

Estudio del comportamiento térmico de las viviendas respecto a su orientación

Study of the thermal behavior of houses with respect to their orientation

MOLAR-OROZCO, María Eugenia*†, VELÁZQUEZ-LOZANO, Jesús y GÓMEZ-DE LEÓN, Ana Berenice

Universidad Autónoma de Coahuila. Unidad Saltillo Facultad de Arquitectura y Blvd. Fundadores km13

ID 1^{er} Autor: *María Eugenia, Molar-Orozco* / ORC ID: 0000-0001-5357-5893, Researcher ID Thomson: S-5551-2018, CVU CONACYT ID: 369142

ID 1^{er} Coautor: *Jesús, Velázquez-Lozano* / ORC ID: 0000-0003-2783-9319, Researcher ID Thomson: S-5665-2018, CVU CONACYT ID: 310997

ID 2^{do} Coautor: *Ana Berenice, Gómez-De León* / ORC ID: 0000-0001-7914-6376, Researcher ID Thomson: S-5692-2018

Recibido 23 de Enero, 2018; Aceptado 12 de Marzo, 2018

Resumen

Las viviendas actuales no están diseñadas adecuadamente para el clima ni su entorno próximo, ni se considera la orientación y topología de la vivienda. La variación de las condiciones climáticas de un lugar hace que las diferenciaciones diarias de temperatura sean diferentes produciendo un ciclo repetitivo cada 24 horas, de aumento y descenso de temperatura ocasionando la transmisión periódica de calor. Así al aumentar la temperatura exterior, el calor comienza a atravesar la superficie exterior de un material, cada una de sus partículas absorberán cierta cantidad de calor por cada °C de elevación de temperatura, de acuerdo con el calor específico del material. El presente trabajo se enfocó en el comportamiento térmico en la vivienda de Saltillo, Coahuila, respecto a la orientación de los espacios repercutiendo en el nivel de confort, empleando una metodología cuantitativa y de campo, se realizó un monitoreo en dos viviendas con casi la misma orientación del espacio y después se compararon los datos con el programa Ener-habitat respecto a las propiedades del material con distintas orientaciones, identificado como el más crítico la orientación Oriente, Suroeste en verano, pero con área de oportunidad en invierno.

Confort, Vivienda, Clima

Abstract

Current housing is not designed adequately for the climate or its immediate environment, nor is the orientation and topology of the dwelling considered. The variation of the climatic conditions of a place causes that the daily differentiations of temperature are different producing a repetitive cycle every 24 hour, of increase and decrease of temperature causing the periodic transmission of heat. Thus, when the external temperature increases, the heat begins to cross the outer surface of a material, each of its particles will absorb a certain amount of heat for each °C of elevation of temperature, according to the specific heat of the material. The present work focused on the thermal behavior in Saltillo's, Coahuila, home with respect to the orientation of the spaces impacting on the level of comfort, using a quantitative and field methodology, a monitoring was carried out in two houses with almost the same orientation of the space and then the data was compared with the Ener-habitat program regarding the properties of the material with different orientations, identified as the most critical orientation west, Southwest in summer, but with area of opportunity in winter.

Comfort, Housing, Climate

Citación: MOLAR-OROZCO, María Eugenia, VELÁZQUEZ-LOZANO, Jesús y GÓMEZ-DE LEÓN, Ana Berenice. Estudio del comportamiento térmico de las viviendas respecto a su orientación. Revista de Arquitectura y Diseño. 2018, 2-3: 1-7

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mariamolar@uadec.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Las viviendas actualmente no se diseñan de forma adecuada para el clima ni su entorno próximo, aun cuando existen recomendaciones que hace la misma CONAFOVI (2006), no son tomadas en consideración, como el tipo de clima, la orientación y topología de la vivienda. Elías y García (2010) señalan, uno de los diversos aspectos que ha interesado a los investigadores analizar en las viviendas, es el confort térmico, condición en la que el usuario siente satisfacción respecto al ambiente térmico en el que está.

El confort térmico que el ser humano percibe en un lugar determinado es muy complejo. La causa está en que intervienen a la vez parámetros y factores diversos. Por un lado, encontramos aquellas características objetivables de un espacio determinado, que pueden valorarse en términos energéticos y resumen las acciones, que, en dicho espacio, reciben las personas que lo ocupan. Lo relevante, será el conseguir un buen aislamiento, mediante el cual el edificio funcionará como un pulmón que responde a los cambios en las condiciones externas (Serra & Coch, R. H., 2001 y 2004).

Hoy en día, existe la necesidad de satisfacer a la sociedad, lo cual estimula la búsqueda de soluciones por medio del diseño, respetando el medio ambiente. En edificios en los que se intenta equilibrar la calidad ambiental por medios naturales, no pueden exigirse condiciones estrictas. En estos casos, el criterio a adoptar es el perímetro de la zona de confort, definido por aquellas condiciones en las cuales una persona media no experimente sensación de incomodidad.

Bazant (2010) indica; que las variaciones de confort son entre 19° y 26°C en climas templado, en clima tropical – húmedo son entre 23° y 29°C y en lugares desérticos – seco es entre 26° y 33°C; declara que la zona de confort del cuerpo humano respecto a la humedad relativa es entre 30% y 70%, aunque la humedad relativa óptima es del 50%. Se puede concluir, entonces, que la franja de confort no tiene límites reales, ya que depende del lugar donde se encuentre el usuario.

De acuerdo con Morillon (2007):

La variación de las condiciones climáticas de un lugar hace que las variaciones diarias de temperatura sean diferentes produciendo un ciclo repetitivo cada 24 horas, de aumento y descenso de temperatura ocasionando la transmisión periódica de calor. Así al aumentar la temperatura exterior, el calor comienza a atravesar la superficie exterior de un material, cada una de sus partículas absorberán cierta cantidad de calor por cada °C de elevación de temperatura, de acuerdo con el calor específico del material.

El calor se transmitirá a las otras partículas sólo cuando se haya aumentado la temperatura de las primeras, por lo tanto, el incremento de la temperatura en la superficie interna del material sufrirá un retraso. Posteriormente al descender la temperatura exterior, el calor almacenado en el material disipará hacia adentro y hacia fuera llegando a invertirse el sentido del flujo calorífico.

El trabajo se enfocó en realizar un diagnóstico de una tipología de vivienda tipo en la localidad, analizando una misma orientación en un espacio en particular, para compararlo con el programa Enerhabitat, considerando el parámetro del tiempo de retraso TR, que está dado por la diferencia del tiempo en el cual ocurre el máximo de la temperatura interior y el tiempo en el cual acontece el máximo de la temperatura sol-aire, aunque pueden existir variaciones respecto a la propiedad del material, la orientación o su entorno.

Se trató con ello, estudiar la situación ambiental del espacio interior con el objetivo de determinar el nivel de confort térmico de viviendas actuales de acuerdo con la orientación y el tipo de clima existente en Saltillo.

Metodología a desarrollar

El estudio fue transversal, de forma descriptiva y cuantitativa, en un periodo de enero a julio en 2013, las mediciones se realizaron cada hora.

Se recabaron datos meteorológicos de 15 años para analizar las modificaciones que han existido respecto al clima.

Se visitaron dos viviendas con distribución similar y se consiguieron planos de ambos, en el 2016 se empleó el programa Enerhabitat para el análisis comparativo respecto a las cuatro orientaciones e identificar la más conflictiva, comparando además el comportamiento con aplanado y sin aplanado con 3 distintos espesores de bloques empleados comúnmente en las construcciones actuales y en las viviendas estudiadas, sin sistema activo, en dos periodos distintos en mayo y en enero.

La monitorización consistió en la colocación, del dispositivo HOBOS (data logger) en dos espacios, para registrar temperatura y humedad de las dos viviendas, la ubicación de los dispositivos fue en una parte intermedia del muro sobre algún mueble fijo o colgado para evitar que sea movido por los usuarios, considerando que no reciba radiación directa del sol ni contacto con alguna pared que se caliente por la tarde, evitando vientos directos y ubicándolos de tal manera que no sea percibido por el habitante de la vivienda.

Para mayor control, se nombraron a cada uno de los Hobos por letras, se colocaron cada uno en las viviendas, quedando de la siguiente manera:

Vivienda 1,	Hobos A y B
Vivienda 2,	Hobos C y D

Resultados

En Coahuila principalmente el clima es seco, se integra por 6 unidades climáticas:

Muy seco cálido, muy seco semicálido, muy seco templado, seco cálido, seco semicálido, seco templado, semifrío subhúmedo, semiseco, semicálido, semiseco templado y templado subhúmedo (Romo, 2012).

La ciudad de Saltillo se encuentra a 1600 metros sobre el nivel del mar, con latitud 25°22'35" altitud 1789 longitud 101°01'00", con un clima que se denomina templado semiseco con pocas precipitaciones a lo largo del año.

De acuerdo con Jan Bazant (2010), le corresponde la zona 2, Desiertos de América del Norte con un clima seco desértico o cálido seco. Según King, (1994) y Morillón (2004), el Bioclima es templado seco.

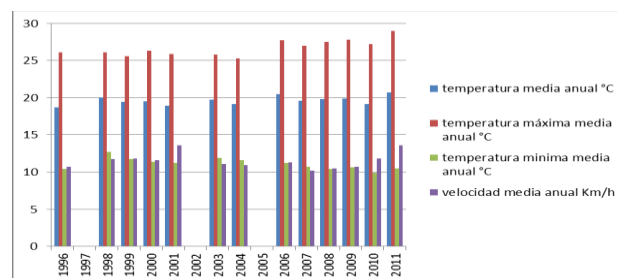


Figura 1 Análisis del macro-clima de Saltillo del 1996 al 2011

Fuente: http://www.tutiempo.net/clima/Saltillo_Coah/763900.htm

Se puede observar que, en el lapso de 15 años, figura 1, se ha generado un aumento mayor de temperatura a partir del 2006 respecto en la máxima media, en cambio la temperatura mínima media se ha mantenido estable.

En los últimos 5 años se ha tenido en promedio una temperatura media anual 19.82°C, con una temperatura máxima anual 27.7°C, un porcentaje de humedad media anual de 53.62% y un promedio de precipitación total acumulada anual de 395.254 mm, los meses con mayor precipitación son en agosto y septiembre, aunque esto puede variar en cada año, las temperaturas más altas se dan en mayo con un promedio de 38.6°C, la temperatura más baja es entre diciembre y febrero con un promedio de -7.6°C.

Se determinaron que los meses más críticos son mayo y enero, por lo que estos fueron analizados en el programa y considerados para el periodo de las mediciones en ambas viviendas. Las mediciones se consideraron a partir del 15 de enero a julio del 2013, iniciando a las 18:00 hrs, programándose el registro a cada hora.

En la vivienda 1

La fachada principal da al SE. La estructura urbana no es compacta para afectar la velocidad de los vientos, se cuenta con un espacio abierto (la plaza) por donde se perciben vientos del S-SE, figura 2.



Figura 2 Ubicación de la vivienda 1 y análisis del viento – sol

Fuente elaboración propia con google earth y gráfica estereográfica para Saltillo, Coah., de Polar Sun Panth chart program, 2014

En la planta se puede observar como es el movimiento del viento al interior y las flechas azules gruesas marcan que en ocasiones se provocan dos remolinos en espacios exteriores, el techo es el que tiene mayor radiación a medio día y poca radiación en las paredes de la fachada principal, figura 3.



Figura 3 Ubicación de dispositivos y análisis del viento – sol

Fuente elaboración propia con gráfica estereográfica para Saltillo, Coah., de Polar Sun Panth chart program, 2014

Los datos obtenidos de las mediciones de la sala orientación OS fueron:

TEMP °C	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL
Promedio	16.63	19.08	19.30	23.33	24.42	26.40	25.36
Maximo	23.77	24.55	26.78	30.36	30.96	32.09	29.85
Minimo	8.98	13.85	13.08	18.33	17.76	23.10	22.05
Oscilación	14.79	10.70	13.70	12.03	13.20	8.99	7.80

Tabla 1 Temperatura 2013

% DE HUM	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL
Promedio	39.44	34.09	31.23	31.94	42.05	45.50	52.65
Maximo	75.69	62.87	64.69	65.03	74.34	69.58	74.20
Minimo	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	26.86
Oscilación	60.69	47.87	49.69	50.03	59.34	54.58	47.34

Tabla 2 Humedad 2013

La temperatura más alta se observó en junio con 32.09°C, aunque la mayor oscilación en temporada de calor se obtuvo en mayo, la menor temperatura se registró en enero. El porcentaje de humedad en este periodo su mínimo fue de 15 % y el máximo no pasaba de 80%.

Los datos obtenidos de las mediciones de la recamara orientación SE fueron:

TEMP °C	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL
Promedio	19.27	20.91	21.21	25.05	25.98	27.48	26.28
Maximo	25.22	26.10	27.96	30.66	31.37	31.27	30.66
Minimo	11.82	15.09	14.04	20.04	18.81	23.87	22.62
Oscilación	13.40	11.01	13.92	10.62	12.56	7.40	8.04

Tabla 3 Temperatura y humedad 2013

% DE HUM	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL
Promedio	43.28	37.24	35.53	31.04	38.40	42.35	49.29
Maximo	72.25	65.82	72.23	57.73	66.20	65.42	66.65
Minimo	15.12	18.70	15.00	15.00	15.00	15.00	29.91
Oscilación	57.13	47.12	57.23	42.73	51.20	50.42	36.74

Tabla 4 Temperatura y humedad 2013

La temperatura más alta se observó en mayo con 31.37°C, la menor temperatura se registró en enero. El porcentaje de humedad en este periodo su mínimo fue de 15 % y el máximo no pasaba de 80%.

En la vivienda 2

La fachada principal de la vivienda es al NE. Se perciben vientos del E-SE, por la distribución de la calle; figura 4.

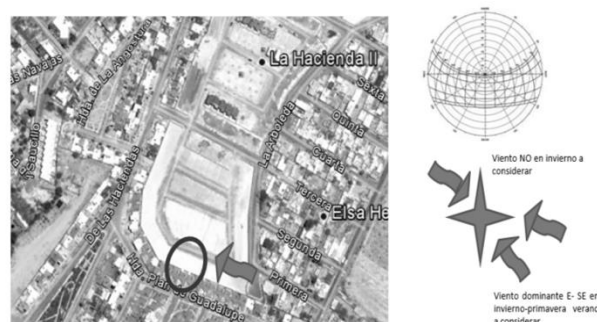


Figura 4 Ubicación de la vivienda 2 y análisis del viento – sol

Fuente elaboración propia con google earth y gráfica estereográfica para Saltillo, Coah., de Polar Sun Panth chart program, 2014

Esta vivienda es similar en su distribución con la vivienda 1, el movimiento del viento es favorable en su fachada principal, pero las habitaciones con orientación SO no cuentan con buena ventilación en verano, generando disconfort por la noche en este periodo, pero en invierno es el más confortable al mantener el calor en las últimas horas, expresado por los usuarios de la vivienda, figura 5.

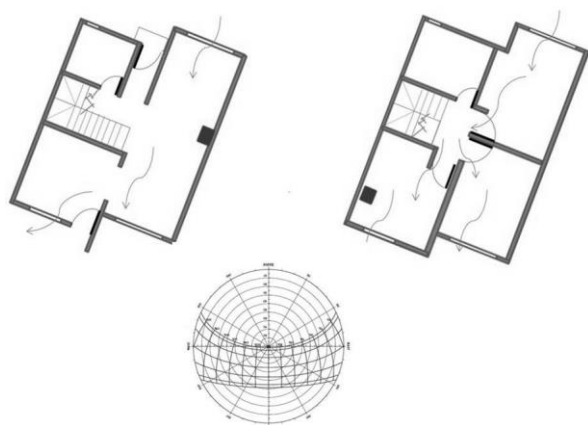


Figura 5 Ubicación de dispositivos y análisis del viento – sol

Fuente elaboración propia con gráfica estereográfica para Saltillo, Coah., de Polar Sun Panth chart program, 2014

Los datos obtenidos de las mediciones de la sala orientación NE fueron:

TEM °C	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL
Promedio	17.62	20.10	20.70	24.10	25.26	27.16	27.00
Maximo	23.77	23.48	27.57	30.80	32.07	31.90	32.89
Minimo	12.30	15.66	15.57	19.80	19.18	24.20	23.10
Oscilacion	11.47	7.82	12.00	11.00	12.89	7.70	9.79

Tabla 5 Temperatura 2013

% DE HUM	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL
Promedio	33.68	29.06	21.57	29.64	35.81	38.32	40.00
Maximo	74.50	52.50	53.35	60.07	69.16	62.52	58.61
Minimo	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	20.34
Oscilacion	59.50	37.50	38.35	45.07	54.16	47.52	38.27

Tabla 6 Humedad 2013

La temperatura más alta se observó en julio con 32.89°C, la menor temperatura se registró en enero. El porcentaje de humedad en este periodo su mínimo fue de 15 % y el máximo no pasaba de 80%.

Los datos obtenidos de las mediciones de la recamara orientación SO fueron:

TEM °C	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL
Promedio	19.23	21.77	22.85	26.50	27.74	29.64	27.82
Maximo	30.56	31.17	34.90	36.73	38.38	37.82	34.69
Minimo	7.58	12.11	12.40	17.00	16.05	22.33	23.20
Oscilacion	22.98	19.06	22.50	19.73	22.33	15.49	11.49

Tabla 7 Temperatura 2013

% DE HUM	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAY	JUN	JUL
Promedio	34.11	27.02	23.46	26.89	32.79	35.10	40.00
Maximo	56.84	44.46	48.24	61.97	71.93	66.62	58.24
Minimo	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	21.82
Oscilacion	41.84	31.46	33.24	46.97	56.93	51.62	36.42

Tabla 8 Humedad 2013

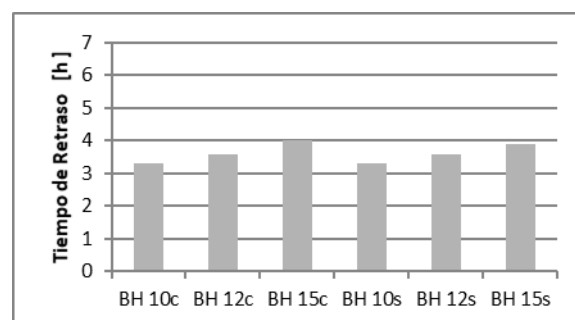
La temperatura más alta se observó en mayo con 38.38°C, la menor temperatura se registró en enero. El porcentaje de humedad en este periodo su mínimo fue de 15 % y el máximo no pasaba de 80.

En el 2016 se procedió a vaciar los datos en el programa Enerhábitat para el mes de mayo sin emplear sistemas activos mostrando lo siguiente:

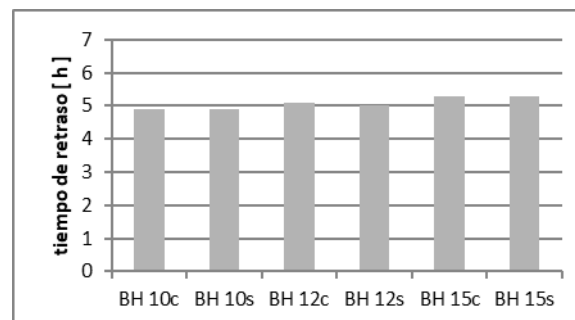
Simbología	Sistema constructivo	Espesor cm	Recubrimiento de 1mm
BH 10c	Bloque hueco	10	con
BH 10s	Bloque hueco	10	sin
BH 12c	Bloque hueco	10	con
BH 12s	Bloque hueco	10	sin
BH 15c	Bloque hueco	10	con
BH 15s	Bloque hueco	10	sin

Tabla 9 Simbología empleada para cada sistema

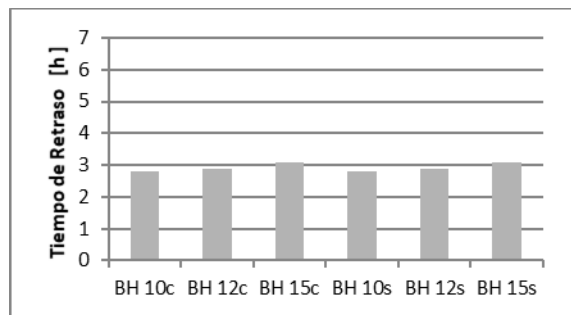
Dando como resultado lo siguiente:



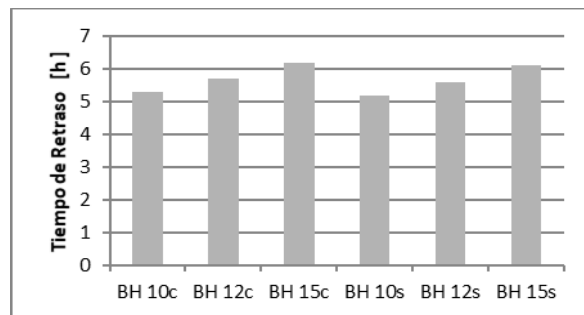
Gráfica 1 Orientación Este



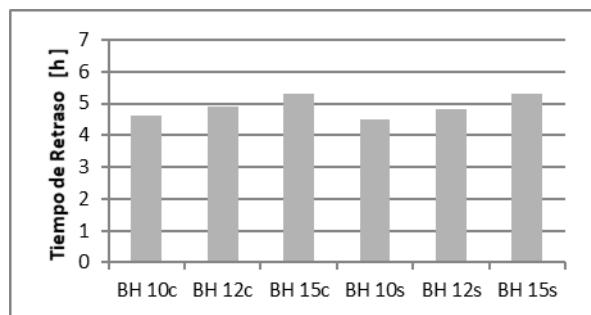
Gráfica 2 Orientación Norte



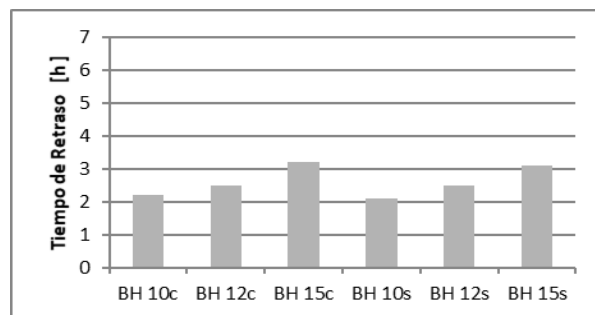
Gráfica 3 Orientación Oriente



Gráfica 6 Orientación Norte



Gráfica 4 Orientación Sur

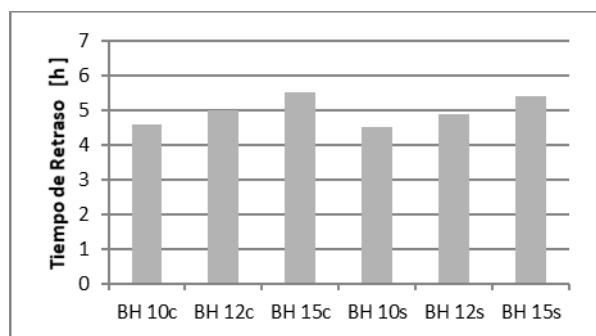


Gráfica 7 Orientación Oriente

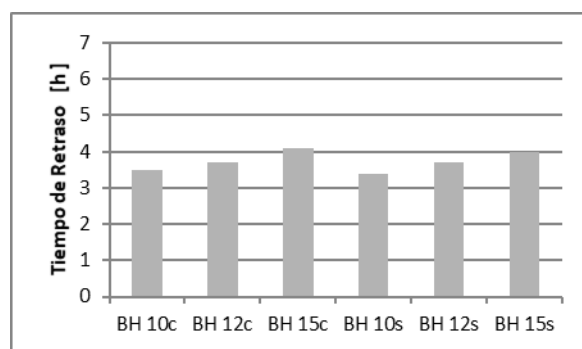
Al comparar el tiempo de retraso en el mes de mayo para un sistema constructivo dado un espesor, entre las distintas orientaciones, se observa que, la orientación con menor retraso es la oeste. Esto se debe a que, en este mes del año, el muro oeste recibe gran cantidad de radiación solar durante la tarde cuando la temperatura sol-aire alcanza su máximo.

Siendo mayor que para las otras orientaciones y en consecuencia el espacio con esta orientación tendrá problemas de confort ya que tardará en perder la energía durante la noche, por lo cual requerirá de un sistema activo.

Los resultados del programa Enerhábitat para el mes de enero sin emplear sistemas activos mostraron lo siguiente:



Gráfica 5 Orientación Este



Gráfica 8 Orientación Sur

Al comparar el tiempo de retraso en el mes de enero para un sistema constructivo dado un espesor, entre las distintas orientaciones, se observa que sigue siendo, la orientación con menor retraso es la oeste.

Esto se debe a que, en este mes del año, el muro oeste recibe gran cantidad de radiación solar durante la tarde cuando la temperatura sol-aire alcanza su máximo, siendo mayor que para las otras orientaciones, aunque en este periodo el espacio con esta orientación tendrá un mejor nivel de confort ya que tardará en perder la energía durante la noche, por lo cual tendrá una menor demanda de un sistema activo, en caso contrario el espacio menos favorecido es el orientado al norte.

Debido a que, al ser un mes frío, la carga térmica por enfriamiento es la más importante y el muro norte es el que menor radiación solar recibe.

Agradecimiento

A Superación Académica y CGEPE de la UAdeC US, por el apoyo en la realización de estancias académicas para capacitación del programa y la compra de dispositivos.

Conclusiones

Se encontró que las temperaturas de las viviendas mostraron un comportamiento térmico acorde a los rangos de confort en verano, definido por Bazant, por lo cual no se hace imperativo el uso de climatización artificial en la mayoría de los espacios a excepción de la habitación con orientación SO.

En el mes de enero se tiene siempre temperaturas muy bajas, con una gran amplitud térmica entre el día y la noche, en consecuencia demanda el uso de calefacción para mejorar las condiciones al interior, por lo que podría ser área de oportunidad la orientación Oriente y Suroeste en invierno; ya que demanda un menor uso de la calefacción en este periodo.

Logrando ser una alternativa para emplearse el espacio con esta orientación de manera flexible o implementar elementos pasivos que ayuden a un mejor comportamiento en verano como direccionar el aire o protegerlo de radiación directa en temporada de verano, además el mismo usuario puede participar cerrando o abriendo las cortinas para no ganar calor en verano o no perder calor en invierno.

Referencias

Bazant, J. (2010). *Hacia un desarrollo urbano sustentable: problemas y criterios de solución*. México: Limuse

Elías, L. P. & García, I. V. (2010). *El conocimiento del ambiente. Aportaciones a la Arquitectura y al Urbanismo. Capítulo 19 Evaluación del confort térmico. Caso de estudio Viviendas de interés Medio en Tampico, México*. Compilado por Ana Margarita González González. Mexicali, Baja California: Consorcio de Universidades Mexicanas, pp. 325.

King, D. (1994). *Acondicionamiento bioclimático*. UAM-Xochimilco, México.

Morillón, D. (2004). *Atlas del bioclima de México, II*. México: UNAM.

Morillón, D. (2007). *HABITABILIDAD TÉRMICA EN LA VIVIENDA*. Querétaro: V Simposio Nacional de Ingeniería Estructural en la Vivienda

Serra, F. R. (2004). *Arquitectura y climas*. 4ª edición, Barcelona: Gustavo Gili, S.A

Serra, F. R. & Coch, R. H. (2001). *Arquitectura y Energía Natural*. 1ª edición, Barcelona: Ediciones UPC.

Documentos

CONAFOVI (2006). *Guía para el uso eficiente de la energía en la vivienda*. México. Recuperado de www.conafovi.gob.mx

Romo A María de Lourdes. Responsable técnico. *Programa de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial del Estado de Coahuila 2012* (preliminar). Gobierno Federal Sedesol, Secretaria de Desarrollo Urbano y Ordenación de territorio y Gobierno de Coahuila.

Tiempo clima Saltillo. Recuperado de http://www.tutiempo.net/clima/Salttillo_Coah/763900.htm