

TLATEMOANI
Revista Académica de Investigación
Editada por Eumed.net
No. 38 – Diciembre 2021.
España
ISSN: 19899300
revista.tlatemoani@uaslp.mx

Fecha de recepción: 19 de Octubre de 2021.
Fecha de aceptación: 30 de Noviembre de 2021.

**ANÁLISIS DE CONDICIONANTES AMBIENTALES EN LA VIVIENDA DE
INTERÉS SOCIAL PARA LA ZONA CÁLIDA SUBHÚMEDA**
**ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN HOUSING OF SOCIAL
INTEREST FOR THE WARM SUBHUMID ZONE**

Autores:
Néstor Juan Zapata Padilla
nestor.zapata@uaslp.mx
Carlos Pedraza Gómez
carlos.pedraza@uaslp.mx
Alma Rafaela Bojórquez Vargas
alma.bojorquez@uaslp.mx
Gisela Beatriz Hernández González
Gisela.hernandez@uaslp.mx

RESUMEN

Este trabajo presenta resultados de investigación del cuerpo académico UASLP-CA-286-Patrimonio, Turismo y Desarrollo; alineados a la temática de Urbanismo y arquitectura sustentable; donde se analiza con base al gráfico de Olgyay el confort térmico en la vivienda de interés social en serie construida a base de muros de block y estructura de ferro concreto; con el fin de valorar si cumplen con características adecuadas de habitabilidad y urbano arquitectónicas sustentables. En el año 2019

se establecen seis viviendas de interés social como objeto de estudio para posteriormente, en el periodo de un año; 2019 - 2020, y con los equipos de medición que se obtuvieron gracias al apoyo del Programa para el Desarrollo Profesional Docente PRODEP, se registraron parámetros micro climáticos interiores y exteriores como la temperatura, humedad relativa y velocidad del viento con la intención de calcular el confort térmico e inferir en recomendaciones para realizar ajustes en el ambiente y materialidad de la vivienda, con los que se prevé disminuir los efectos climáticos desfavorables que merman el confort y calidad de vida del usuario.

PALABRAS CLAVE: Confort térmico. Vivienda de interés social. Condiciones ambientales.

ABSTRACT

This work presents research results from the academic body UASLP-CA-286-Patrimonio, Turismo y Desarrollo; about Urbanism and sustainable architecture; this is based on the Olgay's graph and about the thermal comfort from low-cost housing, which are manufactured from a construction system of block and concrete. This is done to check if they are suitable for the environment. By 2019, six houses became the object of study, later; in the period 2019 - 2020, with the instruments provided by PRODEP; Teacher Professional Development Program; it is possible to register inside and outside the house; temperature, relative humidity and wind speed; to calculate thermal comfort and then recommend actions to improve the environment and house materials. With these recommendations, it is hoped to mitigate the negative effects of the climate inside the houses and optimize the physical conditions to increase user comfort.

KEYWORDS: Thermal comfort. Affordable home. Environmental conditions.

INTRODUCCIÓN

A través del tiempo las ciudades construidas generan sus propias condiciones morfológicas y ambientales, sin respetar y modificando las del paisaje natural.

Se entiende por urbanismo bioclimático, el diseño construcción o consideración de un ambiente urbano a partir de los parámetros que dictan los factores climáticos, físicos y fisiológicos del medio ambiente natural. El urbanismo bioclimático da como resultado, distintas formas y funcionamiento para cada una de las ciudades trazadas, ya que responderían más bien a la forma del espacio natural.

Actualmente el urbanismo bioclimático se enmarca dentro en la planificación de desarrollo sostenible cuyo objetivo es mejorar la calidad de vida de las personas aprovechando al máximo todos los recursos disponibles y controlando los efectos perniciosos sobre el medio ambiente en todas sus escalas; recursos del soporte, del clima, energéticos, paisajísticos e incluso socio-económicos. (Monroy, 2001)

El Urbanismo Bioclimático se puede definir como la planificación integral de un territorio con sus infraestructuras y edificios para crear un hábitat cómodo para la vida comunitaria y privada. Este diseño a gran escala implica la elección de una ubicación apropiada y una correcta adaptación del entorno próximo y los volúmenes edificados al clima del lugar y a sus variaciones estacionales y diarias, considerando como factores ambientales fundamentales la temperatura y humedad del aire, el viento y, sobre todo, el soleamiento. (Monroy, 2001)

Las ciudades constituyen a inicios del siglo XXI, el escenario de la vida planetaria y para su funcionamiento y continua expansión en sus diversas formas, requieren un flujo constante y multidireccional de materia y energía por un lado, y desechos y emisiones por otro, cualquier interrupción de dichos flujos pone en evidencia la dependencia de ecosistemas lejanos para el metabolismo urbano. Este proceso metabólico, tiene implicancias en el medio ambiente a diferentes escalas, ejemplo de ello es el cambio climático (CC) a escala global. (IPCC, 2007).

En general, el desarrollo urbano, y especialmente la edificación de inmuebles, provocan cambios significativos al territorio natural, que traen consigo,

en medida del grado de afectación al medio físico; cambios en el clima de la región; hasta el momento el más significativo; el calentamiento del medio ambiente.

La expansión y crecimiento de la forma urbana, ha generado grandes impactos, positivos como negativos, siendo el clima urbano uno de los mayormente afectados. La evidencia científica muestra un diferencial de temperatura atmosférica entre las zonas urbanizadas, menos urbanizadas y las zonas rurales, diferencial conocido como islas de calor urbano. (Oke, 1987; Santamouris et al, 2001; Romero y Molina, 2008; Romero et al, 2008; Romero et al, 2010).

Este fenómeno tiene un impacto en la habitabilidad de los espacios públicos y sobre la energía demandada para lograr el confort térmico de los espacios habitados, lo cual tiene una estrecha relación con la composición y distribución de las diferentes zonas térmicas de la ciudad (Stewart y Oke, 2009) y que han sido recientemente estudiadas en la ciudad de Santiago. (Romero, 2010).

Los estudios del clima urbano, y microclimas urbanos, están contribuyendo al generar parámetros para la planeación, diseño, adecuación y construcción de ciudades, encausando y beneficiando el bienestar de la población dentro de su medio ambiente.

Así pues está planteado para complementar de manera lógica el proceso de diseño de un espacio urbano, sin pretender restringir la creatividad del diseñador por el contrario creemos que añadir a los criterios funcionales y estéticos el componente micro climático enriquecerá de manera importante el producto final de este proceso. (Ochoa, 2009)

Determinar la posible sensación de confort interior y exterior del sitio nos dará una idea bastante aproximada de las circunstancias ambientales a las que el usuario se enfrentará en el ambiente micro climático de su vivienda. Uno de los principales objetivos de controlar el microclima de los espacios interiores, es crear un ambiente confortable para las personas que lo utilicen, la manera de evaluar si las acciones emprendidas son las correctas sería estimando el grado de confort ambiental alcanzado en dicho espacio. (Ochoa, 2009)

Según la American Society of Heating Refrigeration and Air conditioning Engineers, más conocida como ASHRAE, el confort es definido como aquellas condiciones de la mente, que expresan satisfacción del ambiente térmico.

La conceptualización y medición del confort térmico humano ha sido objeto de múltiples estudios y esfuerzos por lograr una definición clara, esta dificultad reside en la cantidad de variables involucradas en su determinación ya que es al mismo tiempo un estado fisiológico (termo regulación) y una percepción (psicológico) (Erell, et al, 2011). Históricamente se ha reconocido el valor de la creación de condiciones “óptimas” para el bienestar humano, especialmente desde la arquitectura y diseño de la ciudad.

Podemos definir el confort como un estado de completo bienestar físico, mental y social. Pretendemos que las personas se encuentren bien, no que estén menos mal. El confort, depende de multitud de factores personales y parámetros físicos. De entre todos los factores, el confort térmico representa el sentirse bien desde el punto de vista del ambiente higrotérmico exterior a la persona. Los límites extremos, desde el punto de vista térmico, pueden resultar dañinos, e incluso mortales, para el ser humano.

Según Oke 1987; estas condiciones son el mejor ejemplo documentado de los cambios producidos por el hombre sobre el clima. Estas modificaciones producen impactos inadvertidos sobre el confort, la salud y seguridad de los ciudadanos y tiene un impacto sobre las economías individuales.

Los parámetros micro climáticos ambientales que permiten tener un bosquejo de la sensación de confort, son la temperatura en conjunto con el porcentaje de humedad relativa y la velocidad del viento.

La temperatura, se sabe que es la magnitud con la que verificamos la transferencia de calor de un cuerpo más caliente hacia uno más frío, por lo que depende directamente de la intensidad y la distancia de la fuente de calor; la cual puede ser directa o difusa, por convección, radiación y conducción; así como del tiempo de exposición y actividad que se realiza.

La humedad relativa se define como la cantidad de agua que un metro cubico de aire es capaz de retener, expresada en porcentaje. Un ejemplo de esto, es visualizar una manta de algodón capaz de retener agua sin presentar escurrimientos, pero una vez que superamos el límite de retención, el agua escurre; lo que se le llama en el caso del aire asociado a la baja temperatura; punto de rocío. (Meruane y René Garreaud, 2006)

El viento por su parte, se define como el movimiento del aire en sentido horizontal o vertical; tanto la dirección y velocidad son las particularidades más complicadas de controlar dado que depende directamente de las presiones atmosféricas, y por lo tanto es necesario conformarse con lograr encausarlo y en la manera de lo posible tratar de incentivarlo por medio de zonas permeables.

La respuesta del cuerpo humano a la combinación de estos factores meteorológicos; temperatura °C, porcentaje de humedad relativa %HR; y la velocidad del viento Km/h, se le llama sensación térmica. De modo que el balance de confort térmico se traduce como la capacidad metabólica que tiene un organismo, en este caso la persona para expulsar la misma cantidad de energía que recibe del contexto. (Ochoa, 2009)

Como se advierte, el objetivo de la investigación en el campo bioclimático es el de cuantificar la sensación térmica e instituir escalas, que permitan establecer la respuestas de la persona ante los estímulos de las condiciones ambientales del microclima. Todos los investigadores utilizan una metodología similar, consistente en el análisis combinado de las diversas variables climáticas, que condicionan la sensación térmica, aunque varía su número y la importancia dada a cada una de ellas.

Los resultados se expresan en forma de índices o representando zonas de confort sobre diagramas psico métricos, lo que da a lugar a diagramas bioclimáticos o cartas bioclimáticas, las cuales pueden ser de una región a gran escala, mediana o pequeña, incluso en puntos específicos como el caso de una vivienda o la acera de una vialidad.

De acuerdo con Ochoa, 1999; dos son los diagramas o cartas bioclimáticas más utilizadas en los trabajos de diseño arquitectónico y en urbanismo: la de Olgyay y la de Givoni. La primera permite determinar las características climáticas de espacios abiertos y es de gran utilidad para la elección del emplazamiento y orientación de los edificios; la de Givoni está diseñada para determinar las condiciones micro climáticas del interior de los edificios, lo que permite evaluar las necesidades energéticas de calentamiento o ventilación necesarias para mantener unas condiciones adecuadas de confort. Ambos modelos parten de la idea de una arquitectura bioclimática, cuyo objetivo es la realización de edificaciones adaptadas a las condiciones climáticas del medio y que proporcionen al usuario ambientes térmicamente agradables utilizando para ello la propia edificación y sus elementos constructivos con un consumo mínimo de energía. Esta concepción bioclimática permite integrar la forma, la materia y la energía del lugar creando una arquitectura más propia de cada región y cuya característica primordial es presentar cambios ambientales en el interior para contrarrestar las fluctuaciones del clima exterior.

La carta psicométrica para el caso de Ciudad Valles, se genera con ayuda del software Confex, donde los resultados son los siguientes:

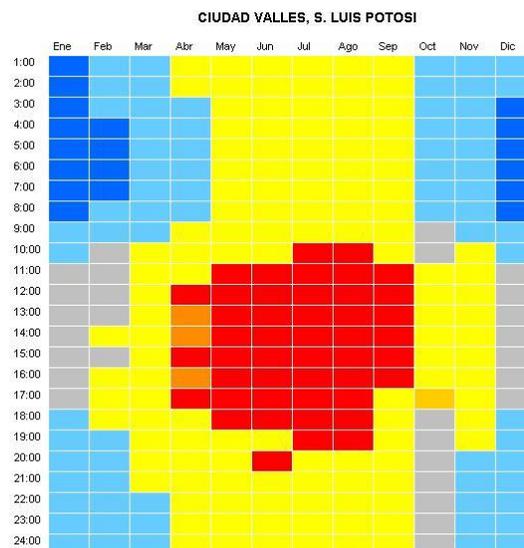


Ilustración 1 Carta bioclimática de Ciudad Valles, S.L.P. Elaboración propia.

Este código de colores es el diagnóstico de confort para el clima de la región basada en las Normales climatológicas de CONAGUA; y cada color equivale a las recomendaciones para esa hora y el mes en específico, donde nos dice que en los meses de abril a septiembre, en un horario de 10:00h a 19:00h, es necesario controlar la radiación solar, la temperatura radiante, propiciar la ventilación y disminuir la humedad relativa. Las recomendaciones para cada hora del día y mes del año se encuentran en la siguiente imagen.

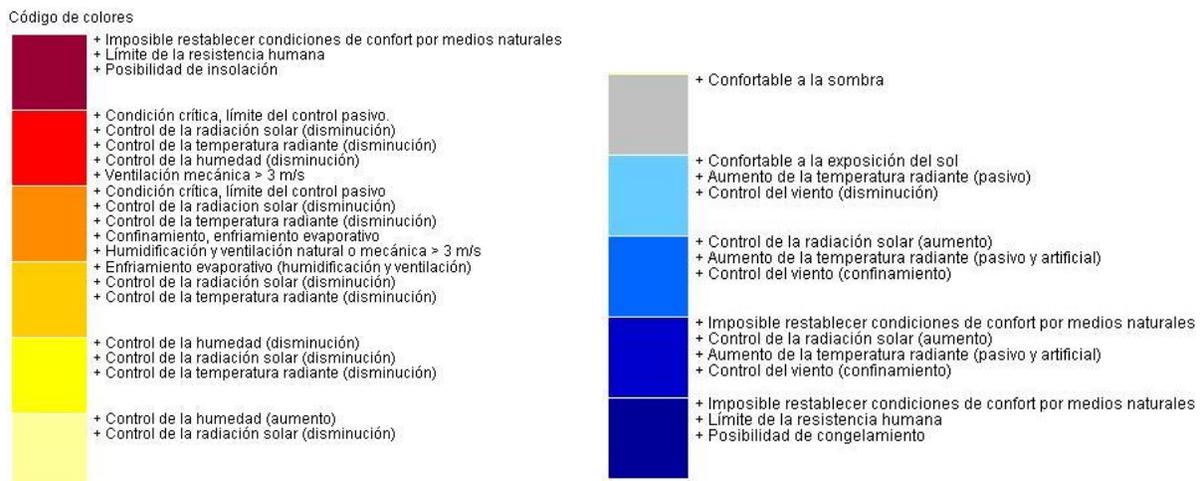


Ilustración 2 Recomendaciones para el clima de Ciudad Valles, S.L.P. Elaboración propia.

La confortabilidad puede ser definida como el conjunto de condiciones en las que los mecanismos de autorregulación son mínimos; o como la zona delimitada por unos umbrales térmicos en la que el mayor número de personas manifiesten sentirse bien.

El gráfico de Olgay con el que se trabaja en esta investigación, se utiliza para registrar la temperatura del aire en grados centígrados, el porcentaje de humedad relativa y la velocidad del viento, estas variables son las más importantes para determinar el confort térmico en el interior o exterior así como la sensación térmica en el ambiente.

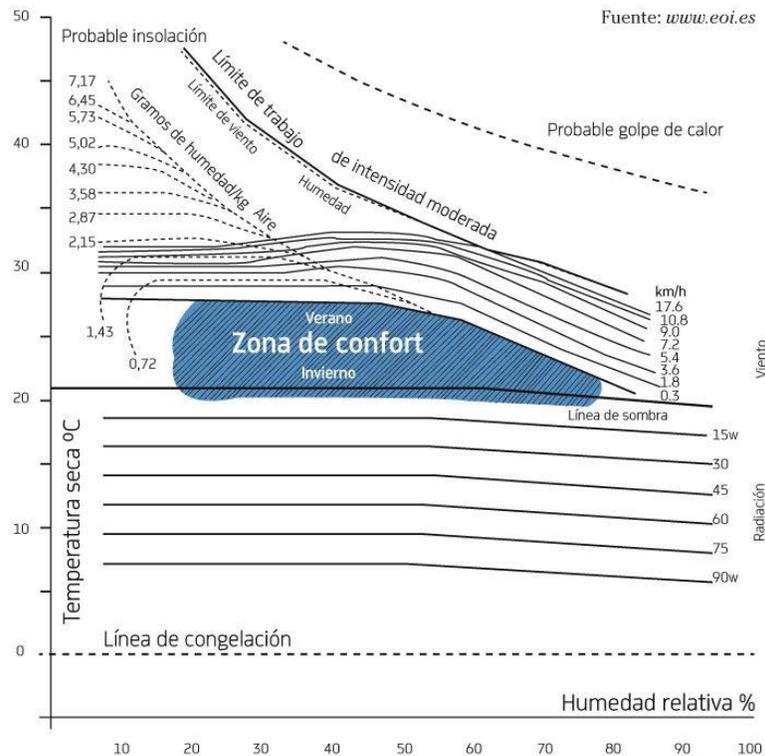


Ilustración 3 La zona de confort. La carta bioclimática. Fuente; Olgay, 1963

En el eje horizontal se registra la Humedad relativa, y en el eje vertical la temperatura; de esta forma se integra la información como una coordenada cartesiana, el viento por su parte, se gráfica en el centro de la gráfica, donde su valor en Km/h ayuda a disminuir el efecto de la temperatura al bajar hacia la zona de confort la coordenada cartesiana que se gráfica según el valor registrado.

Una vez que se ubica la coordenada, se entiende que según la posición respecto de la zona de confort marcada como un polígono; afuera o adentro, se interpreta si existe confort en el ambiente, y en caso contrario, se sugieren algunas recomendaciones como el aumento de ventilación, aumento de radiación solar, inyección de humedad en el ambiente y disminución de la temperatura; así pues, también advierte sobre el posible golpe de calor, el límite de intensidad de actividad moderada y el límite del viento, donde una vez que se llega o sobrepasa estos límites, difícilmente se podrán aplicar modificaciones para alcanzar el confort térmico del espacio.

De acuerdo con las encuestas aplicadas, más del 90% de las personas son originarios de Ciudad Valles, el 96.2% lleva más de dos años radicando en su vivienda, la cual es en un 97.7% construidas a base de muros de block y un 95% cuenta con losa de concreto armado. El 37.7% viven en casas de interés social construidas en serie mientras que el 60.8% No.

Respecto al clima de Ciudad Valles, el 13.8% considera que es caluroso, 49.2% bastante caluroso y un 36.2% extremadamente caluroso; lo que implica que el clima influye en la selección de su horario para salir a caminar y desarrollar sus actividades al aire libre; donde el 39.2% opina que influye bastante, 46.2% dice que si influye. Por tal motivo, el 45.4% prefiere salir a caminar después de las 19:00h, un 22.3% lo hace de 17:00h a 19:00h y un 16.2% lo prefiere antes de las 9:00h; evitando los horarios en donde consideran que el ambiente es más caluroso.

Con base a la pregunta; “¿Tu casa es vivienda en serie? Un modelo de casa construido varias veces, similar a la de tus vecinos”, se genera la tabla 1 para comparar entre aquellos que respondieron que su casa sí es vivienda en serie vs aquellos que respondieron que no lo es:

Tabla 1 Comparativa sensación de calor en Vivienda en Serie vs Autoconstrucción. Elaboración propia.

Núm.	Respuestas.	Vivienda Autoconstrucción (V.A)	Vivienda en serie Interés social (V.S)
1	Bastante calurosa.	14%	14%
2	Calurosa.	24%	35%
3	Confortable.	29%	20%
4	Extremadamente calurosa.	5%	16%
5	Insoportable debido al calor.	1%	2%
6	Ligeramente calurosa.	24%	12%
7	Extremadamente fría.	0%	0%

De la tabla anterior, se observa que de las personas que habitan en vivienda en serie V.S. perciben que el ambiente de su casa más caluroso, 35%; respecto aquellas que viven en vivienda de autoconstrucción V.A. con solo un 24%. El 20% en V.S. consideran que el ambiente es confortable mientras que para V.A. la sensación de confort aumenta a un 29%. En V.A. el 24% opina que el ambiente es ligeramente caluroso y solo el 12% en V.S., sin embargo el 16% en V.S. considera su casa extremadamente calurosa mientras que en V.A. solo un 5%.

Asociado a lo anterior, debido a la incidencia directa de la luz solar, el 24.6% considera que la sala comedor es la zona más calurosa de su casa, donde comúnmente se desarrollan las actividades familiares por lo tanto la percepción de calor es identificada en estos espacios, no obstante el 53% considera que los espacios más calientes e incómodos de su vivienda son las habitaciones.

Gracias a la encuesta, es posible definir y continuar con el rumbo de la investigación, el cual se trata de analizar las condiciones ambientales para evaluar el confort de la persona en las viviendas de interés social para la zona cálida subhúmeda.

METODOLOGÍA

Objetivo

Realizar un registro de parámetros micro climáticos para valorar el confort térmico en por lo menos cinco viviendas de interés social en serie, en un periodo de un año, para esclarecer el comportamiento micro climático ambiental dentro y fuera de la vivienda, con el propósito de identificar cual o cuales de las características como la forma, orientación y materialidad influyen positivamente en las condiciones de confort térmico de la persona.

Objetivos específicos

Además de una revisión bibliográfica y de la creación de un expediente fotográfico, se realizan levantamientos para elaborar los planos arquitectónicos,

definiendo y asignando así los puntos de medición dentro y fuera de la vivienda; aquellos donde con la ayuda de los equipos de medición se obtendrán los datos ambientales como la temperatura, humedad relativa y velocidad del viento; además de temperatura del cascarón; para después integrarlos al gráfico de Givoni y detectar que viviendas tienen las mejores condiciones climatológicas, con lo que es posible inferir sobre cuáles son los factores que intervienen en el comportamiento térmico y la forma de ajustarlos para aproximarlos a la zona de confort.

Justificación

Considerando que la inversión económica que se reservó para los equipos de medición y para compensar a los participantes es minúscula, los autores confían en que el beneficio de este estudio, puede escalar de manera exponencial en distintos ámbitos académicos y profesionales dado que en Ciudad Valles existen más de 12 mil viviendas de este tipo de acuerdo con un análisis hecho con la información del inventario nacional de vivienda del año 2016, cuya población en promedio es de 43,000 habitantes.

Le recordaría al área de la arquitectura las premisas de diseño urbano arquitectónico, las cuales promueven entre otras cosas, el estudio del contexto físico y climático para adaptar formalmente y funcionalmente las viviendas.

Legales; para estudiar la factibilidad de iniciativas de ley que revisen y propongan que los fraccionadores asignen al total de viviendas de proyecto, un porcentaje para construirlas a base de materiales o tecnología sustentables.

Ingeniería; para analizar y mejorar la eficiencia térmica de los materiales de construcción o recubrimientos con la intención de atenuar los efectos climáticos de la región.

Ambientales; mejorando las condiciones bioclimáticas para incentivar la subsistencia de áreas verdes e integración de zonas permeables que permitan el regreso de la humedad al terreno, así como animar la construcción vertical para privilegiar los espacios abiertos y así propiciar el movimiento del aire a través de los espacios edificados.

Planteamiento del problema

El clima de Ciudad Valles, presenta temperaturas extremadamente altas a nivel nacional, por lo que es importante para el Cuerpo Académico el cual cuenta con la participación activa de Arquitectos con líneas de investigación como el urbanismo y arquitectura sustentable, iniciar estudios sobre el comportamiento térmico y eficiencia energética de los materiales de construcción, así pues, evaluar y analizar la sensación de confort térmico de la persona, especialmente en el interior de la viviendas para valorar el nivel de calidad de vida y habitabilidad ambiental.

Se observa que los materiales de construcción y sistemas constructivos se adaptan más bien a la industrialización con el objetivo de seguir el ritmo de crecimiento y desarrollo económico global, por lo que los materiales como el block de cemento y estructuras de ferro concreto continúan vigentes, aun cuando sus características térmicas y fisiológicas no han evolucionado en pro del beneficio ambiental.

Hipótesis

La hipótesis de la que se deriva este trabajo, es que la vivienda de interés social en serie, construida a base de materiales clásicos como lo son el block y la estructura de ferro concreto, son construidas para satisfacer la necesidad básica de cobijo y protección, cuya función se cumple de forma eficiente, sin embargo se cree que por el contrario a las premisas de la arquitectura antigua, contemporánea sustentable y normada, estos modelos de vivienda de interés social, NO se integran al contexto físico de forma adecuada, por lo que la temperatura ambiente a la que se someten los usuarios debido a las características formales, de orientación y fisiológicas de la vivienda extralimitan de forma negativa los estándares de confort humano necesarios para sentir un ambiente de satisfacción térmico.

Enfoque

La presente investigación de desarrolla con un enfoque mixto; cuantitativo descriptivo. Se respalda con los datos registrados con los equipos de medición, vinculados con la aplicación y análisis de encuestas para observar un fenómeno socio ambiental.

Materiales y métodos

En el año 2019 se concilia el plan de trabajo para la investigación, el cual consiste primeramente en determinar el periodo, días y horarios en que se realiza la medición. Tras el análisis de los resultados de la aplicación de una encuesta sobre el confort en la vivienda de interés social, se determina que las mediciones se realizan cada dos semanas, en los horarios; 9:00h, 12:00h, 15:00h y 18:00h; se comienza en el mes de octubre del año 2019 y termina en el mes de septiembre del año 2020. Debido a los limitados recursos económicos, humanos y tecnológicos; se decide programar el registro de información cada dos semanas en lugar de hacerlo de forma diaria.

El número de viviendas resulta después de abrir una convocatoria en las redes sociales donde se solicita el apoyo de la comunidad para un proyecto de investigación, bajo condiciones específicas: únicamente se consideran aquellas viviendas de interés social menores a 60m² de construcción, ubicadas en zonas distintas de la mancha urbana y construidas en serie; un modelo-tipo de casa habitación para repetirlo en un conjunto habitacional de tipo fraccionamiento de interés social: a cambio de una remuneración económica simbólica, a cuenta del coordinador de la investigación.

Una vez que se definen las viviendas, el investigador visita el sitio para capacitar a los participantes en el uso de los equipos de medición y la forma de entrega recepción de la información. Para esto se diseña y entrega junto con los equipos, una *ficha de registro* para anotar los resultados de la medición. Los equipos ubicados en cada vivienda objeto de la investigación se integran por una estación meteorológica de bolsillo marca kestrel modelo 3500; que sirve para medir la temperatura, humedad relativa y la velocidad del viento; además de un termómetro infrarrojo con puntero laser marca Steren modelo HER-427 que se utiliza para registrar la temperatura de los materiales.

De las fichas de registro llenadas a mano, se capturan los resultados en una tabla que se hace con ayuda de la herramienta Excel, donde es posible ordenar de mejor forma la información para después generar gráficas y así analizar el

comportamiento térmico dentro del ambiente interior y exterior de la vivienda, en relación la zona de confort de la gráfica de Olgyay.

Para el manejo de los datos es conveniente inventar y asignarle una clave a cada objeto de estudio, el cual inicia con tres letras que identifiquen el nombre de colonia, en segunda posición la fecha en formato dd-mm-aa, y en tercer lugar la hora en que se realiza la medición en formato 00h. Estos tres elementos, separados entre sí por una diagonal “/”; para lo cual queda de la siguiente forma:

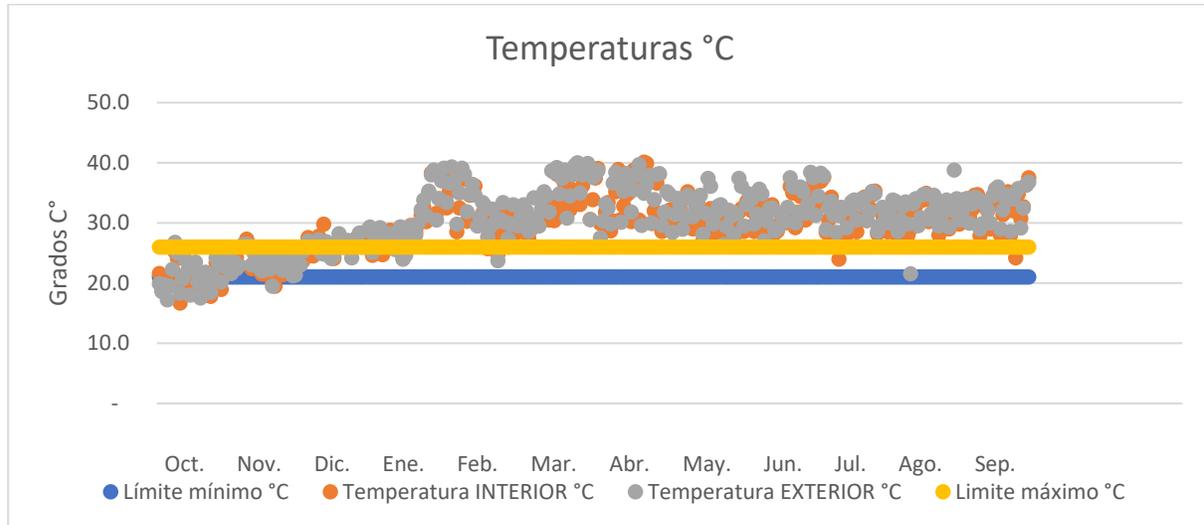
Tabla 2. Claves y ubicación de las viviendas. Elaboración propia.

Núm.	Colonia	Ubicación	Orientación	Clave
1	Fraccionamiento Brisa.	Villa 22° 0'37.07"N 98°59'51.95"O	NE-SO	VBR/dd-mm-aa/00h
2	Fraccionamiento Consuelo.	EI 22° 1'43.53"N 99° 1'29.85"O	N-S	CSL/dd-mm-aa/00h
3	Fraccionamiento Sol.	EI 22° 1'31.61"N 99° 1'19.22"O	N-S	FSL/dd-mm-aa/00h
4	INFONAVIT Núm. 2	22° 0'51.93"N 99° 0'20.76"O	NO-SE	INF/dd-mm-aa/00h
5	Lomas de Santiago.	21°57'33.41"N 98°59'29.19"O	NE-SO	LOM/dd-mm-aa/00h
6	Fraccionamiento Carmen Núm. 2	EI 21°59'45.55"N 98°59'25.89"O	NE-SO	CRM/dd-mm-aa/00h

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con las encuestas, el 91.5% son originarios de Ciudad Valles y el 96.2% de la población encuestada viven en su casa desde hace más de dos años, por lo que en opinión de los investigadores tienen un idea bastante clara sobre las temperaturas que se alcanzan en Ciudad Valles y el ambiente micro climático que se genera en el interior de su vivienda.

A continuación, se presenta el análisis de las gráficas más importantes, las cuales se generan de los datos registrados por los equipos de medición.

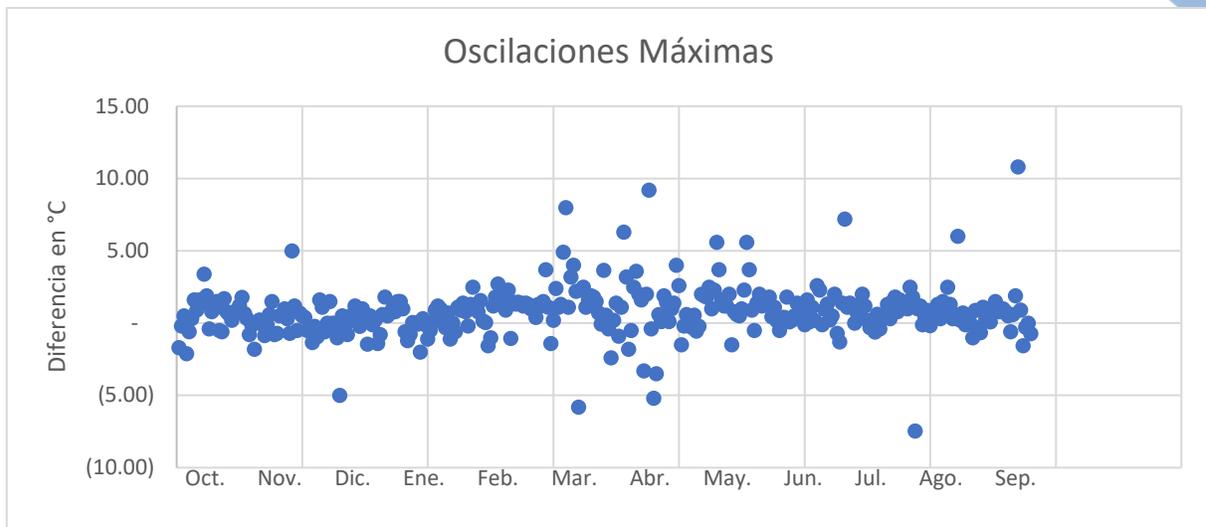


Gráfica. 1 Temperatura en las viviendas de interés social °C. Elaboración propia.

En el gráfico anterior, se presenta el límite mínimo de temperatura en color azul de 22°C y el límite máximo de temperatura en color amarillo de 26°C, ambos expuestos en grados centígrados; límites dentro de los que una persona puede sentir confort en el ambiente, estos límites forman una franja que representa la zona de confort, por lo que aquellas temperaturas registradas que se encuentren por arriba o por debajo de estas líneas, seguramente propiciarán un ambiente de discomfort.

Es evidente que, en la mayor parte del año, la temperatura interior y exterior de las viviendas exlimitan la zona de confort, con excepción de las que se presentan en los meses más fríos del año; octubre, diciembre y enero.

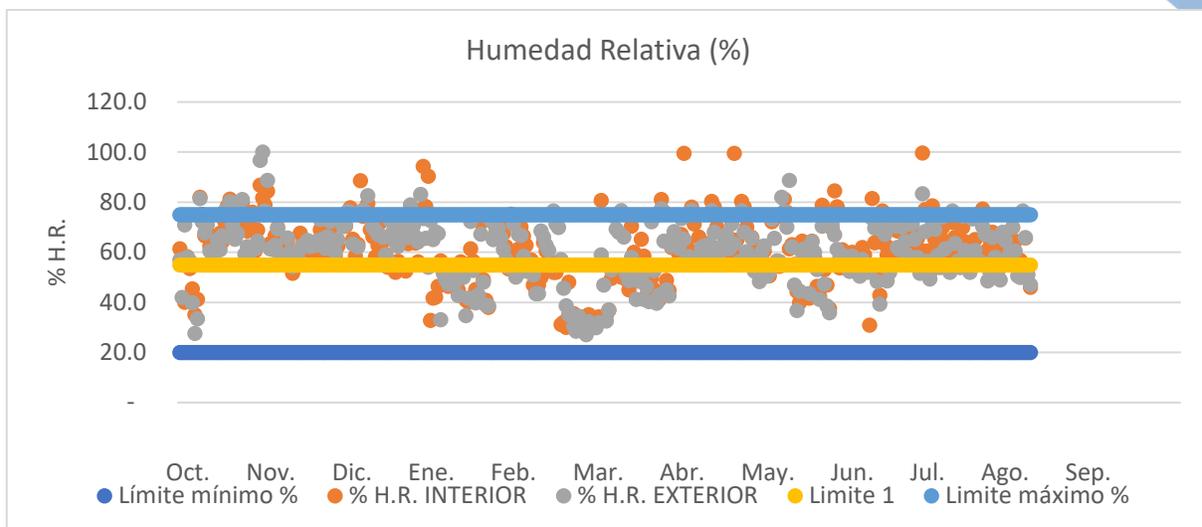
En el gráfico están incluidos todos los registros que se realizaron en el año, los cuales fueron cada dos semanas, en horario descritos anteriormente.



Gráfica. 2 Oscilaciones Máximas de Temperatura Exterior vs Interior.

Elaboración propia.

En el gráfico anterior, se detectan las oscilaciones de temperaturas más relevantes del estudio, donde se aprecia que un ambiente interior puede variar hasta 10 grados centígrados respecto al exterior, generalmente en los meses más fríos, la temperatura interior es mayor a la exterior, y en los meses más calurosos, la temperatura exterior es mayor. La oscilación que se presenta es la diferencia de temperatura entre el interior de una vivienda respecto del exterior de la misma; el patio. Las oscilaciones más importantes y constantes se ubican en el mes de abril, uno de los meses más calurosos del año.

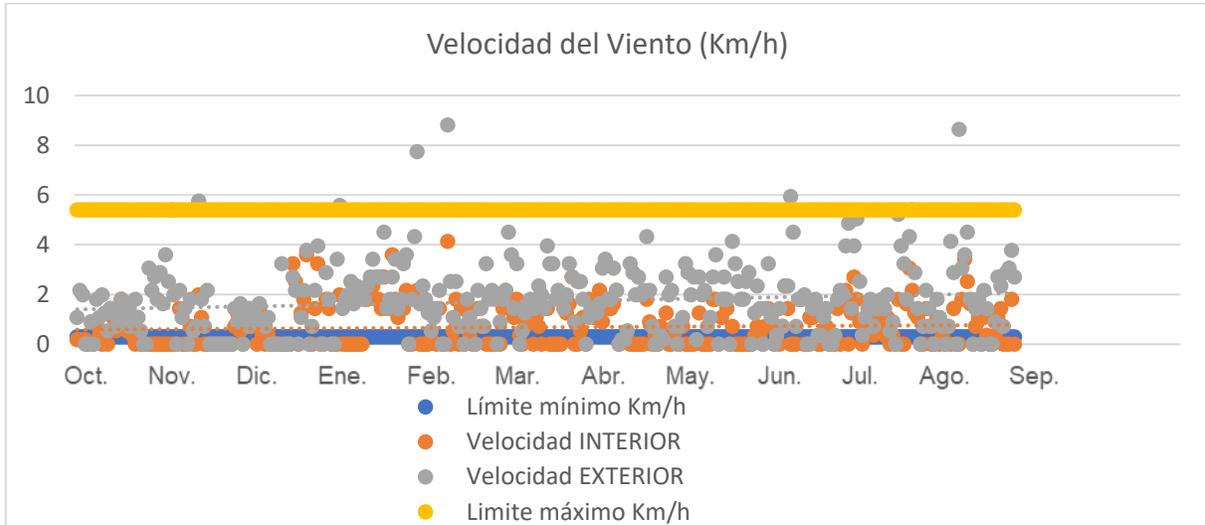


Gráfica. 3 Humedad Relativa en las viviendas de interés social (%). Elaboración propia.

En lo que concierne al porcentaje de la humedad relativa, se presenta en el gráfico anterior, la franja que representa la posibilidad de alcanzar el confort térmico que se define por tres líneas, siendo estas el límite mínimo de 20% y los límites máximos de 55% y 75% respectivamente. Para esta variable se observa que la mayor parte de los registros se encuentran dentro de los límites permisibles, sin embargo esto no implica que el ambiente térmico sea confortable ya que la zona de confort, como se describe anteriormente se deriva de la combinación de por lo menos dos factores climáticos; humedad relativa y temperatura del aire.

En la gráfica de Olgay, *Ilustración 3 La zona de confort. La carta bioclimática. Fuente; Olgay, 1963*, es importante apreciar que la zona de confort es un polígono irregular, el cual tiene una cuña en el extremo derecho, donde se lee entonces que la humedad relativa menor a 55%, con una temperatura del aire con valores dentro de sus límites mínimos y máximos; 22°C y 26°C; provoca un ambiente confortable, y en caso de registrar un porcentaje de humedad relativa mayor del 55%, es necesario una temperatura entre los 22°C y 24°C para alcanzar el confort. Esta cuña se considera como la línea amarilla de la *Gráfica. 3 Humedad Relativa en las viviendas de interés social (%)*; límite 1, y el límite 2 es la humedad relativa de 75%.

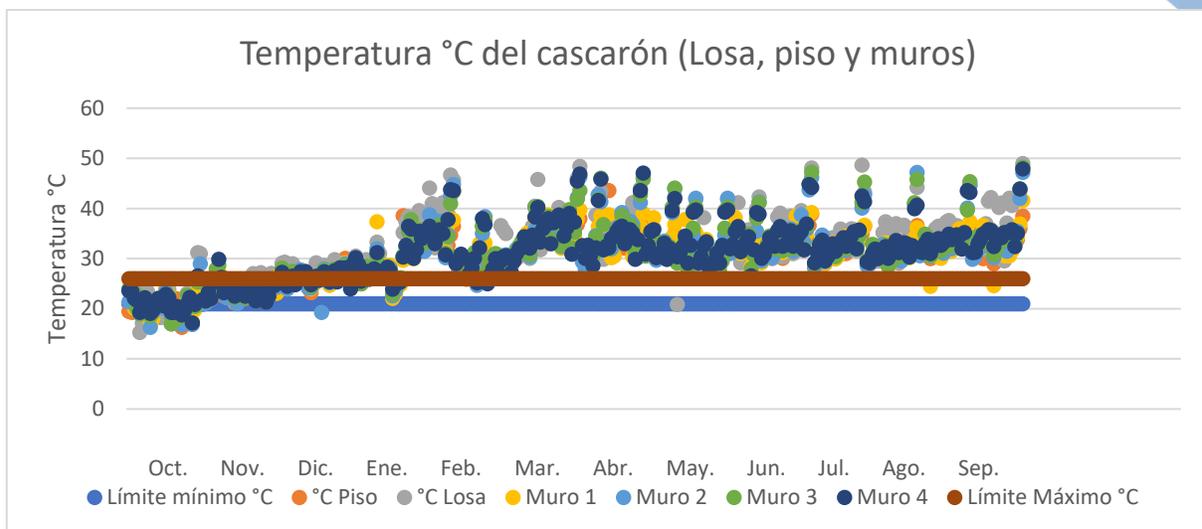
En tanto que los registros estén entre los valores de 55% y 75%, son zonas con la misma posibilidad de ser zonas de confort como de desconfort, hasta verificar la temperatura del aire y la velocidad del viento.



Gráfica. 4 Velocidad del viento en las viviendas de interés social (Km/h). Elaboración propia.

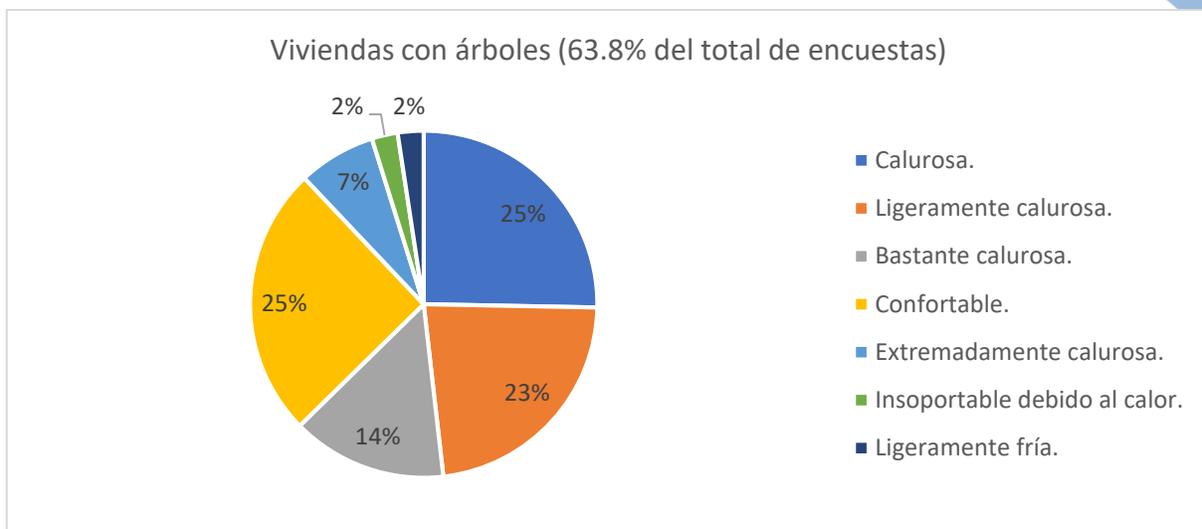
Para la velocidad del viento, es necesario tener en cuenta que es la variable natural más complicada de controlar, salvo por medios mecánicos. Los límites que se promueven para esta variable, de acuerdo con la gráfica anterior, son de 0.30Km/h como límite mínimo y de 5.40Km/h para el límite máximo. Mientras que el gráfico de Olgay integra hasta los 17.6 Km/h, una vez que sobrepasamos los 5.40Km/h, el ambiente puede volverse incómodo para actividades en el interior de la vivienda.

En la gráfica se aprecia que las líneas de tendencia de los valores registrados se encuentran por debajo de los 2Km/h para el ambiente exterior y por debajo de los 1Km/h para el ambiente interior de la vivienda, donde en más del 40% de la información se registran velocidades de 0.00 Km/h y un 4% entre los 0.00Km/h y 0.30Km/h, por lo que el viento en el interior, difícilmente será un factor relevante para alcanzar la zona de confort.



Gráfica. 5 Temperatura del cascarón (Losa, piso y muros). Elaboración propia.

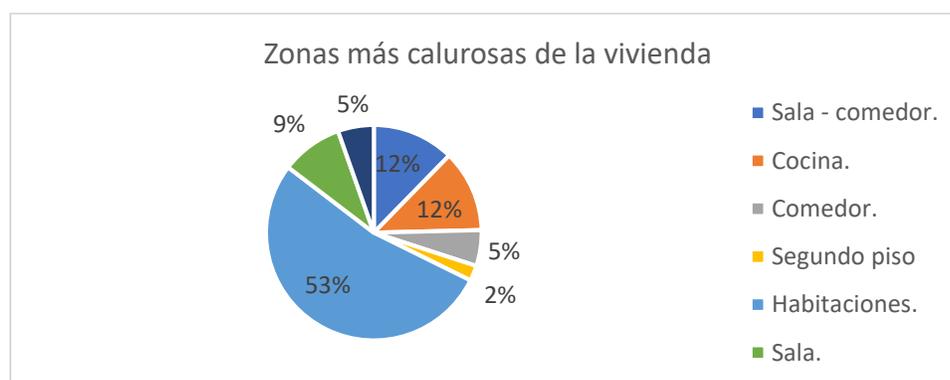
La tendencia es la misma que la temperatura del aire, donde en los meses más fríos, el ambiente térmico en el interior y exterior de la vivienda también lo es, así en los meses más cálidos, el ambiente y la temperatura del cascarón, también son cálidos. De lo anterior, con relación al resultado de las encuestas, se infiere también que este efecto es el mismo en la mayoría de los casos; sean o no viviendas de interés social; ya que del 63.8% que respondieron que sí cuentan con árboles proyectando sombra al inmueble, tan solo el 25% considera que su vivienda es confortable, el 2% ligeramente fría y el 73% la considera en promedio, calurosa. Aunado a esto, solo el 25% del 63.8% que cuentan con árboles, aseguran que su vivienda es de interés social, y ninguno de ellos indica que el ambiente interior de su casa es confortable.



Gráfica. 6 Sensación de confort en viviendas con árboles. *Elaboración propia.*

Los límites establecidos para los materiales son los mismos que para la temperatura del aire, con el propósito de mantener un ambiente térmico equilibrado entre la temperatura del aire y la temperatura de los objetos en contacto. Como límite mínimo se colocan 22°C y como límite máximo se coloca 26°C, sin embargo se comprueba con base a la bibliografía que la temperatura exterior de estos objetos, ya sea que estén o no expuestos a la radiación solar directa, pueden o no tener influencia en el ambiente interior de la vivienda dado sus propiedades fisiológicas y térmicas.

De acuerdo con las encuestas; las zonas donde la radiación solar directa incide sobre uno de sus muros varían de la siguiente forma:

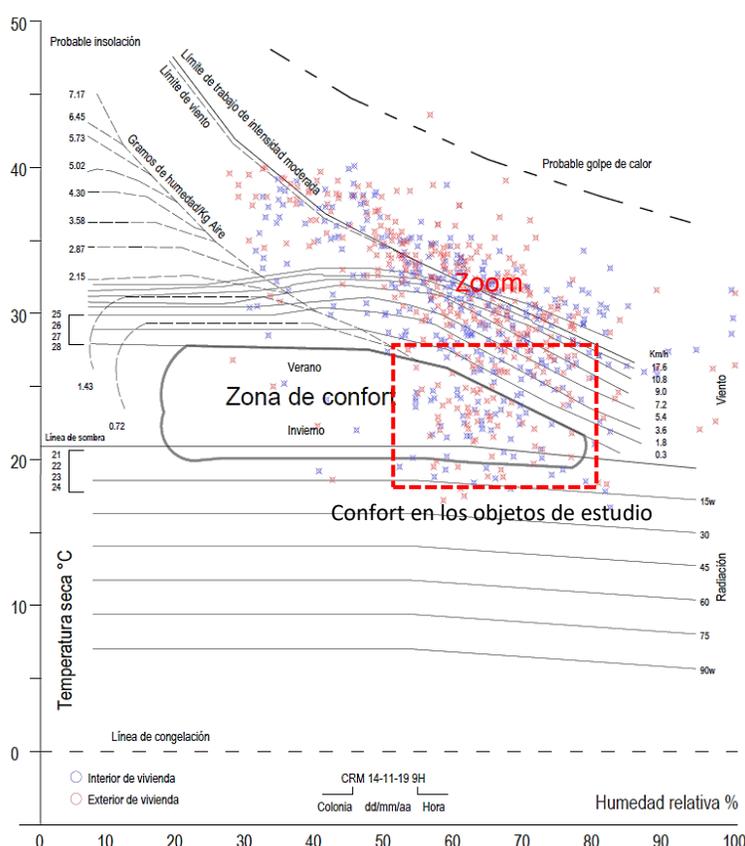


Gráfica. 7 Zonas más calurosas de la vivienda. *Elaboración propia.*

Por lo tanto, al relacionar la gráfica anterior con la orientación de las viviendas de acuerdo con la *Tabla 2. Claves y ubicación de las viviendas* se determina que hasta este momento, la orientación tampoco influye significativamente a favor de un ambiente confortable.

EVALUACIÓN DEL CONFORT EN LA VIVIENDA

Para esta sección, se aplica la conexión de los parámetros micro climáticos a través del gráfico de Olgay y estos son los resultados.



Gráfica. 8. Carta bioclimática en la vivienda de interés social para Ciudad Valles, San Luis Potosí. Elaboración propia.

El gráfico anterior involucra los tres elementos climáticos principales que intervienen en la sensación de confort térmico en un ambiente. En el eje horizontal el porcentaje de Humedad relativa expresada en porcentaje %; en el eje vertical la

temperatura del aire en grados centígrados °C; y en el centro del gráfico la velocidad del viento expresada en Km/h. Las mediciones que se llevan a cabo en el interior de la vivienda son graficadas en color azul, y en color rojo las mediciones que se hacen en el exterior.

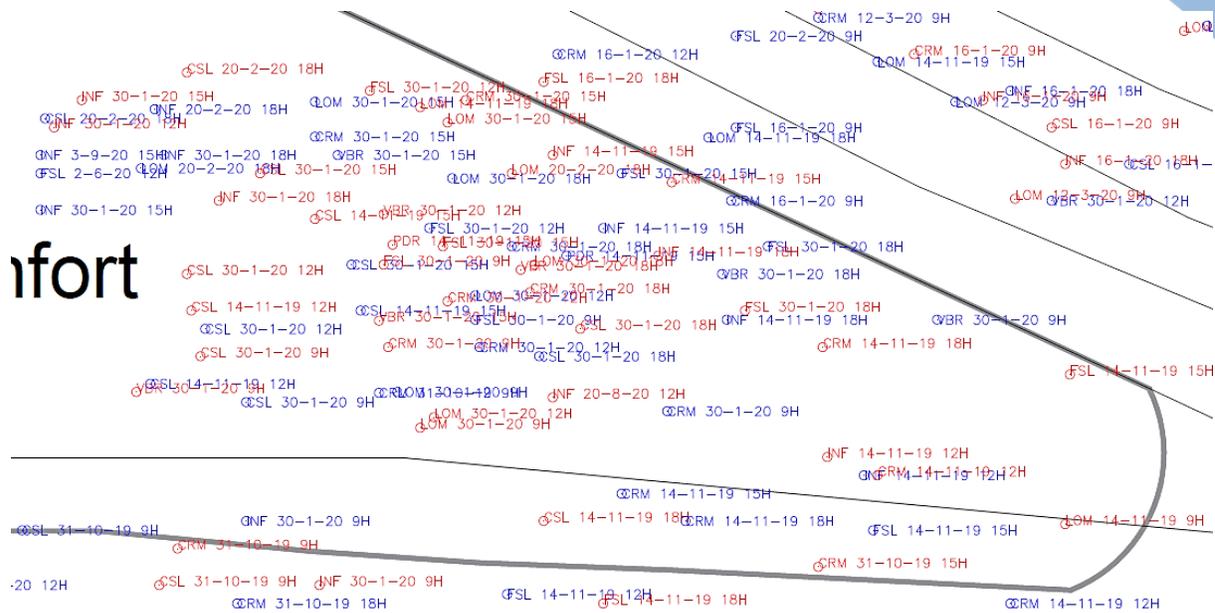
Al graficar los datos obtenidos se verifican los momentos del día en que la vivienda tiene un ambiente confortable; los cuales se ubican dentro de la zona de confort.

De acuerdo con este gráfico, algunas viviendas pueden alcanzar condiciones climáticas aceptables, sin embargo, es necesario exponer, que esas condiciones son dadas en la época de invierno, en los meses de diciembre y enero principalmente, además, son dadas de manera esporádica y no de forma constante. Contrario a los que se busca, que es conseguir el confort ambiental dentro de la vivienda específicamente en los meses más calurosos del año.

Por otra parte, observamos que la mayoría de los registros interiores y exteriores, se encuentran fuera de la zona de confort, incluso están ubicados sobre la línea que representa el límite de trabajo de intensidad moderada, lo que se traduce como que en la mayor parte del año y horas del día, no es recomendable realizar trabajos de intensidad moderada como deportes, caminar a paso rápido, bailar, trabajos al aire libre, actividades de carga y descarga e incluso el conjunto de actividades domésticas. Y en caso de realizarlas, ser conservadores, mantener hidratación y preferentemente estar bajo la sombra acompañados de ventilación.

Más de la mitad de los resultados exponen que la ventilación necesaria para alcanzar el confort debe ser mayor a los 5.4 Km/h, por lo que sobrepasa el límite de la comodidad de algunas actividades como las de oficina, comer, descansar; ya que una velocidad mayor a 1.5m/s o 5.4 Km/h es más apropiada para las actividades de esparcimiento y recreación como deportes al aire libre.

fort



Gráfica. 9 Zoom de zona de confort. Elaboración propia.

La imagen anterior, es una vista aumentada para verificar que los puntos que se encuentran dentro de la zona de confort, corresponden a los meses más fríos en su mayor parte, los cuales brindan un mejor ambiente térmico dentro y fuera de la vivienda.

CONCLUSIONES

Respecto de la hipótesis de esta investigación, a la fecha se define que la orientación y la forma de la vivienda de interés social no brindan condiciones de confort aceptables en la mayor parte de las horas del día, semanas y meses del año, por lo que los investigadores sugieren continuar con la siguiente etapa del estudio para seguir generando datos que permitan mejorar el análisis micro climático, el diseño y el confort humano en la vivienda de interés social para la zona cálida subhúmeda.

Respecto el tema de los materiales, en esta etapa de la investigación solo se puede inferir que el block y el concreto son materiales que no brindan condiciones de confort térmico en la época de calor, dado que más del 95% de las personas encuestadas, quienes en su mayor parte consideran su vivienda calurosa; aseguran que su losa y muros son de estos materiales. Por lo tanto es necesario realizar más

estudios sobre los materiales de construcción y recubrimientos para optimizar sus propiedades térmicas.

Según la bibliografía, la influencia de los materiales en el confort térmico de la persona se vuelve extremadamente importante cuando la forma y particularmente el tamaño de la vivienda debido a que la temperatura radiante que durante las horas del día absorben los materiales se transmite al interior y perdura hasta altas horas de la madrugada, es evidente que el flujo del viento ayuda a disipar la humedad del aire para mejorar la sensación térmica y disminuir el calor de los materiales al enfriarlos, sin embargo se puede afirmar que a lo largo del año las viviendas objeto de estudio, no cuentan con las condiciones térmicas adecuadas para propiciar el confort de la persona dentro del ambiente interior dado que la circulación del aire es limitada en espacios tan reducidos como en los de la vivienda tipo de interés social.

Este comportamiento se debe al clima local de Ciudad Valles más que a las características propias de la vivienda. Empero, no hay duda en que las características formales pueden ser planificadas para modificar los resultados, como la disminución de la temperatura ambiente en el interior a través al de la variación de la altura de la cubierta; por lo menos cuarenta centímetros más; pasando de 250cm a 290cm para elevar el volumen de aire que se encuentra afectado por la temperatura radiante de la losa. Promover el uso de ventanas más amplias o mejor ubicadas de acuerdo a la orientación de la traza urbana y la disposición de la vivienda, las cuales ayudarán a captar las rachas de viento que pueden ser generadas al modificar las vialidades con ayuda del cambio de texturas en el pavimento, creación y conservación de superficies arbóreas para instaurar diferencias de temperaturas a través de la proyección de sombras.

La creación de zonas verdes y diferencias en la densidad de construcción se propician con la sustitución del urbanismo horizontal a través de la implementación del urbanismo vertical, el cual a la fecha sigue siendo objeto de estudio desde una perspectiva sociológica y cultural.

REFERENCIAS

- Álvarez, A. López, (2004). Cambio climático y microclimas urbanos en ciudades del centro de Cuba. Reflexiones para el planeamiento a través de siglos. Argentina. Vol. 8, Nº 1, 2004. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184
- Barona Díaz, Edgar, & Sánchez Rodríguez, Fernando (2005). Características de la vivienda de interés básico, social y económica urbana en Puebla-México. e-Gnosis, (3),0.[fecha de Consulta 19 de Octubre de 2021]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=73000313>
- Chicas Molina, Juan Carlos (2012). Morfología urbana y Clima urbano, estudio de microclimas urbanos en Santiago de Chile, mediante la aplicación del concepto de cañón urbano e índices de confort térmico. Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales de la Pontificia Universidad. Santiago de Chile.
- Comité de planeación del desarrollo municipal. Plan de Desarrollo Municipal 2012 – 2015. H. Ayuntamiento de Ciudad Valles. México.
- Comisión nacional del agua CONAGUA (2012). Servicio Meteorológico Nacional: 135 años de historia en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. ISBN: 978-607-7908-63-0
- Dirección general de normas de la secretaría de economía (2013). Norma Mexicana NMX-AA-166/1-SCFI-2013 estaciones meteorológicas, climatológicas e hidrológicas - parte 1: Especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales e instrumentos de medición de las estaciones meteorológicas automáticas y convencionales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de julio de 2013. México.
- Geiger, R., Aron, R. H., Todhunter, P. (1995). The Climate Near The Ground, 5ª edición. Vieweg & Sohn. Weisbaden.
- Givoni, Baruch (1998). Climate considerations in building and urban design. John Wiley & Sons, Inc. United States of America.

- Gobierno del estado de San Luis Potosí (2012). Plan estatal de desarrollo urbano de San Luis Potosí 2012-2030. México.
- H. Ayuntamiento de San Luis Potosí (2018). El plan del centro de población estratégico San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez. México.
- Higueras, Ester (2013). Urbanismo Bioclimático. (1a edición, 5a tirada) ISBN: 9788425220715.
- Higueras, Ester y TUMINI, Irina (2013). "El Microclima en los Espacios Abiertos. Estudio de casos en Madrid." Universidad Politécnica de Madrid. www.eesap.org/Biblioteca/EESAP2_itumini.pdf
- Instituto nacional de estadística y geografía INEGI (2015). Encuesta censal, Panorama socio demográfico de San Luis Potosí 2015 – 2016. INEGI. ISBN 978-607-739-866-0. México, c2016. Aguascalientes.
- Instituto nacional de estadística y geografía INEGI (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos del año 2009 Ciudad Valles, San Luis Potosí, Clave geo estadística 24013. México.
- Instituto nacional de estadística y geografía INEGI (2016). Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2016. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. ISBN 978-607-739-993-3.
- Instituto nacional de estadística y geografía INEGI (2017). Anuario estadístico y geográfico de San Luis Potosí 2017. México.
- Ivanega, Miriam (2009). Construcciones Urbanas y Medio Ambiente. <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/6/2735/7.pdf>
- Lynch, Kevin (2008). La imagen de la ciudad. Gustavo gili. SL, Barcelona, 1984, 1998.
- Monroy, Manuel Martín (2001). Claves del Urbanismo Bioclimático. Artículo publicado en revista BASA. ULPGC Basa, ISSN 0213-0653, N°. 24, 2001, págs. 148-159.

Ochoa, José Manuel y MARINCIC, Irene (2002). Diseño Microclimático de Espacios Exteriores confortables y energéticamente eficientes. XXVI Semana Nacional de Energía Solar, Noviembre de 2002, Chetumal, México.

Oke, T.R. (1987). Boundary layer climates (2nd ed.). London: Routledge.

Organización meteorológica mundial (2015). Manual del Sistema de Información de la OMM Anexo VII al Reglamento Técnico de la OMM Anexo VII al Reglamento Técnico de la OMM OMM-Nº 1060. Organización Meteorológica Mundial. ISBN 978-92-63-31060-6

Peña Chacón, Mario (2013). “La Transversalidad del derecho ambiental y su influencia sobre el Instituto de la Propiedad y otros Derechos Reales”, En red 21/mayo/2013

Schiller, Silvia (2001). Isla de calor, Microclima Urbano y Variables de Diseño, estudios en Buenos Aires y Rio Gallegos. Argentina. ISSN 0329-5184

Trujillo, Carlos y OSPINA, Ricaurte y PARRA, Hernando (2010). Arquitectura y Urbanismo Bioclimático: Presente y Futuro para el Hábitat del Hombre Contemporáneo. Scientia et Technica Año XVII, No 46, diciembre 2010. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701 revistas.utp.edu.co

Zapata, Néstor (2017). Confort humano en microclimas urbanos (Calle Miguel Hidalgo, Cd. Valles, SLP, MX.). TLATEMOANI Revista Académica de Investigación. No. 25, agosto 2017. Eumed.net. España. ISSN: 19899300 revista.tlatemoani@uaslp.mx