12' 00" y 97° 51' 22" longitud Oeste del meridiano de Greenwich, se eleva solamente unos 12 metros sobre el nivel del mar.

3 Fundamentos Metodológicos

La investigación es un procedimiento que permite centrar la atención en la comodidad térmica de la vivienda tradicional como estudio de caso, para obtener información amplia y profunda, para contrastarla térmicamente. Se utiliza la entrevista, la observación, el análisis de documentos y la medición térmica. Por lo tanto, es una investigación experimental aplicada realizada en el año 2016 para identificar patrones de temperatura T y humedad relativa HR solamente, no realizados con anterioridad en este tipo de viviendas en Tampico, México.

Instrumentos de medición

Las mediciones al interior de la vivienda común se realizan con los Hobo's U10-003 el cual, es un instrumento electrónico confiable capaz de medir temperatura del aire y humedad relativa. Dichas mediciones son por espacio de un año en la vivienda estudio de caso, con intervalos de monitoreo cada hora, las 24 horas. Las mediciones de los valores térmicos interiores se contrastan con los exteriores monitoreados estos, con los Hobo's U23 Prov2.

Para el experimento se ubican los Hobo's, **únicamente** en dos espacios bien definidos al interior de la vivienda estudio de caso, en un **área** social como lo es la sala y una **área íntima** como lo es la recámara principal, ya que las mediciones de temperatura de aire y humedad relativa de ambos espacios varían según actividades del usuario, y al exterior en un lugar a una altura de 4.50 m, varía de acuerdo a los diversos factores y actividades que influyen en el día y la noche.

Las mediciones que presenta cada Hobo U10-003 y U23 Pro v2 de Tmr de los espacios internos y del exterior respectivamente, para Langmans *et al.* (2012), se exportan a una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel por medio de un Hoboware software y de la estación base óptica U-4, donde se realiza una tabla con las mediciones íntegras de temperatura del aire en °C y de la humedad relativa expresada en %.

Evaluación del análisis higrotérmica por medio de gráficos con zona de comodidad térmica constante de la vivienda estudio de caso

Se realiza principalmente en las estaciones con sus meses críticos, que son las que determinan los días de comodidad, demasía y pérdida con respecto a la variable de la temperatura, se obtienen a partir de considerar la temperatura de neutralidad de acuerdo al modelo adaptativo de comodidad térmica de (Humphreys y Nicol, 2001).

$$T_n = 11.9 + 0.534 \cdot T_m \text{ °C}$$

También se realiza en las estaciones con sus meses críticos, que son las que determinan los días de comodidad, demasía y pérdida con respecto a la variable de humedad relativa, considera lo estipulado en la (Norma ISO 7730:2005) que la ubica idealmente en 50.00% y se determinan de la siguiente manera:

$$HRn = 50.00\%$$

Gráficos higrotérmicos

Los gráficos de T del aire y HR de la vivienda para Moradas *et al.* (2012), deben ser con base a los valores medios diarios proporcionados por los Hobo's U10-003 para el interior y para el exterior los proporcionados por los Hobo's U23 Pro V2, considerando los meses de enero y agosto estimados por la investigación, y elaborados con una zona de comodidad constante, mediante elaboración propia. Proporcionan la estrategias a seguir de adaptabilidad bioclimática del comportamiento anual de T y HR media mensual, 2016.

Con este tipo de gráfico se determina la resultante de la Tn -límites superior e inferior-días de comodidad, demasía y pérdida térmica y la HRc -límites superior e inferior-días de comodidad, demasía y pérdida térmica de HR.

Concibiendo a los días de comodidad, como aquellos que se encuentran dentro de la franja o zona de comodidad térmica de temperatura o humedad relativa.

Los días de demasía como los diferenciales máximos que vienen a ser los días-grado por arriba del límite superior de las zonas de comodidad térmica constante de T o HR .

Los días de pérdida térmica, vienen a ser los mínimos que son la sumatoria de los días-grado acumuladas por debajo del límite inferior de la zona de comodidad térmica de T o HR .

Estrategias de adaptabilidad bioclimática interior

El diagrama de adaptabilidad bioclimática interior contrasta sus resultados con los gráficos higrotérmicos. Se logra saber mediante el ajuste de la línea climática, que representa las condiciones climáticas del lugar de estudio para un mes determinado. Los valores requeridos son: media de las temperaturas mínimas diarias $T_{mín}$; media de las temperaturas máximas diarias $T_{máx}$; y la media de la humedad relativa correspondiente a cada una de las temperaturas.

El ábaco de Lechner (2001), está compuesto por las zonas siguientes: 1. Zona de comodidad en invierno; 2. Zona de comodidad en verano; 3. Zona de comodidad con ventilación cruzada, expresa las mismas condiciones que en la zona de comodidad pero admitiendo utilizar ventilación; 4. Zona de mayor inercia térmica, capaz de promediar

en su interior las temperaturas extremas del exterior; 5. Zona de mayor inercia térmica con ventilación nocturna; 6. Zona para refrescar por evaporación; 7. Zona de humidificación; 8. Zona de ganancia interna, donde la vivienda es capaz de mantenerse en comodidad, tan sólo por la propia actividad de los usuarios al interior de la vivienda, materiales y soluciones constructivas empleadas; 9. Zona de calentamiento solar pasivo y activo; 10. Zona de deshumidificación, en esta zona es necesario realizar una climatización pasiva o híbrida de enfriamiento con deshumidificación del aire.

Clasificación bioclimática interior

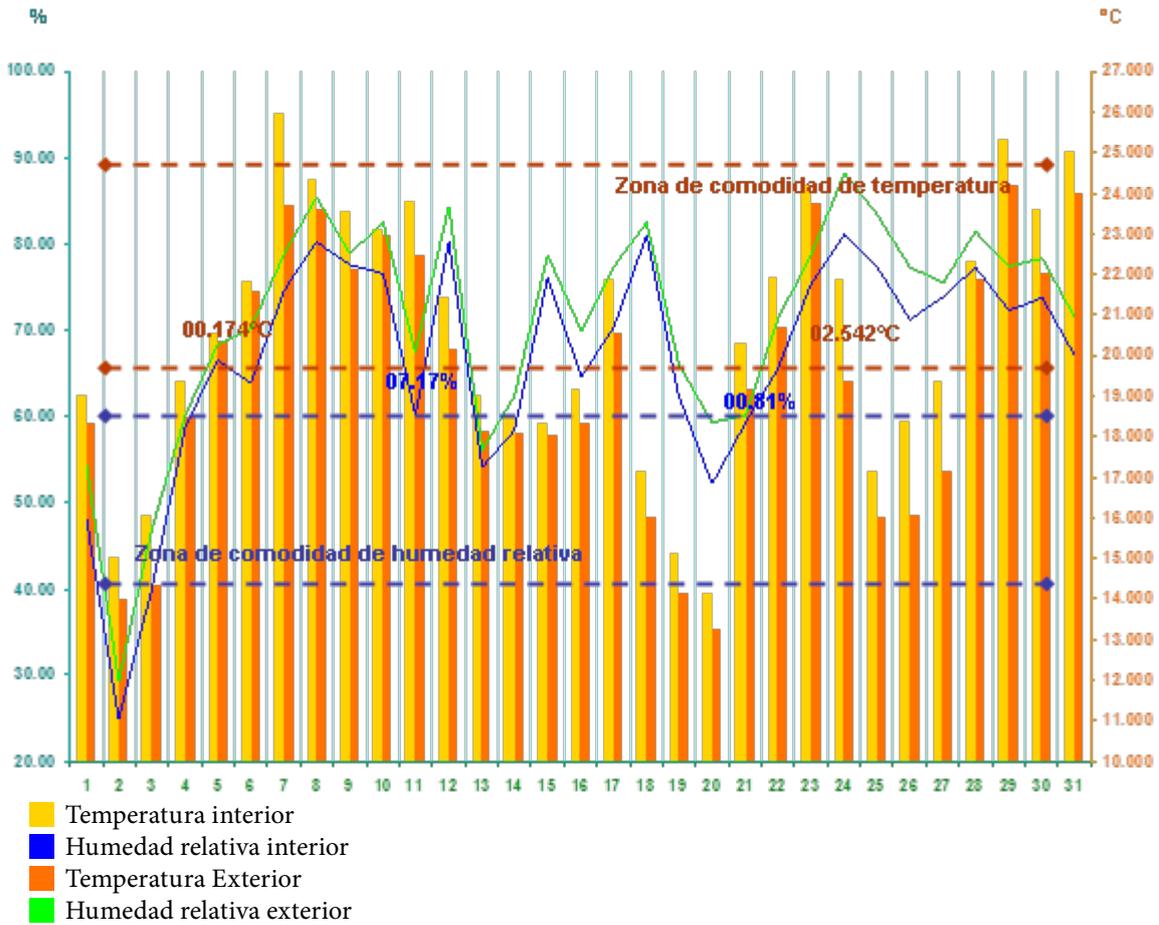
Con estos diagramas se logran los resultados de las estrategias de adaptabilidad bioclimática interior por medio de su línea climática da la posición exacta de cada espacio y tiempo analizado para poder estar en condiciones finalmente de corroborar los gráficos higrotérmicos de T y HR vertida por las resultantes de los gráficos de adaptabilidad bioclimática, que exponen si el espacio o área analizada en el experimento científico en realidad es *moderado*, o sea un espacio que produce comodidad durante parte del año; *cálido seco*, es el espacio que produce calor sofocante por falta de mayor inercia térmica; *cálido húmedo*, espacio que produce calor sofocante pero a mayor humedad relativa al interior más caliente se percibe la vivienda; *caliente seco*, espacio que produce calor que no es agobiante, es soportable; *caliente húmedo*, espacio que produce calor pero a mayor humedad relativa al interior se refresca la vivienda; *húmedo*, espacio que produce sofocación por el aire viciado causado por las actividades cotidianas hasta los contaminantes despedidos por los materiales de construcción; o *frío*, espacio que provoca escalofríos por falta de ventilación idónea, empleo de materiales inadecuados a la región y mala integración al entorno en su concepción y forma, en determinado mes o día del año.

4 Consideraciones finales

Los resultados se presentan con base al experimento científico con datos duros, concentrados en los siguientes gráficos de análisis higrotérmico, así como los diagramas de adaptabilidad y clasificación bioclimática interior.

4.1 Análisis higrotérmico de la vivienda tradicional en la sala, enero 2016

Figura 5. Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa

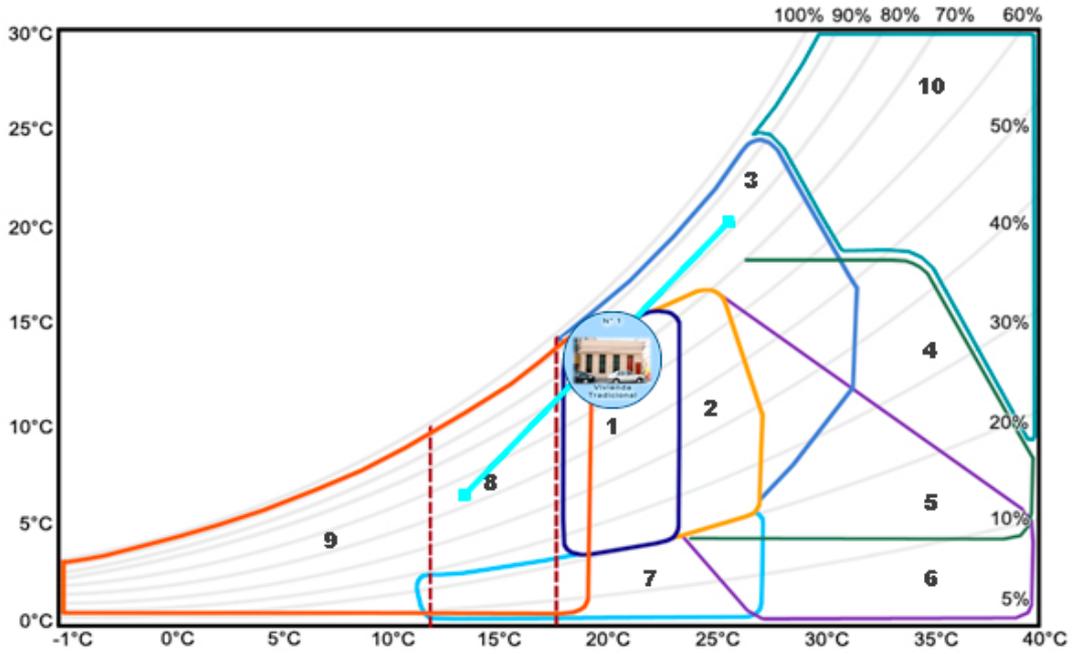


Fuente: Valores interiores y valores exteriores con Hobo's. Elaboración Propia.

Análisis higrotérmico

Días comodidad de temperatura	14
Días demasía de temperatura	3
Días pérdida de temperatura	14
Días comodidad de humedad relativa	7
Días demasía de humedad relativa	23
Días pérdida de humedad relativa	1

Figura 6. Estrategias de adaptabilidad bioclimática interior

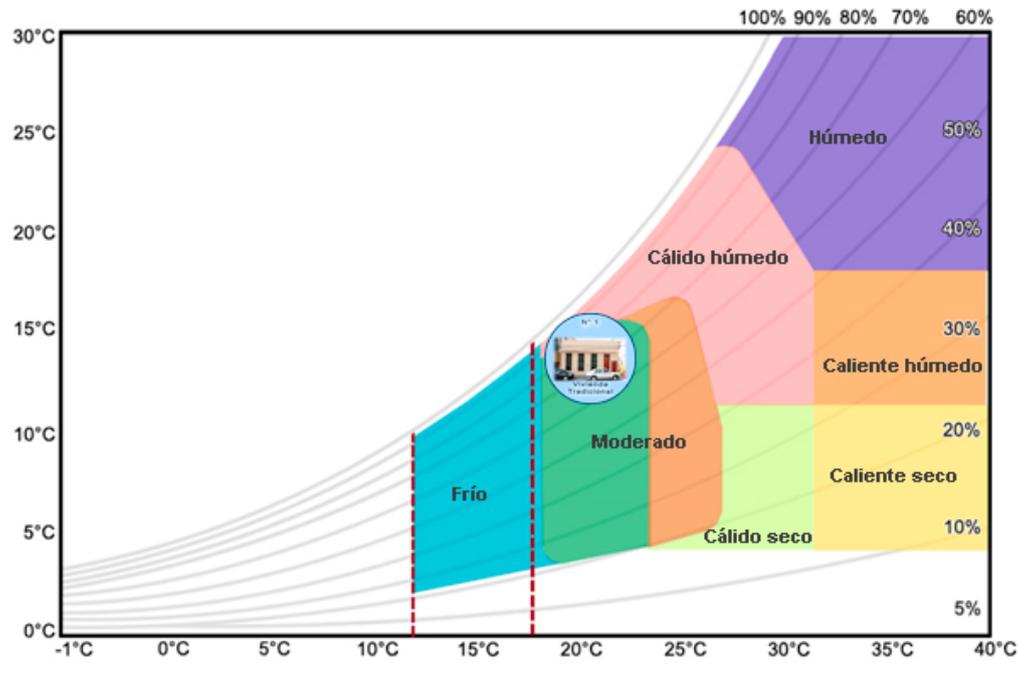


Fuente: Diagrama de (Lechner, 2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Estrategias de adaptabilidad bioclimática interior

T. Mínima con su correspondiente H. R.	T. Máxima con su correspondiente H. R.
14.125°C – 52.15%	25.972°C – 80.22%
Estrategias de habitabilidad térmica	
Zona de comodidad en invierno	1
Zona de comodidad en verano	2
Ventilación cruzada	3
Mayor inercia térmica	4
Mayor inercia térmica con ventilación nocturna	5
Refrescar por evaporación	6
Humidificación	7
Ganancia interna	8
Calentamiento solar activo y pasivo	9
Deshumidificación	10

Figura 7. Clasificación bioclimática interior



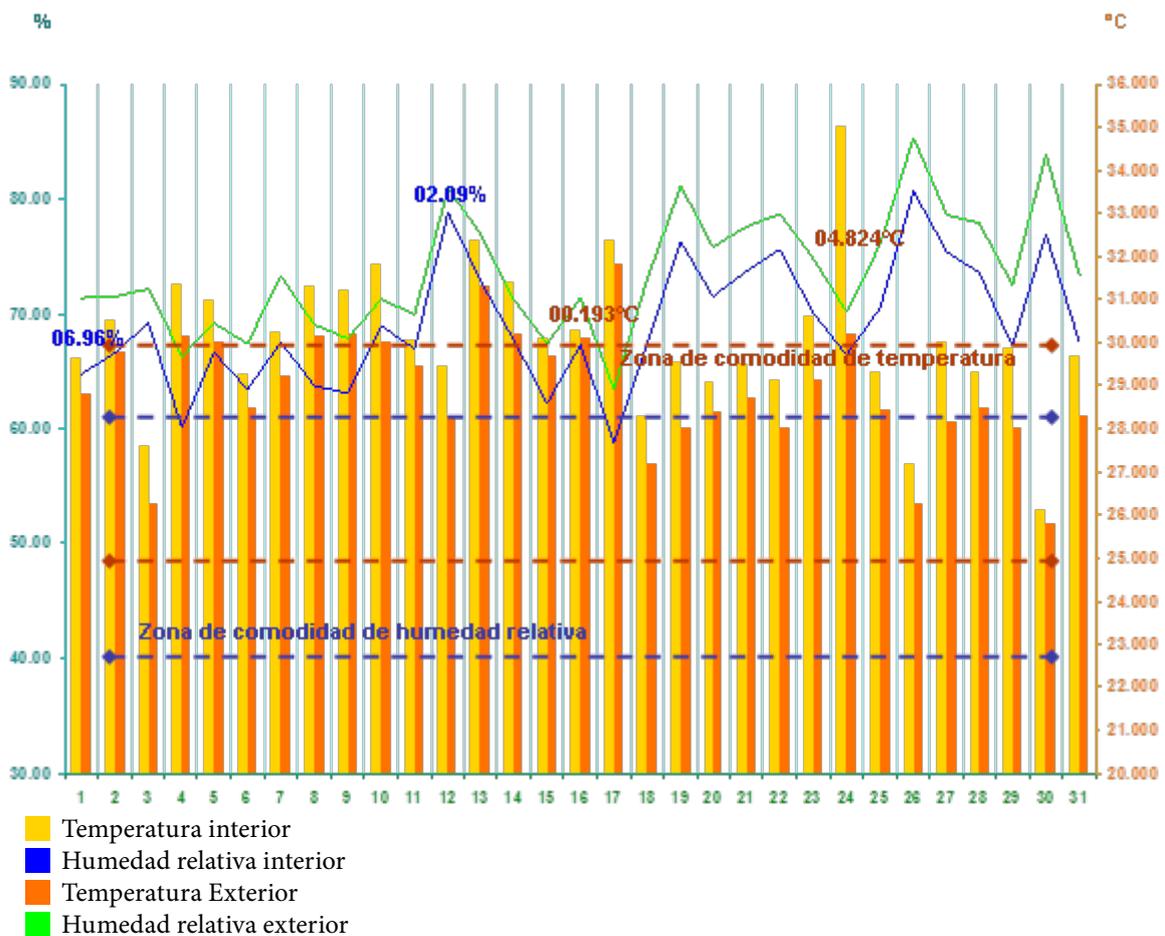
Fuente: Diagrama de (Lechner, 2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Clasificación bioclimática interior

- Enero
- Clasificación climática
- Moderado**
- Cálido Húmedo
- Húmedo
- Caliente húmedo
- Caliente seco
- Cálida seco
- Frío

4.2 Análisis higrotérmico de la vivienda tradicional en la sala, agosto 2016

Figura 8. Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa

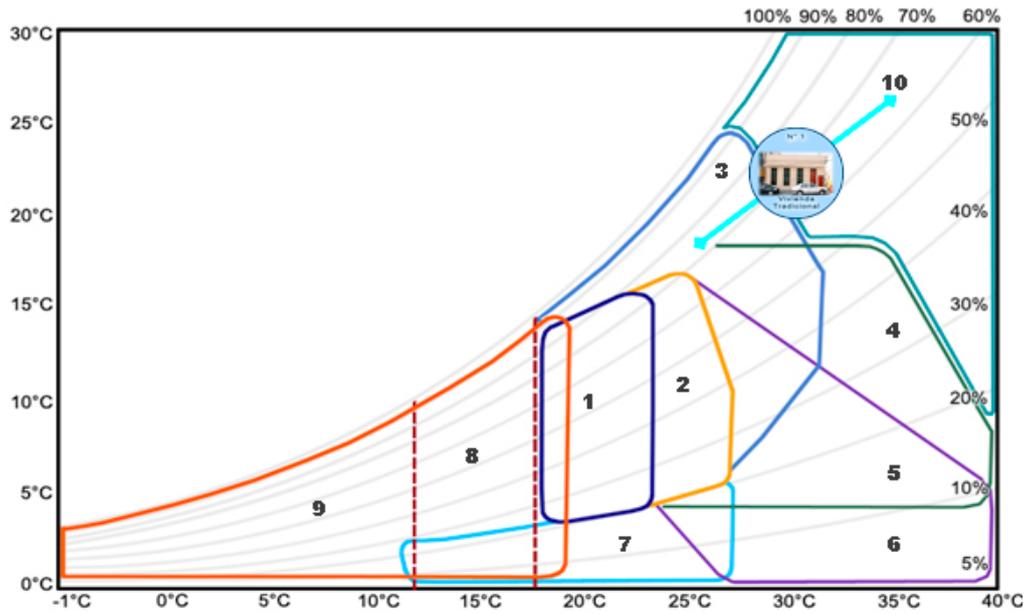


Fuente: Valores interiores y valores exteriores con Hobo's. Elaboración Propia.

Análisis higrotérmico

Días comodidad de temperatura	14
Días demasía de temperatura	17
Días pérdida de temperatura	0
Días comodidad de humedad relativa	1
Días demasía de humedad relativa	30
Días pérdida de humedad relativa	0

Figura 9. Estrategias de adaptabilidad bioclimática interior



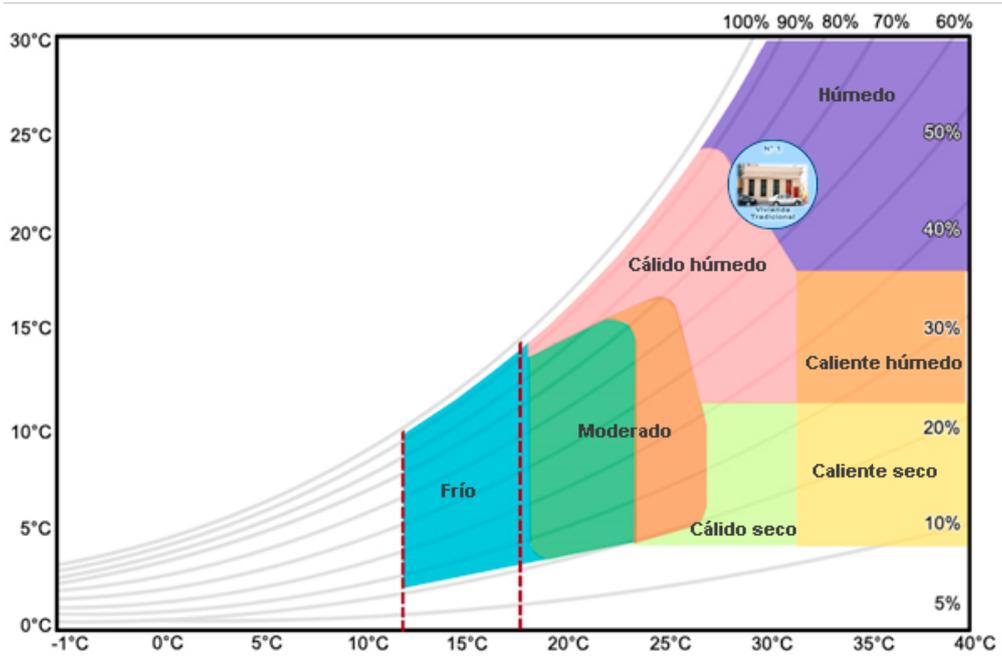
Fuente: Diagrama de (Lechner, 2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Estrategias de adaptabilidad bioclimática interior

T. Mínima con su correspondiente H. R. T. Máxima con su correspondiente H.R.
 26.123°C – 76.93% 35.029°C – 66.41%

Estrategias de habitabilidad térmica	
Zona de comodidad en invierno	1
Zona de comodidad en verano	2
Ventilación cruzada	3
Mayor inercia térmica	4
Mayor inercia térmica con ventilación nocturna	5
Refrescar por evaporación	6
Humidificación	7
Ganancia interna	8
Calentamiento solar activo y pasivo	9
Deshumidificación	10

Figura 10. Clasificación bioclimática interior



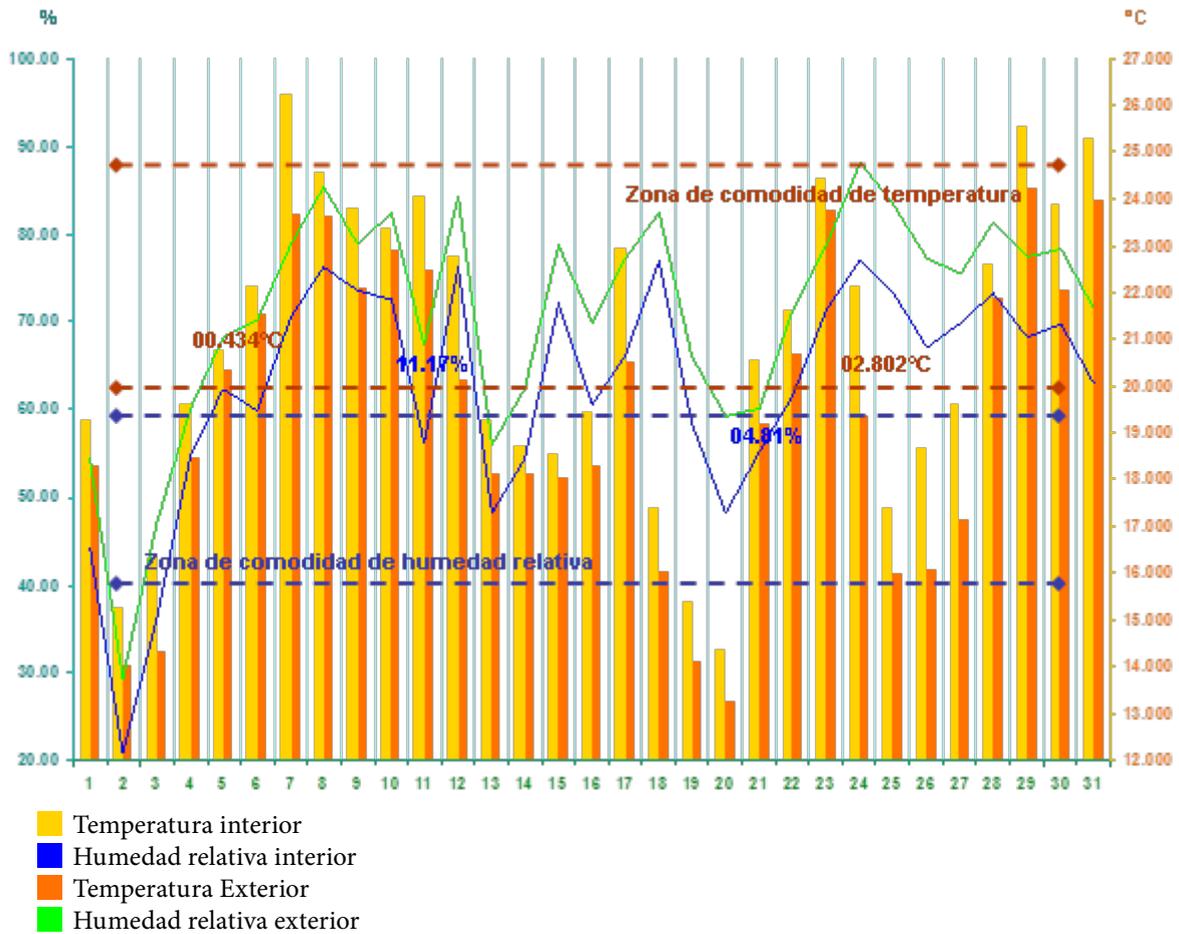
Fuente: Diagrama de (Lechner, 2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Clasificación bioclimática interior

- Agosto
- Clasificación climática Húmedo
- Moderado
- Cálido Húmedo
- Húmedo
- Caliente húmedo
- Caliente seco
- Cálido seco
- Frío

4.3 Análisis higrotérmico de la vivienda tradicional en la recámara, enero 2016

Figura 11. Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa

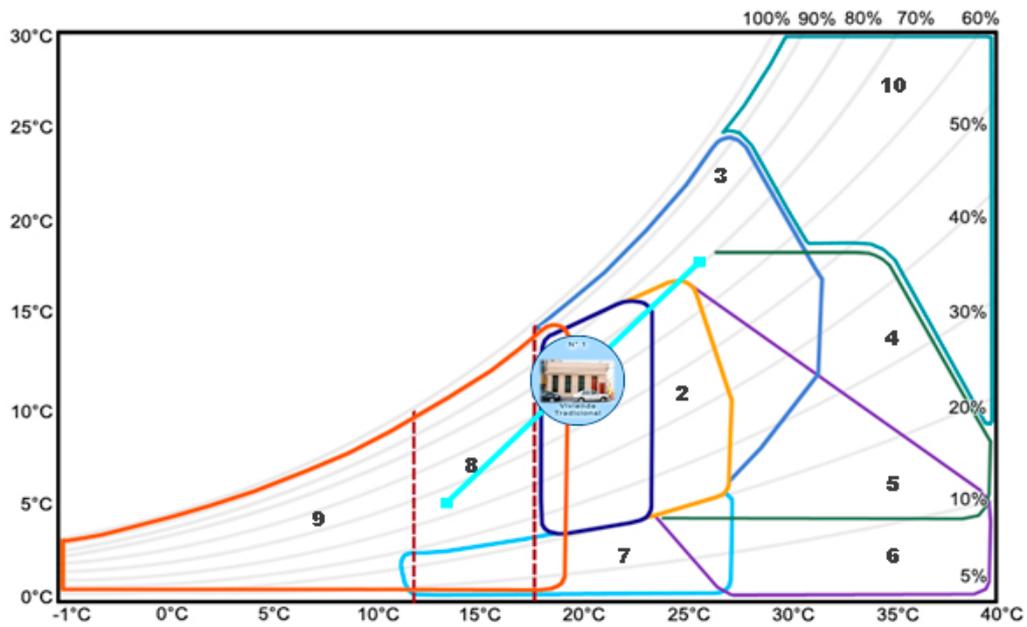


Fuente: Valores interiores y valores exteriores con Hobo's. Elaboración Propia.

Análisis higrotérmico

Días comodidad de temperatura	14
Días demasía de temperatura	3
Días pérdida de temperatura	14
Días comodidad de humedad relativa	9
Días demasía de humedad relativa	20
Días pérdida de humedad relativa	2

Figura 12. Estrategias de adaptabilidad bioclimática interior



Fuente: Diagrama de (Lechner, 2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Estrategias de adaptabilidad bioclimática interior

T. Mínima con su correspondiente H. R.

14.385°C – 48.15%

T. Máxima con su correspondiente H.

26.232°C – 70.58%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

1

Zona de comodidad en verano

2

Ventilación cruzada

3

Mayor inercia térmica

4

Mayor inercia térmica con ventilación

5

nocturna

Refrescar por evaporación

6

Humidificación

7

Ganancia interna

8

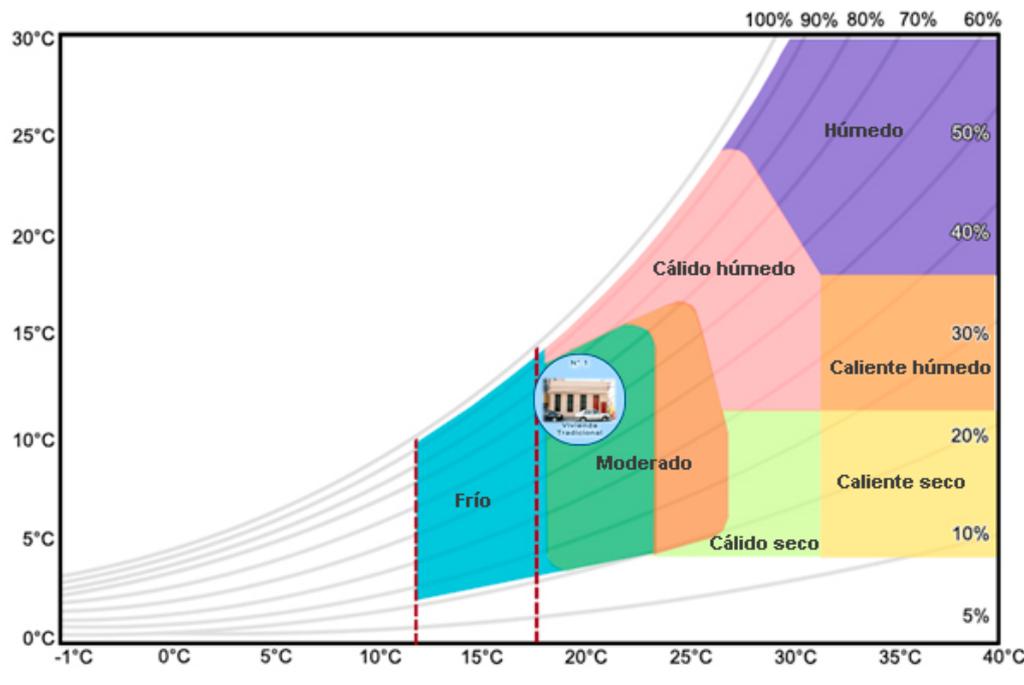
Calentamiento solar activo y pasivo

9

Deshumidificación

10

Figura 13. Clasificación bioclimática interior



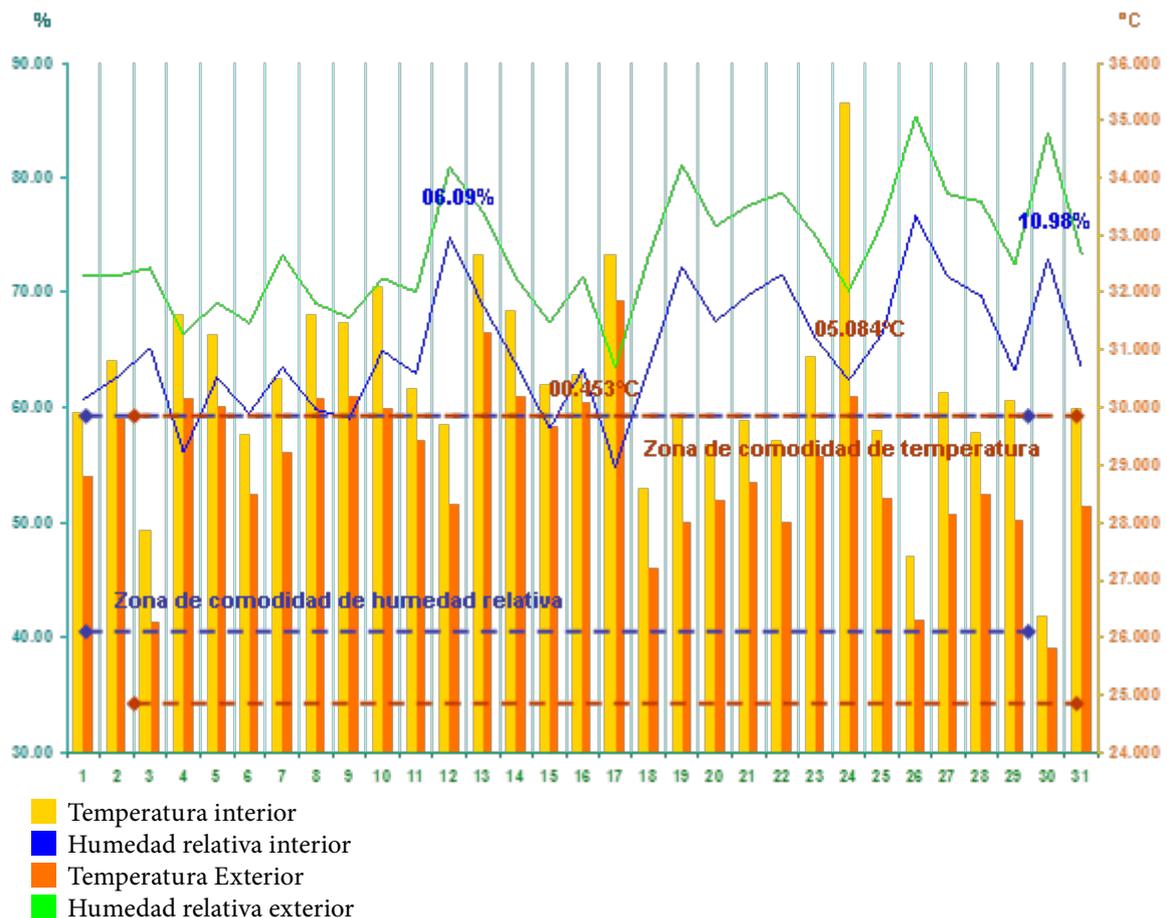
Fuente: Diagrama de (Lechner, 2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Clasificación bioclimática interior

- Enero Moderado
- Clasificación climática
- Moderado**
- Cálido Húmedo
- Húmedo
- Caliente húmedo
- Caliente seco
- Cálido seco
- Frío

4.4 Análisis higrotérmico de la vivienda tradicional en la recámara, agosto 2016

Figura 14. Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa. Valores interiores y valores exteriores con Hobo's

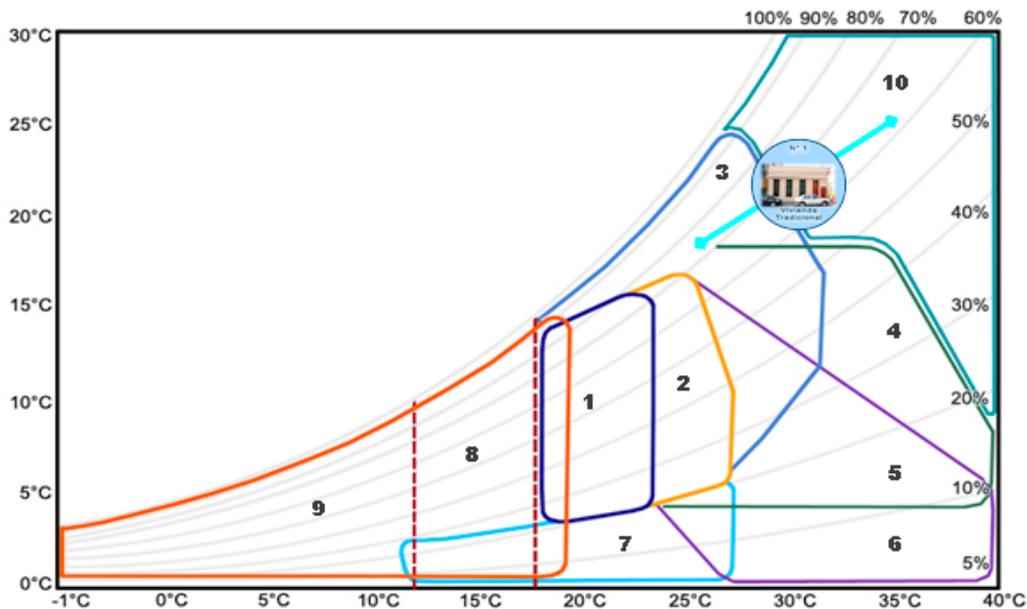


Fuente: Elaboración Propia.

Análisis higrotérmico

Días comodidad de temperatura	12
Días demasía de temperatura	19
Días pérdida de temperatura	0
Días comodidad de humedad relativa	6
Días demasía de humedad relativa	25
Días pérdida de humedad relativa	0

Figura 15. Estrategias de adaptabilidad bioclimática interior.



Fuente: Diagrama de (Lechner, 2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Estrategias de adaptabilidad bioclimática interior

T. Mínima con su correspondiente H. R.

26.383°C – 72.93%

T. Máxima con su correspondiente H. R.

35.289°C – 62.41%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

1

Zona de comodidad en verano

2

Ventilación cruzada

3

Mayor inercia térmica

4

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

5

Refrescar por evaporación

6

Humidificación

7

Ganancia interna

8

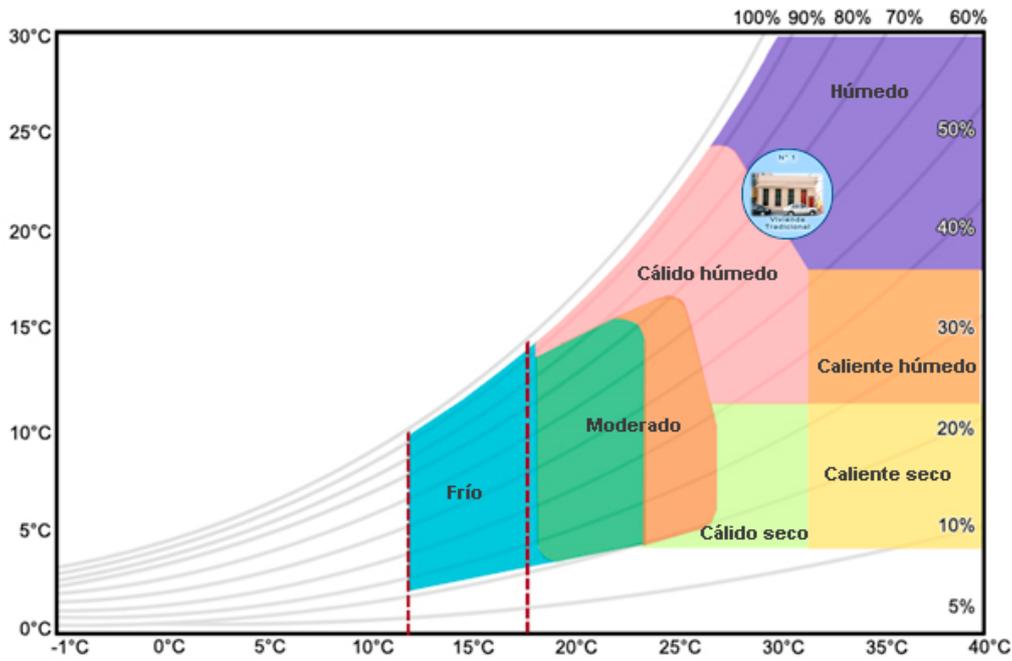
Calentamiento solar activo y pasivo

9

Deshumidificación

10

Figura 16. Clasificación bioclimática interior



Fuente: Diagrama de (Lechner, 2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Clasificación bioclimática interior

Área	Recámara principal
Agosto	Húmedo
Clasificación climática	Moderado
Moderado	
Cálido Húmedo	
Húmedo	Húmedo
Caliente húmedo	
Caliente seco	
Cálido seco	
Frío	

5 Conclusiones

Son las emanadas del trabajo de investigación, de los gráficos higrotérmicos para determinar los días de comodidad, demasía y pérdida de T. y H. R. de la vivienda tradicional, contrastada con los diagramas de adaptabilidad y los de la clasificación bioclimática al interior.

Análisis higrotérmico de la vivienda tradicional

La vivienda tradicional en la sala, tiene un volumen total de 110.00 M³ no climatizada artificialmente, su comportamiento anual de temperatura media mensual

en la zona de comodidad constante, presenta 18 días de comodidad que representa un 60%, 10 días de demasía con un 32%, y 3 días de pérdida de temperatura con el 8%. El comportamiento anual de humedad relativa media mensual, presenta 4 días de comodidad que representa un 11%, 26 días de demasía con un 87%, y 1 día de pérdida de humedad relativa con el 2%.

La vivienda tradicional en la recámara, tiene un volumen total de 65.00 M3 no climatizada artificialmente, su comportamiento anual de temperatura media mensual en la zona de comodidad constante, presenta 18 días de comodidad que representa un 58%, 11 días de demasía con un 35%, y 2 días de pérdida térmica con el 7%. El comportamiento anual de humedad relativa media mensual, presenta 7 días de comodidad que representa un 22%, 23 días de demasía con un 75%, y 1 día de pérdida de humedad relativa con el 3%.

Las estrategias de adaptabilidad bioclimática de la vivienda tradicional

La vivienda tradicional estudio de caso despliega una planta arquitectónica de abierta distribución espacial y formal en su emplazamiento con relación al Eje Norte-Sur y justifica un pasillo lateral de servicio, favorable como colchón térmico, en sentido al asoleamiento con el poniente.

La vivienda tradicional en la sala, brinda una arquitectura de opción pasiva, se encuentra en la zona de comodidad tanto en invierno como en verano, requiere de ventilación cruzada y condiciona a la deshumidificación del espacio. La clasificación bioclimática media anual para la sala es de un espacio moderado y cálido húmedo.

La vivienda tradicional que en la recámara, refleja una arquitectura de opción pasiva, se encuentra en la zona de comodidad tanto en invierno como en verano, condiciona a una ventilación cruzada y demanda buena deshumidificación. La clasificación bioclimática media anual de la recámara es de un espacio moderado y cálido húmedo.

Es importante señalar que mediante el diagrama de las estrategias de adaptabilidad bioclimática se determina correctamente las decisiones a tomar en el diseño estratégico de adaptación al clima de la región de la vivienda estudio de caso para responder adecuadamente al contexto desde el punto de vista higrotérmico y poder elevar el análisis higrotérmico, a lograr más días de comodidad.

Se concluye del análisis climático de 2016, de las estrategias de adaptabilidad y la clasificación bioclimática de la vivienda estudio de caso lo siguiente:

Se manifiestan sus espacios como cálidos húmedos que vienen a ser aquellos que producen calor sofocante, pero a mayor humedad relativa al interior más caliente se percibe el espacio. Con lo expuesto, se comprueba que por la valoración climática, el sistema constructivo y emplazamiento de la vivienda tradicional, se determina el análisis higrotérmico al interior de la misma en Tampico, México.

Referencias Bibliográficas

- AULICIEMS, A. Human Bioclimatology. *Springer*. 1997.
- AULICIEMS, A. y SZOKOLAY, S. Thermal comfort. Notes of passive and low energy architecture international, en Brisbane, núm. 3, *plea-university of Queensland*. 1997.
- ANSI-ASHRAE, 55. Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, E.U.A. 2004.
- CHÁVEZ Del Valle, Francisco Javier. Zona variable de confort térmico. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, España. 2002.
- GÓMEZ-Azpeitia, Gabriel; BOJÓRQUEZ Morales, Gonzalo; RUIZ Torres, Raúl Pável. El confort térmico: dos enfoques teóricos enfrentados. *Revista Palapa*. Volumen: 2. (1) 45-57. Universidad de Colima. Colima. México. 2007.
- GONZÁLEZ Cruz, Eduardo Manuel y BRAVO Morales, Gaudy Claret. Sobre el confort térmico: temperaturas neutrales en el trópico húmedo. *Revista Palapa*. Volumen: 4. (1) 33-38. Universidad de Colima. Colima. México. 2009.
- GRIFFITHS, R.C. The two-locus ancestral graph. In: Basawa I.V. and Taylor, R.L. (Eds.), Selected Proceedings of the Symposium on Applied Probability, Sheffield, 1989. *IMS Lecture Notes - Monograph Series*, Volume: 18. Institute of Mathematical Statistics, Hayward, California. 1991. 100-117.
- HUMPHREYS, M.A. Thermal comfort. Notes passive and low energy architecture international. Queensland. 1997.
- HUMPHREYS, M. A. and NICOL, F. The validity of ISO-PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments. Proceedings of Moving Thermal Comfort Standards Into the 21 st Century. Windsor - UK. 2001.
- ISO, International Organization for Standardization. ISO 7730:2005 (E) Ergonomics of the thermal environment-analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Ginebra: Edición de Autor. 2005.
- KARAGIOZIS, A. & SALONVAARA, M. Hygrothermal system-performance of a whole building. *Building and Environment*. Volumen: 36 (6). 2002. 779-787.
- KOLAITIS, Dionysios I.; MALLIOTAKIS, Emmanouil; KONTOGEORGOS, Dimos A.; MANDILARAS, Ioannis; KATSOURINIS, Dimitrios I.; FOUNTI, Maria A. Comparative assessment of internal and external thermal insulation systems for energy efficient retrofitting of residential buildings. *Energy and Buildings*. Volumen: 64. 2013. 123-131.
- LANGMANS, Jelle; KLEIN, Ralf; ROELS, Staf. Hygrothermal risks of using exterior air barrier systems for highly insulated light weight walls: A laboratory investigation. *Building and Environment*. Volumen: 56. 2012. 192-202.

LECHNER, Norbert. Heating, cooling, lighting. Design methods for architects. John Wiley & Sons, Inc. Second edition. New York, New York. United States of America. 2001.

MARIQUE, Anne-Francoise; DE MEESTER, Tatiana; DE HERDE, Andre; REITER, Sigrid. An online interactive tool to assess energy consumption in residential buildings and for daily mobility. *Energy and Buildings*. Volumen: 78. 2014. 50-58.

MORADIAS, P. A.; SILVA, Pedro D.; CASTRO-Gomes, J. P.; SALAZAR, M. V.; PIRES, L. Experimental study on hygrothermal behaviour of retrofit solutions applied to old building walls. *Construction and Building Materials*. Volumen: 35. 8. 2012. 64-873.

NICOL, Fergus. International standards don't fit tropical buildings: what can we do About It? Conferencia internacional sobre confort y comportamiento térmico de UK. 1996.

NICOL, F.; HUMPHREYS, M. A. The Validity of ISO-PMV for Predicting Comfort Votes in Everyday Thermal Environments. *Energy and Buildings*, Lausanne. Volumen: 34. 2002. 667-684.

SÁNCHEZ González, Diego. Peligrosidad y exposición a los ciclones tropicales en ciudades del Golfo de México. El caso de Tampico, *Revista de Geografía Norte Grande*, Número: 50. 2011. 151-170.

SZOKOLAY, Steven V. Introduction to Architectural Science. The basis of sustainable design. Second edition. Architectural Press. Elsevier. 2008.

TARIKU, Fitsum; KUMARAN, Kumar; FAZIO, Paul. Determination of indoor humidity profile using a whole-building hygrothermal model. *Building Simulation*. Volumen: 4. (1). 2011. 61-78.

TAYLOR, J.; DAVIES, M; MAVROGIANNI, A; CHALABI, Z; BIDDULPH, P; OIKONOMOU, E; DAS, P; JONES, B. The relative importance of input weather data for indoor overheating risk assessment in dwellings. *Building and Environment*. Volumen: 76. 2014. 81-91.

VAN HOOFF, T.; BLOCKEN, B.; HENSEN, J. L. M.; TIMMERMANS, H. J. P. On the predicted effectiveness of climate adaptation measures for residential buildings. *Building and Environment*. Volumen: 83. 2015. 142-158.