

Satisfacción ambiental de la vivienda. Interacción y entorno

Environmental housing satisfaction. interaction and environment

Carlos Alberto Fuentes Pérez

Universidad Autónoma de Tamaulipas

cfuentes@uat.edu.mx

Resumen

El presente trabajo evalúa las oscilaciones de temperatura y humedad relativa del estudio de caso, es decir, la vivienda común; por lo tanto, el objetivo de la presente investigación es determinar la satisfacción ambiental. Para ello se recurre a una investigación experimental aplicada, apoyada en varios tipos de estudio tales como el descriptivo, el bibliográfico y de campo, y cuya finalidad más importante es determinar la calidad ambiental al interior de la vivienda en Tampico, México.

Palabras clave: adaptabilidad, ambiente, satisfacción, vivienda.

Abstract

The paper evaluates the oscillations of temperature and relative humidity of the common housing case study, therefore, the objective of this research is to determine the interaction with the climatic environment. It is an experimental applied research, which is based on various types of study as descriptive, bibliographic and field. But where most importance is the result of work, which is to determine the environmental satisfaction within housing in Tampico, Mexico.

Key words: adaptability, environment, satisfaction, housing.

Fecha recepción: Julio 2015

Fecha aceptación: Septiembre 2015

Introducción

Para Krüeger et al. (2014), la satisfacción ambiental al interior de la vivienda se entiende como el grado de adaptabilidad higrotérmica, que es “la realización de cualquier actividad normal en la vivienda y en donde no intervienen los mecanismos termo reguladores del usuario”.

El estudio de adaptabilidad ambiental reúne los principios de la Arquitectura. Para Ambrosini et al. (2014), expresa aquellas interacciones de los elementos básicos del usuario de la vivienda con su entorno y explica la diferencia de cada situación en la que puedan encontrarse dichos elementos, basándose en las leyes de la termodinámica, es decir, la dinámica del calor. De acuerdo con Dimoudi et al. (2013) es una de las ramas de la física que estudia los efectos de los cambios de magnitudes térmicas.

En cuanto a la forma de medir el grado de interacción de la vivienda con su entorno, se retoma lo expuesto por Olgyay (2004), quien considera el proceso del diseño de una vivienda ambiental equilibrada. El primer paso hacia la satisfacción ambiental de la vivienda, declaran Berger et al. (2014), consiste en el análisis del entorno climático del lugar escogido, donde se debe resaltar que cada elemento produce un impacto diferente y presenta una situación variada; lo segundo por evaluar, de acuerdo con Ho et al. (2014), son las incidencias del clima en términos fisiológicos, y el tercer elemento por establecer según Kolaitis et al. (2013), es la solución técnica adoptada en la construcción de la vivienda.

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Si se realiza la evaluación de la interacción con el entorno climático, se comprobará que el sistema constructivo de la vivienda común determina la satisfacción ambiental al interior en Tampico, México.

Variables de estudio:

Independiente. Sistema constructivo de la vivienda común

Dependiente. Satisfacción ambiental

Valores de observación: Temperatura del aire y humedad relativa.

DESARROLLO TEMÁTICO

La necesidad de crear nuevas alternativas a los modos habituales actuales de producción de vivienda, explican Lee y Lee (2014), están determinados por la evidente y creciente ponderación de las afectaciones medioambientales que se han generado en el ámbito del alojamiento y su directa implicación en el agravamiento de lo reflejado en la ciudad y el entorno natural.

Por lo tanto, para Perini y Magliocco (2014), se prevé que el sobrecalentamiento en la vivienda aumente debido al cambio climático antropogénico y a la modificación del clima urbano local que conduce a un aumento del efecto isla de calor urbano. Las características de la vivienda para Taylor et al. (2014), como la geometría, la orientación, el aspecto y el vidrio, así como las características de la envolvente tales como la masa térmica y resistencia, pueden influir en un riesgo de sobrecalentamiento.

Sobre los factores ambientales a monitorear al interior, para Goldberg et al. (2013), 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 en °C.

De igual manera, la humedad relativa (HR) suele ser el factor adecuado sin influencias aparentes con valores entre 40.00 % y 60.00 % al interior de la vivienda. Cuando los factores personales y ambientales son moderados, Runnalls y Oke (2006) consideran satisfactorio el intervalo entre 30.00 % y 70.00 % de humedad relativa.

Para el análisis e interpretación de la satisfacción ambiental de la vivienda, existen diversas formas de analizar los factores ambientales y sus interrelaciones; a decir de Stewart 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.

En lo que se refiere al caso de investigación, para Hedquist y Brazel (2014), una forma de evaluar la satisfacción ambiental de la vivienda, es conocer los datos para un día típico de invierno y otro día típico de verano, ya que las épocas intermedias suelen tener climas menos rigurosos; igualmente es necesario en caso de existir condiciones climáticas incómodas en otra época, como una estación de lluvias o de viento seco.

Bajo dichas propuestas, la zona de comodidad térmica local queda determinada y a partir de estos valores térmicos, de acuerdo con Coseo y Larsen (2014), toda temperatura media que esté por encima del límite superior tiene requerimientos de enfriamiento por demasía, restando los

grados que rebasan el límite. Mientras que toda temperatura media mensual, que quede por debajo del límite inferior de la zona de comodidad térmica local, tiene requerimientos de calentamiento por pérdida, determinados por el número de días-grado del mes analizado (Wong et al., 2011).

Para ello, Gago et al. (2013), pasan a los gráficos de adaptabilidad ambiental para determinar la satisfacción ambiental del espacio monitoreado en horas-grado y determinar su clasificación.

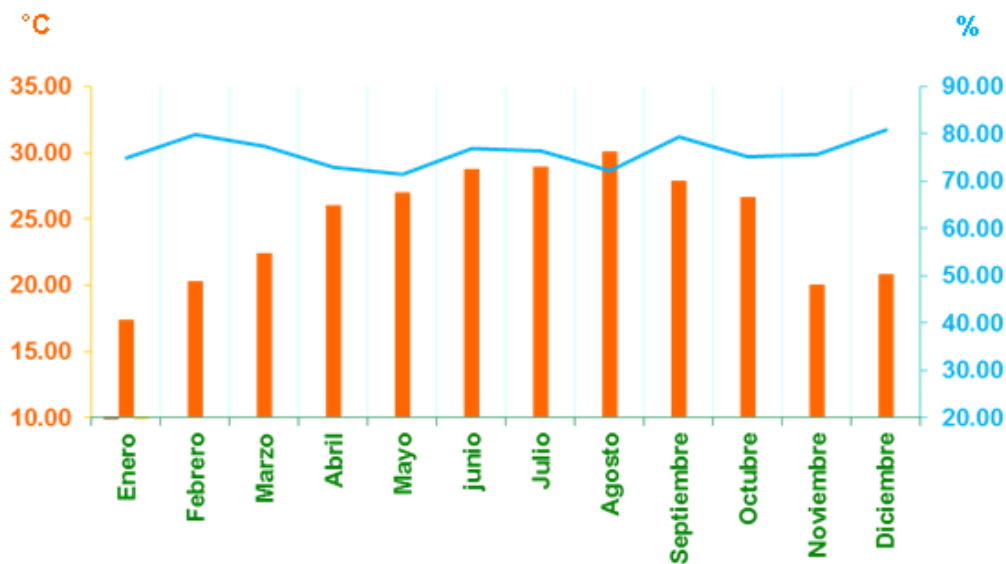
Fuentes (2011), asevera que las mediciones monitoreadas de la vivienda tanto interiores como exteriores se tienen que recabar, ordenar y analizar en una bitácora de monitoreo para su futura interpretación, mediante gráficos ambientales a emplear en este trabajo.

Los factores climáticos son las condiciones físicas que identifican a una región o a un lugar en particular y determinan su clima. Los principales factores son: latitud, altitud y relieve.

Temperatura y humedad relativa media mensual 2014

La presente investigación se llevó a cabo en 2014, y sus datos climatológicos de T y HR se obtienen de CONAGUA 2015, como se aprecia en el gráfico N° 1.

Gráfico N° 1
Temperatura del aire y humedad relativa media mensual 2014



FUENTE: Elaboración propia. Datos de CONAGUA.

Modelos adaptativos de comodidad térmica

A continuación se describen los principales modelos para evaluar el comportamiento térmico de la vivienda estudio de caso, que se adaptan al clima de la zona y se conocen hasta ahora. Dichos modelos se presentan en estudios precedentes de investigación como los de Chávez del Valle (2002) y Roriz (2003).

Modelo de comodidad térmica de Humphreys, M. A.

Humphreys (1995), hace una revisión de los datos de estudios de campo, en los que encuentra una fuerte dependencia estadística de las neutralidades térmicas (T_n). Se encuentra que el valor de T_n oscila unos 13.00 °C, esto es entre 17.00 °C y 30.00 °C, por lo que aplica la siguiente ecuación:

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

Modelo de comodidad térmica de Humphreys, M. A. y Nicol F.

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

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

Zona de comodidad térmica, con límites constantes

El ancho de la franja de comodidad o tolerancia con límites constantes, como se ha mencionado para 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 +2.50°C en torno a la temperatura media preferida.

Características de la vivienda común en Tampico, México

La tecnología de la vivienda común es producción masiva de la arquitectura, y por lo tanto, es vivienda industrializada y estandarizada para la población en general, construida de 1980 a 2014 en Tampico, México, similar a la producida en la República Mexicana.

Para Fuentes (2014), la vivienda común típica contempla en sus medidas promedio, alturas interiores de piso a cielorraso de 2.40 m; con un volumen total interior de 200.00 m³; área de losa de 42.00 m²; área de la envolvente sin losa de 161.80 m²; área de aberturas en la envolvente de 15.00 m²; dando en total un porcentaje de aberturas en la envolvente de 09.00 %. Ver gráfico N° 2.

Gráfico N° 2
Isométrico de la vivienda común estudio de caso

Soluciones constructivas

1. Impermeabilizante a base de resinas acrílicas y capas de fibra de vidrio
2. Cubierta de azotea aligerado con vigueta y bovedilla
3. Cubierta de entrepiso aligerado con vigueta y bovedilla
4. Pretiles de bloque ligero de 0.15 x 0.20 x 0.40 m
5. Aplanado interior de yeso
6. Muro de bloque pesado de 0.15 x 0.20 x 0.40 m
7. Aplanado exterior de cemento-arena proporción 1:5
8. Cancelería de aluminio natural con acristalamiento
9. Pisos de cemento pulido
10. Losa de cimentación de capa de concreto armado
11. Instalación hidráulica de tubería de P.V.C.
12. Instalación sanitaria con tubería de cobre



FUENTE: elaboración propia.

FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS

La investigación es un procedimiento que permite centrar la atención en la satisfacción ambiental de la vivienda común como estudio de caso, para obtener información amplia, profunda y contrastarla térmicamente. Feng et al., (2014) consideran prioritario utilizar la entrevista, la observación, el análisis de documentos y la medición térmica.

Por lo tanto, se considera una investigación experimental aplicada, llevada a cabo en 2014 para solamente identificar patrones de temperatura (T) y humedad relativa (HR), y que no habían sido realizados con anterioridad en este tipo de viviendas en Tampico, México.

La metodología a implementar es de tipo multimodal y por triangulación, ya que los diferentes métodos aplicados ofrecen el acercamiento cuantitativo y cualitativo del objetivo, para facilitar el análisis del estudio de caso y evaluarlo. Al mismo tiempo, la presente investigación se apoya en varios tipos de estudio para lograr resultados idóneos, tales como el descriptivo, bibliográfico y de campo.

La evaluación de la interacción con el entorno climático es el hilo conductor de la investigación por medio de los factores que influyen en la satisfacción ambiental, con el propósito de determinar al interior oscilaciones temporales de temperatura y humedad relativa de la vivienda común.

Al ser el presente trabajo una investigación experimental aplicada, se establece tipificar en el documento la satisfacción ambiental de la vivienda estudio de caso considerando aquella habitada que no emplea climatización artificial y en la que se realizan sus funciones habituales para no interferir con el monitoreo puntual de temperatura y humedad relativa.

Instrumentos de medición

De acuerdo con Fuentes (2014), las mediciones al interior de la vivienda común se realizan con los Hobo's U10-003, data loggers; el Hobo es un instrumento electrónico confiable capaz de medir la temperatura del aire y la humedad relativa. Las mediciones térmicas se hacen por espacio de un año en la vivienda estudio de caso, con intervalos de monitoreo cada hora, las 24 horas.

Para el experimento se ubican los data loggers únicamente en dos espacios bien definidos para la vivienda estudio de caso, en un área social como la sala y un área íntima como la recámara

principal, puesto que las mediciones de temperatura de aire y de humedad relativa de ambos espacios varían de acuerdo a los diversos factores y actividades que influyen en el día y la noche (Shahrestani et al., 2015).

Bitácora diaria de monitoreo

Las mediciones que presenta cada Hobo U10-003 data logger de Tmr de los espacios internos, se exportan a una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel; ahí se elabora una tabla con las mediciones íntegras de temperatura del aire en °C y de humedad relativa expresada en %, contrastadas con los valores térmicos proporcionados para la climatología de 2014 por CONAGUA.

Evaluación higrotérmica por medio de gráficos con zona de comodidad

Los meses y días típicos, determinando la 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).

$T_n = 11.9 + 0.534 \cdot T_m$	°C=	Límites constantes en °C
Límite Superior=		+2.50°C
Límite Inferior =		-2.50°C

Los meses para determinar la demasía y la pérdida con respecto a la variable de humedad relativa, deben tomar en cuenta lo estipulado en la Norma ISO 7730:2005, que la ubica idealmente en 50.00 %; se determinan de la siguiente manera:

HR _n =	50.00 %
Límite Superior=	60.00 %
Límite Inferior=	40.00 %

Gráficos de adaptabilidad ambiental

Los gráficos de T del aire y HR de la vivienda se elaboran de acuerdo a los valores medios diarios proporcionados por los hobo's U10-003 para el interior; mientras que para el exterior se utilizan los proporcionados por CONAGUA, considerando los meses de enero y agosto

estimados por la investigación, y elaborados con una zona de comodidad constante. Asimismo, Pathirana et al. (2014), proporcionan la calificación del comportamiento anual de T y HR media mensual 2014. 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.

Gráficos del día típico mensual y su adaptabilidad ambiental

A continuación se elaboran los gráficos de los días típicos de cada vivienda y espacio con zona de comodidad constante de todos los meses de 2014. Este tipo de gráficos determinan para Li y Babcock (2014), la Tn; los límites superior e inferior; las horas de comodidad, demasía y pérdida de temperatura; oscilaciones de T interior y exterior-amplitud mínima y máxima de T; HRc; límites superior e inferior; horas de comodidad, demasía y pérdida de HR; oscilaciones de HR interior y exterior; amplitud mínima y máxima de HR.

RESULTADOS

Los resultados se presentan de acuerdo al experimento científico con datos duros.

Entorno climatológico en 2014

El comportamiento anual de temperatura media mensual es de 25.30°C con un diferencial térmico superior de +0.30°C en contraste con la histórica.

El mes con temperatura media más baja es enero con 17.40°C, por lo tanto, es el mes más crítico para la estación de invierno. También el mes con la temperatura media más alta es agosto con 30.10°C, por lo que es el mes más crítico para la estación de verano. La oscilación térmica entre ambas es de 12.71°C.

Para el presente trabajo se determina que las estaciones más críticas y pertinentes para poder realizar el experimento de investigación fueron invierno y verano, y los meses críticos corresponden a enero y agosto respectivamente.

Adaptabilidad ambiental**Satisfacción ambiental de la vivienda común en la sala en enero de 2014**

En temperatura presenta un total de 25 días de comodidad, 0 de demasía y 6 de pérdida. La ampliación mínima entre la interior y la exterior es de 0.00°C, y la máxima de 5.90°C. La humedad relativa presenta 5 días de comodidad, 26 de demasía y 0 de pérdida. El diferencial de ampliación mínima con respecto al interior y el exterior es de 1.00 %, y la máxima de 16.40 %.

La temperatura media es de 21.50°C al interior, al exterior de 19.50°C, mientras que la humedad relativa media interior es de 71.80 % y al exterior de 71.30 %.

Satisfacción ambiental de la vivienda común, día típico de la sala en enero de 2014

Las zonas de comodidad constante del día típico presentan 24 horas de comodidad de temperatura. La oscilación de temperatura interior es de 3.10°C y la exterior de 2.00°C. Su ampliación mínima es de 1.50°C y la máxima de 2.80°C. La humedad relativa presenta 24 horas de demasía, con una oscilación interior de 6.80 % y exterior de 6.10%, la ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 0.000 % y la máxima de 1.80 %.

La temperatura media interior es de 21.50°C, la exterior de 19.40°C, la humedad relativa media interior de 71.80 %, y la exterior de 73.00 %.

Satisfacción ambiental de la vivienda común en la sala en agosto de 2014

En temperatura presenta un total de 6 días de comodidad, 25 de demasía y 0 de pérdida. La ampliación mínima entre la interior y la exterior es de 0.20°C, y la máxima es de 4.90°C. La humedad relativa presenta 31 días de demasía. El diferencial de ampliación mínima con respecto al interior y el exterior es de 0.00 %, y la máxima de 9.00 %.

La temperatura media es de 30.60°C al interior, al exterior de 28.90°C, y la humedad relativa media interior es de 74.70 % y al exterior de 73.60 %.

Satisfacción ambiental de la vivienda común, día típico de la sala en agosto de 2014

En las zonas de comodidad constante del día típico hay 24 horas de demasía de temperatura. La oscilación de temperatura interior es de 0.90°C y la exterior de 0.70°C . Su ampliación mínima es de 1.40°C y la máxima de 1.90°C . La humedad relativa presenta 24 horas de demasía, con una oscilación interior de 5.00 % y una exterior de 3.30 %, el diferencial de ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 0.10% y la máxima de 3.00 %.

La temperatura media interior es de 30.60°C , la exterior de 28.90°C , la humedad relativa media interior de 74.70 %, y la exterior de 73.60 %.

Satisfacción ambiental de la vivienda común en la recámara en enero de 2014

En temperatura presenta un total de 27 días de comodidad, 0 de demasía y 4 de pérdida. La ampliación mínima entre la interior y la exterior es de 0.10°C , y la máxima de 6.30°C . La humedad relativa presenta 4 días de comodidad y 27 días de demasía. La ampliación mínima con respecto al interior y el exterior es de 0.10 %, y la máxima de 14.50 %.

La temperatura media es de 21.60°C al interior, al exterior de 19.40°C , y la humedad relativa media interior es de 72.90 % y al exterior de 71.00 %.

Satisfacción ambiental vivienda común, día típico de la recámara en enero de 2014

En las zonas de comodidad constante del día típico hay 24 horas dentro de la franja de comodidad de temperatura. La oscilación de temperatura interior es de 3.20°C y la exterior de 2.00°C . Su ampliación mínima es de 1.60°C y la máxima de 3.10°C . La humedad relativa presenta 24 horas de demasía, con una oscilación interior de 17.50 % y exterior de 6.20 %, y el diferencial de ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 0.60 % y la máxima de 6.80 %.

La temperatura media interior es de 21.60°C , la exterior de 19.40°C , la humedad relativa media interior es de 72.90 %, y la exterior de 71.00 %.

Satisfacción ambiental de la vivienda común en la recámara en agosto de 2014

En temperatura presenta un total de 7 días de comodidad, 24 de demasía y 0 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima entre la interior y la exterior es de 0.10°C, y la máxima de 5.20°C. La humedad relativa presenta 31 días de demasía. El diferencial de ampliación mínima con respecto al interior y al exterior es de 0.10 %, y la máxima es de 18.40 %.

La temperatura media es de 31.00°C al interior, al exterior de 28.90°C, y la humedad relativa media interior es de 75.30 % y al exterior de 73.60 %.

Satisfacción ambiental vivienda común, día típico recámara en agosto de 2014

En las zonas de comodidad constante del día típico presenta 24 horas de demasía de temperatura. La oscilación de temperatura interior es de 1.80°C y la exterior de 0.50°C. Su ampliación mínima es de 1.00°C y la máxima de 2.90°C. La humedad relativa presenta 24 horas de demasía, con una oscilación interior de 8.70 % y exterior de 3.30 %, la ampliación térmica con respecto a la interior y exterior mínima es de 0.10 % y la máxima es de 7.80 %.

La temperatura media interior es de 31.00°C, la exterior de 28.90°C, la humedad relativa media interior es de 75.30%, y la exterior es de 73.60%.

Conclusión

La vivienda común estudio de caso presenta plantas arquitectónicas de dos niveles con buena distribución espacial y formal, los espacios son mínimos pero considerables para las funciones esenciales de los usuarios; sin embargo, presenta la desventaja de no tener aberturas en sus fachadas este-oeste, descuidando con ello la dirección de los vientos reinantes y, por lo tanto, la aireación.

En la vivienda común en la planta alta, el porcentaje de desventaja térmica es mayor que en la planta baja porque está en contacto con la losa de azotea, logrando una conducción térmica al interior de las recámaras por radiación solar directa.

La sala de la vivienda común ofrece una arquitectura de opción pasiva, se encuentra en la zona de comodidad solo en verano y precisa de una buena ventilación cruzada. La clasificación higrotérmica media anual de la sala es de un espacio cálido húmedo.

La recámara de la vivienda común —que también manifiesta una arquitectura de opción pasiva—, se encuentra en la zona de comodidad solo en verano, demanda una ventilación cruzada y deshumidificación del espacio. La clasificación higrotérmica media anual de la recámara es de un espacio cálido húmedo.

Por lo tanto, en cuanto a la satisfacción ambiental de la vivienda común estudio de caso y su interacción con el entorno, se evalúan sus espacios como cálidos húmedos, es decir, que producen calor sofocante; no obstante, mientras sea mayor la humedad relativa al interior, más caliente se percibirá dicho espacio.

Con esto se comprueba que mediante la valoración climatológica y el sistema constructivo de la vivienda común, se puede determinar la satisfacción ambiental de su interior en Tampico, México.

Bibliografía

Ambrosini, Dario; Galli, Giorgio; Mancini, Biagio; Nardi, Iole; Sfarra, Stefano (2014).

“Evaluating Mitigation Effects of Urban Heat Islands in a Historical Small Center with the ENVI-Met (R) Climate Model”. *Sustainability*. Volumen: 6, pp. 7013-7029.

Berger, Tania; Amann, Christof; Formayer, Herbert; Korjenic, Azra; Pospichal, Bernhard;

Neururer, Christoph; Smutny, Roman (2014). “Impacts of urban location and climate change upon energy demand of office buildings in Vienna, Austria”. *Building and Environment*. Volume: 81, pp. 258-269.

CONAGUA (2015). *Climatología de Tampico, México*. Comisión Nacional del Agua. Servicio Meteorológico Nacional. Recuperado de: <http://smn.cna.gob.mx>.

- Coseo, Paul; Larsen, Larissa (2014). How factors of land use/land cover, building configuration, and adjacent heat sources and sinks explain Urban Heat Islands in Chicago. *Landscape and Urban Planning*. Volumen: 125, pp. 117-129.
- Chávez Del Valle, Francisco Javier (2002). *Zona variable de confort térmico*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, España.
- Dimoudi, A; Kantzioura, A; Zoras, S; Pallas, C; Kosmopoulos, P. (2013). “Investigation of urban microclimate parameters in an urban center”. *Energy and Buildings*. Volumen: 64, pp. 1-9.
- Feng, Huihui; Zhao, Xiaofeng; Chen, Feng; Wu, Lichun (2014). “Using land use change trajectories to quantify the effects of urbanization on urban heat island”. *Advances in Space Research*. Volumen: 53, pp. 463-473.
- Fuentes Pérez, Carlos Alberto (2011). *Evaluación del comportamiento de la vivienda tradicional y la vivienda común en Tampico, México*. Tesis Doctoral. Programa de Doctorado con Énfasis en Vivienda de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Tampico, Tamps., México.
- Fuentes Pérez, Carlos Alberto (2014). *Adaptabilidad higrotérmica de la vivienda tradicional en Tampico, México*. Redalyc.org. Volumen: VIII, pp. 77-97.
- Gago, EJ; Roldán, J; Pacheco-Torres, R; Ordoñez, J. (2013). The city and urban heat islands: A review of strategies to mitigate adverse effects. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. Volumen: 25, pp. 749-758.
- Goldberg, Valeri; Kurbjuhn, Cornelia; Bernhofer, Christian (2013). How relevant is urban planning for the thermal comfort of pedestrians? Numerical case studies in two districts

of the City of Dresden (Saxony/Germany). *Meteorologische Zeitschrift*. Volumen: 22, pp. 739-751.

Hedquist, Brent C.; Brazel, Anthony J. (2014). Seasonal variability of temperatures and outdoor human comfort in Phoenix, Arizona, USA. *Building and Environment*. Volumen: 72, pp. 377-388.

Humphreys, M. A. (1995). "Fields studies of thermal comfort compared and applied", en symposium of physiological requirements of the microclimate. Praga.

Humphreys, M. A. and Nicol, F. (2001). "The validity of ISO-PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments". *Proceedings of Moving Thermal Comfort Standards Into the 21st Century*. Windsor-UK.

Ho, Hung Chak; Knudby, Anders; Sirovyak, Paul; Xu, Yongming; Hodul, Matus; Henderson, Sarah B. (2014). "Mapping maximum urban air temperature on hot summer days". *Remote Sensing of Environment*. Volumen: 154, pp. 38-45.

ISO, International Organization for Standardization (2005). *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.

Kolaitis, Dionysios I. et al. (2013). "Comparative assessment of internal and external thermal insulation systems for energy efficient retrofitting of residential buildings". *Energy and Buildings*. Volumen: 64, pp. 123-131.

Krüeger, E. L.; Minella, F. O.; Matzarakis, A. (2014). Comparison of different methods of estimating the mean radiant temperature in outdoor thermal comfort studies. *International Journal of Biometeorology*. Volumen: 58, pp. 1727-1737.

- Lee, Sungwon; Lee, Bumsoo (2014). "The influence of urban form on GHG emissions in the US household sector". *Energy Policy*. Volumen: 68, pp. 534-549.
- Li, Yanling; Babcock, Roger W., Jr. (2014). Green roofs against pollution and climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. Volumen: 34, pp. 695-705.
- Nicol, F.; Humphreys, M. A. (2002). "The Validity of ISO-PMV for Predicting Comfort Votes in Everyday Thermal Environments". *Energy and Buildings, Lausanne*. Volumen: 34, pp. 667-684.
- Olgay, Víctor (2004). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, S.A. Tercera tirada. Barcelona, España.
- Pathirana, Assela; Deneke, Hailu B.; Veerbeek, William; Zevenbergen, Chris; Banda, Allan T. (2014). Impact of urban growth-driven land use change on microclimate and extreme precipitation - A sensitivity study. *Atmospheric Research*. Volumen: 138, pp. 59-72.
- Perini, Katia; Magliocco, Adriano (2014). "Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort". *Urban Forestry & Urban Greening*. Volumen: 13, pp. 495-506.
- Roriz, Mauricio (2003). Flutuações horárias dos limites de conforto térmico: Uma hipótese de modelo adaptativo. ENCAC-COTEDI, VII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído Curitiba - PR, Brasil.
- Runnalls, KE; Oke, TR. (2006). "A technique to detect microclimatic inhomogeneities in historical records of screen-level air temperature". *Journal of Climate*. Volumen: 19, pp. 959-978.
- Shahrestani, Mehdi; Yao, Runming; Luo, Zhiwen; Turkbeyler, Erdal; Davies, Hywel (2015). A field study of urban microclimates in London. *Renewable Energy*. Volumen: 73, pp. 3-9.

Stewart, Iain D.; Oke, T. R.; Krayenhoff, E. Scott (2014). "Evaluation of the 'local climate zone' scheme using temperature observations and model simulations". *International Journal of Climatology*. Volumen: 34, pp. 1062-1080.

Taylor, J.; Davies, M; Mavrogianni, A; Chalabi, Z; Biddulph, P; Oikonomou, E; Das, P; Jones, B. (2014). The relative importance of input weather data for indoor overheating risk assessment in dwellings. *Building and Environment*. Volumen: 76, pp. 81-91.

Wong, Nyuk Hien; Jusuf, Steve Kardinal; Tan, Chun Liang (2011). "Integrated urban microclimate assessment method as a sustainable urban development and urban design tool". *Landscape and Urban Planning*. Volumen: 100, pp. 386-389.